

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

VINÍCIUS PHELIPE PIETROBON MACCARINI

**TEMPO DE DIGESTÃO E INTACTABILIDADE DE SEMENTES
INGERIDAS POR *Sturnira lilium* (E. GEOFFROY, 1810) (MAMMALIA,
CHIROPTERA)**

Maringá, PR

2016

VINÍCIUS PHELIPE PIETROBON MACCARINI

**TEMPO DE DIGESTÃO E INTACTABILIDADE DE SEMENTES
INGERIDAS POR *Sturnira lilium* (E. GEOFFROY, 1810) (MAMMALIA,
CHIROPTERA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia das Interações Orgânicas.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Ortêncio Filho

Co-orientador: Prof. Dr. Gledson Vigiano Bianconi

Maringá, PR

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

M123t Maccarini, Vinicius Phelipe Pietrobon
Tempo de digestão e intactabilidade de sementes ingeridas por *Sturnira liliun* (E. Geoffroy, 1810) (Mammalia, Chiroptera) / Vinicius Phelipe Pietrobon Maccarini. -- Maringá, 2016.
39 f. : il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Ortêncio Filho.
Coorientador: Prof. Dr. Gledson Vigiano Bianconi.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, 2016.

1. Banco de sementes - Ecologia. 2. Banco de sementes - *Solanum paniculatum*. 3. Germinação de sementes - *Solanum paniculatum*. 4. Banco de sementes - *Ficus organensis*. 5. Germinação de sementes - *Ficus organensis*. 6. Quiropterocoria. 7. Morcego (Mammalia, Chiroptera) - Dispersão de sementes. 8. Ecologia - Interação morcego-planta. I. Ortêncio Filho, Henrique, orient. II. Bianconi, Gledson Vigiano, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada. IV. Título.

CDD 21.ed. 599.4

AMMA-003079

FOLHA DE APROVAÇÃO

VINÍCIUS PHELIPE PIETROBON MACCARINI

Tempo de digestão e intactabilidade de sementes ingeridas por *Sturnira lilium*
(E. Geoffroy, 1810) (Mammalia, Chiroptera)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia das Interações Orgânicas pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Henrique Ortêncio Filho
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Káthia Socorro Mathias Mourão
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul

Aprovada em: 25 de fevereiro de 2016.

Local de defesa: Sala 03, Bloco F67, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus orientadores Henrique Filho e Gledson Bianconi, pelas discussões e orientações, principalmente quando as coisas não saíam como esperado. Aos meus colegas de coletas e observações, Lucas Xavier e Thais Martinez, sem os quais nada teria acontecido (e nada teria divertido). Aos que também auxiliaram por diversas vezes, Paulo Kondzelski, Camila Faustino, Jonas, Gustavo, Giovana, e a todos os demais do GEEMEA. À professora Dora, pelo apoio e por ceder o espaço para o morcegário e aos técnicos da marcenaria, que realizaram a instalação dos recintos onde foram conduzidos os experimentos; e ao Clauter, técnico do horto onde foi instalado o morcegário, por sempre mostrar-se prestativo com as necessidades desse projeto. Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada e à CAPES, pela bolsa de pesquisa e por viabilizarem todo o projeto.

As estatísticas não poderiam ter sido feitas sem o auxílio do Herick e da Prof^a Lindamir Pastorini, agradeço por isso. As imagens desse trabalho não ficariam tão belas se não fosse pela minha “assessora fotográfica”, Laís Bonifácio. Deixo também registrado aqui um afeto e um afago aos camaradas que apareceram em casa e impediram meu desaparecimento durante os períodos turbulentos. A todos os demais que, por algum lapso de memória, não estão aqui presentes, o meu muito obrigado.

Não poderia deixar de agradecer também os nossos pequenos companheiros alados, cerne de todo esse projeto, que passaram por todo esse sufoco sem nada entenderem, espero que esse estudo possa colaborar para a conservação desses tão importantes agentes ambientais.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares, aos meus amigos, e às próximas gerações, que já correm por aí, para que reconheçam a importância dos diversos ecossistemas na manutenção da vida.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	9
1.1	A FAMÍLIA PHYLLOSTOMIDAE.....	9
1.2	DISPERSÃO DE SEMENTES E FRUGIVORIA EM MORCEGOS.....	10
1.3	CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE-FOCO, <i>Sturnira Liliu</i>	12
	REFERÊNCIAS.....	13
2	CAPÍTULO I: TEMPO DE DIGESTÃO E INTACTABILIDADE DE SEMENTES INGERIDAS POR <i>STURNIRA LILIUM</i> (E. GEOFFROY, 1810) (MAMMALIA, CHIROPTERA).....	17
2.1	INTRODUÇÃO.....	19
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.2.1	Área de estudo e coletas.....	20
2.2.2	Observação do tempo de passagem e germinação de sementes.....	21
2.2.3	Análise de dados.....	22
2.3	RESULTADOS.....	22
2.4	DISCUSSÃO.....	25
	REFERÊNCIAS.....	28
3	CONCLUSÃO GERAL.....	33
	ANEXOS.....	34

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "TEMPO DE DIGESTÃO E INTACTABILIDADE DE SEMENTES INGERIDAS POR STURNIRA LILIUM (E. GEOFFROY, 1810) (MAMMALIA, CHIROPTERA) ", protocolado sob o CEUA nº 6996300714, sob a responsabilidade de **Henrique Ortêncio Filho e equipe; Vinícius Phelipe Pietrobon Maccarini** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Maringá (CEUA/UEM) na reunião de 10/12/2014.

We certify that the proposal "DIGESTION TIME AND INTEGRITY OF SEEDS INGESTED BY STURNIRA LILIUM (E. GEOFFROY, 1810) (MAMMALIA, CHIROPTERA) ", utilizing 10 Brazilian wild species (10 males), protocol number CEUA 6996300714, under the responsibility of **Henrique Ortêncio Filho and team; Vinícius Phelipe Pietrobon Maccarini** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the State University of Maringá (CEUA/UEM) in the meeting of 12/10/2014.

Vigência da Proposta: de 12/2014 a 03/2015

Área: Ciências Básicas da Saúde

Procedência: Não aplicável biotério

Espécie: Espécies silvestres brasileiras

sexo: Machos

idade: 0 a 0

N: 10

Linhagem: SRD

Peso: 0 a 0

Dados complementares para animais silvestres: Animais cedidos temporariamente pelo recinto científico já mencionado. Os morcegos serão deslocados de Curitiba para Maringá em automóvel, munidos de guia de remessa de transporte, acondicionados em sacos de pano, conduta usual para o transporte de morcegos em atividades de campo. A manipulação será com auxílio de luvas de raspa de couro.

Resumo: Morcegos frugívoros possuem uma grande importância na recomposição e manutenção de áreas degradadas, pois eliminam as sementes dos frutos ingeridos juntamente com as fezes. O presente estudo tem como objetivo obter uma melhor compreensão da frugivoria em *Sturnira lilium*, filostomídeo amplamente distribuído por toda América Latina, a fim de otimizar o entendimento da atuação desta espécie na dispersão de sementes de *Ficus* sp., *Solanum* sp., *Piper* sp. e *Cecropia* sp. As amostragens serão realizadas na Universidade Estadual de Maringá, durante o período de agosto de 2014 a março de 2015, em recintos devidamente equipados, com dimensões 3,5m X 1,2m X 2,0m. Serão oferecidos dois frutos de cada espécie de planta para cada um dos 10 indivíduos testados, em noites não consecutivas com observações por 6 horas durante cada noite. As fezes serão coletadas e lavadas em laboratório, para posterior determinação do grau de intactabilidade das sementes.

Maringá, 15 de abril de 2016



Profa. Dra. Vilma Aparecida Ferreira de Godoi
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Estadual de Maringá



Profa. Dra. Tatiana Carlesso dos Santos
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Estadual de Maringá

Tempo de digestão e intactabilidade de sementes ingeridas por *Sturnira lilium*
(E. Geoffroy, 1810) (Mammalia, Chiroptera)

RESUMO

A dispersão de sementes consiste em um importante processo na recomposição e manutenção de áreas degradadas e, em florestas tropicais, é realizada principalmente por espécies frugívoras. Os morcegos estão entre os melhores dispersores da natureza, devido à alta mobilidade conferida pelo animal através da capacidade de voo e ao modo de forrageamento, defecando enquanto o fazem. Dessa forma, o tempo de digestão apresenta-se como um fator crucial na determinação das distâncias de dispersão, além do que, os processos digestivos do animal podem alterar a germinação das sementes ingeridas de diversas maneiras. O presente estudo teve como objetivo avaliar o tempo de digestão de *Sturnira lilium*, morcego filostomídeo amplamente distribuída na região neotropical, para duas espécies vegetais nativas, *Solanum paniculatum* e *Ficus organensis*. O experimento foi conduzido em cativeiro, a fim de se obter um maior controle sobre o tempo de alimentação. Duas metades dos frutos foram oferecidas e as sementes foram coletadas posteriormente nas fezes, para utilização como tratamentos, enquanto as outras duas metades foram utilizadas como controle em um teste de germinação. Esta não ocorreu nos tratamentos de *S. paniculatum* e foi baixa no controle (39%). Para *F. organensis*, observou-se um leve aumento na velocidade de germinação, porém, não houve aumento na porcentagem. A maior parte das sementes foi dispersa em até 40 minutos, contudo, houve ocorrência de defecações mesmo depois de uma hora após a alimentação, o que pode contribuir na dispersão das sementes a longas distâncias. Conclui-se que *S. lilium* pode atuar na dispersão de sementes para as duas espécies de maneiras diferentes: enquanto a passagem parece induzir a dormência em *Solanum*, contribuindo assim, com o banco de sementes e mantendo a espécie viável por um tempo maior, o contrário parece ocorrer em *Ficus*, o que é razoável, visto que espécies desse gênero raramente mantêm-se viáveis no solo por uma maior quantidade de tempo.

Palavras-chave: Banco de sementes. Germinação. Passagem de sementes. Quiropterocoria.

Digestion time and intactability of seeds ingested by *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) (Mammalia, Chiroptera)

ABSTRACT

The seed dispersal consists in an important process in the restoration and maintenance of degraded areas, and, in tropical forests, it's done mainly by frugivorous species. Bats are among the greatest dispersers in nature, due to high mobility conferred by the animal through their flight ability and foraging mode, defecating while doing it. Thus, the digestion time is a crucial factor in the determination of dispersal distances, and besides, the animal's digestive processes can modify germination in ingested seeds in various ways. The following study sought to ascertain the digestion time of *Sturnira lilium*, a phyllostomid bat largely distributed in neotropical region, for two native plant species, *Solanum paniculatum* and *Ficus organensis*. The experiment was performed at captivity, in order to obtain a better control over feeding time. Two halves of fruits were offered and the seeds were collected later in the feces, for utilization as treatments, while the other two halves were utilized as control in a posterior germination test. None germination occurred for treatments of *S. paniculatum* and it was low in the control (39%). For *F. organensis*, was observed a slight improvement of germination speed, but no increase in percentage was found. Most of seeds was dispersed for up to 40 minutes, but defecation occurs until more than an hour after feeding, contributing in long-term dispersal. We conclude that *S. lilium* can act in seed dispersal for the two species in different manners: although the passage seems to induce dormancy in *Solanum*, contributing with the seed soil bank and keeping it viable for a longer time, the opposite occurs in *Ficus*, what sounds reasonable, since species within this genera seldom remains viable in the soil for a large amount of time.

Keywords: Germination. Chiropterocory. Seed bank. Seed passage.

INTRODUÇÃO GERAL

A FAMÍLIA PHYLLOSTOMIDAE

Os morcegos pertencem a um dos mais diversificados grupos de mamíferos existentes, destacando-se tanto em número de espécies (cerca de 1.300 distribuídas em 18 famílias) (FENTON; SIMMONS, 2014), quanto em quantidade de nichos ocupados e exploração de recursos. Dessa forma, realizam importantes serviços ecológicos, como, o controle populacional de insetos e de pequenos vertebrados e a polinização e disseminação de sementes de muitas espécies vegetais, além da redistribuição de nutrientes e energia em diversos ecossistemas através do guano (FLEMING, 1988; KUNZ et al., 2011).

A família Phyllostomidae compreende os quirópteros endêmicos das Américas e distribui-se desde o sudoeste dos Estados Unidos e as Antilhas até o norte da Argentina (NOWAK, 1999). É uma das mais bem representadas famílias de quirópteros na região neotropical e compreende ao menos 92 das 178 espécies de morcego descritas para o Brasil (NOGUEIRA et al., 2014). Possuem como principal característica a presença de uma estrutura nasal membranosa em formato de folha (REIS et al., 2007).

Boa parte dos representantes de filostomídeos são especializados na frugivoria, principalmente a subfamília Stenodermatinae (FLEMING, 1988; NOWAK, 1994), embora poucos utilizem-se unicamente deste recurso, consumindo, também, néctar, insetos e até alguns vertebrados (FLEMING, 1988; MELLO, 2006). Acredita-se que, no mínimo, 549 espécies de 62 famílias vegetais tenham suas sementes dispersadas por morcegos nas regiões Neotropicais (LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009).

Embora os filostomídeos estejam relacionados a climas quentes e baixas latitudes (STEVENS, 2004), a família é a que apresenta maior riqueza no Paraná (MIRETZKI, 2003; PASSOS et al., 2010) e possui, portanto, grande relevância em suas comunidades, especialmente na região de floresta estacional semidecidual, situada por todo norte até o oeste paranaense (MIRETZKI, 2003). Essa importância se deve a melhor representatividade nesse estado do que nos outros do Sul do Brasil (PASSOS et al., 2010), provavelmente por este se localizar numa região de transição entre o clima tropical, em que há maior riqueza de Phyllostomidae, e o subtropical, onde ocorre maior predominância de Vespertilionidae (STEVENS, 2004).

DISPERSÃO DE SEMENTES E FRUGIVORIA EM MORCEGOS

A dispersão de sementes é o processo de deslocamento de sementes para longe da planta-mãe e é realizado por diversos agentes (FLEMING; ESTRADA, 1993). Van der Pijl (1982) propôs modelos de “síndromes de dispersão e polinização”, em que plantas utilizadas por animais específicos tenderiam a possuir características morfofisiológicas específicas, conforme o comportamento de seus dispersores. Segundo o mesmo autor, a nomenclatura utilizada para as diferentes “síndromes” varia de acordo com seu agente dispersor.

Assim, de acordo com essa terminologia, a dispersão de sementes por animais é denominada zoocoria, e é uma das interações interespecíficas mais bem-sucedidas da natureza. De fato, florestas de regiões tropicais apresentam clara dependência de aves e mamíferos frugívoros no que se refere à dispersão de sementes, onde cerca de 70% das espécies podem ser zoocóricas (CARMO; MORELLATO, 2001; MIKICH; SILVA, 2001; LIEBSCH; ACRA, 2007; GIEHL et al., 2007). É, inclusive, sugerido que, graças a esta associação, as angiospermas tiveram grande êxito evolutivo ao longo dos últimos 135 milhões de anos (FLEMING, 1987).

Dentre os vertebrados frugívoros responsáveis por esta dispersão, estão os morcegos, as aves e os primatas. É importante lembrar que a eficiência de dispersão não está necessariamente ligada à eficiência de forrageamento (FLEMING, 1988). Ungulados por exemplo, costumam destruir grande parte das sementes durante a mastigação (HOWE, 1986). A eficiência de um dispersor é tida como a contribuição de determinada espécie em formar um novo indivíduo adulto de uma planta, e está relacionada tanto à quantidade (número de sementes) quanto à qualidade (processos digestivos e padrão de deposição das sementes no ambiente) da dispersão realizada (SCHUPP, 1993).

As interações entre plantas e morcegos são geralmente consideradas mutualísticas, pois envolvem ganho positivo direto no *fitness* de ambos os grupos envolvidos. Se por um lado, os animais recebem uma fonte de nutrição, por outro, as plantas ganham mobilidade para suas sementes e grãos de pólen (FLEMING, 1988; KUNZ et al., 2011). Seguindo os modelos de nomenclatura propostos por Van der Pijl (1982), a “síndrome” de polinização por morcegos é denominada quiropterofilia, e a de dispersão de sementes pelos mesmos é tida por quiropterocoria.

Quanto mais específica é a “síndrome”, mais difícil é sua definição, e morcegos podem realizar a dispersão em espécies não enquadradas como tal (HEITHAUS, 1982; MELLO,

2006). Apesar disso, é possível identificar certas qualidades em boa parte dos casos. Flores quiropterófilas geralmente são de curta duração, possuem grande quantidade de pólen e néctar, posicionam-se bem à mostra nos ramos, e têm antese noturna. Frutos quiropterocóricos, por sua vez, são verdes, com muitas sementes, forte odor, e também se apresentam expostos na planta (Tabela 1.1).

Tabela 1.1: Características gerais de flores quiropterófilas e frutos quiropterocóricos.

Quiropterofilia	Quiropterocoria
Antese ocorre à noite	Frutos de coloração geralmente verde
Flores de curta duração	Frutos carnosos, do tipo baga
Flores de coloração branca	Forte odor
Forte odor	Grande quantidade de sementes
Grande quantidade de néctar e pólen produzidos	Frutos expostos
Flores expostas	

Fonte: Modificado de Fleming (1988) e Mello (2006).

Muitas espécies vegetais pioneiras têm suas sementes dispersas por morcegos, pois espécies pioneiras e colonizadoras apresentam, em geral, grande quantidade de sementes pequenas, as quais são engolidas por estes animais e disseminadas através das fezes (FLEMING, 1988). Morcegos frugívoros são provavelmente os mais importantes dispersores de sementes dentre os mamíferos, pois apresentam rápida passagem do alimento através do intestino (KUNZ, 1982), o que aumenta a frequência com que as sementes são disseminadas no solo e, também, por seu modo de forrageio, marcado pela defecação durante o voo (FLEMING, 1988; MIKICH et al., 2015). Por conta disso, possuem grande relevância na recomposição de áreas degradadas e manutenção de fragmentos florestais (VAN DER PIJL, 1957; MIKICH et al., 2015).

Dentre as principais espécies utilizadas por morcegos, destacam-se plantas das famílias Moraceae, Solanaceae, Myrtaceae, Piperaceae, Urticaceae, Sapotaceae e Arecaceae (FLEMING, 1987; KUNZ et al., 2011; MIKICH, 2002). Além disso, morcegos frugívoros

também podem atuar como polinizadores, visto que certas espécies podem complementar sua dieta ingerindo pólen para satisfazer suas necessidades de nitrogênio (LAW, 1992; HERRERA; DEL RÍO, 1998; GONÇALVES, 2009). Tal hábito provavelmente é facultativo na maioria das espécies (DELORME; THOMAS, 1996).

CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE-FOCO, *Sturnira lilium*

Sturnira (E. Geoffroy, 1810) é um gênero reconhecido como especialista no consumo de Solanaceae, família de distribuição cosmopolita, que abrange espécies como a batata, o tomate, as pimentas vermelhas e pimentões, a berinjela, o tabaco, as petúnias, dentre outras, possuindo grande importância ecológica e econômica (MELLO, 2006). Dessa forma, *Sturnira* está intimamente relacionado com a polinização e dispersão de sementes de plantas dessa família (NOWAK, 1994; MELLO, 2006). Além disso, ao menos em uma espécie, *S. lilium*, é comum a ocorrência de Piperaceae em suas fezes, e, em menor frequência, de Moraceae e Urticaceae (*Cecropia*), dentre outras (GALINDO-GONZÁLEZ, 1998; PASSOS et al., 2003; MELLO; KALKO; SILVA, 2008; MIKICH et al., 2015).

A espécie foco do estudo, *S. lilium*, é amplamente distribuída por todo território latino-americano, presente desde o México e América Central incluindo as Antilhas, até a região norte da Argentina (NOWAK, 1994; SIMMONS, 2005). É provavelmente o morcego frugívoro de sub-bosque mais comum em quase toda sua área de ocorrência, exceto em certas localidades de Floresta Tropical na América Central, onde o gênero *Carollia* ocupa a maior parte deste nicho (FLEMING, 1988).

Apesar de os hábitos alimentares de *S. lilium* serem abundantemente descritos na literatura, são necessários estudos para avaliar sua eficácia como dispersor de sementes. Diversos fatores atuam neste sentido: rupturas mecânicas podem ocorrer nas sementes durante a mastigação e processos digestivos do animal podem alterar o processo germinativo (SCHUPP, 1993). É válido ainda mencionar que o tempo de passagem pelo trato digestório delimita as distâncias de dispersão das sementes (GALINDO-GONZÁLEZ, 1998).

Constata-se, ainda, a existência de muita discrepância na literatura quanto ao potencial e velocidade de germinação de sementes após passarem pelo trato intestinal de morcegos. Alguns trabalhos relatam resultados positivos, com aumento nesses parâmetros (FIGUEIREDO; PERIN, 1995; IZHAKI; KORINE; ARAD, 1995; NARANJO; RENGIFO; SORIANO, 2003; LOPEZ; VAUGHAN, 2004; PICOT et al., 2007), outros constataram uma

redução dos mesmos (TANG et al., 2008) e outros, ainda, não encontraram diferença nos resultados (LIEBERMAN; LIEBERMAN, 1986; SATO; PASSOS; NOGUEIRA, 2008). Em uma extensa revisão, Traveset (1998) lista diversos estudos com vertebrados dispersores de sementes, nos quais é possível constatar tais divergências. Mais recentemente, um estudo cientométrico encontrou resultados positivos em 12 experimentos, negativos em 13, e neutros em 10 testes (CARVALHO, 2010).

O comportamento do dispersor é outro fator que influi na qualidade da chuva de sementes. Ao que tudo indica, o método de forrageio de *S. lilium* contribui para torná-lo um bom dispersor de sementes, pois os indivíduos desta espécie utilizam-se de diferentes poleiros noturnos para se alimentarem, fato este que aumenta a chance de dispersão para áreas longe da planta-mãe e para locais que favorecem a germinação e estabelecimento de plantas pioneiras, como clareiras e pastagens abandonadas (MELLO, 2006). Devido a este modo de forrageamento, próximo ao chão, esta espécie pode, ocasionalmente, realizar dispersão por epizoocoria (LOBOVA; MORI, 2004).

Portanto, os resultados obtidos com este trabalho contribuirão para avaliar o potencial de *S. lilium* como dispersor de sementes, por meio da observação do tempo de digestão e da análise qualitativa das sementes eliminadas juntamente com as fezes. Segundo Mello (2006), esta espécie é um excelente modelo para estudos relacionados a interações planta-animal, principalmente devido à sua alta especialização em Solanaceae e seu hábito de forrageio, contribuindo na dispersão de sementes e podendo, assim, servir de base para projetos de recuperação de áreas degradadas.

REFERÊNCIAS

- CARMO, M. R. B.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da Bacia do Rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil, p. 125-141. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Campinas: UNICAMP/FAPESP, 2001.
- CARVALHO, N. **Germinação de sementes ingeridas por morcegos**. Campo Grande, UFMS, 2010. 66 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.
- DELORME, M.; THOMAS, D. W. Nitrogen and energy requirements of the short-tailed fruit bat (*Carollia perspicillata*): fruit bats are not nitrogen constrained. **Journal of Comparative Physiology**, v. 166, p. 427-434, 1996.
- FENTON, M. B.; SIMMONS, N. B. **Bats: A World of Science and Mystery**. Chicago, The University of Chicago Press, 240 p., 2014.

FIGUEIREDO, R. A.; PERIN, E. Germination ecology of *Ficus luschnathiana* drupelets after bird and bat ingestion. **Acta Oecologica**, v. 16, n. 1, p. 71-75, 1995.

FLEMING, T. H. Fruit bats: prime movers of tropical seeds. **Bats**, v. 5, n. 3, p. 3-8, 1987.

_____. **The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions**. Chicago, The University of Chicago Press, 365 p., 1988.

FLEMING, T. H.; ESTRADA, A. **Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects**. Kluwer Academic Publishers, 1993.

GALINDO-GONZÁLEZ, J. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. **Acta Zoologica Mexicana**, v. 73, p. 57-74, 1998.

GIEHL, E. L. H. et al. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasiliense**, v. 21, n. 1, p. 137-145, 2007.

GONÇALVES, F. **Morcegos vetores de pólen e dispersores de sementes no Pantanal**. Campo Grande, UFMS, 2009. 28 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

HEITHAUS, E. R. Coevolution between bats and plants. In: KUNZ, T. H. **Ecology of bats**. New York: Plenum Press, p. 327-367, 1982.

HERRERA, L. G.; DEL RÍO, C. M. Pollen digestion by New World bats: effects of processing time and feeding habits. **Ecology**, v. 79, p. 2828-2838, 1998.

HOWE, H. F. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals, p. 123-189. In: MURRAY, D. R. (Ed.) **Seed Dispersal**. Academic Press, New York, 1986.

IZHAKI, I.; KORINE, C.; ARAD, Z. The effect of bat (*Rousettus aegyptiacus*) dispersal on seed germination in eastern Mediterranean habitats. **Oecologia**, v. 101, p. 335-342, 1995.

KUNZ, T. H. **Ecology of Bats**. Plenum Press, New York, 425 p., 1982.

_____. et al. Ecosystem services provided by bats. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1223, p. 1-38, 2011.

LAW, B. S. The maintenance nitrogen requirements of the Queensland Blossom Bat (*Syconycteris australis*) on a sugar/pollen diet: is nitrogen a limiting resource? **Physiological Zoology**, v. 65, n. 3, p. 634-648, 1992.

LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D. An experimental study of seed ingestion and germination in a plant-animal assemblage in Ghana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 2, p. 113-126, 1986.

LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. **Revista Acadêmica Curitiba**, v. 5, n. 2, p. 167-175, 2007.

- LOBOVA, T. A.; GEISELMAN, C. K.; MORI, S. A. **Seed dispersal by bats in the Neotropics**. Bronx, New York Botanical Garden, 2009.
- LOBOVA, T. A.; MORI, S. A. Epizoochorous dispersal by bats in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, n. 05, p. 581-582, 2004.
- LOPEZ, J. E.; VAUGHAN, C. Observations on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rican Secondary humid forests. **Acta Chiropterologica**, v. 6, n. 1, p. 111-119, 2004.
- MELLO, M. A. R. **Interações entre o morcego *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas da família Solanaceae**. Campinas: Unicamp, 2006. 144 p. Tese (doutorado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- MELLO, M. A. R.; KALKO, E. K. V.; SILVA, W. R. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 2, p. 485-492, 2008.
- MIKICH, S. B. A dieta dos morcegos frugívoros (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) de um pequeno remanescente de Floresta Estacional Semidecidual do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 239-249, 2002.
- MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasiliense**, v. 15, n. 1, p. 89-113, 2001.
- MIKICH, S. B. et al. Serviços ambientais prestados por morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas, p. 248-256. In: PARRON, L. M. et al. **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. EMBRAPA, Brasília, 2015.
- MIRETZKI, M. Morcegos do Estado do Paraná, Brasil (Mammalia, Chiroptera): riqueza de espécies, distribuição e síntese do conhecimento atual. **Papéis Avulsos de Zoologia**, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, v. 43, n. 6, p. 101-138, 2003.
- NARANJO, M. E.; RENGIFO, C.; SORIANO, P. J. Effect of ingestion by bats and birds on seed germination of *Stenocereus griseus* and *Subpilocereus repandus* (Cactaceae). **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, n. 01, p. 19-25, 2003.
- NOGUEIRA, M. R. et al. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List: Journal of Species Lists and Distribution**, v. 10, n. 4, p. 808-821, 2014.
- NOWAK, R. M. **Walker's bats of the world**. Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press, 287 p., 1994.
- _____. **Walker's Mammals of the World**, 6ª ed., v. 1, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1999.
- PASSOS, F. C. et al. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 511-517, 2003.
- PASSOS, F. C. et al. Morcegos da Região Sul do Brasil: análise comparativa da riqueza de espécies, novos registros e atualizações nomenclaturais (Mammalia, Chiroptera). **Iheringia**, Série Zoologia, v. 100, n. 1, p. 25-34, 2010.

PICOT, M. et al. The feeding ecology of *Eidolon dupreanum* (Pteropodidae) in eastern Madagascar. **African Journal of Ecology**, v. 45, n. 4, p. 645-650, 2007.

REIS, N. R. et al. **Morcegos do Brasil**. Londrina, 253 p., 2007.

SATO, T. M.; PASSOS, F. C.; NOGUEIRA, A. C. Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. **Papéis Avulsos de Zoologia**, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, v. 48, n. 3, p. 19-26, 2008.

SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals, p. 15-29. *In*: FLEMING, T. H.; ESTRADA, A. (Eds.) **Frugivory and Seed Dispersal: Ecological and Evolutionary Aspects**, Kluwer Academic Publishers, 1993.

SIMMONS, N. B. Order Chiroptera, p. 312-529. *In*: WILSON, D. E.; REEDER, D.M. (Eds). **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. 3^a ed., Baltimore, Johns Hopkins University Press, v. 01, 2142 p., 2005.

STEVENS, R. D. Untangling latitudinal richness gradients at higher taxonomic levels: familial perspectives on the diversity of New World bat communities. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 665-674, 2004.

TANG, Z. H. et al. Seed dispersal of *Morus macroura* (Moraceae) by two frugivorous bats in Xishuangbanna, SW China. **Biotropica**, v. 40, n. 01, p. 127-131, 2008.

TRAVESET, A. Effect of seed passage through vertebrate frugivore's guts on germination: a review. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 1, p. 151-190, 1998.

VAN DER PIJL, L. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). **Acta Botanica Neerlandica**. v. 6, p. 291-315, 1957.

_____. **Principles of dispersion in higher plants**, 3^a ed., New York, Springer Verlag, 1982.

**CAPÍTULO I – TEMPO DE DIGESTÃO E INTACTABILIDADE DE
SEMENTES INGERIDAS POR *Sturnira lilium* (E. GEOFFROY, 1810)
(MAMMALIA, CHIROPTERA)**

Vinícius Phelipe Pietrobon Maccarini; Henrique Ortêncio Filho; Gledson Vigiano Bianconi;
Lindamir Hernandez Pastorini

Tempo de digestão e intactabilidade de sementes ingeridas por *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) (Mammalia, Chiroptera)

Vinícius P. Maccarini^{a*}, Henrique O. Filho^b, Gledson V. Bianconi^c & Lindamir H. Pastorini^d

^aPrograma de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil; ^bCentro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Goioerê, PR, Brasil; ^cInstituto Federal do Paraná, Pinhais, PR, Brasil; ^dCentro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil

*Autor para contato: vinimacc@gmail.com

Resumo

Morcegos realizam diversos serviços ecológicos, dentre eles a dispersão de sementes de muitas espécies vegetais, contribuindo nos processos de sucessão ecológica e regeneração florestal. Dentre os fatores que podem atuar ao longo desse processo, a digestão do animal pode influenciar a germinação de várias maneiras, alterando os padrões de distribuição de sementes. Há muita discrepância na literatura quanto ao efeito da passagem das sementes pelo trato digestório de morcegos, pois essa correlação é variável de acordo com a espécie. No presente estudo, foi testado o tempo de digestão para uma espécie de Phyllostomidae, *Sturnira lilium*, em duas plantas neotropicais: *Solanum paniculatum* e *Ficus organensis*, e os efeitos da mesma na germinação das sementes. O experimento foi conduzido em cativeiro, para observação do tempo de passagem das sementes, e os testes de germinação foram realizados em condições laboratoriais. Os resultados indicaram que a maior parte das sementes ingeridas por *S. lilium* são dispersas em até 40 minutos para ambas as espécies e a digestão parece não afetar a germinação de *F. organensis* de maneira significativa, embora haja uma pequena aceleração no tempo de germinação. No caso de *S. paniculatum*, a germinação ocorreu apenas no controle (39%), enquanto nos tratamentos todas permaneceram dormentes durante os 25 dias de experimento. Nesse caso, é possível que a digestão de *S. lilium* contribua com a formação de bancos de sementes, mantendo algumas espécies dormentes no solo e aleatorizando a distribuição temporal de plântulas.

Palavras-chave: dispersão de sementes; frugivoria; germinação.

Abstract

Bats are responsible for many ecological services, like the seed dispersal of several plant species, contributing in the processes of succession and forest regeneration. One of the factors that can act during this process is the animal's digestion, which can affect germination in variable ways, altering the patterns of seed distribution. There's a lot of divergence in the literature about the effect of seed passage through bat's gut, because this correlation varies depending on the species. In the presente work, we tested the digestion time of one species of Phyllostomidae bat, *Sturnira lilium*, in two neotropical plants: *Solanum paniculatum* and *Ficus organensis*, and the effects of it in seeds germination. The experiment was conducted in captivity, for a better observation of seeds passage time, and the germination tests were made in laboratory conditions. The results suggest that most of seeds ingested by *S. lilium* are dispersed for up to 40 minutes for both species and the digestion seems not to

affect the germination of *F. organensis* in a significant way, although we found a little acceleration in germination time. In the case of *S. paniculatum*, the germination occurred only in the control (39%), while in the treatments all seeds remained dormant during the 25 days of experiment. In this case, it's possible that the digestion of *S. liliium* contributes with the formation of seeds soil banks, keeping some species dormant and randomizing the temporal distribution of seedlings.

Keywords: frugivory; germination; seed dispersal.

Introdução

A dispersão de sementes é o processo pelo qual essas são disseminadas no solo, e pode ser realizada por diversos agentes. A reprodução por anemocoria, por exemplo, é comum em campos abertos e ambientes secos, ou em árvores de dossel, enquanto em formações florestais e com maior umidade, a zoocoria é o modelo predominante (Howe & Smallwood 1982; Giehl et al. 2007; Liebsch & Acra 2007). Porém, grandes quantidades de espécies zoocóricas também ocorrem em ambientes mais secos, como em savanas brasileiras (Vieira et al. 2002).

Diversos trabalhos verificaram as vantagens da dispersão de sementes por frugívoros (Fleming 1987; Levin et al. 2003; Howe & Miriti 2004; Kunz et al. 2011; Traveset et al. 2014; Vleut et al. 2015), que variam desde: (i) a separação da polpa no intestino, diminuindo a incidência de fungos nas sementes dispersas (Shanahan et al. 2001); (ii) a escarificação química, que ocorre no estômago do animal e pode alterar os processos germinativos (Schupp 1993); até (iii) o maior deslocamento com relação à planta-mãe (modelo de Janzen-Connell), onde há grande mortalidade por fatores relacionados à densidade, como competição intra-específica, além de predadores e patógenos espécie-específicos (Dalling et al. 1998; Wright 2001); e (iv) a maior gama de nichos potencialmente colonizáveis a que essas sementes ficam submetidas (Lewis 2010; Thomson et al. 2011).

Os morcegos frugívoros neotropicais concentram-se em maior parte na subfamília Stenodermatinae (Fleming 1988). *Sturnira liliium* é um dos estenodermatíneos mais abundantes da América Latina, e distribui-se desde o sul do México até o norte da Argentina (Nowak 1999; Simmons 2005). A espécie é muito comum no sub-bosque de formações florestais (Fleming 1988; Passos et al. 2003), principalmente em baixas altitudes, nas quais as temperaturas são mais altas (Mello et al. 2008; Sanchez & Giannini 2014) e consome, em sua maioria, frutos de espécies pioneiras, especialmente do gênero *Solanum* (Nowak 1994; Mello 2006; Mikich et al. 2015). Dessa forma, acredita-se estar relacionado com a dispersão de sementes e pólen destas espécies (Mello 2006). Em um estudo recente, Mello et al. (2015) utiliza-se de modelos de

network para dispersão de sementes com dados de diferentes trabalhos, demonstrando que esta espécie pode ocupar um papel-chave na manutenção de fragmentos florestais em certas comunidades.

Considerando a discrepância na literatura quanto ao efeito da digestão na dispersão de sementes realizada por morcegos (Traveset 1998; Sato et al. 2008; Carvalho 2010), o presente estudo buscou averiguar o potencial de *S. lilium* como dispersor de duas espécies nativas, por meio da determinação do tempo de defecação em cativeiro, além da análise qualitativa das sementes defecadas e de testes de germinação. Espera-se encontrar influência na germinação de acordo com o tempo de passagem pelo trato digestório dos morcegos, estimado em cerca de 30 minutos (Fleming 1988; Shanahan et al. 2001), com maiores tempos gerando maiores discrepâncias em relação a sementes retiradas diretamente dos frutos.

Material e métodos

Área de estudo e coletas

A captura dos morcegos foi realizada no Parque no Ingá, um fragmento florestal urbano localizado na região central de Maringá, declarado como Área de Preservação Permanente (APP) em 1990, e com uma área total de 473.300 m² (Maringá 2011). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa - mesotérmico, úmido, sem estação seca e com verões quentes (Maack 2002). A precipitação anual média varia entre 1.500 e 1.600 mm e as médias das temperaturas máximas variam de 28 a 29 °C, e das mínimas, entre 15 a 16 °C, sendo fevereiro o mês mais quente e julho, o mais frio (Paraná 2009).

As coletas ocorreram, semanalmente, durante os meses de fevereiro a setembro de 2015, com início ao anoitecer, por volta das 18 horas, encerrando-se ao atingir o número de seis morcegos, limite determinado devido à restrição de espaço nos viveiros, de modo a possibilitar uma melhor observação individual. Foram utilizadas três redes-de-neblina, instaladas em locais próximos às árvores ou arbustos com frutos quiropterocóricos, maximizando a probabilidade de coleta da espécie, destacando-se aqui, *Solanum caavurana* Vell., presente em abundância nas bordas das trilhas do Parque.

Os morcegos capturados foram acondicionados em sacos de algodão e levados para recintos experimentais alocados no campus-sede da Universidade Estadual de Maringá, de forma a tornar possível uma melhor observação do comportamento alimentar da espécie e proporcionando uma coleta de dados mais consistente sobre a passagem de sementes

(Bonaccorso & Gush 1987; Esbérard & Bergallo 2004). Foi utilizado um recinto geral com 2,0 m de altura, 4,0 m de largura e 4,5 m de comprimento, no qual os morcegos recém-capturados foram soltos e alimentados com pedaços de mamão ou banana. As observações ocorriam na próxima noite, em três recintos individuais (2,0 m x 1,5 m x 3,5 m), feitos com armação em madeira, cobertura por telhas do tipo “Eternit” e sombrites 70% dispostos nas laterais, e os animais foram mantidos por, no máximo, duas noites cativos, para minimizar possíveis efeitos de aprendizagem (Korine & Kalko 2005).

O estudo foi conduzido sob Autorização para Atividades com Finalidade Científica emitida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio (número: 17869-3) e certificação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA nº 6996300714) da Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

Observação do tempo de passagem e germinação de sementes

As observações ocorreram na noite seguinte à captura, nos recintos individuais. Os animais foram retirados do recinto geral com auxílio de puçá e colocados em recintos tipo gaiola (30cm x 20cm x 20cm), onde foram oferecidas duas metades de frutos frescos de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) ou síconos de *Ficus organensis* (Miq.) Miq. (Moraceae). Infrutescências de *Piper* e *Cecropia* não puderam ser testadas, devido à fenologia, com maturação de pequenas porções das infrutescências que rapidamente eram consumidas por aves. Além disso, as poucas adquiridas foram rejeitadas pelos animais, assim como frutos congelados durante o armazenamento. Após o consumo dos frutos, os animais foram liberados nos recintos individuais, forrados com lona branca internamente, no chão e nas laterais, e com TNT (Tecido não tecido) branco no fundo, de modo a facilitar a visualização das fezes no recinto e a identificação do momento de defecação, através do ruído na lona. A visualização do ambiente interno foi possível por meio de uma janela de plástico transparente presente na porta de cada recinto.

O tempo de defecação com relação ao término da ingestão dos frutos foi contabilizado durante cerca de seis horas, e o local de defecação foi anotado para posterior coleta (FIGURA I, na seção ANEXOS). As fezes foram recolhidas em papel-filtro separadamente e armazenadas em geladeira a 7 °C, por no máximo, oito meses. As outras duas metades dos frutos não ingeridas pelos morcegos foram submetidas ao mesmo processo de armazenamento, para utilização como controle no teste de germinação. Os morcegos foram alimentados e mantidos cativos até o dia seguinte, quando ocorria a marcação com tatuagem na região do plagiopatágio

(tatuadeira tipo Burdizzo) para evitar recapturas, e a soltura dos mesmos. Nesse mesmo dia, as sementes contidas nas fezes foram analisadas com o auxílio de estereomicroscópio e classificadas quanto ao grau de integridade, utilizando-se o método adaptado a partir de Cícero et al. (1998) para milho e de Obando-Flor et al. (2004) para soja, adotando-se uma escala de 1 a 3, sendo 1 pouco ou nenhum dano e 3 para dano máximo, com morte do embrião.

As sementes classificadas em nível 1 foram levadas à câmara BOD à 25 °C e fotoperíodo de 12 horas para germinação e foram divididas em categorias de tempo (<15 min, de 15 a 30 min e >30 min), a fim de observar alguma diferença de acordo com o tempo de passagem pelo trato digestório dos morcegos. Foram feitas quatro repetições para cada tratamento e para o controle, com 25 sementes por placa, e realizaram-se vistorias diárias para verificação da germinação e aguagem. Foi adotado como fator determinante de germinação a protrusão da radícula (Labouriau 1983), e o experimento foi considerado finalizado quando as sementes restantes não mais germinaram após cinco dias. As espécies de plantas testadas foram herborizadas e registradas no Herbário da Universidade Estadual de Maringá – HUEM, nº de registro 29882 (*F. organensis*) e 29883 (*S. paniculatum*).

Análise de dados

Uma regressão linear foi feita para cada fruto, para verificar a correlação entre sementes defecadas e o tempo. Para a análise da germinação das sementes, foram avaliados a porcentagem de germinação (G%), o tempo médio de germinação (TMG), dado pela fórmula $(\sum n_i \cdot t_i) / \sum n_i$, e o índice de velocidade de germinação (IVG), com fórmula $\sum (n_i / t_i)$, sendo n_i o número de sementes germinadas no tempo “i”; e t_i o tempo em dias. Tais dados foram submetidos à One-way ANOVA e as médias foram comparadas por meio do teste Skott-Knott a 5% de significância. As análises estatísticas para o tempo de digestão foram feitas no programa Statistica 7 e o programa Sisvar foi utilizado em dados quanto à germinação.

Resultados

O tempo de digestão foi bastante diversificado, com as médias entre os indivíduos variando entre 21,5 e 78,8 minutos para *S. paniculatum* e entre 23 e 48,5 minutos para *F. organensis*. Alguns indivíduos tiveram registros de fezes até uma hora e meia após a ingestão dos frutos no caso de *Solanum*, enquanto que para *Ficus*, os maiores tempos foram observados para até pouco mais de uma hora após o consumo (Figura 2.1). Foi verificada certa correlação negativa entre o número de sementes defecadas e o tempo para ambas as espécies, melhor

evidenciada em *F. organensis* do que em *S. paniculatum* ($R = -0,654$; $p = 0,001$; $n = 21$; e $R = -0,517$; $p = 0,003$; $n = 31$, respectivamente).

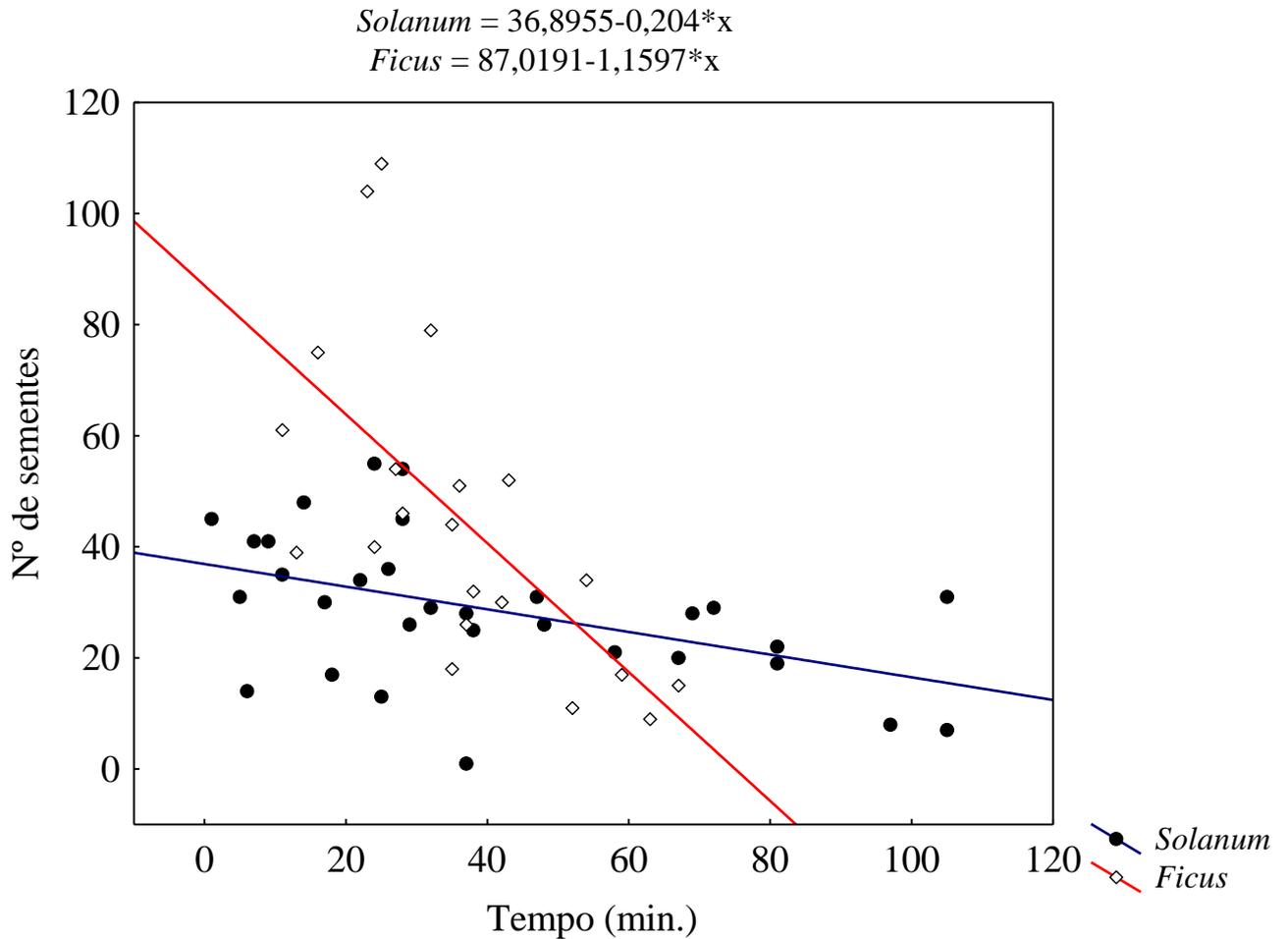


Figura 2.1: Padrão temporal de deposição de sementes para *Solanum paniculatum* e *Ficus organensis*, por *Sturnira liliium*. Em ambos os casos, as maiores taxas de deposição foram registradas em até 40 minutos após a ingestão dos frutos.

As médias do número de sementes encontradas por fezes foram maiores para *Ficus* (45,05) do que para *Solanum* (29,87). Foram dispersas, no total, 946 sementes para *Ficus*, e nenhuma apresentou dano físico visível. Inicialmente, foram contabilizadas 1.608 sementes de *Ficus* no total das fezes, das quais apenas 58,83% foram classificadas como viáveis, porém, após uma melhor análise, verificou-se que as sementes consideradas como danificadas em nível 3 eram na verdade aquênios vazios, e, portanto, foram desconsiderados em análises posteriores (Figura 2.2). No caso de *Solanum*, o total de sementes defecadas foi de 926 e cerca de 96,11% desse total não apresentava dano físico visível.

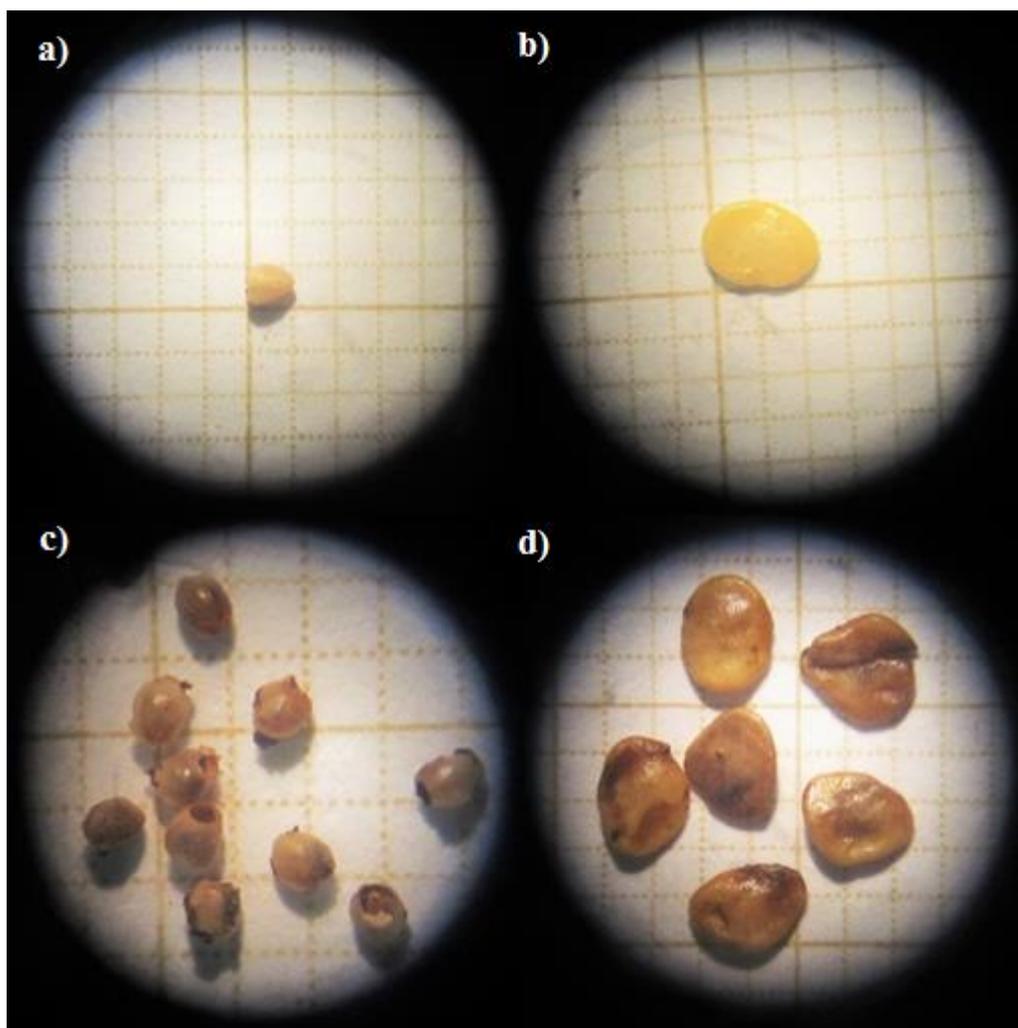


Figura 2.2: Sementes intactas de *Ficus organensis* (a), e de *Solanum paniculatum* (b) fotografadas através da ocular de estereomicroscópio sobre papel milimetrado; abaixo, aquênios vazios de *F. organensis* encontrados nas fezes, previamente considerados como sementes danificadas (c), e sementes danificadas de *S. paniculatum* (d). Todas as sementes foram coletadas a partir de fezes de *Sturnira lilium*.

Não ocorreu a germinação de sementes de *S. paniculatum* para os tratamentos, enquanto que essa ocorreu a uma taxa de 39,0% para o grupo controle. Em função disso, testes estatísticos não puderam ser conduzidos com a espécie. O TMG observado foi de 11,57 dias e o valor do IVG foi de 0,86. No caso de *F. organensis*, o grupo controle apresentou uma taxa de germinação de 83,0%, e não houve diferença significativa entre os tratamentos (T1=81%; T2=86%; T3=74%). Foi observada a ocorrência de fungos no grupo controle, porém, o mesmo não se repetiu para os tratamentos. Os valores do TMG e do IVG foram calculados e submetidos à ANOVA e ao teste Skott-Knott a 5% de significância, como observado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Comparação dos valores de TMG, IVG e G% de sementes de *Ficus organensis* retiradas diretamente do fruto (controle), e em diferentes tempos de retenção no trato digestivo de *Sturnira lilium*

Tratamento	TMG (dias)	IVG	G%
Controle	17,37 a*	1,29 a	83,00 a
T1 (<15min.)	14,19 b	1,48 a	81,00 a
T2 (15 a 30min.)	16,25 a	1,41 a	86,00 a
T3 (>30min.)	16,23 a	1,20 a	74,00 a
CV (%)	4,90	15,82	14,08
Desvio padrão	1,38	0,22	11,17

*Letras iguais não diferem pelo teste Skott Knott a 5% de significância.

Desse modo, não foi encontrada diferença significativa para os tratamentos em nenhum dos parâmetros analisados, exceto no caso do valor do TMG para o Tratamento 1, com tempo de passagem das sementes inferior a 15 minutos, em que as sementes germinaram mais rapidamente que as demais.

Discussão

Os resultados indicaram que o tempo de digestão de *S. lilium* pode chegar a uma hora e meia após a ingestão do fruto, porém, cerca de três quartos do total de sementes em ambos os casos foram dispersas em até 40 minutos (Figura 2.1). Os dados corroboram com as previsões da literatura de que a digestão em morcegos frugívoros leva cerca de 30 minutos (Fleming 1988; Shanahan et al. 2001). A grande maioria das sementes apresentaram-se intactas nas fezes, fato este também constatado por Uieda & Vasconcellos-neto (1985), com sementes de *Solanum asperum* e *S. grandiflorum* defecadas por *Carollia perspicillata* e *Sturnira tildae*. Soma-se a isso o seu comportamento de forrageio, com utilização de diversos poleiros de alimentação ao longo de uma noite, podendo gerar grande diversidade no padrão da chuva de sementes e aumentando as probabilidades de deposição de sementes em áreas adequadas (Mello 2006). Existem, ainda, registros de pequenas migrações sazonais para populações de *S. lilium* durante os meses mais frios (Giannini 1999; Mello et al. 2008), e o deslocamento de frugívoros entre fragmentos pode ser importante na manutenção do fluxo genético entre populações distintas de certas espécies de plantas (Gomes et al. 2011).

A correlação entre o número de sementes defecadas e o tempo mostra que há uma tendência a diminuição daquelas com o aumento deste, porém essa correlação não é sempre verdadeira, visto que há um tempo mínimo para digestão. A defecação anterior a 10 minutos (observada para *Solanum*, no caso) pode ser considerada rara, pois o indivíduo responsável por grande parte dessa amostragem apresentava sinais de estresse (Tabela I em Anexos para informações individuais com relação ao tempo de digestão). Além disso, o tempo de digestão também depende de outros fatores, como por exemplo, a composição nutricional dos frutos. Espécies de *Ficus* geralmente apresentam alto teor de fibras, e as sementes podem ocupar grande proporção do fruto (Urquiza-Haas et al. 2008), condizente com a maior velocidade no tempo de passagem destas.

Sementes de *Solanum* geralmente apresentam dormência fisiológica (Baskin & Baskin 2001), o que pode explicar os baixos valores de germinação encontrados. Em *S. nigrum*, a taxa de indução de dormência é maior em temperaturas mais altas, e o método de estratificação a frio é eficiente no aumento da germinação (Taab & Andersson 2009); já em outras, como *S. physalifolium*, a dormência é difícil de ser superada (Bithell et al. 2002; Taab 2009). Porém, ambas as espécies ocorrem em regiões frias, com climas temperados ou montanhosos, e é possível que os mecanismos de quebra de dormência em congêneres tropicais sejam diferentes. Pode-se supor que o armazenamento das sementes em temperaturas baixas por um longo período pode ter sido responsável pela indução de dormência em *S. paniculatum*, entretanto, o processo de armazenamento foi idêntico para todas as sementes, e apenas o controle apresentou certa taxa de germinação, de modo que a temperatura não foi considerada um dos fatores determinantes na dormência.

O baixo percentual de germinação nesta espécie também foi verificado por Garcia et al. (2008), que constatou porcentagem de germinação de 44% para o grupo controle, cujas sementes foram retiradas diretamente do fruto, e observou aumento na taxa germinativa nos tratamentos com água corrente, detergente ou hipoclorito de sódio. Tal fato deve-se, segundo o mesmo autor, à retirada da mucilagem, que possui fatores de indução de dormência em sua composição. Um recente estudo com essa espécie e metodologia semelhante resultou em 99% de germinação, em sementes lixiviadas em água corrente e armazenadas por dois anos a 4 °C (Vaz 2012). Este, porém, relacionou a dormência com a rigidez do endosperma, após verificar que sementes previamente condicionadas à estresse hídrico apresentaram formação de espaço livre e acúmulo de amiloplastídeos na região micropilar, degradação das reservas lipídicas das sementes, e ocorrência de espaços intercelulares. Segundo a autora, isso ocorreu devido à

mobilização de reservas da parede celular, resultando no enfraquecimento do endosperma e na facilitação da germinação. Assim, é possível que tanto a mucilagem quanto a rigidez do endosperma estejam atuando na dormência dessa espécie. Albuquerque (2001) também encontrou baixo percentual de germinação em *S. inodorum* (26%), mas verificou diminuição desse valor nos tratamentos com NaClO e em fezes de *Penelope superciliaris* e de outras aves.

Dessa forma, é possível que substâncias inibidoras da germinação presentes na mucilagem sejam liberadas nas fezes, ou que a passagem pelo trato de vertebrados frugívoros contribua para a indução de dormência em certas espécies, o que pode auxiliar a incorporação no banco de sementes até que condições favoráveis apareçam, como a abertura de clareiras, no caso de espécies pioneiras (Budowski 1963; Dalling et al. 1998). Devlaeminck et al. (2005), encontraram uma quantidade relativamente alta de sementes de *S. nigrum* no banco de sementes em 14 florestas na Bélgica, mas indivíduos prevaleceram apenas em campos abertos.

Não foi encontrada diferença entre a germinação de sementes nos tratamentos e no controle, no caso de *F. organensis*. Figueiredo & Perin (1995), em estudo com *F. luschnathiana* e o morcego *Platyrrhinus lineatus*, também não encontraram diferença na taxa germinativa entre os grupos, e diversos estudos na área indicaram que, na maioria das vezes, não há uma influência clara da digestão de morcegos na germinação das sementes ingeridas (Traveset 1998; Carvalho 2010). Porém, no presente estudo, é possível observar uma tendência para um aumento da velocidade de germinação, principalmente quando o tempo de passagem é curto, inferior a 15 minutos. Nos demais tratamentos a mesma diferença foi constatada, apesar de não ser considerada significativa (Tabela 2.1). Talvez, tal fato deva-se ao baixo número amostral. Um maior número de repetições poderia fornecer um panorama mais completo acerca dos efeitos da digestão de *S. liliium* em sementes de *Ficus*.

É válido lembrar que a própria dispersão de sementes por vertebrados já é, por si só, um mecanismo extremamente benéfico para o sucesso germinativo de diversas espécies vegetais, principalmente por proporcionar grande mobilidade e maior diversidade de nichos disponíveis para as sementes. Avaliações das possíveis alterações nesse processo são arriscadas devido à complexidade dos fatores envolvidos. Por exemplo, os efeitos da digestão variam de acordo com as espécies inter-relacionadas, levando a efeitos de aceleração ou alongamento do tempo de germinação (Traveset 1998; Traveset et al. 2001). Uma diversidade nos tempos de germinação pode levar a uma vantagem adaptativa para a espécie vegetal: uma germinação rápida pode ser útil para escapar de predação por fungos, e manter um banco de sementes no

solo por maiores períodos pode ser vantajoso em caso de eventos que causem a morte de muitas plântulas, como em grandes períodos de estiagem (Moore 2001; Traveset et al. 2014).

A separação da polpa das sementes durante o processo digestivo também é considerada um fator relevante para a sobrevivência das plântulas, principalmente com relação ao ataque de patógenos (Fleming 1987; Shanahan et al. 2001). No presente estudo, a ocorrência de fungos foi observada no controle de *F. organensis* e foi atribuída aos fragmentos de polpa dos frutos aderidos às sementes. Observou-se a formação de uma camada mucilaginosa nas sementes, provavelmente utilizada para aderência em diversas superfícies (Ramírez 1976; Baskin & Baskin 2001), e a germinação ocorreu, em sua maioria, após a retirada da mucilagem por bactérias, e a mesma também foi percebida nos tratamentos. A persistência da camada mucilaginosa já foi observada em ao menos um trabalho com *F. obtusifolia* e o morcego *Artibeus jamaicensis* (Vázquez-Yánes & Orozco-Segovia 1984). Para *S. paniculatum*, foi registrada proliferação de fungos em apenas um dos tratamentos (tempo de digestão < 15min). Esta, porém, foi considerada como um indicativo de contaminação amostral, visto que o mesmo não ocorreu nos demais tratamentos.

Em síntese, os resultados indicam que *S. liliium* pode atuar sobremaneira na dispersão de sementes de *F. organensis*, aparentemente sem alterar seus processos germinativos. Espécies de *Ficus* são raras em bancos de sementes, pois a germinação é rápida, com dormência regulada pela luz em algumas espécies (Vázquez-Yanes et al. 1996; Garcia et al. 2006). Não foi possível estabelecer uma relação clara na dispersão de *S. paniculatum*, devido à ausência de germinação nos tratamentos. Considerando a inconstância dos resultados encontrados na literatura com diversas espécies e os obtidos por Albuquerque (2001) em aves, é possível que a passagem pelo trato digestório de vertebrados frugívoros induza certas espécies de *Solanum* à dormência. Se este for o caso, o processo de dispersão pode ter um importante papel na formação de bancos de sementes, ao menos para estas espécies.

Referências

- Albuquerque LB. 2001. Polinização e dispersão de sementes em solanáceas neotropicais. [doctorate thesis]. Campinas (SP): State University of Campinas.
- Baskin CC, Baskin JM. 2001. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press. Chapter 9, A geographical perspective on germination ecology: tropical and subtropical zones; p. 239-329.

- Bithell SL, McKenzie BA, Bourdôt GW, Hill GD, Wratten SD. 2002. Germination requirements of laboratory stored seeds of *Solanum nigrum* and *Solanum physalifolium*. New Zealand Plant Protection, 55:222-227.
- Bonaccorso FJ, Gush TJ. 1987. Feeding behavior and foraging strategies of captive phyllostomid fruit bats: na experimental study. Journal of Animal Ecology, 56:907-920.
- Budowski G. 1963. Forest succession in tropical lowlands. Turrialba, 13(1):42-44.
- Carvalho N. 2010. Germinação de sementes ingeridas por morcegos. [mastery dissertation] Campo Grande (MS): Federal University of Mato Grosso do Sul.
- Cícero SM, Van der Heijden GWAM, Van der Burg WJ, Bino RJ. 1998. Evaluation of mechanical damage in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. Seed Science and Technology, 26(3):603-612.
- Dalling JW, Swaine MD, Garwood NC. 1998. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. Ecology, 79(2):564-578.
- Devlaeminck R, Bossuyt B, Hermy M. 2005. Inflow of seeds through the forest edge: evidence from seed bank and vegetation patterns. Plant Ecology, 176:1-17.
- Esbérard CEL, Bergallo HG. 2004. Aspectos sobre a biologia de *Tonatia bidens* (Spix) no estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). Revista Brasileira de Zoologia, 21(2):253-259.
- Figueiredo RA, Perin E. 1995. Germination ecology of *Ficus luschnathiana* drupelets after bird and bat ingestion. Acta Oecologica, 16(1):71-75.
- Fleming TH. 1987. Fruit bats: prime movers of tropical seeds. Bats, 5(3):3-8.
- Fleming TH. 1988. The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions. Chicago: The University of Chicago Press, 365 p.
- Garcia J, Jacobson TKB, Farias JG, Boaventura RF. 2008. Effectiveness of methods to increase the germination rate of *jurubeba* (*Solanum paniculatum* L.) seeds. Pesquisa Agropecuária Tropical, 38(3):223-226.
- Garcia X, Hong TD, Ellis RH. 2006. Seed dormancy and germination of *Ficus lundellii* and tropical forest restoration. Tree Physiology, 26(1):81-85.
- Giannini NP. 1999. Selection of diet and elevation by sympatric species of *Sturnira* in an andean rainforest. Journal of Mammalogy, 80(4):1186-1195.
- Giehl ELH, Athayde EA, Budke JC, Gesing JPA, Einsiger SM, Canto-Dorow TS. 2007. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. Acta Botanica Brasilica, 21(1):137-145.
- Gomes VSM, Tamashiro JY, Silva WR. 2011. Seed inflow to a forest patch promoted by understory frugivorous birds. Biota Neotropica, 11(4):95-102.
- Howe HF, Miriti MN. 2004. When seed dispersal matters. BioScience, 54(7):651-660.
- Howe HF, Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. Annual Review of Ecology and Systematics, 13:201-208.

- Korine C, Kalko EKV. 2005. Fruit detection and discrimination by small fruit-eating bats (Phyllostomidae): echolocation call design and olfaction. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59:12-23.
- Kunz TH, Torrez EB, Bauer D, Lobo T, Fleming TH. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223:1-38.
- Labouriau LG. 1983. A germinação das sementes. Washington: Secretaria Geral da OEA, 179 p.
- Levin AS, Muller-Landau HC, Nathan R, Chave J. 2003. The ecology and evolution of seed dispersal: a theoretical perspective. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34:575-604.
- Lewis OT. 2010. Ecology: close relatives are bad news. *Nature*, 466:698-699.
- Liebsch D, Acra LA. 2007. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. *Revista Academica Curitiba*, 5(2):167-175.
- Maack R. 2002. Geografia física do estado do Paraná. 3ª ed. Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná, 438 p.
- Maringá. Secretaria de Meio Ambiente (SEMA). 2011. Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica. Maringá, PR, 113 p.
- Mello MAR. 2006. Interações entre o morcego *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas da família Solanaceae [doctorate thesis]. Campinas (SP): State University of Campinas.
- Mello MAR, Kalko EKV, Silva WR. 2008. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a brazilian montane Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy*, 89(2):485-492.
- Mello MAR, Rodrigues FA, Costa LF, Kissling WD, Sekercioglu ÇH, Marquitti FMD, Kalko, EKV. 2015. Keystone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. *Oikos*, 124:1031-1039.
- Mikich SB, Bianconi G, Parolin L, Almeida, A. 2015. Serviços ambientais prestados por morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. In: *Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica*. Brasília (BR): EMBRAPA, p. 248-256.
- Moore PD. 2001. The guts of seed dispersal. *Nature*, 414:406-407.
- Nowak RM. 1994. *Walker's Bats of the World*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 287 p.
- Nowak RM. 1999. *Walker's Mammals of the World*. 6th ed., Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Obando-Flor EP, Cícero SM, França-Neto JB, Krzyzanowski FC. 2004. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. *Revista Brasileira de Sementes*, 26(1):68-76.
- Paraná, Instituto Ambiental do Paraná, Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas. 2009. Revisão do Plano de Manejo da Estação Ecológica do Caiuá. Curitiba: IAP/DIBAP, 258 p.

- Passos FC, Silva WR, Pedro WA, Bonin MR. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3):511-517.
- Ramírez WB. 1976. Germination of seeds of New World Urostigma (*Ficus*) and of *Morus rubra* L. (Moraceae). *Revista de Biología Tropical*, 24(1):1-6.
- Sanchez MS, Giannini NP. 2014. Altitudinal patterns in two syntopic species of *Sturnira* (Mammalia: Chiroptera: Phyllostomidae) in the Montane Rain Forests of Argentina. *Biotropica*, 46(1):1-5.
- Sato TM, Passos FC, Nogueira AC. 2008. Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. *Papéis Avulsos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo*, 48(3):19-26.
- Schupp EW. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. In: *Frugivory and Seed Dispersal: Ecological and Evolutionary Aspects*. Kluwer Academic Publishers, p. 15-29.
- Shanahan M, So S, Compton SG, Corlett R. 2001. Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. *Biological Reviews*, 76:529-572.
- Simmons NB. 2005. Order Chiroptera. In: *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. 3rd ed., Baltimore: Johns Hopkins University Press, p. 312-529.
- Taab A. 2009. Seed dormancy and germination in *Solanum nigrum* and *S. physalifolium* as influenced by temperature conditions [doctorate thesis]. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae.
- Taab A, Andersson L. 2009. Seed dormancy dynamics and germination characteristics of *Solanum nigrum*. *Weed Research*, 49:490-498.
- Thomson FJ, Moles AT, Auld TD, Kingsford RT. 2011. Seed dispersal distance is more strongly correlated with plant height than with seed mass. *Journal of Ecology*, 99:1299-1307.
- Traveset A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivore's guts on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1:151-190.
- Traveset A, Heleno R, Nogales M. 2014. The ecology of seed dispersal. In: *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. 3rd ed., CAB International, p. 62-93.
- Traveset A, Riera N, Mas RE. 2001. Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. *Functional Ecology*, 15:669-675.
- Uieda W, Vasconcellos-Neto J. 1985. Dispersão de *Solanum spp.* (Solanaceae) por morcegos, na região de Manaus, AM, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(7):449-458.
- Urquiza-Haas T, Serio-Silva JC, Hernández-Salazar LT. 2008. Traditional nutritional analyses of figs overestimates intake of most nutrient fractions: a study of *Ficus perforata* consumed by howler monkeys (*Alouatta palliata mexicana*). *American Journal of Primatology*, 70:432-438.
- Vaz TAA. 2012. Efeito do condicionamento fisiológico na tolerância ao déficit hídrico e nas características morfofisiológicas de sementes de *Solanum paniculatum* L. [master's dissertation]. Lavras (MG): Federal University of Lavras.

- Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A. 1984. Physiological ecology of plants of the wet tropics. The Hague (Netherlands): Dr W. Junk Publishers. Chapter 4, Ecophysiology of seed germination in the tropical humid forests of the world: a review; p. 37-50.
- Vázquez-Yanes C, Rojas-Aréchiga M, Sánchez-Coronado ME, Orozco-Segovia A. 1996. Comparison of light-regulated seed germination in *Ficus* spp. and *Cecropia obtusifolia*: ecological implications. *Tree Physiology*, 16(10):871-875.
- Vieira DLM, Aquino FG, Brito MA, Fernandes-Bulhão C, Henriques RPB. 2002. Síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas em cerrado *sensu stricto* do Brasil Central e savanas amazônicas. *Revista brasileira de Botânica*, 25(2):215-220.
- Vleut I, Levy-Tacher SI, Galindo-González J, de Boer WF. 2015. Positive effects of surrounding rainforest on composition, diversity and late-successional seed dispersal by bats. *Basic and Applied Ecology*, 16:308-315.
- Wright SJ. 2001. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia*, 130:1-14.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados sugerem que os processos digestivos de *S. liliium* não alteram a germinação de *F. organensis*. Dessa forma, a principal contribuição do morcego para a planta é a própria dispersão de sementes que, por si só, já é uma poderosa ferramenta adaptativa, por propiciar a possibilidade do desenvolvimento de plântulas em maiores distâncias. Como morcegos defecam durante o voo, o padrão de dispersão costuma ser aleatório, principalmente quando diferentes poleiros de alimentação são utilizados.

A ausência de germinação em *S. paniculatum* foi uma surpresa, e pode indicar que os processos digestivos do animal provocaram dormência nas sementes. A possibilidade de que o armazenamento tenha induzido dormência profunda nas sementes é pequena, pois todas as sementes permaneceram nas mesmas condições durante todo o processo. Cabe ressaltar que a dormência pode ter sido causada por fatores presentes na mucilagem e eliminados junto com as fezes, ou devido aos processos digestivos do animal, que podem alterar o balanço hormonal das sementes. Estudos futuros são necessários para explicar a regulação da dormência nessa espécie.

O tempo de digestão foi bastante variável, concentrando-se principalmente entre 20 e 40 minutos após a ingestão dos frutos. A rápida digestão deve contribuir na dispersão devido à maior frequência de deposição de sementes. Além disso, a separação da polpa dos frutos no intestino contribui na redução da colonização por fungos e outros patógenos, aumentando as chances de estabelecimento das plântulas que por ventura se desenvolverão no local.

Por fim, é válido salientar a importância de estudos integrados entre a anatomia dos diásporos, da germinação e fitossociológicos com estudos ecológicos e comportamentais. Apenas dessa forma, será possível obter uma maior compreensão acerca do processo de formação da cobertura vegetal e completar o ciclo da dispersão de sementes de modo satisfatório.

ANEXOS

Tabela I. Quantidade de sementes e tempos de defecação por indivíduo de *Sturnira lilium*. Duas metades de *Solanum paniculatum* foram oferecidas aos indivíduos S1 a S10 e o mesmo repetiu-se para *Ficus organensis* nos indivíduos S11 a S20. Entre parênteses está a quantidade de sementes danificadas ou aquênios vazios encontrados (níveis 2 e 3). A quantidade de sementes viáveis é obtida subtraindo-se o valor dos parênteses do valor total.

<i>Solanum paniculatum</i>		Indivíduo	<i>Ficus organensis</i>	
Tempo	Sementes		Tempo	Semente
1	46 (1)	S1/S11	23	207 (103)
5	37 (6)	S1/-		
6	16 (2)	S1/-		
7	48 (7)	S1/-		
37	1	S1/-		
81	20 (1)	S1/-		
9	41	S2/S12	24	56 (16)
105	7	S2/S12	63	21 (12)
67	20	S3/S13	11	77 (16)
69	28	S3/S13	13	76 (37)
72	29	S3/S13	35	34 (16)
81	23 (1)	S3/-		
105	31	S3/-		
14	49 (1)	S4/S14	25	165 (56)
48	26	S4/S14	52	27 (16)
97	8	S4/-		
24	55	S5/S15	38	44 (12)
28	54	S5/S15	59	21 (4)
18	17	S6/S16	32	128 (49)
25	15 (2)	S6/S16	54	57 (23)
38	28 (3)	S6/-		
17	32 (2)	S7/S17	27	95 (41)
29	26	S7/S17	43	71 (19)
58	22 (1)	S7/S17	67	26 (11)
28	46 (1)	S8/S18	16	151 (76)
37	31 (3)	S8/S18	37	43 (17)
22	34	S9/S19	36	89 (38)
26	37 (1)	S9/S19	42	62 (32)
47	31	S9/-		
11	39 (4)	S10/S20	28	73 (27)
32	29	S10/S20	35	85 (41)

Manuscript preparation

Studies on Neotropical Fauna and Environment considers all manuscripts on the strict condition that

- the manuscript is your own original work, and does not duplicate any other previously published work, including your own previously published work.
- the manuscript has been submitted only to *Studies on Neotropical Fauna and Environment*; it is not under consideration or peer review or accepted for publication or in press or published elsewhere.
- the manuscript contains nothing that is abusive, defamatory, libellous, obscene, fraudulent, or illegal.

Contributions to *Studies on Neotropical Fauna and Environment* must review published original research and will be subjected to review by referees at the discretion of the Editorial Office.

Please note that *Studies on Neotropical Fauna and Environment* uses [CrossCheck™](#) software to screen manuscripts for unoriginal material. By submitting your manuscript to *Studies on Neotropical Fauna and Environment* you are agreeing to any necessary originality checks your manuscript may have to undergo during the peer-review and production processes.

Any author who fails to adhere to the above conditions will be charged with costs which *Studies on Neotropical Fauna and Environment* incurs for their manuscript at the discretion of *Studies on Neotropical Fauna and Environment's* Editors and Taylor & Francis, and their manuscript will be rejected.

This journal is compliant with the Research Councils UK OA policy. Please see the licence options and embargo periods [here](#).

1. General guidelines

- Manuscripts are accepted in English. American English spelling and punctuation are preferred. Please use double quotation marks, except where "a quotation is 'within' a quotation". Long quotations of words or more should be indented with quotation marks.
- When using a word which is or is asserted to be a proprietary term or trade mark, authors must use the symbol ® or TM.
- Authors are asked to provide the names and contact details of four possible reviewers for their paper. Final choice of reviewers remains with the Editor-in-Chief.
- It is advisory for non-English speakers to have a native English speaker read the article before submission.
- A Spanish or Portuguese version of the abstract may be added for inclusion in the online edition.
- Manuscripts should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text; acknowledgements; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figure caption(s) (as a list).
- [Abstracts](#) of 100 words are required for all manuscripts submitted.
- Each manuscript should have 3 to 6 [keywords](#).
- Search engine optimization (SEO) is a means of making your article more visible to anyone who might be looking for it. Please consult our [guidance here](#).
- Section headings should be concise.
- All authors of a manuscript should include their full names, affiliations, postal addresses, telephone numbers and email addresses on the cover page of the manuscript. One author should be identified as the corresponding author. Please give the affiliation where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after the manuscript is accepted. Please note that the email address of the corresponding author will normally be displayed in the article PDF (depending on the journal style) and the online article.
- All persons who have a reasonable claim to authorship must be named in the manuscript as co-authors; the corresponding author must be authorized by all co-authors to act as an agent on their behalf in all matters pertaining to publication of the manuscript, and the order of names should be agreed by all authors.
- Biographical notes on contributors are not required for this journal.
- Please supply all details required by any funding and grant-awarding bodies as an Acknowledgement on the title page of the manuscript, in a separate paragraph, as follows:
 - *For single agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx]."

- *For multiple agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency 1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency 2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency 3] under Grant [number xxxx]."
- Authors must also incorporate a Disclosure Statement which will acknowledge any financial interest or benefit they have arising from the direct applications of their research.
- For all manuscripts non-discriminatory language is mandatory. Sexist or racist terms must not be used.
- Authors must adhere to SI units. Units are not italicised.

2. *Style guidelines*

- Description of the Journal's article style.
- Description of the Journal's reference style. Please note the addition to this style: for this journal **in-text references to works with two authors should separate the authors' names with an ampersand, i.e. Dawson & Briggs 1990 (NOT Dawson and Briggs 1990).**
- Guide to using mathematical scripts and equations.

3. *Figures*

Artwork submitted for publication will not be returned and will be destroyed after publication, unless requested otherwise. Whilst every care is taken of artwork, neither Editor nor Taylor & Francis shall bear any responsibility or liability for its non-return, loss or damage, nor for any associated costs or compensation. Authors are strongly advised to insure appropriately

- Please provide the highest quality figure format possible. Please be sure that all imported scanned material is scanned at the appropriate resolution: 1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour.
- Figures must be saved separate to text. Please do not embed figures in the manuscript file.
- Files should be saved as one of the following formats: TIFF (tagged image file format), PostScript or EPS (encapsulated PostScript), and should contain all the necessary font information and the source file of the application (e.g. CorelDraw/Mac, CorelDraw/PC).
- All figures must be numbered in the order in which they appear in the manuscript (e.g. Figure 1, Figure 2). In multi-part figures, each part should be labelled (e.g. Figure 1(a), Figure 1(b)).
- Figure captions must be saved separately, as part of the file containing the complete text of the manuscript, and numbered correspondingly.
- The filename for a graphic should be descriptive of the graphic, e.g. Figure1, Figure2a.

4. *Publication charges*

Submission fee

There is no submission fee for *Studies on Neotropical Fauna and Environment*.

Page charges

There are no page charges for *Studies on Neotropical Fauna and Environment*.

Colour charges

Colour figures will be reproduced in colour in the online edition of the journal free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply. Charges for colour pages in print are £250 per figure (\$395 US Dollars; \$385 Australian Dollars; 315 Euros). For more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$80 US Dollars; \$75 Australian Dollars; 63 Euros).

Depending on your location, these charges may be subject to Value Added Tax.

5. *Compliance with ethics of experimentation*

- Authors must ensure that research reported in submitted manuscripts has been conducted in an ethical and responsible manner, in full compliance with all relevant codes of experimentation and legislation. All manuscripts which report in vivo experiments or clinical trials on humans or animals must include a written Statement in the Methods section that such work was conducted with the formal approval of the local human subject or animal care committees, and that clinical trials have been registered as legislation requires.
- Authors must confirm that any patient, service user, or participant (or that person's parent or legal guardian) in any research, experiment or clinical trial who is described in the manuscript has given written consent to the inclusion of material pertaining to themselves, and that they acknowledge that they cannot be identified via the manuscript; and that authors have anonymised them and do not identify them in any way. Where such a person is deceased, authors must warrant they have obtained the written consent of the deceased person's family or estate.

- Authors must confirm that all mandatory laboratory health and safety procedures have been complied with in the course of conducting any experimental work reported in the manuscript; and that the manuscript contains all appropriate warnings concerning any specific and particular hazards that may be involved in carrying out experiments or procedures described in the manuscript or involved in instructions, materials, or formulae in the manuscript; and include explicitly relevant safety precautions; and cite, and if an accepted standard or code of practice is relevant, a reference to the relevant standard or code. Authors working in animal science may find it useful to consult the [Guidelines for the Treatment of Animals in Behavioural Research and Teaching](#).

6. *Reproduction of copyright material*

If you wish to include any material in your manuscript in which you do not hold copyright, you must obtain written permission from the copyright owner, prior to submission. Such material may be in the form of text, data, table, illustration, photograph, line drawing, audio clip, video clip, film still, and screenshot, and any supplemental material you propose to include. This applies to direct (verbatim or facsimile) reproduction as well as "derivative reproduction" (where you have created a new figure or table which derives substantially from a copyrighted source).

You must ensure appropriate acknowledgement is given to the permission granted to you for reuse by the copyright holder in each figure or table caption. You are solely responsible for any fees which the copyright holder may charge for reuse.

The reproduction of short extracts of text, excluding poetry and song lyrics, for the purposes of criticism may be possible without formal permission on the basis that the quotation is reproduced accurately and full attribution is given.

For further information and FAQs on the reproduction of copyright material, please consult our [Guide](#).

7. *Supplemental online material*

Authors are encouraged to submit animations, movie files, sound files or any additional information for online publication.

- [Information about supplemental online material](#)

Manuscript submission

Manuscripts for consideration should be sent to Dr Anne Zillikens at anne.zillikens@uni-tuebingen.de.

Authors must submit manuscripts electronically. Electronic submissions should be sent as email attachments using a standard word-processing program. If email submission is not possible, please send an electronic version on CD.

If your manuscript is accepted by the journal, you will be asked to complete [this form](#) and send it to the Editor with your revised or final version.

Click [here](#) for information regarding anonymous peer review.

Copyright and authors' rights

To assure the integrity, dissemination, and protection against copyright infringement of published articles, you will be asked to assign us, via a Publishing Agreement, the copyright in your article. Your Article is defined as the final, definitive, and citable Version of Record, and includes: (a) the accepted manuscript in its final form, including the abstract, text, bibliography, and all accompanying tables, illustrations, data; and (b) any supplemental material hosted by Taylor & Francis. Our Publishing Agreement with you will constitute the entire agreement and the sole understanding between you and us; no amendment, addendum, or other communication will be taken into account when interpreting your and our rights and obligations under this Agreement.

Copyright policy is explained in detail [here](#).

Free article access

As an author, you will receive free access to your article on Taylor & Francis Online. You will be given access to the *My authored works* section of Taylor & Francis Online, which shows you all your published articles. You can easily view,

read, and download your published articles from there. In addition, if someone has cited your article, you will be able to see this information. We are committed to promoting and increasing the visibility of your article and have provided [guidance on how you can help](#). Also within *My authored works*, author eprints allow you as an author to quickly and easily give anyone free access to the electronic version of your article so that your friends and contacts can read and download your published article for free. This applies to all authors (not just the corresponding author).

Reprints and journal copies

Article reprints can be ordered through Rightslink® when you receive your proofs. If you have any queries about reprints, please contact the Taylor & Francis Author Services team at reprints@tandf.co.uk. To order a copy of the issue containing your article, please contact our Customer Services team at Adhoc@tandf.co.uk.

Open Access

Taylor & Francis Open Select provides authors or their research sponsors and funders with the option of paying a publishing fee and thereby making an article permanently available for free online access – *open access* – immediately on publication to anyone, anywhere, at any time. This option is made available once an article has been accepted in peer review.