

FATORES ASSOCIADOS À RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E EXCLUSIVIDADE DE ÁCAROS DE FLORES DE BEIJA-FLORES EM PLANTAS

MARCOS PIZZATTO¹; CAROLINA SILVEIRA MASCARENHAS²;
JEFERSON VIZENTIN-BUGONI³

¹Laboratório de Ecologia de Interações, UFPEL – marcos.pizzatto@gmail.com

²Coordenadoria de Biologia, IFSUL – phrybio@hotmail.com

³Laboratório de Ecologia de Interações, UFPEL – jbugoni@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Foresia é uma interação comensalista entre uma espécie de menor mobilidade (foronte) que é carregado por outra espécie com maior mobilidade (hospedeiro) (Camerik, 2010). Isso é importante para a dispersão de alguns organismos porque assim os forontes podem colonizar novos habitats e manter a variabilidade genética na população (White *et al.*, 2017). Ácaros (Arachnida: Acari) são alguns dos menores artrópodes conhecidos, incluindo cerca de 50.000 espécies e estão presentes em ambientes terrestres e aquáticos (Walter & Proctor, 2013). Parte do que possibilitou a diversificação dos ácaros foi a capacidade de algumas linhagens realizarem foresia (Seeman & Walter, 2023).

Beija-flores (Aves: Trochilidae) compreendem cerca de 340 espécies e estão presentes apenas nas Américas (Piacentini, 2017). Sabe-se que essas aves polinizam pelo menos 1.300 espécies de plantas de 108 famílias (Arizmendi & Rodríguez-Flores, 2012) e foram importantes para a diversificação de algumas dessas famílias (Serrano *et al.*, 2017; Kessler *et al.*, 2020).

Ácaros pertencentes a *Rhinoseius* Baker & Yunker, 1964, e *Tropicoseius* Baker & Yunker, 1964, e algumas linhagens de *Proctolaelaps* Berlese, 1923 (Mesostigmata: Melicharidae), e *Lasioseius* Berlese, 1916 (Mesostigmata: Blattisociidae), são coletivamente denominados “ácaros de flores de beija-flor” por se alimentarem do néctar das flores visitadas por beija-flores e praticarem foresia com essas aves (Dusbabek *et al.*, 2007).

Embora haja estudos sobre a dispersão dos ácaros, os padrões de interação nesse sistema, bem como seu nível de especialização em comunidades, permanecem pouco compreendidos (Márquez-Luna *et al.*, 2016; Bizzarri *et al.*, 2022). Assim sendo, o presente estudo tem como objetivo testar se a riqueza, abundância e exclusividade dos ácaros no uso dos recursos florais está relacionada a atributos ecológicos das plantas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As flores foram coletadas entre 2011 e 2013, ao longo de 12 km de trilhas no Núcleo Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar (SP, Brasil). Foram coletadas 1 a 57 ($8 \pm 9,1$) flores de todas as plantas com registro de visitação por beija-flores na comunidade (Vizentin-Bugoni *et al.*, 2016), exceto *Inga sessilis* (Vell.) Mart., as quais foram armazenadas em tubos Falcon® com etanol 70%.

As flores foram examinadas em 2022 e 2023 para coleta e quantificação dos ácaros, que foram clarificados com solução Nesbitt em estufa aquecida a 30°C por 30 minutos e, posteriormente, montados em meio de Hoyer (Krantz & Walter, 2009). A identificação dos ácaros foi feita com as revisões taxonômicas de Walter

& Proctor (2013); para nível de ordem, Moraes *et al.* (2016), para nível de família e gênero; e Naskrecki & Colwell (1998), para nível de gênero e espécie, quando possível.

Para testar a associação entre as variáveis respostas (1) riqueza de ácaros por planta, (2) abundância de ácaros por planta, e (3) exclusividade dos ácaros nas plantas [calculada pelo índice d' de Blüthgen *et al.*, (2006)], com os atributos ecológicos das plantas, usamos as seguintes variáveis preditoras: (i) duração da floração (quantos meses que a planta floriu); (ii) tamanho médio da corola; (iii) quantidade de açúcar no néctar; (iv) frequência das visitas por beija-flores; e (v) exclusividade dos beija-flores nas plantas (também calculada pelo índice d'). Estes dados foram obtidos de estudos prévios na mesma comunidade (Vizentin-Bugoni *et al.*, 2016; Bergamo *et al.*, 2018).

Os testes de hipótese foram realizados utilizando modelos lineares generalizados (GLM), definindo a distribuição através do critério de informação de Akaike corrigido (Sugiura, 1978). As distribuições escolhidas foram: gaussiana para riqueza, binomial negativa para abundância e beta para exclusividade. A validação dos modelos foi realizada observando o diagnóstico residual para modelos de regressão hierárquicos.

As análises de dados foram realizadas no ambiente R (R Core Team, 2024).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 1.395 espécimes de ácaros foréticos distribuídos em cinco morfotipos: *Rhinoseius* sp. 1 corresponde ao morfotipo mais abundante com 887 espécimes coletados e *Tropicoseius* sp. 3 foi o menos comum com três espécimes. Os outros três morfotipos correspondem a *Rhinoseius* sp. 2, *Tropicoseius* sp. 1 e *Tropicoseius* sp. 2 e tiveram 247, 176 e 82 espécimes amostrados, respectivamente. Não foi possível identificar os morfotipos a nível de espécie.

A riqueza de ácaros nas plantas teve relação com a frequência de visitas por beija-flores, mas não com duração da floração, tamanho médio da corola, quantidade de açúcar no néctar e exclusividade dos beija-flores (Tabela 1). Isso indica que flores visitadas com maior frequência por beija-flores abrigam mais morfotipos de ácaros, o que deve estar relacionado com plantas visitadas com recorrência possuírem maior oportunidade de chegada e saída de indivíduos. Plantas visitadas frequentemente também podem beneficiar o ácaro por ter maior disponibilidade de recursos quando esses tenham sido localmente esgotados, porém, também apresenta a desvantagem pelo aumento de competição pelos recursos florais e pelo meio de transporte.

Tabela 1 - Resultados do teste para a riqueza de ácaros. * $p < 0,05$.

	Estimado	Erro padrão	Valor z	Valor p
(Intercepto)	2,023	0,188	10,771	* >0,001
Duração da floração	0,103	0,191	0,537	0,594
Tamanho da corola	0,329	0,222	1,486	0,145
Açúcar no néctar	-0,016	0,199	-0,079	0,938
Frequência das visitas	0,653	0,319	2,049	* 0,047
Exclusividade dos beija-flores	-0,376	0,290	-1,297	0,202

Fonte: Autores.

A abundância de ácaros nas amostras de plantas não esteve associada a nenhuma das variáveis preditoras (Tabela 2). Em alimentadores artificiais no Mé-

xico, a abundância de ácaros aumentou com a frequência de visitas dos beija-flores (Márquez-Luna *et al.*, 2016), diferente do presente estudo sugerindo que em um cenário não antrópico (flores naturais) esta relação não se mantém. A diferença nos resultados está ajustada à hipótese de resposta química dos ácaros aos compostos secundários das plantas (Heyneman *et al.*, 1991).

Tabela 2 - Resultados do teste para a abundância de ácaros. * $p < 0,05$.

	Estimado	Erro padrão	Valor z	Valor p
(Intercepto)	3,015	0,158	19,095	* >0,001
Duração da floração	-0,227	0,155	-1,460	0,144
Tamanho da corola	0,171	0,180	0,947	0,344
Açúcar no néctar	0,003	0,152	0,017	0,986
Frequência das visitas	0,466	0,250	1,864	0,062
Exclusividade dos beija-flores	-0,082	0,272	-0,302	0,763

Fonte: Autores.

A exclusividade dos ácaros em plantas teve associação negativa com o tempo de floração, mas não com o tamanho médio da corola, quantidade de açúcar no néctar, frequência das visitas por beija-flores e exclusividade dos beija-flores (Tabela 3). Associados ao resultado da riqueza, este achado indica que plantas que florescem por mais tempo são mais visitadas por polinizadores, o que também diminui a exclusividade dos ácaros.

Tabela 3 - Resultados do teste para a exclusividade de ácaros. * $p < 0,05$.

	Estimado	Erro padrão	Valor z	Valor p
(Intercepto)	-1,706	0,162	-10,526	* >0,001
Duração da floração	-0,372	0,150	-2,478	* 0,013
Tamanho da corola	-0,075	0,185	-0,403	0,687
Açúcar no néctar	0,127	0,144	0,881	0,379
Frequência das visitas	-0,081	0,269	-0,300	0,764
Exclusividade dos beija-flores	0,420	0,251	1,676	0,094

Fonte: Autores.

4. CONCLUSÃO

Aqui foi dado o primeiro passo para compreender os fatores que definem as interações entre ácaros foréticos e plantas visitadas por beija-flores, sugerindo que a diversidade de ácaros em plantas é definida pela frequência com que os beija-flores visitam as plantas e pela duração da floração de cada espécie de planta na comunidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIZMENDI, M. C.; RODRÍGUEZ-FLORES, C. I. How many plant species do hummingbirds visit? **Ornitol. Neotrop.**, v. 23, supl., 2012.
- BAKER, E. W.; YUNKER, C. E. New blattisociid mites (Acarina: Mesostigmata) recovered from neotropical flowers and hummingbirds' nares. **Ann. Entomol.**, v. 57, n. 1, 1964.
- BERGAMO, P. J.; WOLOWSKI, M.; MARUYAMA, P. K.; VIZENTIN-BUGONI, J.; SAZIMA, M. Trait patterns across space and time suggest an interplay of

- facilitation and competition acting on neotropical hummingbird-pollinated plant communities. **Oikos**, v. 127, n. 11, 2018.
- BIZZARRI, L.; BAER, C. S.; GARCÍA-ROBLEDO, C. DNA barcoding reveals generalization and host overlap in hummingbird flower mites: implications for the mating rendezvous hypothesis. **Am. Nat.**, v. 199, n. 4, 2022.
- BLÜTHGEN, N.; MENZEL, F.; BLÜTHGEN, N. Measuring specialization in species interaction networks. **BMC Ecol.**, v. 6, n. 9, 2006.
- CAMERIK, A. M. **Phoresy revisited**. Dordrecht: Springer, 2010.
- COLWELL, R. K.; NAEEM, S. **Life-history patterns of flower mites in relation to host phenology and morphology**. New York: Springer, 1994.
- DUSBABEK, F.; LITERAK, I.; CAPEK, M.; HAVLICEK, M.. Ascid mites (Acari: Mesostigmata: Ascidae) from Costa Rican hummingbirds (Aves: Trochilidae), with description of three new species and a key to the *Proctolaelaps belemensis* species group. **Zootaxa**, v. 1484, n. 1, 2007.
- HEYNEMAN, A. J.; COLWELL, R. K.; NAEEM, S.; DOBKIN, D. S.; HALLET, B. **Host plant discrimination: experiments with hummingbird flower mites**. Hoboken: John Wiley & Sons, 1991.
- KESSLER, M.; ABRAHAMCZYK, S.; KRÖMER, T. The role of hummingbirds in the evolution and diversification of Bromeliaceae: unsupported claims and untested hypotheses. **Bot. J. Linn.**, v. 192, n. 4, 2020.
- KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. **A manual of acarology**. Lubbock: Texas Tech University Press, 2009.
- MÁRQUEZ-LUNA, U.; VÁZQUEZ GONZÁLEZ, M. M.; CASTELLANOS, I.; ORTIZ-PULIDO, R. Number of hummingbird visits determines flower mite abundance on hummingbird feeders. **Exp. Appl. Acarol.**, v. 69, 2016.
- MORAES, G. J.; BRITTO, E. P. J.; MINEIRO, J. L. C.; HALLIDAY, B. Catalogue of the mite families Ascidae Voigts & Oudemans, Blattisociidae Garman and Melicharidae Hirschmann (Acari: Mesostigmata). **Zootaxa**, v. 4112, n. 1, 2016.
- NASKRECKI, P.; COLWELL, R. K. **Systematics and host plant affiliations of hummingbird flower mites of the genera *Tropicoseius* Baker & Yunker and *Rhinoseius* Baker & Yunker (Acari: Mesostigmata: Ascidae)**. Lanham: Entomological Society of America, 1998.
- PIACENTINI, V. Q. **Beija-flores do Brasil**. São Paulo: Aves & Fotos, 2017.
- R CORE TEAM. **R**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024.
- SEEMAN, O. D.; WALTER, D. E. Phoresy and mites: more than just a free ride. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 69, 2023.
- SERRANO, M. L.; ROLLAND, J.; CLARK, J. L.; SALAMIN, N.; PERRET, M. Hummingbird pollination and the diversification of angiosperms: an old and successful association in Gesneriaceae. **Proc. Roy. Soc. B**, v. 284, n. 1852, 2017.
- SUGIURA, N. Further analysis of the data by Akaike's information criterion and the finite corrections. **Commun. Stat.**, v. 7, n. 1, 1978.
- VIZENTIN-BUGONI, J.; MARUYAMA, P. K.; DEBASTIANI, V. J.; DUARTE, L. S.; DALSGAARD, B.; SAZIMA, M. Influences of sampling effort on detected patterns and structuring processes of a Neotropical plant-hummingbird network. **J. Anim. Ecol.**, v. 85, n. 1, 2016.
- WALTER, D. E.; PROCTOR, H. C. **Mites**. 2. ed. Dordrecht: Springer, 2013.
- WHITE, P. S.; MORRAN, L.; ROODE, J. Phoresy. **Curr. Biol.**, v. 27, 2017.