

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta
Dissertação será disponibilizado
somente a partir de 20/12/2025.



Para além do néctar: *Glossophaga soricina* (Chiroptera: Phyllostomidae) recorre ao pólen de *Scybalium fungiforme* (Balanophoraceae) como fonte proteica alternativa em períodos de escassez de insetos

GIOVANA SPICACCI TAVARES

Dissertação, apresentada em forma de manuscrito de artigo científico ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, como parte dos requisitos para obtenção de Título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

**BOTUCATU – SP
2023**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DE BOTUCATU

PARA ALÉM DO NÉCTAR: GLOSSOPHAGA SORICINA (CHIROPTERA:
PHYLLOSTOMIDAE) RECORRE AO PÓLEN DE SCYBALIUM
FUNGIFORME (BALANOPHORACEAE) COMO FONTE PROTEICA
ALTERNATIVA EM PERÍODOS DE ESCASSEZ DE INSETOS

GIOVANA SPICACCI TAVARES

FELIPE WANDERLEY DE AMORIM
Orientador

VLADIMIR ELIODORO COSTA
Coorientador

Dissertação, apresentada em forma de manuscrito de artigo científico ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, como parte dos requisitos para obtenção de Título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

BOTUCATU – SP
2023

T231a

Tavares, Giovana Spicacci

Para além do néctar: Glossophaga soricina (Chiroptera: Phyllostomidae) recorre ao pólen de Scybalium fungiforme (Balanophoraceae) como fonte proteica alternativa em períodos de escassez de insetos / Giovana Spicacci Tavares. -- Botucatu, 2024

43 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Botucatu

Orientador: Felipe Wanderley de Amorim

Coorientador: Vladimir Eliodoro Costa

1. Ecologia. 2. Polinização. 3. Morcegos. 4. Balanophoraceae. 5. Zoologia. I. Título.

“Há quem acredite que a ciência é um instrumento para governarmos o mundo. Mas eu preferia ver no conhecimento científico um meio para alcançarmos não domínios, mas harmonias. Criarmos linguagens de partilhas com os outros, incluindo os seres que acreditamos não terem linguagem. Entendermos e partilharmos a língua das árvores, os silenciosos códigos das pedras e dos astros. Conhecermos não para sermos donos. Mas para sermos mais companheiros das criaturas vivas e não vivas com quem partilhamos este universo. Para escutarmos histórias que nos são, em todo momento, contadas por essas criaturas.”

Mia Couto

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Simone Spicacci Tavares e Carlos Antônio Bomfim Tavares, por me darem a vida, não só no nascimento, mas todas as vezes que precisei renascer para sobreviver às adversidades. Por terem me incentivado sempre a buscar o conhecimento e a alegria, me criando com toda a dedicação e zelo.

Agradeço à minha irmã, Giulia Spicacci Tavares, minha irmãzinha que de pequena não tem nada. Obrigada por sempre acreditar em mim e me fazer sentir que sou um exemplo para alguém.

Agradeço aos meus animais, Lana, Baghera (*in memorian*), Malu, Edgar, Clebinho e Caju por todo o companheirismo nesta fase da minha vida. Acordar de manhã e ter vocês me enchendo de carinho é o que me motiva a querer ser cada dia melhor.

Agradeço à toda a família Spicacci e à Angélica, por sempre estarmos unidos e incentivando uns aos outros, não importa a distância.

Agradeço às minhas amigas Letícia Oliveira, Alessandra Souza e Nathalia Gonçalves, por terem estado sempre comigo durante os momentos bons e ruins que vivemos longe de casa. Em especial à minha amiga que se tornou uma irmã, Amanda Montezano, agradeço por tudo e mais um pouco. Ao meu amigo Marcos Navarro, que me proporciona as mais gostosas risadas e momentos de calma meio ao caos.

Agradeço ao meu psicólogo, Charles Roque, pelo essencial papel na manutenção minha sanidade mental durante os últimos anos.

Agradeço ao meu companheiro e colega de laboratório, Leandro Hachuy Filho, que veio a somar em minha vida e desde então me proporciona os melhores momentos, na vida e nos campos. Agradeço também à sua família, em especial meus sogros Cecília Cirne, Leandro Hachuy e Cláudia Marque, que me proporcionaram uma nova família “botucuda”.

Agradeço a todos os colegas do LEPI, que muito colaboraram com meus campos e com a escrita de trabalhos. Agradeço também à equipe e colegas do Centro de Isótopos Estáveis, que colaboram desde a minha IC.

Agradeço ao técnico Silvio Cesar de Almeida e ao mestrando do PPG em Animais Selvagens, Guilherme Cruz, por todo o auxílio em campo. A ajuda de vocês foi essencial e sou grata a todas as histórias de campo que compartilhamos.

Agradeço ao professor Wilson Uieda por me recepcionar de braços abertos na vida de “morcególoga”, me ensinando tudo o que sei sobre os morcegos com tanta paciência e acolhimento. Você é um exemplo tanto de profissional como de ser humano para mim, serei eternamente grata.

Agradeço ao meu orientador de Iniciação Científica e, agora, coorientador, professor Vladimir Costa, por todo o incentivo desde a Graduação e todos os ensinamentos que me trouxeram até aqui.

Por último, mas não menos importante, agradeço ao meu orientador de Mestrado, professor Felipe W. de Amorim, por ter prontamente me aceitado como parte do seu laboratório. Sou extremamente grata pela oportunidade, por toda a paciência, incentivo e até mesmo pelos “puxões de orelha” durante a orientação.

Agradeço também ao CNPq e ao Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) pela oportunidade e pelo fomento à minha pós-graduação.

Sumário

ABSTRACT	8
RESUMO	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. MÉTODOS	15
1. Área de estudo e caracterização das espécies	15
2. Recursos florais e visitantes	17
3. Comunidade de morcegos e análises polínicas	19
4. Análises isotópicas	21
5. Análise de dados	22
3. RESULTADOS	23
1. Recursos florais e visitantes	23
2. Comunidade de morcegos e análises polínicas	27
3. Análises isotópicas	31
4. DISCUSSÃO	33
REFERÊNCIAS	38

ABSTRACT

Glossophaga soricina (subfamily Glossophaginae) is a generalist bat, with a predominantly nectarivorous diet, complemented by insects, fruits and pollen. Its dietary flexibility is related to resource availability, requiring adaptations for different types of foraging. The species pollinates several plants in Brazil, and its ability to visit numerous flowers during a single night and efficiently transport pollen contributes to the reproductive success of the visited species. Chiropterophily, bat pollination syndrome, is characterized by floral attributes such as nocturnal anthesis, whitish color, strong odor and abundant nectar production. However, the unusual visits of *G. soricina* to *Scybalium fungiforme* (Balanophoraceae), a plant whose inflorescences are produced on the soil of forest areas close to the litter, illustrate one of the cases in which an apparently non-chiropterophilous plant has a bat as its main floral visitor. The present study analyzed the importance of the floral resources of *S. fungiforme*, temporally restricted to the months of May to August, to the diet of *G. soricina*, also elucidating whether only this species of bat is capable of visiting the plant on the forest floor. We analyzed the production of nectar by *S. fungiforme* and the proportion of male and female inflorescences in the population. We also quantified the frequency of bat visits to the plant, through phytocentric observations using cameras-traps, in addition to zoocentric sampling, through captures of bats in mist nets to quantify the pollen types in the fur of captured bats. Finally, through the analysis of stable isotopes of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) in the tissues, nectar and pollen of *S. fungiforme*, as well as in the fur of *G. soricina*, we sought to identify possible sources of amino acids for bats and changes in its diet throughout the year. Pollen content analyzes confirmed that *G. soricina* is the only bat species visiting *S. fungiforme* on the forest floor, but they also visit at least eight other plant species during the flowering period. While it was initially expected that abundant nectar would be the main floral attractant, analyzes of isotopic ratios, camera-trap recordings, as well as the capture pattern of *G. soricina* throughout the year, indicated an important contribution of pollen to the diet of the bat, in addition to a preference for visits to male inflorescences, demonstrating the relevance of pollen to the bat's diet, potentially supporting the protein demands of its diet at periods of the year when traditional sources, such as insects, are greatly reduced and limited.

Keywords: *Glossophaga soricina*, pollination, Balanophoraceae, protein resource, semi-deciduous seasonal forest, Brazil.

RESUMO

Glossophaga soricina (subfamília Glossophaginae) é um morcego generalista, com uma dieta predominantemente nectarívora, complementada por insetos, frutos e pólen. Sua flexibilidade alimentar está relacionada à disponibilidade de recursos, exigindo adaptações para diferentes tipos de forrageamento. A espécie atua na polinização de diversas plantas no Brasil, e sua capacidade de visitar numerosas flores durante uma única noite e transportar eficientemente o pólen contribui com o sucesso reprodutivo das espécies visitadas. A quiropterofilia, síndrome de polinização por morcegos, é caracterizada por atributos florais como antese noturna, coloração esbranquiçada, odor forte e produção abundante de néctar. No entanto, as visitas inusitadas de *G. soricina* a *Scybalium fungiforme* (Balanophoraceae), planta cujas inflorescências são produzidas no solo de áreas de floresta rente à serapilheira, ilustram um dos casos nos quais uma planta aparentemente não-quiropterófila tem como seu principal visitante floral um morcego. O presente estudo analisou a importância dos recursos florais de *S. fungiforme*, restritos temporalmente aos meses de maio a agosto, para a dieta de *G. soricina*, elucidando também se somente esta espécie de morcego é capaz de visitar a planta no solo da floresta. Para isso nós analisamos a produção de néctar produzido por *S. fungiforme*, e a proporção de inflorescências masculinas e femininas na população. Nós também quantificamos a frequência das visitas dos morcegos sobre a planta, por meio de observações fitocêntricas utilizando câmeras-traps, além de amostragens zoocêntricas, por meio de capturas de morcegos em redes de neblina para a quantificação dos tipos polínicos presentes na pelagem dos morcegos capturados. Por fim, por meio da análise de isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$) nos tecidos, néctar e pólen de *S. fungiforme*, bem como nos pelos de *G. soricina*, buscamos identificar as possíveis fontes de aminoácidos para os morcegos e as mudanças em sua dieta ao longo do ano. As análises do conteúdo polínico confirmam que *G. soricina* é a única espécie de morcego visitante *S. fungiforme* no solo da floresta, mas também visitam pelo menos outras oito espécies de plantas durante o período de floração de *S. fungiforme*. Enquanto se esperava inicialmente que o néctar abundante fosse o principal atrativo floral, as análises das razões isotópicas, os registros das câmeras-traps, bem como o padrão de captura de *G. soricina* ao longo do ano, indicaram uma contribuição importante do pólen na dieta do morcego, além de uma preferência das visitas às inflorescências masculinas, demonstrando a relevância do pólen para a dieta do morcego, potencialmente suprimindo as necessidades proteicas de sua dieta em períodos do ano no quais as fontes tradicionais, como insetos, são bastante reduzidas e limitadas.

Palavras-chave: *Glossophaga soricina*, polinização, Balanophoraceae, recurso proteico, floresta estacional semidecidual, Brasil

1. INTRODUÇÃO

A família Phyllostomidae (Yangochiroptera) é a terceira maior da ordem Chiroptera, sendo caracterizada principalmente pela presença de folha nasal, a qual apresenta-se reduzida na subfamília Desmodontinae. Os morcegos dessa família formam o grupo mais diverso em termos de hábitos alimentares, apresentando dietas onívoras, insetívoras, carnívoras, nectarívoras, frugívoras e hematófagas (Kunz, 1982). Esta família também se destaca pela grande quantidade de morcegos que visitam flores e atuam como polinizadores de diversas espécies vegetais (Baker et al., 1976; Fleming et al., 2009). *Glossophaga soricina* (subfamília Glossophaginae) é uma espécie de morcego generalista cuja dieta é predominantemente nectarívora e pode incluir também insetos, frutos e pólen (Aguiar et al., 2014a; Gibbs et al., 1999; Gribel & Hay, 1993; Heithaus et al., 1975; Hokche & Ramirez, 1990; Ramirez et al., 1984). Seu hábito generalista reflete uma flexibilidade de nichos tróficos a depender da disponibilidade de recursos, e exige adaptações que facilitem o forrageamento por diferentes fontes alimentares (Clare et al., 2014).

Os frutos consumidos por *G. soricina* incluem as famílias Solanaceae, Cecropiaceae, Melastomataceae, Piperaceae, Moraceae e Elaeocarpaceae (Munin et al., 2008, 2012; Reis et al., 2007). Como fonte de proteína, além do pólen, consomem insetos como besouros (Coleoptera), moscas (Diptera), mariposas noturnas (Lepidoptera) e algumas espécies da ordem Hemiptera (Clare et al., 2014; Munin, 2012). No Brasil, essa espécie atua como polinizadora de diversas espécies de plantas em toda a sua distribuição, incluindo as famílias Fabaceae, Acanthaceae, Tiliaceae, Cactaceae, Passifloraceae, Bombacaceae, Myrtaceae, Malvaceae, Lythraceae, Gentianaceae, Gesneriaceae, Loranthaceae e Bignoniaceae (Buzato & Franco, 1992; Lemke, 1984; Machado, 2004; Machado et al., 1998; Munin et al., 2008, 2012; Perini et al., 2003; Sanmartin-Gajardo & Sazima, 2005; Sazima, 1999; Silva & Peracchi, 1995; Silva & Peracchi,

1999). O néctar dessas plantas, composto principalmente por carboidratos, sustenta a maior parte do custo energético despendido durante o voo ao forragear (Welch et al., 2011). Devido ao seu pequeno porte e sua habilidade de adejar enquanto visita as flores, *G. soricina* é capaz de visitar inúmeras flores durante uma única noite e carregar uma grande quantidade de pólen, que fica aderido em sua pelagem e é transportado das anteras aos estigmas de flores coespecíficas (Aguilar et al., 2014; Medellín et al., 2018; Muchhala & Thomson, 2010).

Os atributos florais, como por exemplo a coloração, horário da antese, emissão de odor, bem como a morfologia das peças florais resultantes de evolução convergente que possibilita a associação das características morfofisiológicas de diferentes espécies de angiospermas à determinados visitantes florais, caracterizam as síndromes de polinização (Fægri & van der Pijl, 1979). No caso das flores polinizadas por morcegos, a síndrome de polinização é chamada quiropterofilia, e engloba atributos tais como antese noturna, coloração esbranquiçada ou esverdeada, odor forte, flores livres e suspensas, de formato tubular, radial, ou em forma de pincel, e grande produção de néctar rico em hexoses (Fægri & van der Pijl, 1979). Tais características atraem morcegos, facilitam a sua visita às flores e o transporte do pólen (Tschapka & Dressler, 2002). A polinização por vertebrados oferece vantagens para as plantas, principalmente em ambientes nos quais a atividade de insetos é limitada por condições ambientais extremas (Fleming et al., 2009). Além disso, os morcegos são capazes de carregar pólen a longas distâncias comparado a outros grupos de polinizadores, e podem atuar até mesmo como dispersores de sementes (Albuquerque-Lima et al., 2022; Fleming et al., 2009; Sazima & Sazima, 2022). Os morcegos nectarívoros apresentam características particulares para a sua dieta, tais como focinho alongado, dentição reduzida em tamanho e número, além da língua alongada com papilas que auxiliam na coleta do néctar (Freeman, 1995). As visitas às flores feita

por filostomídeos especializados em néctar geralmente apresentam duração de menos de dois segundos e dificilmente os indivíduos pousam na corola (Horner et al., 1998; Srithongchuay et al., 2008; Winter et al., 2003). Apesar de a quiropterofilia ser uma das síndromas mais bem consolidadas, existem registros de plantas não-quiropterófilas e de plantas tradicionalmente classificadas em outras síndromes de polinização (e.g., melitofilia e ornitofilia) sendo visitadas por morcegos, ainda que em menor escala e com um menor grau de contribuição para o metabolismo dos visitantes (Domingos-Melo et al., 2023, Rosas-Guerrero et al., 2014).

No entanto, na Nova Zelândia há um caso de uma espécie endêmica, *Mystacina tuberculata* (Mystacinidae), que pousa no solo e locomove-se sobre as inflorescências de *Dactilanthus taylorii* (Balanophoraceae) para ingerir seu néctar (Cummings et al., 2014; Daniel, 1979; Ecroyd, 1996). *Mystacina tuberculata* é a única espécie de morcego que apresenta um hábito terrícola, se locomovendo de forma quadrúpede no solo com o auxílio de suas pernas e asas, algo nunca antes observado em morcegos nectarívoros (Carter & Riskin, 2006; Hand et al., 2009). Tal característica pode ser justificada pela falta de predadores terrestres na região em que se encontra, não havendo pressão de predação. Recentemente, entretanto, o nosso grupo de pesquisa mostrou um paralelo ecológico bastante singular entre esse caso na Nova Zelândia e as visitas de *G. soricina* (Phyllostomidae) às flores de *Scybalium fungiforme* (Balanophoraceae) no Brasil (Amorim et al., 2023). Nos registros, o morcego pousava e se locomovia sobre as inflorescências de *S. fungiforme*, similar a *M. tuberculata* sobre *D. taylorii*. Dentre os morcegos, apenas *G. soricina* foi registrado visitando à *S. fungiforme*, porém, na região, existem outras espécies nectarívoras ou que complementam sua dieta com néctar, que também poderiam se beneficiar das visitas, como por exemplo espécies dos gêneros *Anoura*, *Phyllostomus*, *Carollia* e *Sturnira*. As visitas de *G. soricina* a uma planta que se encontra ao nível do solo, meio à

folhagem, são bastante inusitadas. Primeiramente pelo fato de *S. fungiforme* não possuir as características clássicas da síndrome de quiropterofilia, como flores de formato tubular com acesso livre para visitas durante o voo. De forma geral, morcegos nectarívoros visitam preferencialmente flores localizadas mais distantes do solo e com o entorno livre, evitando flores em altura menos elevadas (Diniz et al., 2019). Além disso, ao contrário de *M. tuberculata*, *G. soricina* não possui adaptações para caminhar sobre o solo e alçar voo a partir dele. Ademais, na Mata Atlântica, onde foram observadas as visitas, ocorre uma variedade de predadores terrestres oportunistas, como gambás, serpentes e felinos (Bigai & Faria, 2018; Esbérard & Vrcibradic, 2007). No entanto, nossos registros mostraram que *G. soricina* pousa nas inflorescências de *S. fungiforme* em cerca de 20% das visitas realizadas, permanecendo quase um minuto sobre uma inflorescência (Amorim et al., 2023).

Scybalium fungiforme floresce por um período de cerca de três meses, entre começo de maio e final de julho, durante o período seco, quando a disponibilidade de recursos alimentares para animais nectarívoros torna-se bastante reduzida, particularmente área de floresta estacional na Mata Atlântica (Genini et al., 2021; Morellato et al., 2000). A produção copiosa de néctar durante o período de floração desta planta disponibiliza recursos energéticos em abundância para uma ampla diversidade de animais (Amorim et al., 2020; 2023). Dentre estes animais, podem ser observados grupos com elevada demanda energética, como os morcegos. Além do néctar, o pólen produzido também pode contribuir com o aporte de proteínas. O nitrogênio, obtido a partir das proteínas, é um elemento essencial para a sobrevivência, crescimento e reprodução de morcegos nectarívoros, que complementam sua dieta rica em açúcares com proteínas contidas no pólen, em insetos ou frutos (Fleming et al., 1993; Herrera M. et al., 2001; Mancina & Herrera M., 2010; Tschapka, 2005; C. C. Voigt et al., 2003). O caso da polinização exclusiva de

Pseudobombax munguba pelo filostomídeo *Phyllostomus hastatus* é um exemplo da relevância do pólen na dieta de morcegos, já que no caso desta planta, o pólen é o único recurso disponível, ilustrando um caso singular de uma espécie quiropterófila que não produz néctar (Gribel & Gibbs, 2002). No caso de *S. fungiforme*, acreditamos que o néctar e o pólen sejam recursos essenciais para a manutenção de uma ampla gama de animais que visitam as suas flores durante o período de maior escassez de recursos alimentares em florestas estacionais. Desta forma, o néctar e pólen oferecido por *S. fungiforme* podem ser caracterizados como recursos-chave, uma vez que, embora sejam recursos restritos e disponíveis em um curto período do ano, são cruciais para muitas espécies na comunidade (Primack, 1993), tais como as populações de *G. soricina* que visitam essa planta em uma frequência bastante elevada (veja Amorim et al., 2023).

Espécies da família Balanophoraceae são holoparasitas obrigatórias de raiz de outras angiospermas. As espécies desta família sequer realizam fotossíntese e dependem totalmente dos recursos assimilados por seu hospedeiro, que no caso de *Scybalium fungiforme* podem incluir espécies de árvores e lianas (Campos et al., 2020). Tal relação sugere um posicionamento de *S. fungiforme* em um nível trófico mais elevado que seu hospedeiro, já que consome seus recursos tal qual um consumidor primário, i.e., um herbívoro. A posição de um organismo em uma cadeia alimentar pode ser evidenciada de forma bastante acurada por meio da análise dos isótopos estáveis de carbono $\delta^{13}C$ e nitrogênio $\delta^{15}N$. Esse tipo de análise tem sido bastante utilizada em estudos relacionados à ecologia trófica, e os isótopos de carbono e nitrogênio fornecem informações a respeito de aspectos relacionados às fontes e componentes de cadeias alimentares (Abrantes et al., 2014; Magioli et al., 2019). A assimilação de nitrogênio por *S. fungiforme* a partir do metabolismo de seu hospedeiro pode determinar assinaturas isotópicas semelhantes ou até mesmo mais enriquecidas que a do mesmo, a depender da existência ou não de outras fontes

REFERÊNCIAS

- Aguiar, L. M. S., Bernard, E., & Machado, R. B. (2014). Habitat use and movements of *Glossophaga soricina* and *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Neotropical savannah. *Zoologia (Curitiba)*, 31(3), 223–229. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702014000300003>
- Albuquerque-Lima, S., Diniz, U. M., & Machado, I. C. S. (2022). A nectar oasis for urban Glossophaginae bats: Temporal resource dynamics of the chiropterophilous *Crescentia cujete* (Bignoniaceae). *Urban Forestry & Urban Greening*, 67, 127412. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127412>
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., De Moraes Gonçalves, J. L., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Amorim, F. W., Ballarin, C. S., Spicacci, G., Bergamasco, G., Carvalho, L., Uieda, W., & Moraes, A. P. (2023). Opossums and birds facilitate the unexpected bat visitation to the ground-flowering *Scybalium fungiforme*. In *Ecology* (Vol. 104, Issue 3). Ecological Society of America. <https://doi.org/10.1002/ecy.3935>
- Amorim, F. W., De Ávila, R. S., De Camargo, A. J. A., Vieira, A. L., & Oliveira, P. E. (2009). A hawkmoth crossroads? Species richness, seasonality and biogeographical affinities of Sphingidae in a Brazilian Cerrado. *Journal of Biogeography*, 36(4), 662–674. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.02033.x>
- Amorim, F. W., & Oliveira, P. E. (2006). Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(3). <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000300003>
- Ben-David, M., & Flaherty, E. A. (2012). Stable isotopes in mammalian research: a beginner's guide. *Journal of Mammalogy*, 93(2), 312–328. <https://doi.org/10.1644/11-MAMM-S-166.1>
- Bigai, L. R., & Faria, M. B. (2018). Eventos predatórios em morcegos no Brasil. *Revista de Biologia Neotropical / Journal of Neotropical Biology*, 15(2), 96. <https://doi.org/10.5216/rbn.v15i2.53478>
- Bradham, J., Jorge, M. L. S. P., Pedrosa, F., Keuroghlian, A., Costa, V. E., Bercê, W., & Galetti, M. (2019). Spatial isotopic dietary plasticity of a Neotropical forest ungulate: The white-lipped peccary (*Tayassu pecari*). *Journal of Mammalogy*, 100(2), 464–474. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz041>
- Buzato, S., & Franco, A. L. M. (1992). *Tetrastylis ovalis*: A second case of bat-pollinated passionflower (Passifloraceae). *Plant Systematics and Evolution*, 181(3–4), 261–267. <https://doi.org/10.1007/BF00937450>
- Calonje, C., Calonje, M. A., & Husby, C. E. (2018). Cycad Sex Ratios at Montgomery Botanical Center. *Cycad Biology and Conservation: The 9th International Conference on Cycad Biology*, 360–370. <https://doi.org/10.21135/893275389.023>
- Carter, G. G., & Riskin, D. K. (2006). *Mystacina tuberculata*. *Mammalian Species*, 790, 1–8. <https://doi.org/10.1644/790.1>

645 Clare, E. L., Goerlitz, H. R., Drapeau, V. A., Holderied, M. W., Adams, A. M., Nagel, J., Dumont, E. R.,
646 Hebert, P. D. N., & Brock Fenton, M. (2014). Trophic niche flexibility in *Glossophaga soricina*:
647 how a nectar seeker sneaks an insect snack. *Functional Ecology*, 28(3), 632–641.
648 <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12192>

649 Cummings, G., Anderson, S., Dennis, T., Toth, C., & Parsons, S. (2014). Competition for pollination by
650 the lesser short-tailed bat and its influence on the flowering phenology of some New Zealand
651 endemics. *Journal of Zoology*, 293(4), 281–288. <https://doi.org/10.1111/jzo.12147>

652 Daniel, M. J. (1979). The New Zealand short-tailed bat, *Mystacina tuberculata*; a review of present
653 knowledge. *New Zealand Journal of Zoology*, 6(2), 357–370.
654 <https://doi.org/10.1080/03014223.1979.10428375>

655 de Moura, G. W., Mustin, K., Pinto, F. A. S., Sineiro, S. C. A., Xavier, B. da S., Costa, L. M., Esbérard,
656 C. E. L., Barufatti, A., & Carvalho, W. D. (2023). Global review and guidelines to avoid
657 opportunistic predation of birds and bats in mist nets. *Ecology and Evolution*, 13(8).
658 <https://doi.org/10.1002/ece3.10390>

659 Diniz, U. M., Domingos-Melo, A., & Machado, I. C. (2019). Flowers up! The effect of floral height along
660 the shoot axis on the fitness of bat-pollinated species. *Annals of Botany*, 124(5), 809–818.
661 <https://doi.org/10.1093/aob/mcz116>

662 Domingos-Melo, A., Albuquerque-Lima, S., Diniz, U. M., Lopes, A. V., & Machado, I. C. (2023). Bat
663 pollination in the Caatinga: A review of studies and peculiarities of the system in the new world's
664 largest and most diverse seasonally dry tropical forest. *Flora*, 305, 152332.
665 <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152332>

666 Ecroyd, C. E. (1996). The Ecology of *Dactylanthus taylorii* and threats to its survival. *New Zealand*
667 *Journal of Ecology*, 20(1), 81–100. <http://www.jstor.org/stable/24053736>

668 Esbérard, C. E. L., & Vrcibradic, D. (2007). Snakes preying on bats: new records from Brazil and a
669 review of recorded cases in the Neotropical Region. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(3), 848–853.
670 <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000300036>

671 Ferreira, D. F., Jarrett, C., Atagana, P. J., Powell, L. L., & Rebelo, H. (2021). Are bat mist nets ideal for
672 capturing bats? From ultrathin to bird nets, a field test. *Journal of Mammalogy*, 102(6), 1627–1634.
673 <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyab109>

674 Fleming, T. H., Geiselman, C., & Kress, W. J. (2009). The evolution of bat pollination: A phylogenetic
675 perspective. *Annals of Botany*, 104(6), 1017–1043. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp197>

676 Fleming, T. H., Nuñez, R. A., & Sternberg, L. da S. L. (1993). Seasonal changes in the diets of migrant
677 and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon stable isotope analysis. *Oecologia*, 94(1),
678 72–75. <https://doi.org/10.1007/BF00317304>

679 Freeman, P. W. (1995). Nectarivorous feeding mechanisms in bats. In *Biological Journal of the Linnean*
680 *Society* (Vol. 56).

681 Genini, J., Guimarães, P. R., Sazima, M., Sazima, I., & Morellato, L. P. C. (2021). Temporal organization
682 among pollination systems in a tropical seasonal forest. *The Science of Nature*, 108(4), 34.
683 <https://doi.org/10.1007/s00114-021-01744-y>

684 Gottsberger, G., Schrauwen, J., & Linskens, H. F. (1984). Amino acids and sugars in nectar, and their
685 putative evolutionary significance. *Plant Systematics and Evolution*, 145(1–2), 55–77.
686 <https://doi.org/10.1007/BF00984031>

687 Gribel, R., & Gibbs, P. E. (2002). High Outbreeding as a Consequence of Selfed Ovule Mortality and
688 Single Vector Bat Pollination in the Amazonian Tree *Pseudobombax munguba* (Bombacaceae).
689 *International Journal of Plant Sciences*, 163(6), 1035–1043. <https://doi.org/10.1086/342518>

690 Hand, S. J., Weisbecker, V., Beck, R. M., Archer, M., Godthelp, H., Tennyson, A. J., & Worthy, T. H.
691 (2009). Bats that walk: a new evolutionary hypothesis for the terrestrial behaviour of New Zealand's
692 endemic mystacinids. *BMC Evolutionary Biology*, 9(1), 169. [https://doi.org/10.1186/1471-2148-9-](https://doi.org/10.1186/1471-2148-9-169)
693 169

694 Herrera M., L. G., Hobson, K. A., M., L. M., Ramírez P., N., Méndez C., G., & Sánchez-Cordero, V.
695 (2001). Sources of protein in two species of phytophagous bats in a seasonal dry forest: evidence
696 from stable-isotope analysis. *Journal of Mammalogy*, 82(2), 352–361. [https://doi.org/10.1644/1545-](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2001)082<0352:SOPITS>2.0.CO;2)
697 1542(2001)082<0352:SOPITS>2.0.CO;2

698 Horner, M. A., Fleming, T. H., & Sahey, C. T. (1998). Foraging behaviour and energetics of a nectar-
699 feeding bat, *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) . *Journal of Zoology*, 244(4), 575–
700 586. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1998.tb00062.x>

701 Jackson, A. L., Inger, R., Parnell, A. C., & Bearhop, S. (2011). Comparing isotopic niche widths among
702 and within communities: SIBER - Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *Journal of Animal*
703 *Ecology*, 80(3), 595–602. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01806.x>

704 Jorge, L. A. B., & Sartori, M. S. (2002). Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação
705 natural na fazenda experimental Edgardia, em Botucatu-SP. *Revista Árvore*, 26(5), 585–592.
706 <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000500009>

707 Lemke, T. O. (1984). Foraging Ecology of the Long-Nosed Bat, *Glossophaga Soricina*, With Respect to
708 Resource Availability. *Ecology*, 65(2), 538–548. <https://doi.org/10.2307/1941416>

709 Machado, I. C. (2004). The North-east-Brazilian Liana, *Adenocalymna dichilum* (Bignoniaceae)
710 Pollinated by Bats. *Annals of Botany*, 93(5), 609–613. <https://doi.org/10.1093/aob/mch069>

711 Machado, I. C. S., Sazima, I., & Sazima, M. (1998). Bat pollination of the terrestrial herb *Irlichia alata*
712 (Gentianaceae) in northeastern Brazil. *Plant Systematics and Evolution*, 209(3–4), 231–237.
713 <https://doi.org/10.1007/BF00985230>

714 Majerus, M. E. N. (2003). *Sex wars : genes, bacteria, and biased sex ratios*. Princeton University Press.

715 Mancina, C. A., & Herrera M., L. G. (2010). Disparate feeding strategies used by syntopic Antillean
716 nectarivorous bats to obtain dietary protein. *Journal of Mammalogy*, 91(4), 960–966.
717 <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-A-323.1>

718 Medellín, R. A., Rivero, M., Ibarra, A., de la Torre, J. A., Gonzalez-Terrazas, T. P., Torres-Knoop, L., &
719 Tschapka, M. (2018). Follow me: foraging distances of *Leptonycteris yerbabuenae* (Chiroptera:
720 Phyllostomidae) in Sonora determined by fluorescent powder. *Journal of Mammalogy*, 99(2), 306–
721 311. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy016>

722 Mirón M., L. L., Herrera M., L. G., Ramírez P., N., & Hobson, K. A. (2006). Effect of diet quality on
723 carbon and nitrogen turnover and isotopic discrimination in blood of a New World nectarivorous
724 bat. *Journal of Experimental Biology*, 209(3), 541–548. <https://doi.org/10.1242/jeb.02016>

725 Morellato, L. P. C., Talora, D. C., Takahasi, A., Bencke, C. C., Romera, E. C., & Zipparro, V. B. (2000).
726 Phenology of Atlantic Rain Forest Trees: A Comparative Study ¹. *Biotropica*, 32(4b), 811–823.
727 <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00620.x>

728 Muchhala, N., & Thomson, J. D. (2010). Fur versus Feathers: Pollen Delivery by Bats and Hummingbirds
729 and Consequences for Pollen Production. *The American Naturalist*, 175(6), 717–726.
730 <https://doi.org/10.1086/652473>

731 Munin, R. L., Fischer, E., & Gonçalves, F. (2012). Food Habits and Dietary Overlap in a Phyllostomid
732 Bat Assemblage in the Pantanal of Brazil. *Acta Chiropterologica*, 14(1), 195–204.
733 <https://doi.org/10.3161/150811012X654871>

734 Munin, R. L., Teixeira, R. C., & Sigrist, M. R. (2008). Esfingofilia e sistema de reprodução de *Bauhinia*
735 *curvula* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em cerrado no Centro-Oeste brasileiro. *Revista*
736 *Brasileira de Botânica*, 31(1). <https://doi.org/10.1590/S0100-84042008000100003>

737 Murphy, M., Clare, E. L., Rydell, J., Yovel, Y., Bar-On, Y., Oelbaum, P., & Fenton, M. B. (2016).
738 Opportunistic Use of Banana Flower Bracts by *Glossophaga soricina*. *Acta Chiropterologica*, 18(1),
739 209–213. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2016.18.1.011>

740 Nicolete, D. A. P., Regina, C., & Zimback, L. (2013). *Zoneamento de risco de incêndios florestais para a*
741 *fazenda experimental Edgárdia - Botucatu (SP), através de sistemas de informações geográficas.*
742 <https://doi.org/https://doi.org/10.18406/2316-1817v5n32013518>

743 Oelze, V. M. (2016). Reconstructing temporal variation in great ape and other primate diets: A
744 methodological framework for isotope analyses in hair. *American Journal of Primatology*, 78(10),
745 1004–1016. <https://doi.org/10.1002/ajp.22497>

746 Pellón, J. J., Mendoza, J. L., Quispe-Hure, O., Condo, F., & Williams, M. (2021). Exotic Cultivated
747 Plants in the Diet of the Nectar-Feeding Bat *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae:
748 Glossophaginae) in the City of Lima, Peru. *Acta Chiropterologica*, 23(1).
749 <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2021.23.1.009>

750 Perini, F., Tavares, V., & Nascimento, C. (2003). *Bats from the city of Belo Horizonte, Minas Gerais,*
751 *southeastern Brazil*. 9, 169–172.

752 Quintero, E., Genzoni, E., Mann, N., Nuttman, C., & Anderson, B. (2017). Sunbird surprise: A test of the
753 predictive power of the syndrome concept. *Flora*, 232, 22–29.
754 <https://doi.org/10.1016/j.flora.2016.11.015>

755 Reis, N. R., Adriano, R., Peracchi, L., Pedro, W. A., & De Lima, I. P. (2007). *Morcegos do Brasil*.

756 Rosas-Guerrero V, Aguilar R, Marten-Rodriguez S, Ashworth L, Lopezaraiza-Mikel M, Bastida
757 JM, Quesada M (2014) A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits
758 predict effective pollinators? *Ecology Letters* 17: 388–400.

Sanmartin-Gajardo, I., & Sazima, M. (2005). Chiropterophily in Sinningieae (Gesneriaceae): *Sinningia brasiliensis* and *Paliavana prasinata* are bat-pollinated, but *P. sericiflora* is not. Not yet? *Annals of Botany*, 95(7), 1097–1103. <https://doi.org/10.1093/aob/mci124>

Sazima, I., & Sazima, M. (2022). Two in one: the little bat that pollinates and disperses plants at an urban site in Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 22(2). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2021-1290>

Sazima, M. (1999). Bat-pollinated Flower Assemblages and Bat Visitors at Two Atlantic Forest Sites in Brazil. *Annals of Botany*, 83(6), 705–712. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0876>

Silva, S. S. P. da, & Peracchi, A. L. (1995). Observação da visita de morcegos (Chiroptera) às flores de *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12(4), 859–865. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751995000400015>

Silva, S. S. P., & Peracchi, A. L. (1999). Visits of bats to flowers of *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (Lythraceae). *Revista Brasileira de Biologia*, 59(1), 19–22. <https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000100003>

Srithongchuay, T., Bumrungsri, S., & Sripao-ray, E. (2008). The pollination ecology of the late-successional tree, *Oroxylum indicum* (Bignoniaceae) in Thailand. *Journal of Tropical Ecology*, 24(05), 477–484. <https://doi.org/10.1017/S026646740800521X>

Tschapka, M. (2005). Reproduction of the Bat *Glossophaga commissarisi* (Phyllostomidae: Glossophaginae) in the Costa Rican Rain Forest During Frugivorous and Nectarivorous Periods. *Biotropica*, 37(3), 409–415. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00054.x>

Tschapka, M., & Dressler, S. (2002). Chiropterophily: On bat-flowers and flower-bats. *Curtis's Botanical Magazine*, 19(2), 114–125. <https://doi.org/10.1111/1467-8748.00340>

Voigt, C. C. (2003). Reproductive energetics of the nectar-feeding bat *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae). *Journal of Comparative Physiology B*, 173(1), 79–85. <https://doi.org/10.1007/s00360-002-0316-6>

Voigt, C. C., & Matt, F. (2004). Nitrogen stress causes unpredictable enrichments of ¹⁵N in two nectar-feeding bat species. *Journal of Experimental Biology*, 207(10), 1741–1748. <https://doi.org/10.1242/jeb.00929>

Voigt, C. C., Matt, F., Michener, R., & Kunz, T. H. (2003). Low turnover rates of carbon isotopes in tissues of two nectar-feeding bat species. *Journal of Experimental Biology*, 206(8), 1419–1427. <https://doi.org/10.1242/jeb.00274>

Voigt, C., Kelm, D., B.J. B., & Ortmann, S. (2009). *Dietary analysis of plant-visiting bats* (pp. 593–609).

Welch, K. C., Herrera M., L. G., & Suarez, R. K. (2011). Oxidation of dietary sugar during hovering flight in small vertebrate nectarivores. *Journal of Experimental Biology*, 214(19), 3324–3324. <https://doi.org/10.1242/jeb.063792>

Winter, Y., López, J., & von Helversen, O. (2003). Ultraviolet vision in a bat. *Nature*, 425(6958), 612–614. <https://doi.org/10.1038/nature01971>

Yang, Y., Yi, X., Peng, M., & Zhou, Y. (2012). Stable carbon and nitrogen isotope signatures of root-holoparasitic *Cynomorium songaricum* and its hosts at the Tibetan plateau and the surrounding Gobi

798 desert in China. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 48(4), 483–493.
799 <https://doi.org/10.1080/10256016.2012.680593>

800

801