

ATRIBUTOS FLORAIS E POLINIZAÇÃO DE *Cryptanthus bahianus* L.B.Sm, UMA BROMELIACEAE ENDÊMICA DO NORDESTE BRASILEIRO

Vitória da Fonseca Dias^{1*}, Sinzinando Albuquerque-Lima¹, Daniela M.A.F. Navarro², Paulo Milet-Pinheiro³, Isabel Cristina Machado¹

¹Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901 Recife, Pernambuco, Brasil; ²Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901 Recife, Pernambuco, Brasil; ³Laboratório de Interações Ecológicas e Semioquímicas, Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina, 56328-900 Petrolina, Brasil.
*vitória.dias@ufpe.br

INTRODUÇÃO

As flores das Angiospermas utilizam uma ampla diversidade de atributos florais para chamar atenção da fauna polinizadora (FREITAS, 2018; DELLINGER, 2020). Bromeliaceae, uma das famílias mais diversas entre as Angiospermas da América, apresenta flores com uma grande variedade de características florais (JUDD et al., 2009; SILVA; BARBOSA; FARIA, 2022; SIQUEIRA; COSTA; TONI, 2023). Essa grande variedade floral na família está associada a estratégias de polinização diversas, podendo ser mediada por vetores bióticos dentre eles, beija-flores, morcegos, insetos, além da presença de espécies autógamas e com polinização mista (KESSLER; KRÖMER, 2000; CANELA; SAZIMA, 2005; SIQUEIRA FILHO; MACHADO 2008; SCHMID *et al.*, 2011). Vale ressaltar que várias bromélias de diversos gêneros são autoincompatíveis, dependendo, portanto, de polinizadores para garantir sua reprodução (NARA; WEBBER, 2002; RAMÍREZ MORILLO *et al.*, 2009; MILET-PINHEIRO *et al.*, 2021). *Cryptanthus* Otto & A.Dietrich (subfamília Bromelioideae) é um dos gêneros nativos do Brasil (MACIEL, 2020), constituído por 78 espécies com distribuição restrita ao Nordeste e Sudeste do Brasil (GIVNISH *et al.*, 2011), o que as torna bastante vulneráveis à extinção. Os estudos de biologia floral e reprodutiva existentes para o gênero indicam que suas flores são polinizadas principalmente por beija-flores e abelhas (SIQUEIRA FILHO; MACHADO, 2008; MILET-PINHEIRO *et al.*, 2021; ALMEIDA; SIQUEIRA FILHO; LEME, 2022). Algumas de suas espécies apresentam apenas néctar como recurso floral, enquanto outras produzem néctar e perfume floral, este último coletado exclusivamente por machos de abelhas da tribo Euglossini (Apidae) (SIQUEIRA FILHO; MACHADO, 2008; MILET-PINHEIRO *et al.*, 2021; ALMEIDA; SIQUEIRA FILHO; LEME, 2022). Contudo, as informações sobre biologia floral e polinização no gênero ainda se mostram limitadas, de modo que estudos sobre a história natural desse grupo se fazem indispensáveis. Como já relatado na literatura, três espécies de *Cryptanthus* ofertam perfume floral como recurso para machos de abelhas euglossine. Desse modo, visando investigar se outras espécies do gênero se enquadrariam nesse sistema de polinização especializado de perfume floral como recurso, bem como objetivando agregar mais dados ao conjunto já existente sobre a biologia floral e interações com a fauna polinizadora de *Cryptanthus*, foi escolhida *Cryptanthus bahianus* como espécie modelo para o estudo.

METODOLOGIA

Cryptanthus bahianus L.B.Sm. é uma erva de hábito terrícola, endêmica do Nordeste do Brasil (MACIEL, 2020). As plantas de *C. bahianus* foram monitoradas em uma população ocorrente em um afloramento rochoso na zona rural do município de Sairé (8°14'30" S, 35°40'18" W), pertencente à Mesorregião do Agreste Pernambucano e Microrregião Brejo Pernambucano, se estendendo por quase 191 km², tendo uma população de aproximadamente 10.000 habitantes (IBGE, 2023). Foi feito o monitoramento do horário, sequência e duração da antese, usando um total de 30 botões florais marcados em pré-antese de 30 diferentes indivíduos. A receptividade do estigma foi verificada em 15 flores de diferentes indivíduos, usando uma solução de permanganato de potássio e água destilada (DAFNI *et al.*, 2005). Para a morfometria, 30 flores estaminadas e 30 hermafroditas de diferentes indivíduos (n=1 flor/indivíduo) de *C. bahianus* foram coletadas e fixadas em álcool 70%. Em laboratório, foram medidas as estruturas florais com o auxílio de um paquímetro digital manual (King Tools). O volume de néctar e sua concentração foram medidos separadamente em 15 flores estaminadas e 15 hermafroditas de diferentes indivíduos (n=1 flor por indivíduo), com o auxílio de uma microseringa graduada (Hamilton®) e refratômetro de bolso (Atago®), respectivamente (DAFNI *et al.*, 2005, MILET-PINHEIRO *et al.*, 2021). As medidas da morfometria floral, bem como do volume e da concentração de néctar nos dois tipos florais foram comparadas a partir do teste T de Student, com o auxílio do software R. Os visitantes florais de *C. bahianus* foram observados diretamente no campo durante todo o período de antese da flor. A quantidade de visitas em cada tipo floral foi contabilizada e registrada em uma área com cerca de 1m² da população nos indivíduos que apresentavam inflorescências com flores abertas. A frequência de visitas florais foi registrada no período da manhã continuamente das 6h às 12h e no período da tarde das 13h às 17h, em 14 dias não consecutivos, totalizando 88h de observações focais. As observações foram complementadas com filmagens e registros fotográficos, para uma descrição mais detalhada do comportamento dos insetos durante as visitas às flores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A floração de *C. bahianus* dura cerca de três meses, iniciando em maio e se estendendo até meados de julho, coincidindo com o período chuvoso na região Agreste de Pernambuco, de acordo com estudos climáticos de MEDEIROS; HOLANDA; ALEXANDRE (2018). As inflorescências emergem na área central apical da planta (Fig. 1A). Seguindo o padrão para o gênero, a espécie estudada também é andromonóica, com flores estaminadas localizadas no setor central na inflorescência e flores hermafroditas na periferia (ver também LEME *et al.*, 2010). Assim como em outros representantes cogenéricos (e.g. *C. euglossini*, *C. diana* e *C. burle-marxii*), as flores de *C. bahianus* apresentam antese diurna, com abertura floral iniciando por volta de 05h00, e com flores durando até o período da tarde (SIQUEIRA FILHO; MACHADO, 2008; MILET-PINHEIRO *et al.*, 2021; ALMEIDA; SIQUEIRA FILHO; LEME, 2022). Ao abrirem, as flores de *C. bahianus* já se encontram com o estigma receptivo, permanecendo desse modo até as 17:00h, quando as flores começam a fechar

(Fig. 1B). As flores são trímeras, actinomorfas, heteroclamídeas, com corola infundibuliforme (Fig. 1), composta por três pétalas livres, brancas e cálice formado por três sépalas soldadas de cor rosa claro. A partir da análise morfométrica dos dois tipos florais de *C. bahianus*, foi possível evidenciar que, à exceção da altura dos filetes, todos os atributos florais avaliados foram significativamente maiores ($p < 0,05$) nas flores hermafroditas em relação às estaminadas. RAMÍREZ-MORILLO (1996) já tinha especulado que as flores estaminadas pareciam menores que as hermafroditas em representantes de *Cryptanthus*. O néctar, que é o recurso ofertado pela espécie estudada, é produzido no início da antese, tanto pelas flores estaminadas como pelas hermafroditas, sendo acessado facilmente pelos polinizadores. É interessante relatar que em *Cryptanthus*, o néctar é considerado uma característica plesiomórfica ao longo da história evolutiva do gênero (GIVANISH *et al.*, 2014; MILET-PINHEIRO *et al.*, 2021). As flores estaminadas produziram em média $9,5 \pm 3,3 \mu\text{L}$ de néctar, com uma concentração de açúcar de $19,6 \pm 7,2\%$, enquanto as flores hermafroditas produziram $8,5 \pm 2,3 \mu\text{L}$, com uma concentração de $17,9 \pm 6,8\%$. O teste T de Student não indicou diferença significativa entre essas medidas, semelhante ao que foi relatado para *C. diana*e (SIQUEIRA FILHO; MACHADO, 2008). Durante o período de observação focal, foi possível observar um espectro bastante diverso de insetos, pertencentes às ordens Hymenoptera, Lepidoptera e Diptera, como visitantes de ambos os tipos florais de *C. bahianus* (Fig. 2). A espécie estudada foi considerada, portanto, generalista, similar a outras espécies de *Cryptanthus*, também polinizadas por ampla gama de visitantes florais (SIQUEIRA FILHO; MACHADO, 2008; MILET-PINHEIRO *et al.*, 2021; ALMEIDA; SIQUEIRA FILHO; LEME, 2022). Os principais visitantes florais foram abelhas das espécies *Eulaema nigrita*, *Euglossa spp.* (Euglossine) (Fig. 1A), *Trigona spinipes* e *Apis mellifera* (Fig 1B). Apesar de representantes machos de abelhas Euglossine visitarem as flores de *C. bahianus*, não foi observado comportamento de raspagem das pétalas para coleta de perfume floral por essas abelhas, diferente do observado nas flores de *C. burle-marxii*, *C. diana*e e *C. euglossini* (SIQUEIRA FILHO; MACHADO, 2008; MILET-PINHEIRO *et al.*, 2021; ALMEIDA; SIQUEIRA FILHO; LEME, 2022). Isso indica que *C. bahianus* não produz perfume como recompensa, como é caso das três espécies mencionadas anteriormente. Ademais, é interessante pautar que, nos estudos de LEME *et al.* (2022), a partir de análises moleculares e filogenéticas do gênero em questão, *C. bahianus* se mostra mais basal, distando bastante de espécies de uma linhagem mais divergente, como *C. diana*e e *C. burle-marxii*, sugerindo que néctar como recurso é uma característica plesiomórfica, enquanto que a produção de perfume como recurso floral é uma condição derivada.



Figura 1: (A) Indivíduo florido de *Cryptanthus bahianus* com flores estaminadas e hermafroditas, bem como botões emergindo na área central e apical da inflorescência com os dois tipos florais, flores estaminadas (esquerda A) e hermafroditas (direita A) e (B) Flores de *Cryptanthus bahianus* próximas ao final da antese, murchando e começando a fechar.



Figura 2: Polinizadores e visitantes florais de *Cryptanthus bahianus*: (A) Fêmea de *Euglossa sp* (Euglossini: Apidae: Hymenoptera), (B) *Apis mellifera* (Apini: Apidae: Hymenoptera), (C) *Euptoieta hegesia* (Lepidoptera) e (D) Representante não identificado da ordem Diptera.

CONCLUSÕES

Ao comparar as muitas características florais tais como, período de antese, morfologia floral, coloração das flores, volume e concentração de néctar de *C. bahianus* com dados de outros representantes do gênero, foi possível observar muitas similaridades, demonstrando que os atributos florais do gênero são em muitos aspectos conservados. No entanto, foi possível evidenciar que as flores de *C. bahianus* se enquadram na classificação de flores de néctar, uma vez que este é o recurso floral ofertado pela espécie estudada, diferente de outros representantes do gênero com relatos na literatura de ofertarem adicionalmente perfume floral. Com relação aos visitantes florais, existe uma semelhança com os demais representantes dos gêneros, que tem abelhas como polinizadores principais, porém não foi registrado visitas de beija-flores em *C. bahianus*, fato que foi evidenciado para outros representantes dos gêneros.

Fomento

Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (IBPG-1752-2.03/21) e CNPq (CNPq/PQ: 313948/2021-6 e CNPq/Universal: 422647/2021-7)

Palavras-chave: bromélia, néctar, polinização generalista

Referências

- ALMEIDA, E. D. S.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; LEME, E. M. C. *Cryptanthus euglossinii* (Bromeliaceae: Bromelioideae), a new species from Chapada Diamantina, Bahia. **Rodriguésia**, v. 73, 2022.
- CANELA, M. B. F.; SAZIMA, M. The pollination of *Bromelia antiacantha* (Bromeliaceae) in Southeastern Brazil: ornithophilous versus melittophilous features. **Plant Biology**, v. 7, n. 04, p. 411-416, 2005.
- DAFNI, A. et al. Practical pollination biology. Practical pollination biology. 2005.
- DELLINGER, A. S. Pollination syndromes in the 21st century: where do we stand and where may we go?. **New Phytologist**, v. 228, n. 4, p. 1193-1213, 2020.
- FREITAS, L. Precisamos falar sobre o uso impróprio de recursos florais. **Rodriguésia**, v. 69, p. 2223-2228, 2018.
- GIVNISH, T. J. et al. Phylogeny, adaptive radiation and historical biogeography in Bromeliaceae: hallmark of an eight-locus plastid phylogeny. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 5, p. 872-895, 2011.
- KESSLER, M.; KRÖMER, T. Patterns and ecological correlates of pollination modes among bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. **Plant Biology**, v. 2, n. 06, p. 659-669, 2000.
- LEME, E. et al. Miscellaneous new species in the Brazilian Bromeliaceae. **Rodriguésia**, v. 61, p. 21-67, 2010.
- LEME, E. et al. New genera and a new species in the “Cryptanthoid Complex”(Bromeliaceae: Bromelioideae) based on the morphology of recently discovered species, seed anatomy, and improvements in molecular phylogeny. **Phytotaxa**, v. 544, n. 2, p. 128-170, 2022.
- MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; ALEXANDRE, M. Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco-Brazil. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 35, n. 3, 2018.
- MILET-PINHEIRO, P. et al. A semivolatile floral scent marks the shift to a novel pollination system in Bromeliads. **Current Biology**, v. 31, n. 4, p. 860-868. e4, 2021.
- NARA, A. K.; WEBBER, A. C. Floral biology and pollination of *Aechmea beeriana* (Bromeliaceae) in vegetation along stream margins in Central Amazonia. **Acta Amazônica**, v. 32, p. 571-571, 2002.
- RAMÍREZ MORILLO, I. M. et al. It takes two to tango: self incompatibility in the bromeliad *Tillandsia streptophylla* (Bromeliaceae) in Mexico. **Revista de Biología Tropical**, v. 57, n. 3, p. 761-770, 2009.
- SCHMID, S. et al. Bimodal pollination system of the bromeliad *Aechmea nudicaulis* involving hummingbirds and bees. **Plant Biology**, v. 13, p. 41-50, 2011.
- SILVA, M. R.; BARBOSA, B. C.; FARIA, A. P. G. Reproductive biology and flower-visitor interactions of two bromeliad species from the Brazilian Atlantic Forest. **Plant Ecology and Evolution**, v. 155, n. 1, p. 16-28, 2022.
- SIQUEIRA FILHO, J. A.; MACHADO, I. C. Flowering phenology and pollination ecology of *Cryptanthus diana* Leme: a case of floral fragrance-collecting by Euglossinae bees in Bromeliaceae. **Selbyana**, p. 226-232, 2008.
- SIQUEIRA, S. F. H.; COSTA, A.F; TONI, K. LG. Beyond SEM: Stigmatic margins in Bromeliaceae. **Flora**, v. 298, p. 152195, 2023.