



CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

A IMPORTÂNCIA DE FATORES FENOLÓGICOS E QUÍMICOS NA ESCOLHA DE FRUTOS POR FILOSTOMÍDEOS FRUGÍVOROS

Lays Cherobim Parolin

MESTRADO



PÓS GRADUAÇÃO
EM BIOLOGIA ANIMAL

Biologia
Estrutural

Lays Cherobim Parolin

A importância de fatores fenológicos e químicos na escolha de
frutos por filostomídeos frugívoros

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração – Ecologia e Comportamento, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Sandra Bos Mikich
Coorientador: Prof. Dr. Gledson Vigiano
Bianconi

São José do Rio Preto
2013

Parolin, Lays Cherobim
A importância de fatores fenológicos e químicos na escolha
de frutos por filostomídeos frugívoros / Lays Cherobim Parolin. -
São José do Rio Preto: [s.n.], 2013.
94 f.; 30 cm.

Orientadora: Sandra Bos Mikich
Coorientador: Gledson Vigiano Bianconi
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto
de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Preferência. 2. Morcego. 3. Fruto. I. Mikich, Sandra Bos.
II. Bianconi, Gledson Vigiano. III. Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.

CDU – 599.4

Lays Cherobim Parolin

A importância de fatores fenológicos e químicos na escolha de
frutos por morcegos

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração – Ecologia e Comportamento, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Sandra Bos Mikich
Embrapa Florestas
Orientadora

Prof. Dr. Gledson Vigiano Bianconi
UESC - Ilhéus
Coorientador

Prof^a. Dr^a. Deborah Faria
UESC - Ilhéus

Prof. Dr. Wagner André Pedro
UNESP - Araçatuba

São José do Rio Preto
22 de fevereiro de 2013

*“Isso de querer
ser exatamente aquilo
que a gente é
ainda vai
nos levar além”*

Paulo Leminski

AGRADECIMENTOS

À Dra. Sandra Bos Mikich, pela orientação, atenção, paciência e por todo conhecimento passado. Agradeço muito seu carinho e compreensão nos momentos em que muito precisei ao longo desses dois anos.

Ao Dr. Gledson Vigiano Bianconi, também pela orientação, confiança e amizade. Muito obrigada por me fazer entender que existem coisas mais importantes nessa vida.

À Adriana de Almeida, por ser minha parceira, pelas conversas, risadas e todo apoio dentro e fora da Embrapa. Sem você seria bem mais difícil.

Ao Dr. Fabrício Hansel, por toda ajuda com os óleos essenciais, cromatografia e análises; por aguentar todas minhas perguntas e por me fazer ver que a química não é assim tão difícil.

À Dra Cristiana Helm e à Dayanne de Mendes por todo apoio na parte das análises nutricionais.

À Marta Luciane Fischer, pelas ajudas estatísticas, pelo estágio em docência que me incentivou ainda mais na busca pela vida acadêmica. Uma vez pupila, sempre pupila.

Ao Dr. Arthur Bispo por toda a força na desmitificação do ArcGis, a enorme ajuda com as análises estatísticas e conversas sobre este mundo acadêmico.

A Embrapa Florestas, por toda a estrutura que permitiu com que eu pudesse realizar este trabalho.

Ao Dr. George Brown e ao Dr. Guilherme Schuhli por todas as sugestões na minha banca de qualificação.

À Deborah Faria e ao Wagner André Pedro pelas ideias e recomendações na minha defesa;

Ao Museu de História Natural do Capão da Imbuia, a Márcia Arzua e a todos os funcionários que de alguma forma me ajudaram na realização dos testes no morceguário, em especial ao querido Tião.

Ao Programa de Pós-Graduação da UNESP de São José do Rio Preto e principalmente à Dra. Lilian Casatti por todo apoio nesses dois anos de mestrado.

A todos os estagiários que estiveram com a Sandra e que de alguma forma me ajudaram nesses dois anos: Marina Vencato, Isabela Nowak, Juliana Meyer e especialmente a querida taurina Marcella, por todo apoio e boas risadas.

A todos aqueles que me ajudaram em campo: Mariana Schlichting, Talita Batista, Heloisa Oliveira, Urubatan Suckow e Cristiano Ceara. E não é que conseguimos as *Carollia*?

A CAPES pela bolsa auxílio que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Urubatan Suckow por toda força no trabalho com morcegos, desde a graduação. Eu sei que a gente briga, mas você é um guri especial para mim e um exemplo de apaixonado pela profissão.

Às minhas amigas Isabela Bonatto e Mariana Schlichting pela parceria, mesmo virtual, nesses dois anos de mestrado. Saber que vocês estavam passando pelas mesmas coisas que eu, fez o caminho ser mais fácil (e às vezes até mais divertido).

Às seis (Bru, Isa, Mari, Nil, Talitinha e Thali) mais Elis, por serem vocês, por serem minhas amigas amadas e entenderem que eu sou assim, como sou.

Ao meu querido Erick Pardo, por me fazer enfrentar as situações da vida com outra visão e por me fazer ver que para ser feliz só basta ser verdadeiro. Obrigada por todo o carinho e cuidado com a “morcega” aqui.

Ao meu pai João, por entender minha ausência física e muitas vezes a ausência de espírito, já que este estava enfiado em planilhas, textos e morcegos. Por entender todas as vezes que cheguei em casa toda suja, cheia

de frutos, éter e óleos essenciais.

Ao meu irmão Bruno e minha cunhada-irmã Thais, pelas milhares de vezes que precisei do ombro de vocês, para me lembrarem que para virar borboleta, precisamos antes ser lagarta. Pelas longas conversas, pela enorme afinidade e claro, pelo meu amado John, saber que ele existe já faz meu mundo feliz.

À minha mãe Malu, que sempre me apoiou em todas as minhas escolhas profissionais e me deu força para enfrentar tudo. Por acreditar que eu tenho potencial para trabalhar com o que gosto e ser feliz, tudo ao mesmo tempo. Sem você, eu não seria nada.

***À minha família,
principalmente a minha mãe Malu.***

RESUMO

Os filostomídeos frugívoros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* são importantes dispersores de sementes na região Neotropical, se destacando por possuírem uma suposta preferência pelos frutos dos gêneros *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, respectivamente. Com o objetivo de avaliar se esta escolha é consistente ao longo da distribuição geográfica dos morcegos e plantas, do tempo, e quais os fatores que direcionam a escolha (configuração do fruto e/ou semioquímicos), foi realizada (i) uma revisão bibliográfica da dieta destes gêneros, (ii) o cruzamento dos dados de consumo de uma área piloto com a fenologia da mesma e, por fim, (iii) testes em cativeiro, ofertando frutos e óleos essenciais. Os resultados confirmaram que estes morcegos apresentam de fato preferência pelos frutos de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, nos diferentes locais que habitam e mesmo nas diferentes fases do ciclo fenológico. Ademais, o estudo destaca a sua grande afinidade por estas plantas, sinalizada principalmente pela relação específica entre filostomídeo e o óleo essencial do respectivo fruto.

Palavras-chave: Preferência alimentar. Phyllostomidae. Frutos. Fenologia. Olfato.

ABSTRACT

Phyllostomids frugivorous Artibeus, Carollia and Sturnira are important seed dispersers in the Neotropics, stood out for having a supposed preference for fruits of the genus Ficus, Piper and Solanum, respectively. Aiming to assess whether this choice is consistent across space, time and what factors drive the choice (fruit setting and / or semiochemicals), we conducted a literature review of the diet of these genera, crossing consumption data of a pilot field with the phenology of the same area and finally tests in captivity, offering fruits and essential oils. The results showed that these bats have actually preferred the fruits of Ficus, Piper and Solanum, even in the different places that they inhabit and at different stages of the phenological cycle. Furthermore, the study highlights the high affinity of these bats by these plants, which is signaled mainly by the specific relationship between phyllostomid and the essential oil of its fruit.

Keywords: Food preference. Phyllostomidae. Fruits. Phenology. Olfaction.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1 - Mapas da região Neotropical com a distribuição por países dos gêneros de frutos (*Cecropia*, *Ficus*, *Piper* e *Solanum*) mais registrados na dieta dos morcegos *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* 31

Capítulo II

Figura 1 - Frequência relativa de registros de consumo de frutos pelo gênero *Artibeus*, em Fênix/PR nas fenofases de alta disponibilidade, média e baixa disponibilidade de frutos maduros, frutos imaturos e sem frutos57

Figura 2 - Frequência relativa de registros de consumo de frutos pelo gênero *Carollia*, em Fênix/PR nas fenofases de alta disponibilidade, média e baixa disponibilidade de frutos maduros, frutos imaturos e sem frutos58

Figura 3 - Frequência relativa de registros de consumo de frutos pelo gênero *Sturnira*, em Fênix/PR nas fenofases de alta disponibilidade, média e baixa disponibilidade de frutos maduros, frutos imaturos e sem frutos58

Capítulo III

Figura 1 - Plot do primeiro e segundo PC derivado das áreas dos picos formados nos cromatogramas das espécies.....77

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1 - Número de registros dos quatro principais gêneros de frutos consumidos por morcegos dos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, com base em revisão bibliográfica e dados de campo (BIANCONI; MIKICH in litt.).....30

Tabela 2 - Gêneros de plantas com maior número de registros em cada país, para os morcegos *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, com base em revisão bibliográfica e dados de campo (BIANCONI; MIKICH in litt.).....32

Tabela 3 - Gêneros de plantas com maior número de registros em cada estado brasileiro e o Distrito Federal, para os morcegos *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, com base em revisão bibliográfica e dados de campo (BIANCONI; MIKICH in litt.).....33

Capítulo II

Tabela 1 - Registros de consumo de frutos encontrados nas amostras fecais de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* capturados durante 46 meses em remanescentes de Floresta Atlântica do sul do Brasil.....55

Capítulo III

Tabela 1 - Espécies determinadas para os tratamentos e suas características de acordo com Mikich e Silva (2001).....77

Tabela 2 - Número de investidas por fruto e óleo essencial nos tratamentos de 1 a 6.....80

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO I	22
RESUMO.....	23
ABSTRACT	24
INTRODUÇÃO	25
MATERIAL E MÉTODOS	27
Revisão bibliográfica	27
Área de Estudo.....	28
Análises.....	28
RESULTADOS	30
DISCUSSÃO	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CAPÍTULO II	46
RESUMO.....	47
ABSTRACT	48
MATERIAL E MÉTODOS	51
Área de estudo	51
Cruzamento de dados	51
Análises.....	53
RESULTADOS	54
DISCUSSÃO	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
CAPÍTULO III	69
ABSTRACT	71
INTRODUÇÃO	72
MATERIAL E MÉTODOS	74
Captura dos morcegos e coleta de frutos.....	74
Extração e análise dos óleos essenciais	75

Seleção dos óleos essenciais para os tratamentos em cativeiro	76
Protocolo experimental.....	78
RESULTADOS	80
DISCUSSÃO	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
CONCLUSÃO.....	92
ANEXO A	93

INTRODUÇÃO GERAL

A família Phyllostomidae é conhecida não só por sua riqueza de espécies (cerca de 160) (SIMMONS, 2005), mas também pela multiplicidade sensorial com que seus representantes percebem o ambiente (KUNZ; FENTON, 2003). Estudos direcionados ao grupo indicam o uso do olfato como o sentido associado à ecolocalização e visão para localização de obstáculos e abrigos, além da busca e seleção de alimento (FLEMING, 1988; RIEGER; JAKOB, 1988; THIES; KALKO; SCHNITZLER, 1998; MIKICH et al., 2003; BIANCONI et al., 2007).

Os filostomídeos frugívoros *Artibeus* Leach, 1821, *Carollia* Gray, 1838 e *Sturnira* Gray, 1842 são gêneros de morcegos que se destacam no cenário Neotropical por sua diversidade e abundância (SIMMONS; VOSS, 1998; KALKO; HANDLEY, 2001; WILLIG et al., 2007). Considerados frugívoros catadores de espaço estreito (*highly cluttered space* - sensu KALKO; HANDLEY; HANDLEY, 1996), são ainda importantes na dispersão de sementes em áreas florestais e abertas, podendo contribuir para a recuperação ambiental (e.g. FLEMING, 1988; HENRY; JOUARD, 2007; MUSCARELLA; FLEMING, 2007; BIANCONI, 2009).

Evidências laboratoriais e de campo (LASKA; SCHMIDT, 1986; MANN 1951 apud SUTHERS, 1970; BHATNAGAR; KALLEN, 1974, FLEMING, 1988, RIEGER; JAKOB, 1988; LASKA, 1990; HESSEL; SCHMIDT, 1994; THIES; KALKO; SCHNITZLER, 1998) apontam o olfato como o sentido primordial nesses morcegos quando em atividade de busca e seleção de frutos maduros. Nesse contexto, Mikich et al. (2003) e Bianconi et al. (2007) verificaram que filostomídeos frugívoros podem ser atraídos por óleos essenciais de frutos quiropterocóricos maduros, tanto em áreas florestais, quanto em áreas abertas. Estes óleos são metabólitos secundários voláteis produzidos pelas plantas e com funções variadas, que vão da atração à repulsão (HOLMES, 1985; KÉITA et al., 2000). Nos testes realizados em áreas florestais por Mikich et al. (2003), utilizando o óleo de *Piper gaudichaudianum* Kunth (Piperaceae) em redes-de-neblina, houve significativamente maior atração de indivíduos de *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) nas redes com o óleo do que naquelas sem o óleo. Já Bianconi et al. (2007), usando óleos de *P. gaudichaudianum*, *P.*

crassinervium Kunth e *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) em áreas fora dos remanescentes florestais, tiveram *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) como a espécie mais capturada nas redes que receberam o atrativo odorífero. Esses resultados demonstraram que em ambientes com baixa disponibilidade de recursos naturais (alimento, poleiros, abrigos) para morcegos frugívoros, é possível aumentar de forma significativa a sua taxa de captura utilizando óleos essenciais. Assim, propuseram uma ferramenta para restauração florestal baseada na atração de morcegos frugívoros para áreas degradadas por meio do uso de óleos essenciais e no consequente incremento da chuva de sementes no local (BIANCONI et al., 2007; BIANCONI et al., 2010).

Tal proposta, como visto, está baseada nas preferências alimentares dos morcegos frugívoros em que, de acordo com alguns autores (e.g. BONACCORSO, 1979; IUDICA; BONACCORSO, 1997; CHARLES-DOMINIQUE, 1986; FLEMING, 1988; PALMERIM; GORCHOV; STOLESON, 1989, KALKO; HANDLEY; HANDLEY, 1996; WENDELN; RUNKLE; KALKO, 2000; MELLO; KALKO; SILVA, 2008), *Artibeus* spp. apresenta preferência por frutos de *Ficus* L. (Moraceae), *Carollia* spp. pelos de *Piper* L. (Piperaceae) e *Sturnira* spp. por frutos de *Solanum* L. (Solanaceae).

Ficus é um gênero de árvores de dossel amplamente distribuído na região Neotropical, do México ao Paraguai (BANACK; HORN; GAWLICK, 2002). Apresenta frutificação assincrônica entre os indivíduos de mesma espécie, porém sincrônica no indivíduo, de tal forma que a produção de frutos em cada copa é relativamente curta e abundante (“boom”) (MORRISON, 1978; FIGUEIREDO; SAZIMA, 1997). Esse padrão de frutificação faz do gênero um recurso-chave para muitas espécies frugívoras de florestas tropicais (TERBORGH, 1986).

O gênero Pantropical *Piper* compreende ervas, arbustos e pequenas árvores, muito comuns como pioneiras em áreas degradadas (FLEMING, 1988; MIKICH et al., 2003, THIES; KALKO, 2004). Suas infrutescências são drupas com características marcantes de frutos quiropterocóricos, como cor verde, odor forte e exposição na folhagem (VAN DER PIJL, 1957). Apresentam maturação sequencial de frutos dentro da copa, ofertando poucos frutos maduros por noite (DUMONT, 2003), além da oferta sequencial de frutos entre as diferentes espécies da comunidade (FLEMING; HEITHAUS, 1986).

Solanum, por sua vez, se distribui por todos os continentes do planeta (KNAPP et al., 2004), tendo representantes dentre as plantas pioneiras com frutificação constante e não abundante (*steady state* como as de *Piper*), e dentre as espécies quiropterocóricas (NEE, 1993).

A ideia de que grupos de dispersores são atraídos por determinadas características de frutos foi sintetizada por van der Pijl (1969) e denominada de síndrome de dispersão. A síndrome quiropterocórica, reúne frutos com características que facilitam a sua localização e apreensão em voo pelos morcegos (e.g. LASKA; SCHMIDT, 1986; THIES; KALKO; SCHNITZLER, 1998; MIKICH et al., 2003), como exposição na folhagem, coloração discreta e odor forte (Cf. VAN DER PIJL, 1957).

Preferência alimentar em animais frugívoros é um conceito pouco definido na literatura, sendo baseado principalmente nas respostas humanas ou nas relações predador-presa (e.g. JACOBS, 1974; COCK, 1978; BIRCH, 1999; BERNIS et al., 2001). De acordo com Chensson (1983), preferência alimentar só é evidenciada quando um animal, mesmo com outras opções de escolha, utiliza determinada fonte com maior frequência, em detrimento das demais. Fatores como “distribuição”, “previsibilidade” e “ganho esperado” permeiam essas escolhas (Cf. REAL, 1991).

Como as interações mutualísticas e, eventualmente, os processos coevolutivos são moldados pela distribuição geográfica dos grupos (THOMPSON, 2005), considera-se que a preferência alimentar dos morcegos frugívoros está diretamente relacionada à distribuição espacial dos frutos por eles consumidos. Uma vez que os gêneros de frutos quiropterocóricos *Ficus*, *Piper* e *Solanum* se distribuem por toda a região Neotropical - praticamente da mesma forma que os morcegos frugívoros dos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* -, acredita-se que as preferências alimentares exibidas sejam consistentes ao longo do espaço. Esta hipótese permeia o **Capítulo I** desta dissertação que, com base em ampla revisão bibliográfica, avalia se estes frugívoros, de fato, exibem maior consumo por estas plantas ao longo de toda a sua distribuição geográfica.

Quanto ao fator previsibilidade, sabe-se que, mesmo em florestas tropicais, a disponibilidade de frutos inter e intra-anual é bastante variável (VAN SCHAİK; TERBORGH; WRIGHT, 1993) e, portanto, essa variação poderia

afetar as preferências alimentares dos morcegos frugívoros. Assim, o **Capítulo II** relaciona dados de campo sobre a composição da dieta frugívora destes três gêneros de morcegos aos dados fenológicos das plantas quiropterocóricas por eles consumidas em uma área de Floresta Atlântica do Sul do Brasil. Desta forma, pretende testar a hipótese de que as preferências alimentares dos morcegos frugívoros são consistentes ao longo do tempo.

Por fim, no **Capítulo III** são avaliados os fatores que direcionam essas escolhas preferenciais, como a configuração do recurso, incluindo a sua disposição e abundância na planta, e/ou características semioquímicas específicas. Sabendo-se que o conhecimento prévio do ganho nutricional a ser obtido com o consumo de determinado recurso pode definir a sua escolha (REAL, 1991), e que estudos prévios demonstraram o papel dos óleos essenciais de algumas espécies de *Ficus* e *Piper* na atração de *Artibeus* e *Carollia* (MIKICH et al., 2003; BIANCONI et al., 2007), o capítulo também discute a relação dos óleos essenciais na identificação e escolha específica dos frutos ditos preferidos, uma vez que sinalizam a “recompensa” nele contida. Para analisar tais aspectos foram realizados testes em cativeiro para observar a escolha destes filostomídeos frente a frutos e óleos essenciais de espécies presentes ou não em sua dieta.

A união desses dados fornece subsídios para implantação da técnica de recuperação de ecossistemas florestais degradados, baseada no uso de óleos essenciais de frutos quiropterocóricos, como *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, uma vez que a funcionalidade da ferramenta depende do reconhecimento e interesse dos morcegos pelos óleos essenciais ofertados, em detrimento de outros recursos que possam estar disponíveis simultaneamente, revelando preferência, foco principal deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANACK, S. A.; HORN, M. H.; GAWLICK, A. Disperser-vs. establishment-limited distribution of a riparian fig tree (*Ficus insipida*) in a Costa Rican tropical rain forest. **Biotropica**, Washington, v.34, n.2, p. 232-243, 2002.

BERNS, G. S.; MCCLURE, S. M.; PAGNONI, G.; MONTAGUE, P. R. Predictability modulates human brain response to reward. **The Journal of Neuroscience**, Washington, v.21, n.8, p.2793–2798, 2001.

BHATNAGAR, K. P.; KALLEN, F. C. Morphology of the nasal cavities and associated structures in *Artibeus jamaicensis* and *Myotis lucifugus*. **American Journal of Anatomy**, Philadelphia, v.139, n.2, p.67-190 1974.

BIANCONI, G. V. **Morcegos frugívoros no uso do hábitat fragmentado e seu potencial para recuperação de áreas degradadas: subsídios para uma nova ferramenta voltada à conservação**. PhD thesis. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, Washington, v.39, n.1, p.136-140, 2007.

BIANCONI, G. V.; SUCKOW, U. M. S.; CRUZ-NETO, A. P.; MIKICH, S. B. Use of fruit essential oils to assist forest regeneration by bats. **Restoration Ecology**, Washington, v.20, n.2, p.211-217, 2010.

BIRCH, L. L. Development of food preferences. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v.19, p.41-62, 1999.

BONACCORSO, F. J. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. **Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences**, Gainesville, v.24, n. 4, p. 359-408, 1979.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana, p. 119-135. In: Estrada, A.; Fleming, T.H. (Eds.) **Frugivores and seed dispersal**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1986.

CHENSSON, J. The estimation and analysis of preference and its relationship to foraging models. **Ecology**, Washington, v.64, n.5, p.1297-1304, 1983.

COCK, M. J. W. The assessment of preference. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.47, n.3, p.805-816, 1978.

DUMONT, E. R. Bats and Fruit: An ecomorphological approach. In: KUNZ, T. H.; FENTON, B. (Eds.) **Bat Ecology**. University of Chicago Press, Chicago, 2003.

FIGUEIREDO, R. A.; SAZIMA, M. Phenology and pollination ecology of three Brazilian fig species (Moraceae). **Botanica Acta**, Stuttgart, v.110, n.1, p.73-78, 1997.

FLEMING, T. H. **The short-tailed fruit bat: A study in plant-animal interactions**. University Chicago Press, Chicago, 1988.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Frugivorous bats, seed shadows and the structure of tropical forests. **Biotropica**, Washington, v.13, p. 45-53, 1981.

HENRY, M.; JOUARD, S. Effect of bat exclusion on patterns of seed rain in tropical rainforest in French Guiana **Biotropica**, Washington, v.39, n.4, p.510-518, 2007.

HESSEL, K.; SCHMIDT, U. Multimodal orientation in *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). **Folia Zoológica**, Prague, v.43, p.339-346, 1994.

HOLMES, S. **Henderson's dictionary of biological terms**. Longman Group Limited, Harlow, 1985.

IUDICA, C. A.; BONACCORSO, F. J. Feeding of the bat, *Sturnira lilium*, on fruits of *Solanum riparium* influences dispersal of this pioneer tree in forests of northwestern Argentina. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Tübingen, v.32, n.1, p.4-6, 1997.

JACOBS, J. Quantitative measurement of food selection: a modification of the forage ratio and ivlev's electivity index. **Oecologia**, Berlin, v.14, n., p.413-417, 1974.

KALKO, E. K. V.; HANDLEY JR., C. O. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure and implications for conservation strategies. **Plant Ecology**, Dordrecht, v.153, n.1-2, p.319-333, 2001.

KALKO, E. K. V.; HANDLEY JR., C.O.; HANDLEY, D. 1996. Organization, diversity and long-term dynamics of a Neotropical bat community. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, J. A. (Eds.) **Long-term studies of vertebrate communities**. Academic Press, New York, 1996.

KÉITA, S. M.; VINCENT, C.; SCHMIT, J. P.; RAMASWAMY, S.; BÉLANGER, A. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v.36, n.4, p.355-364, 2000.

KNAPP, S.; BOHS, L.; NEE, M.; SPOONER, D.M. Solanaceae: a model for linking genomics and biodiversity. **Comparative and Functional Genomics**, New York, v.5, p.285-291, 2004.

KUNZ, T. H.; FENTON, M. B. **Bat Ecology**. The University of Chicago Press, Chicago, 2003.

LASKA, M. Olfactory discrimination ability in short-tailed fruit bat, *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.16, p.3291-3299, 1990.

LASKA, M.; SCHMIDT, U. Untersuchungen zur olfaktorischen orientierung bei der Brillenblattnase, *Carollia perspicillata* (Chiroptera). **Zeitschrift für Säugetierkunde**, Berlin, v.51, p.129-138, 1986.

MELLO, M.A.R.; KALKO, E.K.V.; SILVA, W.R. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.24, n.2, p.225-228, 2008.

MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V.; MAIA, B. H. L. N. S.; TEIXEIRA, S. D. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.29, n.10, p.2379-2383, 2003.

MORRISON, D. W. Influence of habitat on the foraging distances of the fruit bat, *Artibeus jamaicensis*. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.59, n.3, p.622-624, 1978.

MUSCARELLA, R.; FLEMING, T. H. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, London, v.82, n.4, p.573-90, 2007.

NEE, M. Solanaceae II. *Solanum*. In: **Flora de Veracruz**, Xalapa, v.72, 1993.

PALMERIM, J. M.; GORCHOV, D. L.; STOLESON, S. Trophic structure of a neotropical frugivore community: is there competition between birds and bats? **Oecologia**, Berlin, v.79, n.3, p.403-411, 1989.

REAL, L. A. Animal choice behavior and the evolution of cognitive architecture. **Science**, Washington, v.253, p.980-986, 1991.

RIEGER, J. F.; JAKOB, E. M. The use of olfaction in food location by frugivorous bats. **Biotropica**, Washington, v.20, n.2, p.161-164, 1988.

SIMMONS, N. B. Order Chiroptera. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (Eds.) **Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference**. Johns Hopkins University Press, Maryland, 2005.

SIMMONS, N. B.; VOSS, R. S. The mammals of Paracou, French Guiana: a neotropical lowland rainforest. Part 1: Bats. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v.237, 1-219, 1998.

SUTHERS, R. A. Vision, olfaction, and taste. In: WIMSATT, W.A. (Eds.) **Biology of bats**. Academic Press, New York, 1970.

TERBORGH, J. Community aspects of frugivory in tropical forests. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T.H. (Eds.) **Frugivores and seed dispersal**: Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1986.

THIES, W.; KALKO, E. K. V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, Copenhagen, v.104, n.1, p.362-376, 2004.

THIES, W.; KALKO, E. K. V.; SCHNITZLER, H. U. The roles of echolocation and olfaction in two Neotropical fruit-eating bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, feeding on *Piper*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v.42, n.6, p.397-409, 1998.

THOMPSON, J. N. **The geographic mosaic of coevolution**. University of Chicago Press, Chicago, 2005.

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

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. Springer-Verlag, Berlin, 1969.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.24, p.353-377, 1993.

WENDELN, M. C.; RUNKLE, J. R.; KALKO, E. K. V. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. **Biotropica**, Washington v.32, n.3, p.489-501, 2000.

WILLIG, M. R.; PRESLEY, S. J.; BLOCH, C. P.; HICE, C. L.; YANOVIK, M. M.; DÍAZ, M. M.; CHAUCA, L. A.; PACHECO, V.; WEAVER, S. C. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: effects of habitat alteration on abundance. **Biotropica**, Washington, v.39, n.6, p.737-746, 2007.

CAPÍTULO I

CONSISTÊNCIA NA DIETA FRUGÍVORA DOS MORCEGOS *ARTIBEUS*, *CAROLLIA* E *STURNIRA* AO LONGO DE SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

RESUMO

Os filostomídeos frugívoros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* são importantes dispersores de sementes na região Neotropical, se destacando por possuírem uma suposta preferência por frutos dos gêneros *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, respectivamente. Com o objetivo de avaliar se esta escolha é consistente ao longo da distribuição geográfica dos morcegos e plantas, foi realizada uma revisão bibliográfica da dieta destes gêneros, adicionada a dados de campo. Os resultados mostraram significativamente mais registros de consumo destes morcegos pelos frutos de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, principalmente nos locais melhor estudados, confirmando a consistência espacial da dieta. O estudo destaca a grande afinidade destes morcegos por estas plantas, reforçada pela sua ampla distribuição e forma de oferta de frutos.

Palavras-chave: Distribuição geográfica. Dieta. Frutos. Phyllostomidae.

ABSTRACT

Frugivorous of the family Phyllostomidae, Artibeus, Carollia and Sturnira are important seed dispersers in the Neotropics, standing out in this scenario by having an alleged preference for fruits of the genus Ficus, Piper e Solanum, respectively. Seeking to observe whether this choice is spatially consistent (i.e. along its geographic distribution), we performed an extensive literature review of the diet of these genera, added to field data. This study showed significantly more records of consumption of these bats for the fruits of Ficus, Piper and Solanum, especially in those places better sampled, confirming the spatial consistency of the diet of these animals. Studies of this magnitude highlight the strong affinity of these bats by these plants, enhanced by its wide distribution and shape of fruit availability.

Keywords: Geographic distribution. Diet. Fruit. Phyllostomidae.

INTRODUÇÃO

A família Phyllostomidae possui 160 espécies amplamente distribuídas na região Neotropical, cujos integrantes frugívoros e nectarívoros somam 34 gêneros e, aproximadamente, 120 espécies (SIMMONS, 2005; GARDNER, 2008). Além de apresentarem grande variedade de formas, esses táxons se destacam por suas funções ecológicas, atuando como controladores populacionais de insetos, predadores de pequenos vertebrados e, principalmente, polinizadores e dispersores de sementes (e.g. FLEMING, 1988; FENTON, 1990; QUESADA et al., 2004).

Os filostomídeos frugívoros, desde a década de 1930, já eram tratados como os mamíferos com maior importância na dispersão de sementes em florestas tropicais (Cf. RIDLEY, 1930). Estes animais se alimentam de frutos maduros e não destroem as sementes, eliminando-as quase intactas pelo sistema digestório, além de defecarem durante o voo (e.g. CHARLES-DOMINIQUE, 1991; MEDELLÍN; GAONA, 1999; DUMONT, 2003).

Artibeus Leach, 1821, *Carollia* Gray, 1838 e *Sturnira* Gray, 1842, gêneros que estão entre os mais abundantes e diversos dentre os morcegos das Américas (SIMMONS; VOSS, 1998; KALKO; HANDLEY, 2001; WILLIG et al., 2007), possuem grande importância na dispersão de plantas pioneiras (e.g. FLEMING, 1988; HENRY; JOUARD, 2007; MUSCARELLA; FLEMING, 2007; BIANCONI, 2009) e, de acordo com vários autores (e.g. BONACCORSO, 1979; IUDICA; BONACCORSO, 1997; CHARLES-DOMINIQUE, 1986; FLEMING, 1988; PALMERIM; GORCHOV; STOLESON, 1989; KALKO; HANDLEY; HANDLEY, 1996; WENDELN; RUNKLE; KALKO, 2000; MIKICH, 2002; MELLO; KALKO; SILVA, 2008), apresentam consumo majoritário de frutos de *Ficus* L. (Moraceae), *Piper* L. (Piperaceae) e *Solanum* L. (Solanaceae), respectivamente.

Com base nessa suposta preferência, Mikich et al. (2003) e Bianconi et al. (2007) propuseram uma ferramenta para a recuperação de áreas degradadas. Esta se utiliza dos óleos essenciais extraídos de frutos quiropterocóricos para a atração de morcegos dispersores para áreas abertas, visando incrementar a chuva de sementes nesses locais. Sua funcionalidade, no entanto, depende que os morcegos reconheçam os frutos cujos óleos

essenciais são ofertados e exibam preferência pelos mesmos em detrimento de outros recursos que possam estar disponíveis simultaneamente. Portanto, se essa preferência não for consistente ao longo da distribuição geográfica dos principais gêneros de morcegos frugívoros, haverá necessidade de identificar as preferências regionais ou locais e de trabalhar com os óleos específicos de cada região ou local, o que poderia dificultar o amplo uso dessa ferramenta, como preconizado por seus idealizadores.

Como visto, o consumo prioritário de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* por frutos de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, respectivamente, é comumente citado, mas não há estudos analisando como as relações morcego-planta se comportam ao longo da distribuição espacial desses três gêneros de morcegos. Sabe-se, no entanto, que os filostomídeos em questão são exclusivamente neotropicais (GARDNER, 2008) e que os três gêneros de frutos se distribuem em grande parte do mundo, sendo *Ficus* (cerca de 800 espécies) e *Piper* (cerca de 1000 espécies) pantropicais e *Solanum* (cerca de 1500 espécies) distribuído em todos os continentes do Globo (JARAMILLO; MANOS, 2001; SHANAHAN; COMPTON; CORLETT, 2001; KNAPP et al., 2004).

Portanto, o objetivo deste estudo é suprir essa lacuna por meio de uma metanálise das interações entre esses três gêneros de morcegos e plantas em toda a região Neotropical, testando a hipótese de que essas interações são consistentes ao longo do espaço.

MATERIAL E MÉTODOS

Revisão bibliográfica

O estudo consistiu na revisão bibliográfica e compilação de dados de consumo de frutos por representantes dos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, em toda sua área de distribuição. Para tanto, foram utilizadas informações da “*Database of Neotropical Bat/Plant Interactions*” (http://www.nybg.org/botany/tlobova/mori/batsplants/database/dbase_main.htm), uma base de dados criada em 2001, com informações sobre dispersão e polinização de morcegos da região Neotropical. Para o presente estudo foram utilizadas as informações de dispersão inseridas até 28 de outubro de 2011. Também foi realizada uma busca na base *Web of Science* (<http://apps.webofknowledge.com>) com as seguintes palavras-chave e suas combinações: “*Artibeus*”, “*Carollia*”, “*Sturnira*”, “Chiroptera”, “bat”, “diet”, “fruit”, “frugivory” e “plant”. Vale ressaltar que foram analisados todos os artigos e livros relacionados a morcegos frugívoros neotropicais com acesso até 4 de agosto de 2012. Ademais, foram adicionados dados sobre a composição da dieta frugívora dos três gêneros de morcegos (BIANCONI; MIKICH in litt.) coletados por oito anos em remanescentes de Floresta Atlântica no Sul do Brasil.

As informações levantadas foram organizadas em planilha, com as seguintes entradas: espécie e/ou gênero de morcego consumidor; espécie, gênero e/ou família de fruto consumido; local do registro, dividido em países e, no caso do Brasil, também em estados. Cada entrada de espécie, gênero ou família de planta para cada espécie ou gênero de morcego foi denominada “registro”. Esses registros podiam estar baseados em observações diretas, análise de conteúdo estomacal e/ou em análises de amostras fecais, o que é mais comum para esse grupo animal.

Informações duplicadas, oriundas de fontes contendo dados secundários (i.e. artigos de revisão, trabalhos que citam dados coletados e publicados em outras fontes), foram excluídas da análise. Em relação aos nomes científicos e classificações taxonômicas, primeiramente os dados foram tabulados como citados na fonte consultada e posteriormente padronizados de acordo com Simmons (2005) para os morcegos, e de acordo com a Lista de Espécies da

Flora do Brasil 2012 (FORZZA et al., 2012), disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>> para as espécies de plantas nativas do Brasil e a *The Plant List* <<http://www.theplantlist.org/>> para as demais espécies de frutos incluídos na planilha.

Para analisar a consistência da dieta dos morcegos ao longo de sua distribuição espacial, foram confeccionados mapas utilizando os limites políticos dos países da região Neotropical, com a distribuição dos gêneros de frutos consumidos (Cf. JARAMILLO; MANOS, 2001 - *Piper*; KNAPP et al., 2004 - *Solanum*; LOBOVA et al., 2003 - *Cecropia*; SHANAHAN; COMPTON; CORLETT, 2001 - *Ficus*), sobreposta àquela dos gêneros de morcegos, segundo Gardner (2008). Os mapas apresentam a configuração Wallaceana da região Neotropical (WALLACE apud COX, 2001). Além disso, vale ressaltar que a distribuição tanto dos frutos, quanto dos morcegos, está por países, independente se a abrangência é total ou limitada a apenas uma porção desse território. A seleção dos frutos cuja distribuição seria mapeada foi feita com base na análise (vide abaixo) da planilha supracitada, selecionando-se os gêneros de frutos com maiores números de registros de consumo para cada gênero de morcego.

Área de Estudo

A região Neotropical foi utilizada como área de estudo deste trabalho, uma vez que os três gêneros de morcego se distribuem por boa parte de sua extensão (Cf. GARDNER, 2008). Compreende do sul do México ao sul da América do Sul, incluindo todas as ilhas do Caribe, apresentando assim, grande variação latitudinal, conseqüentemente variações de habitats (UDVARDY, 1975). De florestas úmidas, como a de Veracruz no México até os Pampas argentinos, estima-se uma variedade de 90.000 espécies de plantas (GENTRY, 1982; SCHULTZ, 2005).

Análises

Para identificar os gêneros de frutos com maior número significativo de registros de consumo para cada gênero de morcego, tanto na região Neotropical, como nos seus respectivos países e nos estados brasileiros, foi utilizado o teste de qui-quadrado com os valores de registros, com grau de

significância $P < 0,05$. Nos casos em que havia mais de 12 gêneros de fruto para serem comparados, primeiramente foram retirados os dados com valores inferiores à média de todos os registros para cada gênero de morcego.

RESULTADOS

A revisão bibliográfica resultou em 180 trabalhos e 4.448 registros de consumo de frutos pelos três gêneros de filostomídeos. Destes, 3.243 foram utilizados nas análises e 1.205 eram repetições citadas por diferentes fontes. Ao todo, foram citadas 62 famílias e 176 gêneros botânicos. Quanto às espécies de morcegos, foram registradas 26 espécies de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, de acordo com Simmons (2005).

Artibeus obteve 1.582 registros, com 51 famílias e 135 gêneros de frutos; *Carollia* totalizou 1.125 registros, com 44 famílias e 78 gêneros; *Sturnira* teve 536 registros, com 32 famílias e 54 gêneros. Considerando somente os registros apresentados ao nível de gênero de fruto (Tabela 1), 24% (N=376) dos registros de consumo por *Artibeus* foram do gênero *Ficus* ($\chi^2=292,41$; $P<0,00001$), 38,7% (N= 425) dos registros de *Carollia* foram de *Piper* ($\chi^2=1183,63$; $P<0,00001$) e 31% (N=162) dos registros de *Sturnira* foram de *Solanum* ($\chi^2=247,17$; $P<0,00001$). Além disso, *Cecropia* Loeffl. (Urticaceae) destacou-se como o segundo ou terceiro gênero de fruto mais consumido por todos os três gêneros de morcegos analisados. (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de registros dos quatro principais gêneros de frutos consumidos por morcegos dos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, com base em revisão bibliográfica e dados de campo (BIANCONI; MIKICH in litt.). O asterisco indica o número de registros significativamente maior entre todos os dados ($P < 0,05$).

Gênero planta	<i>Artibeus</i> (N _{reg} =1.568)	<i>Carollia</i> (N _{reg} =1.098)	<i>Sturnira</i> (N _{reg} =528)
<i>Solanum</i> L.	80	144	*162
<i>Piper</i> L.	131	*425	121
<i>Cecropia</i> Loeffl.	217	106	55
<i>Ficus</i> L.	*376	49	31

Quando se analisa graficamente a região Neotropical como um todo (Figura 1), percebe-se que há sobreposição entre a distribuição dos morcegos e dos frutos por eles consumidos, de tal forma que onde ocorre o consumidor, ocorre o fruto consumido, porém o inverso não é verdadeiro.



Figura 1 - Mapas da região Neotropical com a distribuição por países dos gêneros de frutos (*Cecropia*, *Ficus*, *Piper* e *Solanum*) mais registrados na dieta dos morcegos *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*. Em cinza sólido está a distribuição dos morcegos (Cf. Gardner 2008) e no pontilhado a dos frutos (Cf. JARAMILLO; MANOS, 2001 - *Piper*; KNAPP et al., 2004 - *Solanum*; LOBOVA et al., 2003 - *Cecropia*; SHANAHAN; COMPTON; CORLETT, 2001 - *Ficus*), que é comum ao quatro gêneros analisados.

Quando os dados são analisados por países, *Ficus* destaca-se como a espécie de fruto mais consumida por *Artibeus* na Bolívia, Brasil, Costa Rica, Cuba, Guatemala, México e Panamá. No entanto, a diferença para os demais gêneros de frutos consumidos foi significativa apenas nos países com grande número total de registros de consumo de frutos, como Brasil ($N_{\text{reg}}=924$), Costa Rica ($N_{\text{reg}}=638$), Panamá ($N_{\text{reg}}=304$) e México ($N_{\text{reg}}=205$), com exceção da Guiana Francesa ($N_{\text{reg}}=556$), onde houve predominância do consumo de frutos do gênero *Cecropia* (Tabela 2).

Piper foi o gênero mais consumido por *Carollia* no Brasil, Costa Rica, Guatemala, Guiana Francesa, México, Panamá, Peru, Bolívia e México, sendo apenas os dois últimos não significativos (apenas 2 registros e $\chi^2=9,10$;

P=0,10, respectivamente) (Tabela 2). Já *Solanum* foi o gênero de fruto mais consumido por *Sturnira* na Argentina, Bolívia, Brasil, Guiana Francesa, México e Peru, embora *Piper* o tenha sido na Costa Rica e Guatemala (Tabela 2).

Tabela 2 - Gêneros de plantas com maior número de registros em cada país, para os morcegos *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, com base em revisão bibliográfica e dados de campo (BIANCONI; MIKICH in litt.). N_{trab} representa o número de trabalhos de cada país e N_{reg} representa o número total de registros até o nível de gênero. O asterisco indica que o número de registros para um dado gênero é significativamente superior ao dos demais consumidos no mesmo país (P < 0.05).

País	N _{trab}	N _{reg}	<i>Artibeus</i>	<i>Carollia</i>	<i>Sturnira</i>
Antilhas Francesas	1	3	<i>Manilkara</i> (1) <i>Solanum</i> (1) <i>Terminalia</i> (1)	-	-
Argentina	5	14	-	-	<i>Celtis</i> (2) <i>Piper</i> (4) <i>Solanum</i> (8)* <i>Solanum</i> (1)
Bolívia	2	8	<i>Cecropia</i> (1) <i>Brosimum</i> (2) <i>Ficus</i> (2)	<i>Piper</i> (2)	<i>Solanum</i> (1)
Brasil	78	924	<i>Piper</i> (44) <i>Cecropia</i> (74) <i>Ficus</i> (116)*	<i>Vismia</i> (20) <i>Solanum</i> (49) <i>Piper</i> (88)*	<i>Ficus</i> (20) <i>Piper</i> (56) <i>Solanum</i> (76)*
Colômbia	1	1	<i>Pilocereus</i> (1)	-	-
Costa Rica	26	638	<i>Cecropia</i> (25) <i>Piper</i> (36) <i>Ficus</i> (51)*	<i>Cecropia</i> (26) <i>Solanum</i> (35) <i>Piper</i> (171)*	<i>Cecropia</i> (8) <i>Solanum</i> (20) <i>Piper</i> (34)*
Cuba	1	33	<i>Spondias</i> (2) <i>Syzygium</i> (2) <i>Ficus</i> (3)	-	-
El Salvador	1	4	<i>Ficus</i> (2) <i>Spondias</i> (2)	-	-
Equador	1	6	-	<i>Ficus</i> (1) <i>Cecropia</i> (2) <i>Piper</i> (2)	-
Guatemala	1	61	<i>Cecropia</i> (4) <i>Piper</i> (8) <i>Ficus</i> (9)	<i>Cecropia</i> (3) <i>Solanum</i> (6) <i>Piper</i> (16)*	<i>Cecropia</i> (1) <i>Solanum</i> (4) <i>Piper</i> (6)
Guiana	1	4	-	<i>Solanum</i> (1) <i>Vismia</i> (1)	<i>Solanum</i> (1) <i>Vismia</i> (1)
Guiana Francesa	17	556	<i>Andira</i> (10) <i>Ficus</i> (41) <i>Cecropia</i> (66)*	<i>Cecropia</i> (28) <i>Solanum</i> (37) <i>Piper</i> (57)*	<i>Cecropia</i> (20) <i>Philodendron</i> (21) <i>Solanum</i> (31)*
Jamaica	1	2	<i>Andira</i> (1) <i>Brosimum</i> (1)	-	-
México	17	205	<i>Cecropia</i> (12) <i>Piper</i> (23) <i>Ficus</i> (35)*	<i>Ficus</i> (3) <i>Cecropia</i> (5) <i>Piper</i> (7)	<i>Cecropia</i> (4) <i>Piper</i> (6) <i>Solanum</i> (7)
Panamá	13	304	<i>Cecropia</i> (12) <i>Spondias</i> (22) <i>Ficus</i> (51)*	<i>Vismia</i> (7) <i>Solanum</i> (8) <i>Piper</i> (59)*	<i>Cecropia</i> (1)
Peru	5	139	<i>Piper</i> (7) <i>Cecropia</i> (15)*	<i>Solanum</i> (7) <i>Cecropia</i> (17) <i>Piper</i> (21)*	<i>Piper</i> (1) <i>Cecropia</i> (2) <i>Solanum</i> (3)
Porto Rico	3	15	<i>Manilkara</i> (2) <i>Cecropia</i> (2)	-	-
Trinidade e Tobago	3	237	<i>Manilkara</i> (8) <i>Syzygium</i> (12)	<i>Manilkara</i> (4) <i>Syzygium</i> (6)	-

Uruguai	1	2	-	-	<i>Eugenia</i> (1) <i>Passiflora</i> (1)
Venezuela	4	42	<i>Anacardium</i> (4) <i>Syzygium</i> (4)	<i>Vismia</i> (1)	<i>Solanum</i> (1) <i>Saurauia</i> (1) <i>Calycolpus</i> (1)

Os países melhor amostrados, em sua maioria, apresentaram mais registros para os gêneros de plantas ditos preferenciais, enquanto que aqueles países com menor número de registros e trabalhos, não apresentaram o padrão observado para o Neotrópico (Tabelas 1 e 2). Entre os últimos, estão as Antilhas Francesas, Colômbia, El Salvador, Guiana, Jamaica, Porto Rico, Trinidad e Tobago, Uruguai e Venezuela, cada um com no máximo quatro trabalhos (Tabela 2). Da mesma forma ocorre quando se separam os dados do Brasil por estados, havendo consistência apenas naqueles com maior quantidade de registros (Tabela 3).

Tabela 3 - Gêneros de plantas com maior número de registros em cada estado brasileiro e o Distrito Federal, para os morcegos *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, com base em revisão bibliográfica e dados de campo (BIANCONI; MIKICH in litt.). N_{trab} representa o número de trabalhos de cada estado e N_{reg} representa o número total de registros até o nível de gênero. O asterisco indica que o número de registros para um dado gênero é significativamente superior ao dos demais consumidos no mesmo estado ($P < 0.05$).

Estado do Brasil	N_{trab}	N_{reg}	<i>Artibeus</i>	<i>Carollia</i>	<i>Sturnira</i>
Amazonas	8	196	<i>Ficus</i> (9) <i>Cecropia</i> (9) <i>Vismia</i> (13)	<i>Vismia</i> (17) <i>Piper</i> (20) <i>Solanum</i> (22)	<i>Piper</i> (9) <i>Vismia</i> (13) <i>Solanum</i> (17)*
Ceará	3	12	<i>Anacardium</i> (1) <i>Solanum</i> (1) <i>Vismia</i> (4)	<i>Solanum</i> (1) <i>Vismia</i> (2)	<i>Solanum</i> (1) <i>Vismia</i> (2)
Distrito Federal	5	52	<i>Eugenia</i> (3) <i>Dyopsis</i> (4) <i>Ficus</i> (10)	-	-
Espírito Santo	5	42	<i>Plinia</i> (3) <i>Syzygium</i> (3) <i>Cecropia</i> (6)	<i>Piper</i> (1) <i>Solanum</i> (2)	-
Goiás	5	11	<i>Rollinia</i> (1) <i>Sacoglottis</i> (2) <i>Piper</i> (3)	<i>Piper</i> (3)	<i>Piper</i> (2)
Maranhão	1	1	<i>Manilkara</i> (1)	-	-
Mato Grosso do Sul	5	27	<i>Piper</i> (2) <i>Cecropia</i> (5) <i>Ficus</i> (10)*	<i>Ficus</i> (1) <i>Piper</i> (2)	<i>Ficus</i> (1) <i>Cecropia</i> (1) <i>Ottonia</i> (1)
Minas Gerais	4	79	<i>Cecropia</i> (4) <i>Piper</i> (6) <i>Ficus</i> (7)	<i>Cecropia</i> (3) <i>Solanum</i> (3) <i>Piper</i> (13)*	<i>Cecropia</i> (4) <i>Solanum</i> (6) <i>Piper</i> (11)*
Pará	3	14	<i>Manilkara</i> (2) <i>Psidium</i> (3) <i>Ficus</i> (4)	-	-
Paraná	10	180	<i>Cecropia</i> (19) <i>Piper</i> (20) <i>Ficus</i> (32)*	<i>Ficus</i> (6) <i>Solanum</i> (7) <i>Piper</i> (20)*	<i>Ficus</i> (7) <i>Piper</i> (12) <i>Solanum</i> (14)*
Pernambuco	2	31	<i>Ficus</i> (3) <i>Cecropia</i> (3)	<i>Cecropia</i> (1) <i>Piper</i> (2)	<i>Cecropia</i> (1) <i>Piper</i> (1)

Rio de Janeiro	8	33	<i>Solanum</i> (4) <i>Terminalia</i> (2) <i>Manilkara</i> (2) <i>Ficus</i> (4)	<i>Solanum</i> (3) <i>Cecropia</i> (1) <i>Solanum</i> (1) <i>Piper</i> (8)*	<i>Solanum</i> (3) <i>Solanum</i> (3)
Rio Grande do Sul	1	28	<i>Cecropia</i> (4) <i>Solanum</i> (5) <i>Ficus</i> (6)	-	<i>Cecropia</i> (1) <i>Piper</i> (3) <i>Solanum</i> (3)
Santa Catarina	3	8	<i>Ficus</i> (1) <i>Solanum</i> (1) <i>Cecropia</i> (3)	-	<i>Ficus</i> (1) <i>Cecropia</i> (1) <i>Billbergia</i> (1)
São Paulo	22	223	<i>Solanum</i> (10) <i>Cecropia</i> (19) <i>Ficus</i> (28)*	<i>Ficus</i> (2) <i>Solanum</i> (10) <i>Piper</i> (19)*	<i>Ficus</i> (7) <i>Piper</i> (17) <i>Solanum</i> (29)*

Os estados do Amazonas, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo apresentaram dados significativos para os itens preferenciais, mesmo que apenas para um gênero de morcego (Tabela 3). No caso dos estados do Paraná e São Paulo, por exemplo, que estão entre os mais amostrados (N_{trab} =10 e 22, respectivamente), o padrão observado para a região Neotropical se repete nos três morcegos frugívoros.

DISCUSSÃO

Os resultados confirmam a consistência espacial da dieta de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* por frutos de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, respectivamente, ao longo de sua distribuição geográfica na região Neotropical. No entanto, em alguns países e estados brasileiros este padrão não foi evidente, provavelmente em função do pequeno número de estudos sobre a dieta de morcegos ali conduzidos, já que na maioria das unidades territoriais com grande esforço amostral, com exceção da Guiana Francesa, o maior consumo esperado para alguns gêneros foi observado.

A presença de *Cecropia*, planta da família Urticaceae, exclusivamente Neotropical e pioneira com relevante papel no início da sucessão florestal (LOBOVA et al., 2003) dentre os quatro gêneros mais consumidos por esses morcegos, provavelmente está relacionada à sua proximidade filogenética com a família Moraceae (ZHANG et al., 2011). Outros gêneros, no entanto, destacaram-se em função de sua importância circunscrita a algumas regiões, como *Vismia* Vand. (Hypericaceae) no Brasil e Panamá, *Spondias* L. (Anacardiaceae) em Cuba, El Salvador e Panamá, e *Philodendron* Schott (Araceae) na Guiana Francesa. Algumas dessas espécies são exóticas, podendo trazer impactos à flora nativa. É o caso de *Syzygium* Gaertn (Myrtaceae), gênero nativo do sudeste da Ásia, introduzido por seu potencial ornamental e frutos comestíveis e que figura como um dos mais invasivos dentre as angiospermas (REJMÁNEK; RICHARDSON, 1996). Neste cenário de alimento abundante, os morcegos acabam usando e dispersando o recurso disponível (LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009), reforçando a necessidade de planejamentos urbanos e rurais para conservar a flora nativa (BARROS; BISAGGIO; BORGES, 2006).

A interação entre os morcegos frugívoros e os frutos por eles consumidos é mutualística, pois traz benefícios tanto para o consumidor, com o ganho de energia e nutrientes, como para a planta, que tem seus propágulos transportados para longe da planta-mãe, mas é do tipo facultativo (BOUCHER; JAMES; KEELER, 1982). Isto fica evidente quando se analisa o mapa com as distribuições espaciais desses dois grupos e percebe-se que a distribuição dos principais gêneros de frutos consumidos por morcegos suplanta a destes

filostomídeos. De acordo com alguns autores, espécies com ampla distribuição geográfica sofrem diferentes pressões de acordo com sua localização, estabelecendo diferentes interações e desenvolvendo distintas especializações (THOMPSON, 2005; MELLO et al., 2011). No entanto, no caso dos três gêneros de morcegos estudados, percebe-se que mesmo com toda a variação climática, geomorfológica e, principalmente, florística, fitogeográfica, fitossociológica encontrada ao longo da região Neotropical (que compreende aproximadamente 90.000 espécies de plantas – Cf. GENTRY, 1982; SCHULTZ, 2005), o consumo por esses determinados frutos manteve-se relativamente constante. Como exemplo, no México, país equatorial, estes morcegos se alimentaram mais de *Ficus*, *Piper* e *Solanum* (e.g. OLEA-WAGNER et al., 2007); na Argentina, país com clima subtropical, o mesmo padrão de consumo foi observado por Sánchez et al. (2012).

A consistência espacial encontrada na dieta dos filostomídeos estudados sugere forte interação entre esses mutualistas. Um dos fatores a contribuir para essa interação é a síndrome de dispersão, já que os três gêneros preferenciais possuem diversas espécies que se enquadram na síndrome quiropterocórica (Cf. VAN DER PIJL, 1957). Tais atributos facilitam a sua localização e apreensão pelos morcegos (e.g. LASKA; SCHMIDT, 1986; THIES; KALKO; SCHNITZLER, 1998; MIKICH et al., 2003).

O significativo consumo de frutos de moráceas - principalmente figueiras - por *Artibeus* é amplamente corroborado por estudos (e.g. MORRISON, 1978; BONACCORSO, 1979; HANDLEY; WILSON; GARDNER, 1991; MIKICH, 2002; GIANINNI; KALKO, 2004; OLEA-WAGNER et al., 2007). *Ficus* é um gênero de árvores de dossel, amplamente distribuído na região Neotropical, do México ao Paraguai (BANACK; HORN; GAWLICK, 2002), cujos representantes são assincrônicos intraespecíficos, mas apresentam “boom” de maturação dos sicônios dentro da copa, que geralmente contém milhares de frutos (MORRISON, 1978; FIGUEIREDO; SAZIMA, 1997). Tal abundância de recursos atrai consumidores de diversos grupos, como aves, primatas e outros mamíferos (SHANAHAN; COMPTON; CORLETT, 2001 - para uma revisão), sendo, por vezes, considerado recurso-chave para a fauna (TERBORGH, 1986). Alguns autores relacionam o elevado consumo de *Ficus* por morcegos à: posição ocupada por essas árvores no estrato florestal (BONACCORSO,

1979), composição nutricional (WENDELN; RUNKLE; KALKO, 2000; DUMONT, 2003; FRANCENER, 2006), ou um comportamento oportunista exibido em função da abundância desse recurso (HEITHAUS; FLEMING; OPLER, 1975; BONACCORSO, 1979; MELLO; PASSOS, 2008). Embora esse último fator deva contribuir para a manutenção da relação *Artibeus-Ficus*, a seleção por frutos desse gênero ocorre mesmo quando a sua abundância é inferior a de outros frutos (MORRISON, 1978; PAROLIN et al. in prep. - Capítulo II deste trabalho).

Piperáceas e morcegos do gênero *Carollia* possuem grande afinidade, havendo na literatura muitos registros de consumo de frutos de *Piper* por esse filostomídeo (e.g. BONACCORSO, 1979; CHARLES-DOMINIQUE, 1986; FLEMING, 1988; THIES; KALKO, 2004; SÁNCHEZ; GIANNINI; BARQUEZ, 2012; este estudo) e uma proposta de coevolução apresentada por Thies e Kalko (2004). O gênero *Piper* compreende plantas pioneiras, comuns em área degradadas (MIKICH et al., 2003; LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009). Suas infrutescências são drupas com características marcantes de frutos quiropterocóricos (VAN DER PIJL, 1957), além de possuírem padrão de amadurecimento sequencial com a apresentação de poucos frutos maduros por noite (DUMONT, 2003; padrão *steady state* segundo SNOW, 1965), mas por um longo período de tempo (meses) (FLEMING, 1988) e com sucessão de espécies do mesmo gênero ao longo de um ciclo sazonal (FLEMING; HEITHAUS, 1986). Esse conjunto de características faz com que *Piper* forneça um recurso previsível para *Carollia*, mantendo esse morcego como seu consumidor e dispersor (THIES; KALKO, 2004).

O gênero *Sturnira* também parece consumir prioritariamente frutos com padrão *steady state* (sensu SNOW, 1965), isto é, que apresentam oferta baixa e constante de frutos. Embora diversos estudos apresentem seu consumo preferencial por *Solanum* (e.g. FLEMING, 1986; ASCORRA; WILSON, 1992; GIANNINI, 1999; MELLO; KALKO; SILVA, 2008; LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009), há relatos de sua interação com frutos de *Piper* (GIANNINI, 1999; MIKICH, 2002; MELLO, 2006; LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009; SÁNCHEZ; GIANNINI; BARQUEZ, 2012). Embora no presente estudo *Solanum* tenha sido o gênero mais consumido por *Sturnira*, o consumo de frutos de *Piper* também foi expressivo.

Fator pouco comentado, mas de relevante interesse nesta discussão, é a fidelidade espacial de morcegos, moldada pela fenologia e ocorrência de seus frutos preferidos (Cf. BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2006; FARIA; BAUMGARTEN, 2007; BIANCONI, 2009). No caso, *Carollia* apresenta maior constância em certos habitats em relação à *Artibeus*, devido à previsibilidade espacial e temporal do seu fruto preferido (*Piper*). A morfologia do animal pode estar relacionada com este padrão de forrageio, uma vez que devido ao pequeno porte de *Carollia* (14 - 25 g), sua capacidade de vôo é mais restrita a ambientes fechados (STOCKWELL, 2001). O oposto ocorre com os indivíduos de *Artibeus*, que não se mantém por muito tempo em um mesmo ambiente, provavelmente pela fenologia assincrônica e a baixa abundância de seu recurso mais consumido, *Ficus* (BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2006; BIANCONI, 2009); padrão que este pode ter relação ao seu tamanho maior (55 - 70 g) e grande potencial de vôo, o que lhe permite percorrer grandes distâncias numa única noite na busca por alimento (STOCKWELL, 2001; DUMONT, 2003).

Os dados trazem também subsídios para uma ampla utilização dos óleos essenciais de *Ficus*, *Piper* e *Solanum* na ferramenta para a recuperação de áreas degradadas desenvolvida por Mikich et al. (2003) e Bianconi et al. (2007). Esta, utiliza-se dos óleos isolados de frutos quiropterocóricos para a atração de morcegos dispersores para áreas abertas, visando incrementar a chuva de sementes. Sabendo que *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* apresentam consistência na escolha destes frutos ao longo de sua distribuição geográfica (salvo exceções), esses óleos essenciais serão potencialmente reconhecidos pelos morcegos e poderão contribuir significativamente para o processo de regeneração induzida de áreas degradadas em toda a região Neotropical.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior parte dos registros de consumo de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* pelos gêneros *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, tanto na região Neotropical, como nos seus países e nos estados brasileiros melhor amostrados, confirmam uma consistência espacial. Esta observação pode ser justificada tanto pela ampla distribuição dos grupos, como pela forma de oferta destes recursos, favorecendo o encontro mutualístico. Os dados também sugerem a necessidade de um maior esforço para preencher as lacunas dos países ou estados (do Brasil) ainda subamostrados quanto à dieta destes animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCORRA, C. F.; WILSON, D. E. Bat frugivory and seed dispersal in the amazon, Loreto, Peru. **Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos (A)**, Lima, v.43, p.1-6, 1992.

BANACK, S. A.; HORN, M. H.; GAWLICK, A. Disperser-vs.establishment-limited distribution of a riparian fig tree (*Ficus insipida*) in a Costa Rican tropical rain Forest. **Biotropica**, Washington, v.34, n.2, p. 232-243, 2002.

BARROS, R. S. M.; BISAGGIO, E. L.; BORGES, R. C. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em fragmentos florestais urbanos no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v.6, n.1, p.1-6, 2006.

BIANCONI, G. V. **Morcegos frugívoros no uso do hábitat fragmentado e seu potencial para recuperação de áreas degradadas: subsídios para uma nova ferramenta voltada à conservação**. Tese, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remnants in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.23, n.4, p.1199-1206, 2006.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, Washington, v.39, n.1, p.136-140, 2007.

BONACCORSO, F. J. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. **Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences**, Gainesville, v.24, n. 4, p. 359-408, 1979.

BOUCHER, D. H.; JAMES, S.; KEELER, K. H. The Ecology of Mutualism. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v.13, p.315-347, 1982.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana, p. 119-135. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Eds.) **Frugivores and seed dispersal**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1986.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.7, n.2, p. 243-256, 1991.

COX, C. B. The biogeographic regions reconsidered. **Journal of Biogeography**, Oxford, v.28, p.511-523, 2001.

DATABASE OF NEOTROPICAL BAT/PLANT INTERACTIONS. Disponível em:

http://www.nybg.org/botany/tlobova/mori/batsplants/database/dbase_main.htm. Acesso em: 4 agosto 2012.

DUMONT, E. R. Bats and Fruit: An ecomorphological approach. In: KUNZ, T. H.; FENTON, B. (Eds.) **Bat Ecology**. University of Chicago Press, Chicago, 2003.

FARIA, D.; BAUMGARTEN, J. Shade cacao plantations (*Theobroma cacao*) and bat conservation in southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, London, v.16, n.2, p.291-312, 2007.

FENTON, M. B. The foraging behavior and ecology of animal eating bats. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v.68, p.411-422, 1990.

FIGUEIREDO, R. A.; SAZIMA, M. Phenology and pollination ecology of three Brazilian fig species (Moraceae). **Botanica Acta**, Stuttgart, v.110, n.1, p.73-78, 1997.

FLEMING, T. H. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Eds.). **Frugivores and seed dispersal**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1986.

FLEMING, T. H. **The short-tailed fruit bat: A study in plant-animal interactions**. University Chicago Press, Chicago, 1988.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.67, n.4, p.660-671, 1986.

FORZZA, R. C.; LEITMAN, P. M.; COSTA, A. F.; CARVALHO JR., A. A.; PEIXOTO, A. L.; WALTER, B. M. T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D. P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H. C.; PRADO, J.; STEHMANN, J. R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; PIRANI, J. R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L. C.; LOHMANN, L. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVEIRA, M.; COELHO, M. N.; MAMEDE, M. C.; BASTOS, M. N. C.; MORIM, M. P.; BARBOSA, M. R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T. B.; SOUZA, V. C. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>>. Acesso em: 4 agosto 2012.

FRANCENER, S. M. C. **Análise nutricional de *Piper*, *Solanum* e *Ficus* e sua importância na dieta dos morcegos**. Dissertação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

GARDNER, A. L. **Mammals of South America, Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats**. University of Chicago Press, Chicago and London, 2008.

GENTRY, A. H. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the andean orogeny? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St Louis, v.69, n.3, p.557-593, 1982.

GIANNINI, N. P. Selection of diets and elevation by sympatric species of *Sturnira* in an Andean rainforest. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.80, p.1186-1195, 1999.

GIANNINI N. P.; KALKO, E. K. V. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panamá. **Oikos**, Copenhagen, v.105, p.209-220, 2004.

HANDLEY, C. O. Jr.; WILSON, D. E.; GARDNER, A. L. **Demography and natural history of the common fruit bat *Artibeus jamaicensis* on Barro Colorado Island, Panamá**. Smithsonian Institution Press, Washington, 1991.

HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T. H.; OPLER, P. A. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. **Ecology**, Washington, v.56, n.4, p.841-854, 1975.

HENRY, M.; JOUARD, S. Effect of bat exclusion on patterns of seed rain in tropical rainforest in French Guiana. **Biotropica**, Washington, v.39, n.4, p.510-518, 2007.

IUDICA, C. A.; BONACCORSO, F. J. Feeding of the bat, *Sturnira lilium*, on fruits of *Solanum riparium* influences dispersal of this pioneer tree in forests of northwestern Argentina. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Tübingen, v.32, n.1, p.4-6, 1997.

JARAMILLO, M. A.; MANOS, P. S. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (Piperaceae). **American Journal of Botany**, Columbus, v.88, n.4, p.706-716, 2001.

KALKO, E. K. V.; HANDLEY JR., C. O. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure and implications for conservation strategies. **Plant Ecology**, Dordrecht, v.153, n.1-2, p.319-333, 2001.

KALKO, E. K. V.; HANDLEY JR., C.O.; HANDLEY, D. 1996. Organization, diversity and long-term dynamics of a neotropical bat community. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, J. A. (Eds.) **Long-term studies of vertebrate communities**. Academic Press, New York, 1996.

KNAPP, S.; BOHS, L.; NEE, M.; SPOONER, D.M. Solanaceae: a model for linking genomics and biodiversity. **Comparative and Functional Genomics**, New York, v.5, p.285-291, 2004.

LASKA, M.; SCHMIDT, U. Untersuchungen zur olfaktorischen orientierung bei der Brillenblattnase, *Carollia perspicillata* (Chiroptera). **Zeitschrift für Säugetierkunde**, Berlin, v.51, p.129-138, 1986.

LOBOVA, T. A.; GEISELMAN, C. K.; MORI, S. A. **Seed dispersal by bats in the Neotropics**. New York Botanical Garden Press, New York, 2009.

LOBOVA, T. A.; MORI, S. A.; BLANCHARD, F.; PECKHAM, H.; CHARLES-DOMINIQUE, P. *Cecropia* as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. **American Journal of Botany**, Columbus, v.90, n.3, p.388-403, 2003.

MEDELLÍN, R. A.; GAONA, O. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. **Biotropica**, Washington, v.31, n.3, p.478-485, 1999.

MELLO, M. A. R. **Interações entre o morcego *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas da família Solanaceae**. Tese, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

MELLO, M. A. R.; KALKO, E. K. V.; SILVA, W. R. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.24, n.2, p.225-228, 2008.

MELLO M. A. R.; PASSOS, F. C. Frugivoria em morcegos brasileiros. In: PACHECO, S.M.; ESBERARD, C. E. L.; MARQUES, R.V. (Eds.) **Morcegos do Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação**. Editora Armazém Digital, Porto Alegre, 2008.

MELLO, M. A. R.; MARQUITTI, F. M. D.; GUIMARÃES JR., P. R.; KALKO, E. K. V.; JORDANO, P.; AGUIAR, M. A. M. The missing part of seed dispersal networks: structure and robustness of bat-fruit interactions. **PLoS One**, San Francisco, v.6, n.2, p.1-10, 2011.

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**, Curitiba, v.19, n.1, p.239-249, 2002.

MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V.; MAIA, B. H. L. N. S.; TEIXEIRA, S. D. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.29, n.10, p.2379-2383, 2003.

MORRISON, D. W. Influence of habitat on the foraging distances of the fruit bat, *Artibeus jamaicensis*. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.59, n.3, p.622-624, 1978.

MUSCARELLA, R.; FLEMING, T. H. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, London, v.82, n.4, p.573-590, 2007.

OLEA-WAGNER, A.; LORENZO, C.; NARANJO, E.; ORTIZ, D.; LEON-PANIAGUA, L. Diversity of fruits consumed by three species of bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in the Lacandona rainforest, Chiapas, México. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, Coyoacán, v.78, n.1, p.191-200, 2007.

PALMERIM, J. M.; GORCHOV, D. L.; STOLESON, S. Trophic structure of a neotropical frugivore community: is there competition between birds and bats? **Oecologia**, Berlin, v.79, n.3, p.403-411, 1989.

QUESADA, M.; STONER, K. E.; LOBO, J. A.; HERRERÍAS-DIEGO, Y.; PALACIOS-GUEVARA, C.; MUNGUÍA-ROSAS, M. A.; O-SALAZAR, K. A.; ROSAS-GUERRERO, V. Effects of forest fragmentation on pollinator activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat-pollinated bombacaceous trees. **Biotropica**, Washington, v.36, n.2, p.131-138, 2004.

REJMÁNEK, M.; RICHARDSON, D. M. What attributes make some plant species more invasive? **Ecology**, Washington, v.77, p.1655-1660, 1996.

RIDLEY, H. N. 1930. **The dispersal of plants throughout the world**. L. Reeve & co., Ltd., Ashford, 1930.

SÁNCHEZ, M. A.; GIANNINI, N. P.; BARQUEZ, R. M. Bat frugivory in two subtropical rain forests of Northern Argentina: Testing hypotheses of fruit selection in the Neotropics. **Mammalian Biology**, Jena, v.77, p.22-31, 2012.

SCHULTZ, J. **The Ecozones of the World**, Springer, Berlin Heidelberg New York, 2005.

SHANAHAN, M.; SO, S.; COMPTON, S. G.; CORLETT, R. Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. **Biological Reviews**, London, v.77, p.529-572, 2001.

SIMMONS, N. B. Order Chiroptera. In WILSON, D. E.; REEDER, D. M. **Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference**. Johns Hopkins University Press, Maryland, 2005.

SIMMONS, N. B.; VOSS, R. S. The mammals of Paracou, French Guiana: a neotropical lowland rainforest. Part 1: Bats. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v.237, 1-219, 1998.

SNOW, D. W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos**, Copenhagen, v.15, n.2, p.274-281, 1965.

TERBORGH, J. Community aspects of frugivory in tropical forests. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T.H. (Eds.) **Frugivores and seed dispersal**: Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1986.

THE PLANT LIST - VERSION 1. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org>>. Acesso em: 4 agosto 2012.

THIES, W.; KALKO, E. K. V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, Copenhagen, v.104, n.1, p.362-376, 2004.

THIES, W.; KALKO, E. K. V.; SCHNITZLER, H. U. The roles of echolocation and olfaction in two Neotropical fruit-eating bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, feeding on *Piper*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v.42, n.6, p.397-409, 1998.

THOMPSON, J. N. **The geographic mosaic of coevolution**. University of Chicago Press, Chicago, 2005.

UDVARDY, M. D. F. A classification of the biogeographical provinces of the World. **IUCN Occasional Paper**, Morges, v.18, p.1-49, 1975.

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

WEB OF SCIENCE. Disponível em: <<http://apps.webofknowledge.com>>. Acesso em: 4 agosto 2012.

WENDELN, M. C.; RUNKLE, J. R.; KALKO, E. K. V. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. **Biotropica**, Washington, v.32, n.3, p.489-501, 2000.

WILLIG, M. R.; PRESLEY, S. J.; BLOCH, C. P.; HICE, C. L.; YANOVIK, M. M.; DÍAZ, M. M.; CHAUCA, L. A.; PACHECO, V.; WEAVER, S. C. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: effects of habitat alteration on abundance. **Biotropica**, Washington, v.39, n.6, p.737-746, 2007.

ZHANG, S.; SOLTIS, D. E.; YANG Y.; LI, D.; YI, T. Multi-gene analysis provides a well-supported phylogeny of Rosales. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, San Diego, v.60, n.1, p.21-8, 2011.

CAPÍTULO II

**CONSISTÊNCIA TEMPORAL NA PREFERÊNCIA DE FRUTOS DOS
GÊNEROS *FICUS*, *PIPER* E *SOLANUM* POR *ARTIBEUS*, *CAROLLIA* E
STURNIRA (PHYLLOSTOMIDAE, CHIROPTERA) NA REGIÃO
NEOTROPICAL**

RESUMO

O estudo fenológico de uma área, aliado a dados de dieta de grupos animais, possibilita inferências sobre preferência alimentar, uma vez que esta só se observa unindo informações de consumo e disponibilidade. Morcegos frugívoros, apesar de apresentarem uma dieta diversa, consomem mais de um grupo “core” de plantas. No caso, *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* apresentam consumo frequente pelos gêneros de frutos *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, respectivamente. O objetivo deste estudo foi analisar se existe correspondência entre este maior consumo, ao longo do tempo, com a disponibilidade de frutos. Para tanto, foram utilizados dados de amostras fecais destes morcegos, coletados durante oito anos, relacionados com a fenologia dos frutos zoocóricos da mesma área de estudo. Os resultados confirmaram a preferência alimentar destes gêneros ao longo do tempo, um processo facilitado por frutificações assíncronas ou sequenciais dos frutos preferenciais, mostrando que estes animais não são oportunistas, mas sim apresentam seletividade quanto à dieta.

Palavras-chave: Fenologia. Frutos. Phyllostomidae. Preferência alimentar.

ABSTRACT

The phenological study of an area, combined with the diet data of the frugivorous animals that lives there, enables inferences on food preference, as this is only observed in the integration of consumption and availability. Fruit bats, presents a diverse diet, but consume more of one core group of plants. Artibeus, Carollia and Sturnira have frequent consumption of fruits of the genus Ficus, Piper and Solanum, respectively. The objective of this study was to examine whether there is alignment between this higher consumption with the availability of fruits. For this, we used data from fecal samples of these bats, collected during eight years, crossed with the phenology of zoochorous fruits in this same area. With these data it can be confirmed the feeding preference of these genera over time, facilitated by the asynchronous or sequential fructifications of the preferred fruit, showing that these animals are not opportunistic but exhibit selectivity on their diet.

Keywords: Phenology. Fruits. Phyllostomidae. Food preference.

INTRODUÇÃO

O monitoramento fenológico é uma importante ferramenta na análise da ecologia e evolução de espécies em comunidades tropicais (CROAT, 1969; JANZEN, 1980; NOMA; YUMOTO, 1997; REYS et al., 2005), uma vez que revela padrões de organização temporal de recursos nas mesmas (LIETH, 1974; VAN SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993; BLENDINGER et al., 2012; GONZÁLEZ-CASTRO; TRAVESET; NOGALES, 2012). Fatores bióticos e abióticos podem influenciar os ciclos temporais dos grupos botânicos (e.g. GARWOOD, 1983; RATHCKE; LACEY, 1985; FRENCH, 1992), estando a precipitação, a temperatura e o comprimento do dia como os fatores físicos mais importantes (MORELATTO et al., 2000) e as interações com polinizadores e dispersores como os fatores biológicos cruciais na reprodução e estabelecimento das plantas superiores (JANZEN, 1980).

A fase de frutificação em uma planta deve ocorrer no melhor momento para dispersão de suas sementes (SARMIENTO; GOLSTEIN; MEINZER, 1985), coincidindo em alguns locais do Neotrópico com a época chuvosa (VAN SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993). Este fato leva a uma sincronia entre as espécies de um mesmo local, resultando em grande competição por dispersores, ou mesmo por diferenciação entre as plantas (SNOW, 1965; RATHCKE; LACEY, 1985). Tais pressões acabam por selecionar características específicas de tamanho, cor, composição química e também fenológicas, que restringem o consumo das plantas por certos grupos animais (CHARLES-DOMINIQUE, 1993; LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009), levando a adaptações simultâneas entre animal e planta (FLEMING, 1988).

Interações desse tipo podem ser observadas entre frutos e morcegos frugívoros da família Phyllostomidae, cujo papel de destaque na dispersão de sementes em florestas tropicais é conhecido desde a década de 1930 (RIDLEY, 1930). Os filostomídeos da região Neotropical, apesar de possuírem uma dieta bastante diversificada em termos de espécies de frutos, além de outros itens eventuais, como insetos, apresentam preferência por um grupo restrito de taxa. Em geral, os morcegos frugívoros *Artibeus* Leach, 1821, *Carollia* Gray, 1838 e *Sturnira* Gray, 1842 apresentam maior consumo de frutos dos gêneros *Ficus* L. (Moraceae), *Piper* L. (Piperaceae) e *Solanum* L.

(Solanaceae), respectivamente (BONACCORSO, 1979; CHARLES-DOMINIQUE, 1986; FLEMING 1988; KALKO; HANDLEY; HANDLEY, 1996; IUDICA; BONACCORSO, 1997; WENDELN; RUNKLE; KALKO, 2000; FARIA; BAUMGARTEN, 2007; MELLO; KALKO; SILVA, 2008; SÁNCHEZ; GIANNINI; BARQUEZ, 2012). *Ficus*, gênero assincrônico intraespecífico, apresenta maturação simultânea em um mesmo indivíduo, produzindo copas com grande quantidade de frutos maduros, em geral disponíveis por poucas semanas (MORRISON, 1978). Já *Piper* e *Solanum* fornecem menores quantidades de frutos por noite, mas ao longo de um período mais extenso (DUMONT, 2003), que frequentemente chega a meses.

O consumo prioritário de algumas espécies de frutos por parte desses morcegos sugere que um ou mais dos fatores estejam envolvidos nas escolhas. De acordo com Chensson (1983), preferência alimentar é caracterizada quando um animal, mesmo frente a outras opções de escolha, utiliza prioritariamente determinada fonte de alimento. Portanto, no caso dos animais frugívoros, para se inferir sobre suas preferências alimentares, é necessário conhecer a oferta de todos os frutos com potencial de consumo a cada período de tempo, bem como suas flutuações sazonais em uma dada região.

Desta forma, com base no cruzamento de dados de disponibilidade e consumo de frutos pelos filostomídeos dos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, o presente estudo propõe-se avaliar suas preferências alimentares, examinando a consistência temporal. Pretende, assim, testar a hipótese de que, na presença de frutos maduros de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, os morcegos frugívoros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, os consumirão, respectivamente, em maior frequência do que frutos de outros gêneros zoocóricos, confirmando sua preferência.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi baseado em ampla base de dados dos autores (SBM e GVB) para alguns fragmentos de Floresta Atlântica, incluindo estudos de interação morcego-planta já publicados (MIKICH, 2002; MIKICH et al., 2003; BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2004; BIANCONI et al., 2007; BIANCONI, 2009; BIANCONI et al., 2010) e outros inéditos (BIANCONI; MIKICH in litt.). Os dados foram cruzados àqueles de uma pesquisa fenológica ali desenvolvida, ao longo de oito anos consecutivos (1990 - 1997), que englobou 204 espécies zoocóricas (MIKICH, 2001; MIKICH; SILVA, 2001).

Área de estudo

Os fragmentos de Floresta Atlântica estudados localizam-se no município de Fênix (23° 55'S – 51° 57'W), estado do Paraná, Sul do Brasil. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa ou Subtropical Úmido Mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes. A temperatura no mês mais quente é superior a 22 °C e no mês mais frio inferior a 18 °C. A precipitação anual varia entre 1.400 e 1.500 mm. Apresenta tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida (MAACK, 1981; ITCF, 1987).

Cruzamento de dados

A dieta dos morcegos foi avaliada por meio de amostras fecais coletadas durante 46 meses ao longo de oito anos (12/2000 a 03/2008) a partir de morcegos capturados em redes-de-neblina, identificados e deixados em sacos de pano individuais por, pelo menos, uma hora para defecarem. *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838, *Artibeus planirostris* Spix, 1823, *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) e *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) foram as espécies utilizadas neste estudo. Os gêneros foram tratados separadamente, sendo que as diferentes espécies de *Artibeus* foram agrupadas para a análise, já que o enfoque deste estudo é nas preferências dos gêneros como um todo. As amostras de fezes foram triadas para a separação das sementes e identificadas com base em uma coleção de referência da área de estudo. As possíveis informações sobre consumo de

insetos e néctar (pólen) não foram aqui avaliadas, assim como as sementes que não foram identificadas ao nível de espécie. Há que se considerar que a análise de amostras fecais permite apenas a identificação de espécies de frutos cujas sementes podem ser ingeridas e defecadas por morcegos filostomídeos, o que não representa uma séria limitação do método no caso do grupo, já que a maioria das espécies quiropterocóricas possuem sementes pequenas (LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009). Para as espécies *Piper gaudichaudianum* Kunth e *P. diospyrifolium* Kunth, cujos períodos de frutificação se sobrepõem e suas sementes são muito parecidas, não permitindo uma identificação segura, optou-se pelo tratamento em um complexo chamado “Piper gaudi/diospy”.

Foram analisadas 952 amostras fecais de *Artibeus* spp. contendo 28.509 sementes e 1.078 registros diferentes (cada espécie em uma amostra fecal representa um registro e algumas amostras possuem sementes de mais de uma espécie); 309 amostras de *Carollia perspicillata* com 23.967 sementes e 383 registros, e 53 amostras de *Sturnira lilium* com 1.409 sementes e 61 registros. O número de registros mensais para cada espécie de fruto nas amostras fecais dos três gêneros de morcegos foi usado nas análises. Para tanto, tais valores foram combinados aos dados fenológicos (Cf. MIKICH; SILVA, 2001) das espécies consumidas, correlacionando o mês de consumo da espécie de fruto, com sua fenologia reprodutiva para o período, sendo esta dividida em: sem frutos, disponibilidade de frutos imaturos, média e baixa disponibilidade de frutos maduros e alta disponibilidade de frutos maduros. Essa classificação segue a proposta de Fournier (1974) na qual é estimada a intensidade de cada fenofase por meio de escala intervalar de cinco categorias (0 a 4), com intervalos de 25 % entre cada uma delas. No caso das entradas de “Piper gaudi/diospy” foi usada a fenologia combinada das duas espécies, utilizando sempre o *status* fenológico de maior disponibilidade (e.g. se *P. gaudichaudianum* num dado mês possuía média disponibilidade de frutos e *P. diospyrifolium* alta, foi utilizado o *status* de alta disponibilidade de frutos maduros). Já a fenologia das espécies de *Ficus* foi determinada como média e baixa disponibilidade ao longo de todo período, dada a sua forma assincrônica de apresentação de frutos nas populações (DUMONT, 2003).

Análises

Os dados foram analisados usando o teste do qui-quadrado, em que foram comparados os números de registros das espécies de fruto para cada gênero de morcego em cada mês do ciclo anual. O grau de significância utilizado foi $P < 0,05$.

RESULTADOS

Considerando todos os registros somados, *Artibeus* (N=1.078 registros) consumiu 15 espécies de seis gêneros e cinco famílias, *Carollia* (N=383) consumiu 16 espécies de sete gêneros e quatro famílias, e *Sturnira* (N=61) consumiu 12 espécies de cinco gêneros e quatro famílias. No total, os três morcegos consumiram 19 espécies, oito gêneros e cinco famílias, indicando alta sobreposição nas suas dietas: 72,2% das espécies entre *Artibeus* e *Carollia*, 68,7% entre *Artibeus* e *Sturnira* e 70,5% entre *Carollia* e *Sturnira* (Tabela 1).

A espécie mais consumida por *Artibeus* foi *Ficus insipida* Willd. ($\chi^2=2492,96$; $P<0,05$), no caso de *Carollia* foi “*P.gaudi/diospy*” ($\chi^2=132,93$; $P<0,05$) e de *Sturnira* foi *Solanum caavurana* Vell. ($\chi^2=23,55$; $P<0,05$) (Tabela 1). Se considerados apenas os gêneros de plantas, *Ficus* (N=5 espécies consumidas na área de estudo) esteve presente em 704 (65,3%) dos 1.078 registros de *Artibeus*, *Cecropia* Loefl. (N=2) em 138 (12,8%), *Maclura* Nutt. (N=1) em 97 (8,9%), *Solanum* (N=2) em 71 (6,5%), *Piper* (N=5) em 67 (6,2%) e *Psidium* L. (N=1) em apenas um (0,09%). No caso de *Carollia*, *Piper* (N=5 espécies consumidas na área de estudo) representou 288 (75,2%) dos 383 registros, *Ficus* (N=4) 32 (8,3%), *Solanum* (N=3) 27 (7,04%), *Cecropia* (N=2) 20 (5,2%), *Maclura* (N=1) 14 (3,6%), enquanto *Morus* L. (N=1) e *Ottonia* Spreng. (N=1) apenas um (0,2%). Para *Sturnira*, *Solanum* (N=3 espécies consumidas na área de estudo) representou 22 (36,06%) dos 61 registros, *Piper* (N=4) 14 (22,9%), *Ficus* (N=3) e *Maclura* (N=1) 12 (19,6%) cada um, e *Cecropia* (N=1) apenas um (1,6%) do total de registros para esse filostomídeo (Tabela 1).

Quando os registros foram distribuídos por mês, a preferência alimentar de *Artibeus* por *Ficus* ficou bastante evidente, já que nos meses de janeiro a julho, o maior número de registros foi para *Ficus insipida* e, em agosto e outubro foi para *Ficus glabra* Vell. ($\chi^2=25,30$; $P<0,05$). Novembro, ao entrar na sua fenofase de alta disponibilidade de frutos maduros, os registros de consumo são dominados por *Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud. ($\chi^2=728,74$; $P<0,05$). Fechando o ciclo sazonal, em dezembro o maior número de registros de consumo divide-se entre *F. insipida* e *M. tinctoria*, com 10 e 11 registros, respectivamente ($\chi^2=725,88$; $P<0,05$).

Os dados de consumo para *Carollia* de janeiro a maio são significativos para “*Piper gaudi/diospy*”, não havendo significância em junho. Em julho, quando há alta disponibilidade de frutos maduros de *Piper hispidum* Sw., esta espécie tem o maior número de registros de consumo ($\chi^2 = 23,44$; $P < 0,05$). Em agosto não há diferença significativa entre as frequências das espécies consumidas, mas em setembro, “*Piper gaudi/diospy*” e *P. hispidum* assumem os maiores valores, com sete e oito, respectivamente ($\chi^2 = 19,33$; $P < 0,05$). Os demais meses não apresentaram diferenças significativas entre as espécies.

Sturnira só obteve registros significativos no mês de maio, com sete para *Solanum caavurana* ($\chi^2 = 15,00$; $P < 0,05$), não apresentando diferenças nos demais meses (Tabela 1).

Tabela 1 - Registros de consumo de frutos encontrados nas amostras fecais de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* capturados durante 46 meses em remanescentes de Floresta Atlântica do sul do Brasil. As tonalidades representam as seguintes fenofases: preto - alta disponibilidade de frutos maduros, cinza escuro - média e baixa disponibilidade de frutos maduros, cinza claro - presença exclusiva de frutos imaturos e branco - ausência de frutos. O asterisco indica número de registros significativamente maior no total dos registros e entre cada mês ($P < 0,05$).

Fruto	Total	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	45	3	6	3		2		3	1	3	9	10	5
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	93	2	9	28	21	9	3	2		1	7	7	4
<i>Ficus glabra</i> Vell.	194	11	6	43	8	21	31	15	19*		27*	3	9
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	45	2	5	7	3	7	5		3	4	6	1	2
<i>Ficus insipida</i> Willd.	451*	47*	45*	104*	43*	29*	81*	49*	16	4	19	3	10*
<i>Ficus luschnatiana</i> (Miq.) Miq.	1												1
<i>Ficus monckii</i> Hassl.	13		4	3	1		3			1	1		
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	97	2	5	43	15	2	2			1		16*	11*
<i>Piper amalago</i> L.	5			1	1	1						1	
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	1				1								
<i>Piper gaudi/diospy</i>	42	8	5	10	9	6	2					1	1
<i>Piper hispidum</i> Sw.	19	2	3	4	2	2	1	3				1	1
<i>Psidium guajava</i> L.	1							1					
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	61				3	30	22	6					
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	10		1			3	5	1					
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	9	1	3	1				2		1		1	
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	11	1		4	4	1				1			
<i>Ficus glabra</i> Vell.	9		1	1	1		4		2				
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	4	1	2									1	
<i>Ficus insipida</i> Willd.	17	1	1	1		3	6	1			2		2
<i>Ficus monckii</i> Hassl.	2			1							1		
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	14		2	7	3	1				1			
<i>Morus nigra</i> L.	1									1			
<i>Piper amalago</i> L.	49		8	7	23	5	2	1	1	1			1
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	5			2	2	1							
<i>Piper gaudi/diospy</i>	146*	7*	30*	32*	36*	15*	4	6	4	7*		1	4
<i>Piper hispidum</i> Sw.	87	5	8	9	15	5	5	13*	3	8*	6	5	5
<i>Piper lindbergii</i> C. DC.	1	1											
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	4		1							2	1		
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	20			3	1	5	7	4					

Sturnira

As figuras 1, 2 e 3 apresentam a frequência relativa dos registros para cada espécie de fruto consumido por fenofase. Na figura 1 pode ser observado que a maioria significativa dos registros de consumo de *Artibeus* ocorreu nas fases de média e baixa disponibilidade de frutos maduros, com exceção de *Maclura tinctoria* ($\chi^2 = 48,49$; $P < 0,05$) e *Solanum granuloso-leprosum* ($\chi^2 = 17,20$; $P < 0,05$), em que a maioria dos registros foi efetuada durante a fase de alta disponibilidade. “*Piper gaudi/diospy*” não apresentou diferença entre alta e média/baixa disponibilidade; como esta categoria engloba duas espécies diferentes e suas fenologias estão sobrepostas na análise, não houve períodos com frutos imaturos ou sem frutos. Para *Piper amalago*, *P. crassinervium*, *P. hispidum* e *Psidium guajava* não existiram diferenças significativas nas taxas de consumo entre as fenofases (Figura 1).

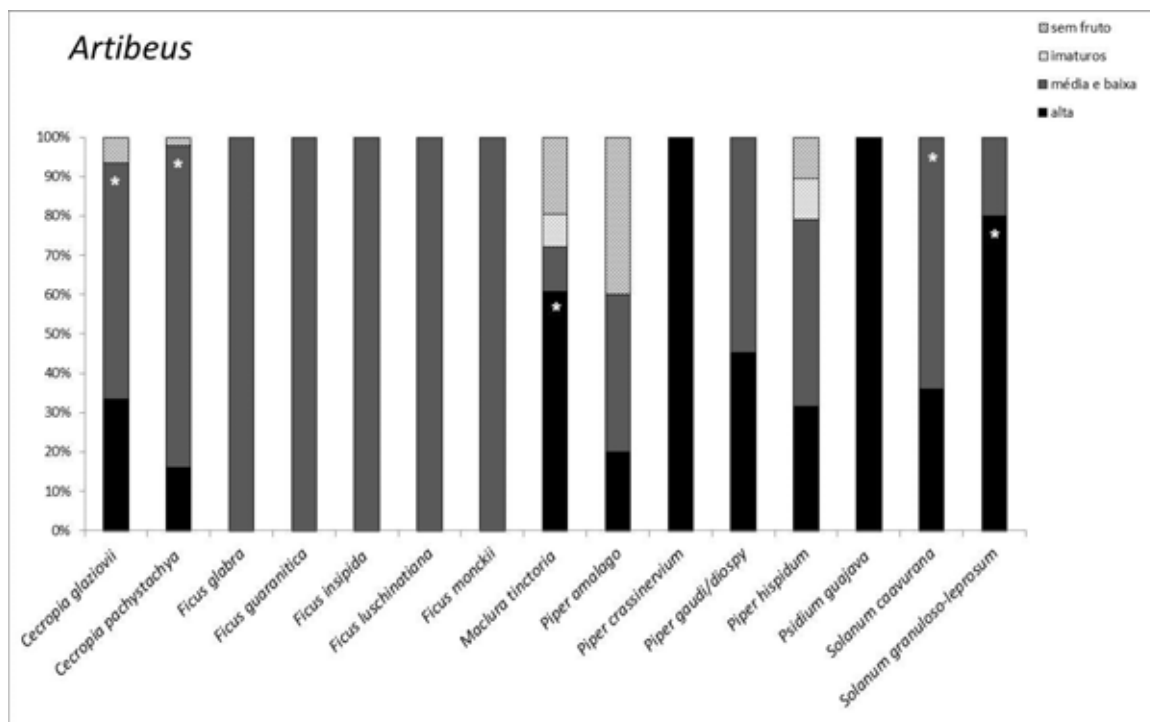


Figura 1 - Frequência relativa de registros de consumo de frutos pelo gênero *Artibeus*, em remanescentes de Floresta Atlântica do sul do Brasil nas fenofases de alta disponibilidade, média e baixa disponibilidade de frutos maduros, frutos imaturos e sem frutos. Os valores foram comparados por meio do teste do qui-quadrado, sendo as diferenças significativas ($P < 0,05$) acompanhadas pelo asterisco.

O gênero *Carollia* apresentou um comportamento semelhante ao de *Artibeus*, com a maior parcela dos dados relacionados à fenofase de média/baixa disponibilidade de frutos maduros (Figura 2). *Cecropia glaziovii* ($\chi^2 = 13,66$; $P < 0,05$), *C. pachystachya* ($\chi^2 = 25,72$; $P < 0,05$), *P. amalago* ($\chi^2 = 45,28$; $P < 0,05$), “*Piper gaudi/diospy*” ($\chi^2 = 18,52$; $P < 0,05$), *Solanum argenteum* ($\chi^2 = 12,00$; $P < 0,05$) e *S. caavurana* ($\chi^2 = 11,60$; $P < 0,05$) tiveram maior número de registros de consumo nesta fenofase. *Piper hispidum* teve um perfil diferente, sendo o consumo significativamente menor apenas quando seus frutos estavam imaturos ($\chi^2 = 8,58$; $P < 0,05$).

Os registros de consumo para *Sturnira* foram estatisticamente superiores para a fase de média/baixa disponibilidade de frutos maduros no caso *Solanum caavurana* ($\chi^2 = 24,84$; $P < 0,05$), sendo que para as demais espécies de frutos não foram encontradas diferenças significativas no consumo entre as diferentes fenofases (Figura 3).

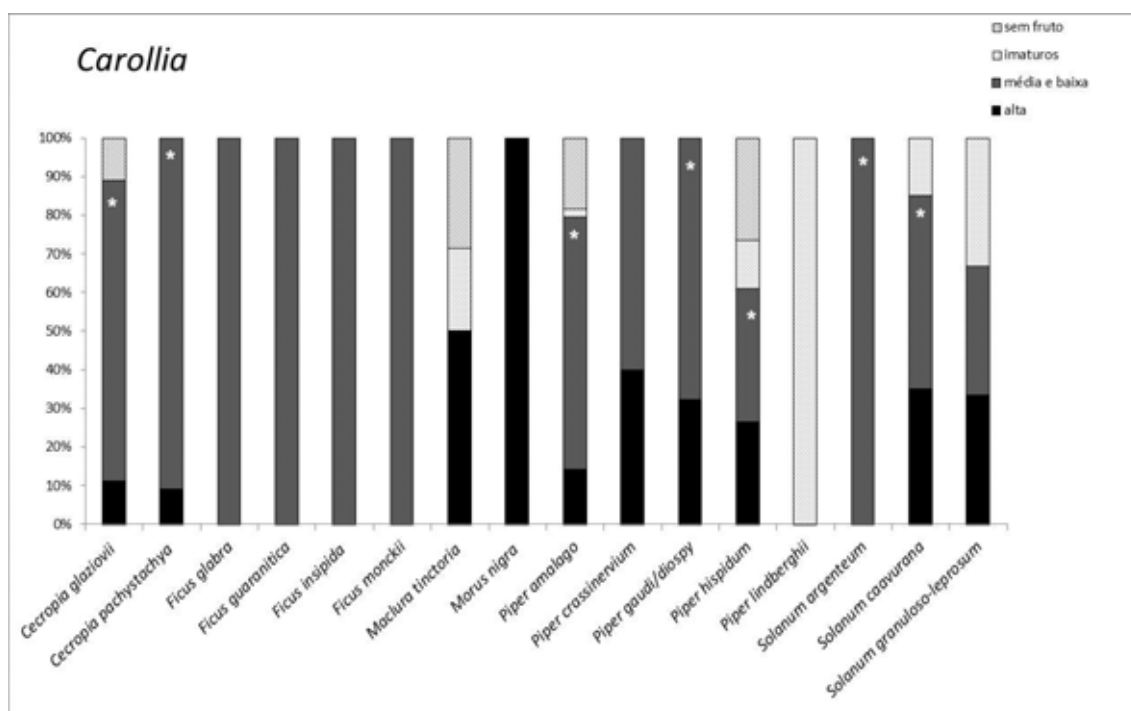


Figura 2 - Frequência relativa de registros de consumo de frutos pelo gênero *Carollia*, em remanescentes de Floresta Atlântica do sul do Brasil nas fenofases de alta disponibilidade, média e baixa disponibilidade de frutos maduros, frutos imaturos e sem frutos. Os valores foram comparados por meio do teste do qui-quadrado, sendo as diferenças significativas ($P < 0,05$) acompanhadas pelo asterisco.

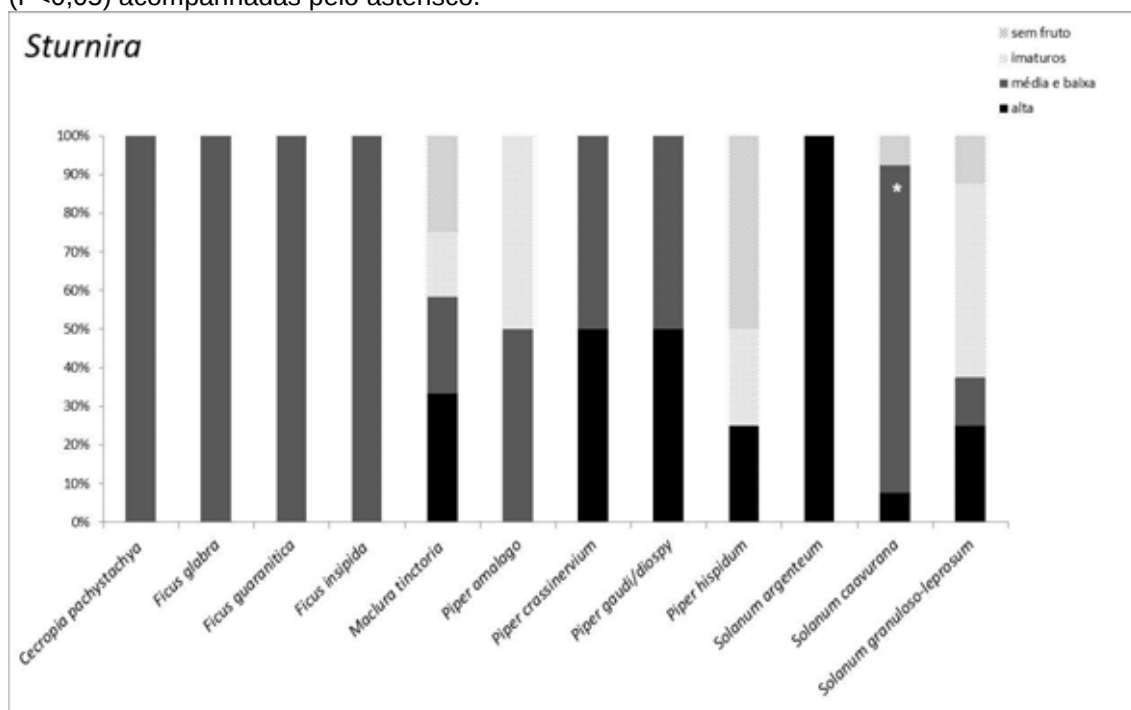


Figura 3 - Frequência relativa de registros de consumo de frutos pelo gênero *Sturnira*, em remanescentes de Floresta Atlântica do sul do Brasil nas fenofases de alta disponibilidade, média e baixa disponibilidade de frutos maduros, frutos imaturos e sem frutos. Os valores foram comparados por meio do teste do qui-quadrado, sendo as diferenças significativas ($P < 0,05$) acompanhadas pelo asterisco.

DISCUSSÃO

Os resultados confirmam a hipótese inicial de preferência dos morcegos *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* por frutos de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, respectivamente, tanto no conjunto de espécies consumidas ao longo de um ciclo sazonal, quanto a cada mês separadamente. Além de ser observada uma consistência temporal das preferências alimentares, foi demonstrado que o consumo das espécies desses gêneros acontece de forma independente da sua oferta de frutos ou da oferta de frutos de outras espécies também consumidas.

Embora alguns estudos comentem a relação da escolha preferencial destes morcegos com a fenologia das plantas (FLEMING, 1988; GIANNINI, 1999; THIES; KALKO, 2004; BIANCONI, 2009; PEREIRA; MARQUES; PALMEIRIM, 2010; MELLO et al., 2011; SÁNCHEZ et al., 2012), este, com a reunião de 8 anos de coleta de dados, consegue demonstrar que ela ocorre de forma bastante consistente e não como consequência da maior oferta desses recursos preferenciais no ambiente. A maioria dos registros de consumo de frutos aconteceu na fenofase de baixa e média disponibilidade de frutos maduros (Cf. MIKICH; SILVA, 2001), ou seja, quando estes representavam de 1 a 50% dos frutos disponíveis na “copa” de acordo com a escala de Fournier (FOURNIER, 1974). Adicionalmente, os esforços de MIKICH e SILVA (2001) registraram 204 espécies de frutos zoocóricas de 58 famílias em mais de 100 gêneros e o presente estudo observou, apesar do longo tempo tratado (8 anos) e do grande volume de amostras fecais coletadas (1314 amostras no total), o consumo de tão somente 19 espécies em 8 gêneros e 4 famílias pelos três gêneros de morcegos. Essa dieta limitada deve se dar, em parte porque nem todos os frutos zoocóricos são adaptados ao consumo por morcegos, mas principalmente porque esses morcegos parecem manter suas preferências ao longo do ano, utilizando alguns poucos recursos sempre que estão disponíveis e não apenas quando são abundantes. Isto indica uma dieta bastante especializada para o grupo, em contraposição a uma dieta oportunista, sugerida por Heithaus, Fleming e Opler (1975).

Os resultados confirmaram a preferência de *Artibeus* por espécies de *Ficus* ao longo dos ciclos sazonais. Sabe-se que *Ficus* spp. possui padrão

assincrônico intraespecífico, ou seja, apresentam um “boom” de maturação em um mesmo indivíduo, mas não concomitantemente entre outros da mesma espécie (MORRISON, 1978; FIGUEIREDO; SAZIMA, 1997). Assim, em alguns meses *Artibeus* teve mais registros para *F. insipida*, em outros para *F. glabra*, dependendo dos indivíduos que apresentavam frutos maduros na área de estudo e arredores, já que esse filostomídeo se desloca entre os remanescentes da região em busca de recursos (BIANCONI, 2009). Entretanto, nos meses de novembro e dezembro *Maclura tinctoria* predominou em sua dieta. Embora tal fato possa estar associado à maior disponibilidade desse recurso, há também que se considerar sua proximidade filogenética com *Ficus*, já que ambos os gêneros pertencem à família Moraceae.

Considerando toda a região Neotropical, o segundo gênero mais consumido por *Artibeus* é *Cecropia* (PAROLIN et al. in prep. - Capítulo I desta dissertação). Embora esta planta pioneira normalmente seja comum em áreas degradadas (DE FORESTA et al., 1984), na área de estudo há baixa abundância de Urticaceae (SBM obs. pess.), podendo esta ser uma das razões de sua substituição por *Maclura*. Além disso, destaca-se o fato de *Cecropia* possuir proximidade filogenética com Moraceae, onde antigamente este gênero era alocado (SYTSMA et al., 2002).

Para *Carollia*, como já citado, o item preferencial na maioria dos meses foi *Piper*, alternando entre *P. gaudichaudianum*/*P. diospyrifolium* e *P. hispidum*, apesar de existirem nove diferentes espécies do gênero na área (MIKICH; SILVA, 2001). Este grupo apresenta amadurecimento gradual dos frutos, com cada indivíduo disponibilizando poucos frutos maduros por noite (DUMONT, 2003). As espécies consumidas, assim como outras do mesmo gênero são sincrônicas e abundantes no interior e nas bordas da área de estudo, de modo que *Carollia* pode buscar frutos em vários indivíduos de uma mesma espécie em cada noite de forrageio. Vários estudos evidenciam que *C. perspicillata* possui forte ligação com piperáceas e alterna o consumo entre suas espécies de acordo com a disponibilidade no ambiente (e.g. HEITHAUS; FLEMING; OPLER, 1975; HEITHAUS; FLEMING, 1978; FLEMING; HEITHAUS, 1986; MELLO et al., 2004). Adicionalmente, como a maturação de algumas espécies de *Piper* ocorre sequencialmente, este filostomídeo pode, ao longo dos meses,

apenas substituir uma espécie que esteja ofertando frutos maduros por outra do mesmo gênero (FLEMING; HEITHAUS, 1986).

Os dados para *Sturnira* confirmam seu elevado consumo de frutos do gênero *Solanum* (e.g. GIANNINI, 1999). No entanto, também há um consumo expressivo de *Piper* spp. (PAROLIN et al. in prep. - Capítulo I desta dissertação). Ambos os grupos apresentam uma produção chamada *steady state*, ou seja, produzem continuamente quantidades baixas de frutos ao longo do ano (FLEMING, 1988). De acordo com alguns autores, esta previsibilidade do recurso explica, em parte, a escolha de *Sturnira* e *Carollia* por tais plantas (DUMONT, 2003, THIES; KALKO, 2004; MELLO et al., 2011).

A frutificação na região Neotropical não é constante podendo ser mais abundante na estação seca ou na chuvosa (FRANKIE; BAKER; OPLER, 1974; PENHALBER; MANTOVANI, 1997). Segundo Janzen (1967), os picos de floração e frutificação ocorrem em épocas do ano que maximizem o crescimento vegetativo e aumentem o uso de agentes polinizadores e dispersores. O comportamento fenológico do conjunto de espécies zoocóricas da área de estudo exhibe um padrão característico, em que o pico de frutos maduros ocorre entre os meses de março e agosto, no período mais frio e de menor precipitação na região (MIKICH; SILVA, 2001). No entanto, como os gêneros de frutos preferencialmente consumidos pelos morcegos filostomídeos dessa região possuem frutificação assincrônica (*Ficus*) (MORRISON, 1978) ou sequencial (*Piper* e *Solanum*) (FLEMING; HEITHAUS, 1986), há poucos, se algum, período sem oferta dos mesmos ao longo de cada ciclo sazonal, ainda que a disponibilidade possa ser baixa em relação às demais espécies.

A confirmação da preferência alimentar destes gêneros de morcegos fornece o aporte necessário para a ampla utilização da ferramenta para a recuperação de áreas degradadas desenvolvida por Mikich et al (2003) e Bianconi et al. (2007). Essa ferramenta utiliza óleos essenciais extraídos de frutos quiropterocóricos para a atração de morcegos dispersores para áreas abertas, visando a incrementar a chuva de sementes. Sabendo que as preferências de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* são consistentes ao longo do tempo, a técnica pode utilizar os óleos essenciais de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*

em qualquer período do ciclo sazonal, com potenciais resultados positivos na atração.

Além disso, os dados ressaltam a seletividade destes animais frente a uma ampla diversidade de frutos disponíveis, podendo apenas variar entre as espécies do gênero preferencial quando da sua disponibilidade. Esta íntima relação entre os grupos traz informações úteis para o manejo dos mesmos, podendo ainda gerar inferências sobre uma possível evolução conjugada entre morcego dispersor e planta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preferência alimentar dos morcegos *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* pelos gêneros *Ficus*, *Piper* e *Solanum* mostrou ser consistente ao longo dos ciclos sazonais. A dieta foi pouco diversificada frente à disponibilidade e pouco influenciada pela abundância de frutos maduros. Assim, esses filostomídeos demonstram alternar entre seus gêneros preferidos e outros poucos, todos eles com síndrome quiropterocórica. Tal alternância é permitida, em parte pelo padrão fenológico das espécies consumidas, do tipo assincrônico ou sequencial. Dessa forma, os resultados aqui apresentados sugerem que esses frugívoros não sejam oportunistas, mas claramente seletivos em sua dieta. Os resultados possuem implicações para a conservação no sentido da importância da manutenção do conjunto de espécies que servem de alimento para esse grupo nas comunidades, bem como para a facilidade de atraí-los, ao longo de todo o ano, com óleos essenciais extraídos de um conjunto pequeno de espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIANCONI, G. V. **Morcegos frugívoros no uso do hábitat fragmentado e seu potencial para recuperação de áreas degradadas: subsídios para uma nova ferramenta voltada à conservação.** Tese, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.21, n.4, p.943-954, 2004.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, Washington, v.39, n.1, p.136-140, 2007.
- BIANCONI, G. V.; SUCKOW, U. M. S.; CRUZ-NETO, A. P.; MIKICH, S. B. Use of fruit essential oils to assist forest regeneration by bats. **Restoration Ecology**, Washington, v.20, n.2, p.211-217, 2010.
- BLENDINGER, P. G.; RUGGERA, R. A.; NÚÑEZ-MONTELLANO, M. G.; MACCHI, L.; ZELAYA, P.V.; ÁLVAREZ, M.E.; MARTÍN, E.; ACOSTA, O. O.; SÁNCHEZ, R.; HAEDO, J.; BOOTS, M. Fine-tuning the fruit-tracking hypothesis: spatiotemporal links between fruit availability and fruit consumption by birds in Andean mountain forests. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.81, n.6, p.1298-1310, 2012.
- BONACCORSO, F. J. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. **Bulletin of the Florida State Museum: Biological Sciences**, Gainesville, v.24, n.4, p. 359-408, 1979.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Eds.) **Frugivores and seed dispersal**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1986.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. Speciation and coevolution: an interpretation of frugivory phenomena. In: FLEMING, T. H.; ESTRADA, A. (Eds.) **Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects**. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 1993.
- CHENSSON, J. The estimation and analysis of preference and its relationship to foraging models. **Ecology**, Washington, v.64, n.5, p.1297-1304, 1983.
- CROAT, T. B. Seasonal flowering behavior in Central Panama. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v.56, p.295-307, 1969.

DE FORESTA, H.; CHARLES-DOMINIQUE, P.; ERARD, C.; PRÉVOST, M. F. Zoochorie et premiers stades de la régénération naturelle après coupe en forêt Guyanaise. **Revue d'écologie: la terre et la vie**, Paris, v.39, p.369-400, 1984.

DUMONT, E. R. Bats and Fruit: An ecomorphological approach. In: KUNZ, T. H.; FENTON, B. (Eds.) **Bat Ecology**. University of Chicago Press, Chicago, 2003.

FARIA, D.; BAUMGARTEN, J. Shade cacao plantations (*Theobroma cacao*) and bat conservation in southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, London, v.16, n.2, p.291-312, 2007.

FIGUEIREDO, R. A.; SAZIMA, M. Phenology and pollination ecology of three Brazilian fig species (Moraceae). **Botanica Acta**, Stuttgart, v.110, n.1, p.73-78, 1997.

FLEMING, T. H. **The short-tailed fruit bat: A study in plant-animal interactions**. University Chicago Press, Chicago, 1988.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.67, n.4, p.660-671, 1986.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, San José, v.24, n.4, p.422-423, 1974.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v.62, n.3, p.881-919, 1974.

FRENCH, K. Phenology of fleshy fruits in a wet sclerophyll forest in southeastern Australia: are birds an important influence? **Oecologia**, Berlin, v.90, p.366-373, 1992.

GARWOOD, N. C. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. **Ecological Monographs**, Ithaca, v.53, n.2, p.159-181, 1983.

GIANNINI, N. P. Selection of diets and elevation by sympatric species of *Sturnira* in an Andean rainforest. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.80, p.1186-1195, 1999.

GONZÁLEZ-CASTRO, A.; TRAVESET, A.; NOGALES, M. Seed dispersal interactions in the Mediterranean Region: contrasting patterns between islands and mainland. **Journal of Biogeography**, Oxford, v.39, p.1938-1947, 2012.

HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T. H. Foraging movements of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata* (Phyllostomatidae). **Ecological Monographs**, Ithaca, v.48, n.2, p.127-143, 1978.

HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T. H.; OPLER, P. A. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. **Ecology**, Washington D.C., v.56, n.4, p.841-854, 1975.

ITCF. **Plano de manejo do Parque Estadual de Vila Rica do Espírito Santo, Fênix, PR**. Instituto de Terras Cartografia e Florestas, Curitiba, 1987.

IUDICA, C. A.; BONACCORSO, F. J. Feeding of the bat, *Sturnira lilium*, on fruits of *Solanum riparium* influences dispersal of this pioneer tree in forests of northwestern Argentina. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Tübingen, v.32, n.1, p.4-6, 1997.

JANZEN, D. H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution**, Lancaster, v.21, n.3, p.620-637, 1967.

JANZEN, D. H. When is it Coevolution? **Evolution**, Lancaster, v.34, n.3, 611-612, 1980.

KALKO, E. K. V.; HANDLEY JR., C. O.; HANDLEY, D. Organization, diversity and long-term dynamics of a neotropical bat community. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, J. A. (Eds.) **Long-term studies of vertebrate communities**. Academic Press, New York, 1996.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Phenology and seasonality modeling. In: LIETH, H. (Ed.) **Ecological Studies 8**. Springer-Verlag, Berlin, 1974.

LOBOVA, T. A.; GEISELMAN, C. K.; MORI, S. A. **Seed dispersal by bats in the Neotropics**. New York Botanical Garden Press, New York, 2009.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. José Olympio, Rio de Janeiro, 1981.

MELLO, M. A. R.; KALKO, E. K. V.; SILVA, W. R. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.24, n.2, p.225-228, 2008.

MELLO, M. A. R.; MARQUITTI, F. M. D.; GUIMARÃES JR., P. R.; KALKO, E. K. V.; JORDANO, P.; AGUIAR, M. A. M. The missing part of seed dispersal networks: structure and robustness of bat-fruit interactions. **PLoS One**, San Francisco, v.6, n.2, p.1-10, 2011.

MELLO, M. A. R.; SCHITTINI, G. M.; SELIG, P.; BERGALLO, H. G. Seasonal variation in the diet of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an Atlantic forest area in southeastern Brazil. **Mammalia**, Paris, v.61, n.4, p.49-55, 2004.

MIKICH, S. B. **Frugivoria e dispersão de sementes em uma pequena reserva isolada do Estado do Paraná, Brasil**. Tese, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

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**, Curitiba, v.19, n.1, p.239-249, 2002.

MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V.; MAIA, B. H. L. N. S.; TEIXEIRA, S. D. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.29, n.10, p.2379-2383, 2003.

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 Brasilica**, Porto Alegre, v.15, n.1, p.89-113, 2001.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARRO, V. B. Phenology of Atlantic rain forest trees: A comparative study. **Biotropica**, Washington, v.32, n.4b, p.811-823, 2000.

MORRISON, D. W. Influence of habitat on the foraging distances of the fruit bat, *Artibeus jamaicensis*. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.59, n.3, p.622-624, 1978.

NOMA, N.; YUMOTO, T. Fruiting phenology of animal dispersed plants in response to winter migration of frugívoros in a warm temperate forest on Yakushima Island, Japan. **Ecological Research**, Tokyo, v.12, p.119-129, 1997.

PENHALBER, E. F.; MANTOVANI, W. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.20, n.2, p.205-220, 1997.

PEREIRA, M. J. R.; MARQUES, J. T.; PALMEIRIM, J. M. Ecological responses of frugivorous bats to seasonal fluctuation in fruit availability in Amazonian Forests. **Biotropica**, Washington, v.42, n.6, p.680-687, 2010.

RATHCKE, B.; LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.16, p.179-214, 1985.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P.; SABINO, J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, Campinas, v.5, n.2, p.309-318, 2005.

RIDLEY, H. N. 1930. **The dispersal of plants throughout the world**. L. Reeve & co., Ltd., Ashford, 1930.

SÁNCHEZ, M. A.; CARRIZO, L. V.; GIANNINI, N. P.; BARQUEZ, R. M. Seasonal patterns in the diet of frugivorous bats in the subtropical rainforests of Argentina. **Mammalia**, Paris, v.76, n.3, p.269-275, 2012.

SÁNCHEZ, M. A.; GIANNINI, N. P.; BARQUEZ, R. M. Bat frugivory in two subtropical rain forests of Northern Argentina: Testing hypotheses of fruit selection in the Neotropics. **Mammalian Biology**, Jena, v.77, p.22-31, 2012.

SARMIENTO, G.; GOLSTEIN, G.; MEINZER, F. Adaptive strategies of woody species in Neotropical savannas. **Biological Reviews**, London, v.60, n.3, p.315-355, 1985.

SNOW, D. W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos**, Copenhagen, v.15, n.2, p.274-281, 1965.

SYTSMA, K. J.; MORAWETZ, J.; PIRES, J. C.; NEPOKROEFF, M.; CONTI, E.; ZJHRA, M.; HALL, J. C.; CHASE, M. W. Urticalean rosids: circumscription, rosid ancestry, and phylogenetics based on rbcL, trnL-F, and ndhF sequences. **American Journal of Botany**, Baltimore, v.89, n.9, p.1531-1546, 2002.

THIES, W.; KALKO, E. K. V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, Copenhagen, v.104, n.1, p.362-376, 2004.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.24, p.353-377, 1993.

WENDELN, M. C.; RUNKLE, J. R.; KALKO, E. K. V. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. **Biotropica**, Washington v.32, n.3, p.489-501, 2000.

CAPÍTULO III

**ANÁLISE DA PREFERÊNCIA DOS MORCEGOS FILOSTOMÍDEOS
ARTIBEUS, *CAROLLIA* E *STURNIRA* POR FRUTOS DE *FICUS*, *PIPER* E
SOLANUM COM BASE EM TESTES DE CATIVEIRO**

RESUMO

Os filostomídeos frugívoros dos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* apresentam consistência alimentar espacial e temporal na escolha por frutos dos gêneros *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, respectivamente. No entanto, faz-se necessário identificar os fatores que direcionam tais escolhas, como a configuração do recurso *in loco* (i.e. sua disposição e abundância na planta), ou características semioquímicas específicas. Assim, foram realizados testes em cativeiro, ofertando frutos preferenciais e seus óleos essenciais, frutos consumidos e não consumidos, e os óleos essenciais semelhantes ou diferentes dos ditos como preferidos. Os resultados confirmam a preferência destes morcegos pelos gêneros de frutos apresentados, com a maioria das investidas para os estímulos de frutos e óleos das espécies preferenciais. Além disso, no presente estudo, não houve indícios que a abundância na planta ou mesmo a configuração dos frutos fossem os fatores responsáveis pela escolha, mas sim os óleos essenciais presentes, ressaltando a importância do olfato na seleção específica por frutos.

Palavras-chave: Preferência. Morcego. Fruto. Olfato. Óleo essencial.

ABSTRACT

Phyllostomids of the genera Artibeus, Carollia and Sturnira show spacial and temporal consistency in the choice of the genera Ficus, Piper and Solanum, respectively. However, it is necessary to identify the factors that drive these choices, such as the feature configuration or the semiochemicals of these fruits. Therefore, tests were performed in captivity offering the fruit and essential oils of different species versus the preferred ones. The results confirm the preference, with most invested to stimuli of fruits and oils of the preferred species. Moreover, the abundance in plant or fruit shape are not the factors responsible for the choice, but the essential oils present, emphasizing the importance of smell in fruit-specific selection.

Keywords: Preference. Bat. Fruit. Olfaction. Essential oil.

INTRODUÇÃO

Morcegos filostomídeos são reconhecidos pela diversidade de espécies (cerca de 160) (SIMMONS, 2005) e de hábitos alimentares (FENTON, 1992; FINDLEY, 1993). Consequentemente, eles desempenham um papel ecológico crucial no Neotrópico, atuando na predação de artrópodes e vertebrados, na dispersão de grãos de pólen e de sementes (e.g. FLEMING, 1988; FENTON, 1990; QUESADA et al., 2004). Uma característica comum a muitas assembleias locais avaliadas nessa região é a dominância (em indivíduos) dos gêneros *Artibeus*, *Sturnira* (Stenodermatinae) e *Carollia* (Carollinae) (e.g. HUMPHREY; BONACCORSO, 1979; SIMMONS; VOSS, 1998; KALKO; HANDLEY, 2001; WILLIG et al., 2007), classicamente citados como dispersores de plantas pioneiras (VAN DER PIJL, 1957; CHARLES-DOMINIQUE, 1986).

Já há alguns anos, esses morcegos frugívoros são estudados quanto à forma como interpretam o ambiente, especialmente como utilizam a visão, a ecolocalização e o olfato para orientação em voo e busca de alimento (FLEMING, 1988; THIES; KALKO; SCHNITZLER, 1998; KUNZ; FENTON, 2003; MIKICH et al., 2003). Acredita-se que o olfato seja o principal sentido responsável pela localização e seleção de frutos maduros por eles (e.g. LASKA; SCHMIDT, 1986; FLEMING, 1988; THIES; KALKO; SCHNITZLER, 1998; MIKICH et al., 2003, KORINE; KALKO, 2005; BIANCONI et al., 2007). Em adição, estudos laboratoriais com Carollinae indicam a existência de uma maior quantidade de estruturas nasais em relação a filostomídeos insetívoros, implicando em maior acuidade olfativa (LASKA, 1990).

Pesquisas recentes demonstraram ser possível atrair membros das subfamílias Carollinae e Stenodermatinae, em especial *Carollia perspicillata* e *Artibeus* spp., utilizando apenas o aroma de frutos (MIKICH et al., 2003; BIANCONI et al. 2007). Mikich et al. (2003), em experimentos conduzidos com o óleo de *Piper gaudichaudianum* Kunth (Piperaceae) no interior florestal, verificaram maior atração e consequente captura de *C. perspicillata* (Linnaeus, 1758). Bianconi et al. (2007), usando óleos de *P. gaudichaudianum*, *P. crassinervium* Kunth e *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) em áreas abertas, tiveram *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) como a espécie mais capturada. Com

base nesses e em outros experimentos com óleos essenciais, os autores propuseram uma ferramenta para restauração ambiental baseada na potencial atração de morcegos frugívoros para áreas degradadas e no consequente incremento da chuva de sementes no local (BIANCONI et al., 2010). A proposta está baseada nas preferências alimentares dos morcegos frugívoros em que, de acordo com alguns autores (e.g. BONACCORSO, 1979; CHARLES-DOMINIQUE, 1986; FLEMING, 1988; KALKO; HANDLEY; HANDLEY, 1996; WENDELN; RUNKLE; KALKO, 2000; MELLO; KALKO; SILVA, 2008), *Artibeus* spp. apresenta preferência por frutos de *Ficus* L. (Moraceae), *Carollia* spp. pelos de *Piper* L. (Piperaceae), e *Sturnira* spp. por frutos de *Solanum* L. (Solanaceae).

Como observado nos Capítulos I e II desta dissertação, estes gêneros de morcego apresentam consistência espacial e temporal na escolha por estes gêneros de frutos. No entanto, faz-se necessário identificar os fatores que direcionam tais escolhas, podendo estar entre eles: a configuração do recurso *in loco*, incluindo a sua disposição e abundância na planta, e/ou características semioquímicas específicas. Abordagens com animais cativos, em que a forma de oferta, a abundância e o estímulo olfativo são controlados podem auxiliar no entendimento comportamental das espécies (e.g., LASKA, 1990; THIES; KALKO; SCHNITZLER, 1998, KALKO; CONDON, 1999). Assim, no presente capítulo são discutidas as preferências alimentares de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* com base em testes de dupla ou tripla escolha de frutos maduros ou óleos essenciais, com ênfase no papel dos semioquímicos na seleção de recursos alimentares por filostomídeos frugívoros.

MATERIAL E MÉTODOS

Captura dos morcegos e coleta de frutos

Os morcegos e frutos utilizados neste estudo são provenientes de fragmentos de Floresta Atlântica localizados no município de Fênix (23°55'S-51°57'W), estado do Paraná, Sul do Brasil. A região destaca-se por possuir uma grande quantidade de estudos de interação morcego-planta (MIKICH 2001; MIKICH; SILVA, 2001; MIKICH, 2002; MIKICH et al., 2003; BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2004; BIANCONI et al., 2007; BIANCONI, 2009; BIANCONI et al., 2010), incluindo uma avaliação detalhada da fenologia de espécies zoocóricas (MIKICH; SILVA, 2001).

Machos e fêmeas das espécies *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* E. Geoffroy, 1810 foram capturados com redes-de-neblina (10 indivíduos de cada espécie), acondicionados em sacos de algodão (alimentados e hidratados) e transportados até um recinto científico (Licença de Operação ICMBio Nº 14026-4) localizado no município de Curitiba, Paraná.

Frutos zoocóricos foram coletados sempre que disponíveis nos fragmentos florestais e congelados até a sua utilização nos experimentos ou para a extração de óleos essenciais. A seleção das espécies obedeceu aos seguintes critérios: (i) espécies mais consumidas por *A. lituratus*, *C. perspicillata* e *S. lilium* na área de coleta; (ii) espécies com maior número de registros de consumo por cada uma delas, excetuando-se os gêneros ditos preferenciais; (iii) espécies sem registro local de consumo (MIKICH; SILVA, 2001; BIANCONI; MIKICH in litt.). Por fim, espécies coletadas com quantidade suficiente para todos os procedimentos necessários, ou seja, um mínimo de 200 g. As espécies que atenderam esses critérios foram: (i) mais consumidas: *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) (FINSI), *Piper gaudichaudianum* Kunth (Piperaceae) (PGAUD), e *Solanum caavurana* Vell. (Solanaceae) (SCAAV); (ii) com consumo: *Cecropia pachystachya* Trécul. (Urticaceae) (CPACH), *Ficus glabra* Vell. (Moraceae) (FGLAB), *Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud. (Moraceae) (MTINC), *Piper amalago* L. (Piperaceae) (PAMAL), *Piper gaudichaudianum*, *Piper hispidum* Sw. (Piperaceae) (PHISP), *Solanum caavurana*, e *Solanum granuloso-leprosum* Dunal (Solanaceae) (SGRAN); (iii) sem consumo: *Dendropanax cuneatus* DC. Decne. & Planch. (Araliaceae)

(DCUNE), *Morus nigra* L. (Moraceae) (MNIGR), e *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schltdl. (Rubiaceae) (PLEIO).

Extração e análise dos óleos essenciais

Óleos essenciais foram extraídos tanto para uso nos experimentos, como para a comparação do seu perfil em diferentes espécies de frutos, de modo a observar a relação entre a ‘semelhança ou diferença química’ com a ‘escolha dos morcegos’ nos ensaios em cativeiro. A extração foi realizada por meio da técnica de hidrodestilação, que se baseia no aquecimento do material vegetal (frutos) em água, fazendo com que os produtos voláteis sejam arrastados juntamente com o vapor por um sistema tipo Clevenger, conforme descrito em Bianconi et al. (2008). A fervura foi estabelecida em quatro horas, com 200 g de fruto, sendo que o óleo coletado foi recuperado em éter etílico. A água residual do solvente foi retirada com sulfato de sódio e o solvente foi evaporado com um fluxo de nitrogênio. Até seu uso, os óleos foram congelados e mantidos em ampolas de vidro.

A comparação dos óleos essenciais foi realizada em triplicata, usando cromatografia gasosa. As amostras foram introduzidas via injetor split/splitless (10 a 100 μL , 240 $^{\circ}\text{C}$), sendo dissolvidas em 0,5 mL de acetato de etila e analisadas usando um aparelho Focus CG de cromatografia gasosa acoplado a um Polaris Q íon trap (Thermo), equipados com uma coluna capilar Thermo DBS MS (60 m x 0.25 mm, 0.25 μm). O forno do GC foi programado de 60 até 250 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$ a 3 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$, e mantido a 250 $^{\circ}\text{C}$ durante 5 minutos. Hélio, a um fluxo constante de 1,0 mL min^{-1} , foi o gás carregador. A temperatura do injetor e da linha de transferência foi de 240 $^{\circ}\text{C}$ e 250 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente. O Polaris Q íon trap foi operado no modo positivo a 70 eV de varredura da faixa de m/z 50-650 em um tempo de escaneamento total de 0,58 de emissão de 250 mA de corrente.

Foram extraídos e analisados por meio de cromatograma os óleos essenciais de dez das espécies de frutos em que a quantidade necessária foi atingida (200 g para a análise e mais 400 g para os testes): *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg (Myrtaceae) (CXANT), *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) (EEDUL), *Ficus insipida* (FINSI), *Maclura tinctoria* (MTINC), *Piper gaudichaudianum* (PGAUD), *Piper hispidum* (PHISP), *Psidium guajava* L.

(Myrtaceae) (PGUAJ), *Solanum caavurana* (SCAAV), *Solanum viarum* Dunal (Solanaceae) (SVIAR) e *Solanum granuloso-leprosum* (SGRAN).

Os cromatogramas gerados foram comparados de acordo com a área formada pelos seus picos, excluindo-se: aqueles que não fossem de óleo essencial, aqueles que não ocorressem nas três triplicatas de cada espécie, e aqueles com sinal-ruído abaixo de 50 (i.e. valor reproduzido entre a amostra sob análise e uma amostra branca para detectar falhas na leitura). Para exemplos dos cromatogramas formados, vide Anexo A.

Seleção dos óleos essenciais para os tratamentos em cativeiro

Para analisar as diferenças e semelhanças entre os óleos essenciais foi utilizada a Análise de Componentes Principais (PCA) (SMITH, 2002), considerando que aqueles mais distantes dos óleos dos frutos preferenciais (FINSI, PGAUD e SCAAV) na formação do plot da PCA seriam diferentes e aqueles mais próximos, mais semelhantes. Vale lembrar que o método utilizado para a análise dos dados, agrupou as áreas dos picos em faixas de tempo de retenção, independente da identificação da substância, já que algumas possuem tempos de retenção iguais ou parecidos.

O plot de PC1 e PC2 formados pela PCA foi o que melhor explicou os dados (52%), apresentando três grupos distintos (Figura 1). As espécies se diferenciaram entre si, mas houve a formação de três grupos distintos de acordo com esta análise. O Grupo 1 foi formado por seis espécies de frutos (*F. insipida*, *M. tinctoria*, *P. hispidum*, *P. gaudichaudianum*, *S. caavurana* e *S. viarum*), o Grupo 2 por três espécies (*E. edulis*, *P. guajava* e *S. granuloso-leprosum*) e o Grupo 3 por uma única espécie (*C. xanthocarpa*). O Grupo 1 concentra as espécies consumidas por estes morcegos, incluindo as preferenciais. Já os outros dois grupos incluem aquelas que não são consumidas ou cujo consumo é muito baixo, com exceção de *S. granuloso-leprosum* que é bem consumido pelas três espécies de morcegos.

	Todos							
	ES		HB		CD		TD	
	PLEIO		AB		AZ		8x9	
	MNIGR		AV		VN		18x12	
T4	DCUNE		AV		PR		5x4	
T5	Artibeus		Carollia				Sturnira	
	ES	H/C/T	ES	H/C/T	ES	H/C/T		
	SCAAV	AB/ VD/ 14x14	SCAAV	AB/ VD/ 14x14	PGAUD	AB/ VD/ 100x6		
	MTINC	AV/ VD/ 25x20	PHISP	AB/ VD/ 100x8	MTINC	AV/ VD/ 25x20		
T6	Todos							
	ES		HB		CD		TD	
	EEDUL		AV		PR		13x14	
	CXANT		AV		LR		16x18	

Estas espécies escolhidas possuem hábitos e formas diferentes entre si (Tabela 1). Os *Ficus*, por exemplo, possuem hábito arbóreo, as piperáceas o arbustivo e as solanáceas, ambos. Os frutos das espécies consumidas por estes morcegos (T1, T2, T3 e T5) possuem coloração verde e tamanho variável. Os frutos selecionados que não estão presentes na dieta destes frugívoros (T4 e T6), possuem tamanho variado, coloração variada, do laranja ao preto, podendo ser árvores ou mesmo arbustos.

Protocolo experimental

Os testes em cativeiro foram conduzidos sempre à noite (entre 19h00min e 2h00min) nos meses de abril, maio, setembro e outubro de 2012, totalizando 78 horas de experimentação, envolvendo dez indivíduos de cada uma das seguintes espécies: *A. lituratus*, *C. perspicillata* e *S. lilium*. Todos os testes foram filmados com uso de uma câmera de vídeo com infravermelho (SONY DCR – HC28), instalada e operada do lado de fora do recinto para minimizar a interferência no comportamento dos animais.

O protocolo experimental consistiu na oferta de atrativos - frutos ou seus óleos essenciais - a grupos de dez indivíduos de uma mesma espécie de

morcego. Os frutos foram ofertados íntegros e individualmente; os óleos essenciais foram aplicados a septos de borracha (Sigma, 6 mm de comprimento). Para tanto, cada ampola de óleo foi aberta no início dos testes e seu conteúdo dissolvido em 2 mL de éter etílico (MIKICH et al., 2003; BIANCONI et al., 2007; BIANCONI et al., 2010). Em cada tratamento foi utilizada uma ampola de óleo essencial para impregnar um septo de borracha. Os dois tipos de atrativos foram pendurados por fios de nylon a uma altura de 50 cm do teto do recinto e distanciados entre si por 90 cm.

Foram conduzidos testes com dois (ver tratamentos 3 a 6, abaixo) ou três atrativos (tratamentos 1 e 2) ofertados simultaneamente, sendo que cada tratamento foi repetido duas (tratamentos 3 a 6) ou três vezes (tratamentos 1 e 2) e os atrativos foram invertidos de posição para evitar aprendizado (modificado de ACHARYA; ROY; KRISHNA, 1998; KORINE; KALKO, 2005).

Os seguintes tratamentos foram testados:

T1 – *Ficus insipida* versus *Piper gaudichaudianum* versus *Solanum caavurana* (frutos);

T2 – *Ficus insipida* versus *Piper gaudichaudianum* versus *Solanum caavurana* (óleos);

T3 – Espécies preferidas versus espécies com consumo;

T4 – Espécies preferidas versus espécies sem consumo;

T5 - Espécies preferidas versus espécies com óleos essenciais semelhantes;

T6 - Espécies preferidas versus espécies com óleos essenciais diferentes.

As observações ocorreram segundo o método “all occurrences sampling” (ALTMANN, 1974), medindo-se o número de investidas que cada grupo de dez indivíduos/espécie de morcego fez aos diferentes atrativos, por uma hora. Os resultados foram analisados por meio do teste do qui-quadrado, considerando-se o número de investidas em cada estímulo ofertado para um grau de significância de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Os animais cativos responderam aos estímulos ofertados na forma de frutos ou óleos essenciais. De maneira geral, *Artibeus lituratus* demonstrou um maior número de investidas em *Ficus* spp. (67,7%), *Carollia perspicillata* em *Piper* spp. (67,1%) e *Sturnira lilium* em *Solanum* spp. (63,1%), tanto em frutos, como em óleos.

Carollia perspicillata realizou significativamente mais investidas em *Piper gaudichaudianum* em todos os tratamentos, mesmo quando outros frutos consumidos por ela, ainda que em menor proporção na dieta, foram ofertados. *Artibeus lituratus*, por sua vez, realizou mais investidas em *Ficus insipida* em T1, T2, T4, T5 e em um dos dois pareamentos de T6 (FINSI x EEDUL). A resposta em T3, no entanto, não evidenciou tal preferência em nenhum dos três pareamentos. Da mesma forma, *S. lilium* não exibiu a resposta esperada em dois (SCAAV x PGAUD e SCAAV x SGRAN) dos três pareamentos de T3, ainda que o número de investidas em SCAAV tenha sido estatisticamente superior em todos os demais tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de investidas por fruto e óleo essencial nos tratamentos de 1 a 6. O asterisco acompanha o estímulo com o número de investidas significativamente maior ($P < 0.05$). Para as siglas das espécies ver Materiais e Métodos.

	<i>Artibeus lituratus</i>		<i>Carollia perspicillata</i>		<i>Sturnira lilium</i>	
T ₁	FINSI (124) *		FINSI (154)		FINSI (57)	
	PGAUD (26)		PGAUD (251) *		PGAUD (58)	
	SCAAV (16)		SCAAV (110)		SCAAV (87) *	
	FINSI (159) *		FINSI (79)		FINSI (96)	
	PGAUD (74)		PGAUD (220) *		PGAUD (99)	
	SCAAV (82)		SCAAV (90)		SCAAV (237) *	
T ₂	FINSI (290)	FGLAB (265)	PGAUD (250)*	SCAAV (94)	SCAAV (258)	PGAUD (275)
	FINSI (306)	MTINC (308)	PGAUD (477)*	PAMAL (388)	SCAAV (322)*	MTINC (236)
	FINSI (327)	CPACH (348)	PGAUD (431)*	PHISP (273)	SCAAV (142)	SGRAN (275)*
T ₃	FINSI (325)*	PLEIO (103)	PGAUD (431)*	PLEIO (134)	SCAAV (279)*	PLEIO (160)
	FINSI (255)*	DCUNE (132)	PGAUD (452)*	DCUNE (218)	SCAAV (160)*	DCUNE (93)
T ₄						

	FINSI (348)*	MNIGR (59)	PGAUD (182)*	MNIGR (44)	SCAAV (214)*	MNIGR (140)
	FINSI (160)*	MTINC (68)	PGAUD (122)*	PHISP (80)	SCAAV (143)*	MTINC (30)
	FINSI (181)*	SCAAV (104)	PGAUD (140)*	SCAAV (104)	SCAAV (71)*	PGAUD (47)
T ₅	FINSI (142)*	EEDUL (41)	PGAUD (274)*	EEDUL (56)	SCAAV (179)*	EEDUL (85)
	FINSI (60)	CXANT (51)	PGAUD (319)*	CXANT (160)	SCAAV (140)*	CXANT (92)
T ₆						

DISCUSSÃO

O estudo confirma a preferência alimentar *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* por frutos e óleos essenciais de *Ficus* spp., *Piper* spp. e *Solanum* spp., respectivamente. Ademais, os semioquímicos demonstraram ser peça chave na identificação e seleção dos frutos preferidos por estes gêneros de filostomídeos.

Segundo alguns autores, a preferência de *Artibeus* spp. por frutos de *Ficus* spp. estaria relacionada ao estrato (superior) ocupado por essas espécies de planta na floresta e ou à sua estratégia de oferta de frutos em “boom” (HEITHAUS; FLEMING; OPLER, 1975; BONACCORSO, 1979; MELLO; PASSOS, 2008). No caso de *Carollia* e *Sturnira*, suas preferências por *Piper* e *Solanum* respectivamente, teriam relação com a previsibilidade e forma de apresentação do recurso (DUMONT, 2003). Uma vez que a oferta dos frutos em cativeiro pôde ser padronizada (um fruto *versus* um fruto), sugere-se que a escolha destes filostomídeos não tem estes fatores como limitantes. Outros experimentos ainda não publicados (PAROLIN et al. in litt.), testaram também em cativeiro, a escolha de *Artibeus* e *Carollia* frente a diferentes quantidades de *Ficus* e *Piper* (um único fruto *versus* um septo impregnado, representando grande quantidade de fruto) e estes animais responderam fielmente aos gêneros esperados, independente da quantidade ofertada.

Artibeus lituratus não apresentou diferença significativa nos testes entre fruto preferencial *versus* fruto consumido, apesar de um número maior de investidas ocorrer para a *Ficus insipida*. Isto pode estar relacionado com a proximidade filogenética das outras espécies disponibilizadas: *Ficus glabra* e *Maclura tinctoria*, ambas Moraceae, e *Cecropia pachystachya*, que antigamente era alocada nesta família (SYTSMA et al., 2002).

Carollia perspicillata demonstrou marcada preferência por *Piper* em todos os tratamentos, confirmando a afinidade e possível coevolução entre os grupos (THIES; KALKO, 2004). Como discutido nos capítulos anteriores, devido à fenologia do gênero *Piper*, *Carollia* alterna o consumo entre as suas espécies de acordo com a disponibilidade no ambiente (e.g. FLEMING; HEITHAUS, 1986), porém parece exibir preferência por determinadas espécies, sendo aqui *P. gaudichaudianum* (PAROLIN et al. in prep. - Capítulo II).

Sturnira lilium, no entanto, apresentou a maioria das investidas para *Solanum caavurana* - espécie preferida na área de captura -, com exceção dos testes com o congênere *Solanum granuloso-leprosum* e a piperácea *Piper gaudichaudianum*. Embora este gênero de morcego demonstre, em geral, um consumo majoritário, de solanáceas (e.g. FLEMING, 1986; ASCORRA; WILSON, 1992; GIANNINI, 1999), *Piper* figura entre os frutos mais consumidos por ele (PAROLIN et al. in prep. - Capítulo I e II desta dissertação).

Outra questão focada neste estudo é a importância dos semioquímicos (óleos essenciais) na escolha preferencial por frutos. Por definição, semioquímicos são sinais de origem química que provocam mudanças na fisiologia ou comportamento de um organismo (NORDLUND; LEWIS, 1976). Os óleos essenciais aqui utilizados podem ser caracterizados como aleloquímicos sinomônios, funcionando como sinais interespecíficos que trazem vantagem tanto para o emissor (planta), quanto para o receptor (morcego) (BIANCONI, 2009). Os tratamentos somente com óleos essenciais indicam que os morcegos podem se guiar apenas pelo odor dos frutos para seleção e captura, uma vez que os padrões de forma e tamanho dos atrativos foram iguados nos testes (septo de borracha). Os resultados corroboram estudos que apontam o olfato como o principal sentido utilizado por morcegos frugívoros para obtenção do alimento (RIEGER; JACOB, 1988; LASKA, 1990; THIES; KALKO; SCHNITZLER, 1998; MIKICH et al., 2003).

Sabe-se que além da disponibilidade e previsibilidade do recurso, o ganho ou recompensa esperada é item importante na escolha preferencial por recursos (REAL, 1991). De fato, testes em campo obtiveram resultados positivos na atração de morcegos frugívoros com o uso de óleos essenciais de frutos quiropterocóricos, tanto em áreas florestais (ambientes com recursos), quanto em áreas abertas (ambientes sem recursos disponíveis). Isso permitiu a formulação de uma ferramenta que visa incrementar a regeneração natural de áreas degradadas com a atração de dispersores de sementes (MIKICH et al., 2003; BIANCONI et al., 2007; BIANCONI et al., 2010). Com a confirmação da consistência da preferência de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* tanto espacial (Capítulo I desta dissertação), temporal (Capítulo II desta dissertação), como pelos odores emitidos pelos frutos de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, a técnica de

restauração pode fazer uso dos seus óleos em toda e qualquer parte da região Neotropical, em qualquer momento do ciclo sazonal, podendo estas substâncias serem localizadas e preferidas em relação a outros recursos que possam também estar sendo ofertados no ambiente.

Um bom caminho para entender os processos químicos envolvidos na relação morcego-planta são os experimentos com extratos fracionados de frutos. Sánchez et al. (2006) analisaram o comportamento do frugívoro *Rousettus aegyptiacus* (E. Geoffroy, 1810) frente ao etanol, uma das principais substâncias químicas originadas da fermentação de *Ficus rubiginosa* Desf. ex Vent. e *Phoenix dactylifera* L. Os resultados indicaram respostas variáveis de acordo com a concentração do composto. Segundo os autores, isto ajudaria os animais a evitar recursos ruins, ou seja, serviria como “pista” olfativa em longa distância, para a detecção de frutos palatáveis. Outro exemplo é dado por Helversen, Winkler e Bestmann (2000), que avaliando o comportamento de morcegos nectarívoros frente a compostos fracionados de flores, verificaram marcada preferência por aqueles contendo moléculas de enxofre. Nesta linha, uma nova etapa da técnica de restauração acima comentada, seria isolar os compostos responsáveis pela atração, de modo a sintetizá-lo em larga escala (BIANCONI et al., 2010). Acredita-se assim, que determinadas frações (ou substâncias) dos óleos essenciais dos frutos mais consumidos por estes morcegos, devem ser semelhantes entre si. Tal fato foi corroborado neste estudo quando da sua análise por cromatografia gasosa, em que os óleos dos frutos mais consumidos foram semelhantes entre si. Da mesma forma, Hodgkison et al. (2007) observou semelhanças entre os odores de duas espécies de *Ficus* consumidas pela espécie *Cynopterus brachyotis* (Mueller, 1838), um importante dispersor destes frutos na Malásia.

Da mesma forma que existem substâncias comuns aos frutos consumidos que são responsáveis por sua atração, devem ocorrer compostos específicos a cada fruto, que o “codifica” para o animal. Os testes em cativeiro corroboram esta informação, já que os filostomídeos responderam seletivamente aos óleos de seus frutos preferenciais. Além disso, reforçam a hipótese lançada por Laska (1990), a qual associa a especialização alimentar dos morcegos à sua especificidade olfativa, ou seja, as espécies respondem a

odores específicos de acordo com a sensibilidade de seu olfato. Esta constatação evidencia que os semioquímicos são os responsáveis pela escolha preferencial de frutos pelos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*, sugerindo que a especificidade seja uma evidência da evolução conjugada entre estes grupos, em que estes compostos sejam sinais específicos emitidos ao dispersor. Isto se mostra verdade, principalmente no caso de *Carollia*, que respondeu em todos os casos de modo significativo para *Piper*.

Informações deste porte direcionam novos estudos para desvendar quais as substâncias químicas são responsáveis tanto para atração dos morcegos, quanto para a diferenciação de frutos, podendo também auxiliar na implantação em larga escala da técnica de regeneração envolvendo os óleos essenciais (MIKICH et al., 2003; BIANCONI et al., 2007). Os dados também instigam a discussão da escolha por recursos em outros frugívoros que se guiam pelo odor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados deste capítulo confirmam em cativeiro, onde as formas de oferta são igualadas, a preferência de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* por frutos de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, evidenciando que a quantidade ou configuração do recurso não são determinantes na escolha. A importância do olfato na busca e seleção específica de frutos preferidos na natureza foi confirmada, ressaltando que os óleos essenciais funcionam como sinalizadores químicos nesta interação. Ademais, mostra-se possível que estes sejam sinais de uma coevolução entre estes gêneros de frutos e estes morcegos. Tais informações fornecem subsídios robustos para o uso dos óleos essenciais de *Ficus*, *Piper* e *Solanum* na ferramenta para regeneração natural, uma vez que serão facilmente e preferivelmente escolhidos por estes frugívoros dispersores. Sugere-se também que a análise destes compostos deve identificar uma substância ou um conjunto delas que sejam responsáveis comuns para a atração destes animais, podendo assim atrair diferentes grupos de frugívoros voadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, K. K.; ROY, A.; KRISHNA, A. Relative role of olfactory cues and certain non-olfactory factors in foraging of fruit-eating bats. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v.44, n.1, p.59-64, 1998.

ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, Leiden, v.49, p.227-265, 1974.

ASCORRA, C. F.; WILSON, D. E. Bat frugivory and seed dispersal in the amazon, Loreto, Peru. **Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos (A)**, Lima, v.43, p.1-6, 1992.

BIANCONI, G. V. **Morcegos frugívoros no uso do hábitat fragmentado e seu potencial para recuperação de áreas degradadas: subsídios para uma nova ferramenta voltada à conservação**. Tese, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; MAIA, B. H. L. N. S.; TEIXEIRA, S. D.; MARQUES, F. A. A ecologia química da interação morcego-planta: proposta de uma nova ferramenta para restauração florestal e estudos de auto-ecologia. In: PACHECO, C.; MARQUES, R.; ESBERARD, C. (Eds.) **Morcegos do Brasil: Ecologia, Biologia e Conservação**. Editora Armazém Digital, Porto Alegre, 2008.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.21, n.4, p.943-954, 2004.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, Washington, v.39, n.1, p.136-140, 2007.

BIANCONI, G. V.; SUCKOW, U. M. S.; CRUZ-NETO, A. P.; MIKICH, S. B. Use of fruit essential oils to assist forest regeneration by bats. **Restoration Ecology**, Washington, v.20, n.2, p.211-217, 2010.

BONACCORSO, F. J. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. **Bulletin of the Florida State Museum: Biological Sciences**, Gainesville, v.24, n.4, p. 359-408, 1979.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Eds.) **Frugivores and seed dispersal**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1986.

DUMONT, E. R. Bats and Fruit: An ecomorphological approach. In: KUNZ, T. H.; FENTON, B. (Eds.) **Bat Ecology**. University of Chicago Press, Chicago, 2003.

FENTON, M. B. The foraging behavior and ecology of animal eating bats. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v.68, p.411-422, 1990.

FENTON, M. B. **Bats**. New York, Facts On File, 1992.

FINDLEY, J. S. **Bats: a community perspective**. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1993.

FLEMING, T. H. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Eds.). **Frugivores and seed dispersal**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1986.

FLEMING, T. H. **The short-tailed fruit bat: A study in plant-animal interactions**. University Chicago Press, Chicago, 1988.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.67, n.4, p.660-671, 1986.

GIANNINI, N. P. Selection of diets and elevation by sympatric species of *Sturnira* in an Andean rainforest. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.80, p.1186-1195, 1999.

HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T. H.; OPLER, P. A. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. **Ecology**, Washington D.C., v.56, n.4, p.841-854, 1975.

HELVERSEN, O.; WINKLER, L.; BESTMANN, H. J. Sulphur-containing "perfumes" attract over-visiting bats. **Journal of Comparative Physiology A**, Berlin, v.186, p. 143-153, 2000.

HODGKISON, R.; AYASSE, M.; KALKO, E. K. V.; HABERLEIN, C.; SCHULZ, S.; MUSTAPHA, W. A. W.; ZUBAID, A.; KUNZ, T. H. Chemical ecology of fruit bat foraging behavior in relation to the fruit odors of two species of paleotropical bat-dispersed figs (*Ficus hispida* and *Ficus scortechinii*). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.33, n.11, p.2097-2110, 2007.

HUMPHREY, S. R.; BONACCORSO, F.J. Population and community ecology, p. 409-441. In: BAKER, R.J.; JONES JR, J. K.; CARTER, D.C. (Eds.) **Biology of bats of the New World family Phyllostomidae, part III**. Special Publications Museum Texas Tech University, Lubbock, 1979.

KALKO, E. K. V.; CONDON, M. A. Echolocation, olfaction and fruit display: how bats find fruit of flagellichorous cucurbits. **Functional Ecology**, Oxford, v.12, n.3, p.364-372, 1998.

KALKO, E. K. V.; HANDLEY JR., C. O. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure and implications for conservation strategies. **Plant Ecology**, Dordrecht, v.153, n.1-2, p.319-333, 2001.

KALKO, E. K. V.; HANDLEY JR., C.O.; HANDLEY, D. 1996. Organization, diversity and long-term dynamics of a Neotropical bat community. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, J. A. (Eds.) **Long-term studies of vertebrate communities**. Academic Press, New York, 1996.

KORINE, C.; KALKO, E. K. V. Fruit detection and discrimination by small fruit-eating bats (Phyllostomidae): Echolocation call design and olfaction. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Heidelberg, v.59, n.1, p.12-23, 2005.

KUNZ, T. H.; FENTON, M. B. **Bat Ecology**. The University of Chicago Press, Chicago, 2003.

LASKA, M. Olfactory discrimination ability in short-tailed fruit bat, *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.16, p.3291-3299, 1990.

LASKA, M.; SCHMIDT, U. Untersuchungen zur olfaktorischen orientierung bei der Brillenblattnase, *Carollia perspicillata* (Chiroptera). **Zeitschrift für Säugetierkunde**, Berlin, v.51, p.129-138, 1986.

MELLO, M.A.R.; KALKO, E.K.V.; SILVA, W.R. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.24, n.2, p.225-228, 2008.

MELLO M. A. R.; PASSOS, F. C. Frugivoria em morcegos brasileiros. In: PACHECO, S.M.; ESBERARD, C. E. L.; MARQUES, R.V. (Eds.) **Morcegos do Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação**. Editora Armazém Digital, Porto Alegre, 2008.

MIKICH, S. B. **Frugivoria e dispersão de sementes em uma pequena reserva isolada do Estado do Paraná, Brasil**. Tese, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

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**, Curitiba, v.19, n.1, p.239-249, 2002.

MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V.; MAIA, B. H. L. N. S.; TEIXEIRA, S. D. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.29, n.10, p.2379-2383, 2003.

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 Brasilica**, Porto Alegre, v.15, n.1, p.89-

113, 2001.

NORDLUND, D. A.; LEWIS, W. J. Terminology of chemical releasing stimuli in intraspecific and interspecific interactions. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.2, n.2, p.211-220, 1976.

QUESADA, M.; STONER, K. E.; LOBO, J. A.; HERRERÍAS-DIEGO, Y.; PALACIOS-GUEVARA, C.; MUNGUÍA-ROSAS, M. A.; O-SALAZAR, K. A.; ROSAS-GUERRERO, V. Effects of forest fragmentation on pollinator activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat-pollinated bombacaceous trees. **Biotropica**, Washington, v.36, n.2, p.131-138, 2004.

REAL, L. A. Animal choice behavior and the evolution of cognitive architecture. **Science**, Washington, v.253, p.980-986, 1991.

RIEGER, J. F.; JAKOB, E. M. The use of olfaction in food location by frugivorous bats. **Biotropica**, Washington, v.20, n.2, p.161-164, 1988.

SÁNCHEZ, F.; KORINE, C.; STEEGHS, M.; LAARHOVEN, L.; CRISTESCU, S. M.; HARREN, F. J. M.; DUDLEY, R.; PINSHOW, B. Ethanol and Methanol as possible odor cues for Egyptian Fruit Bats (*Rousettus aegyptiacus*). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.32, p.1289-1300, 2006.

SIMMONS, N. B. Order Chiroptera. In WILSON, D. E.; REEDER, D. M. **Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference**. Johns Hopkins University Press, Maryland, 2005.

SIMMONS, N. B.; VOSS, R. S. The mammals of Paracou, French Guiana: a neotropical lowland rainforest. Part 1: Bats. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v.237, 1-219, 1998.

SMITH, L. I. **A tutorial on principal components analysis - 2002**. Disponível em: <http://csnet.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf> Acesso em: 4 de agosto de 2012.

SYTSMA, K. J.; MORAWETZ, J.; PIRES, J. C.; NEPOKROEFF, M.; CONTI, E.; ZJHRA, M.; HALL, J. C.; CHASE, M. W. Urticalean rosids: circumscription, rosid ancestry, and phylogenetics based on rbcL, trnL-F, and ndhF sequences. **American Journal of Botany**, Baltimore, v.89, n.9, p.1531-1546, 2002.

THIES, W.; KALKO, E. K. V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, Copenhagen, v.104, n.1, p.362-376, 2004.

THIES, W.; KALKO, E. K. V.; SCHNITZLER, H. U. The roles of echolocation and olfaction in two Neotropical fruit-eating bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, feeding on *Piper*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v.42, n.6, p.397-409, 1998.

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

WENDELN, M. C.; RUNKLE, J. R.; KALKO, E. K. V. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. **Biotropica**, Washington v.32, n.3, p.489-501, 2000.

WILLIG, M. R.; PRESLEY, S. J.; BLOCH, C. P.; HICE, C. L.; YANOVIK, M. M.; DÍAZ, M. M.; CHAUCA, L. A.; PACHECO, V.; WEAVER, S. C. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: effects of habitat alteration on abundance. **Biotropica**, Washington, v.39, n.6, p.737-746, 2007.

CONCLUSÃO

- Os morcegos frugívoros dos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* apresentam consistência espacial no consumo de *Ficus*, *Piper* e *Solanum*, principalmente nos locais melhor estudados da região Neotropical.
- Os filostomídeos estudados também apresentaram consistência temporal na escolha dos referidos frutos, evidenciando sua real preferência em qualquer fase do ciclo fenológico, facilitada pela forma de oferta destes recursos.
- Os testes em cativeiro evidenciaram que a escolha preferencial por estes frutos está relacionada principalmente ao olfato, ou seja, ao odor emitido pelo alimento, destacando também a importância dos óleos essenciais neste processo.
- Além de fornecer valiosas informações para a ecologia destes grupos, os dados subsidiam o aprimoramento da ferramenta para restauração, que visa incrementar a chuva-de-sementes com a atração de morcegos para áreas degradadas. Sabendo que os gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* - que são comuns e abundantes na região Neotropical - irão buscar e selecionar os odores específicos dos seus frutos preferencias em toda sua distribuição e em qualquer época do ciclo sazonal, os óleos essenciais destes frutos (ou suas frações) poderão ser amplamente utilizados.

ANEXO A

Exemplo dos cromatogramas formados. (Figuras 1 a 3).

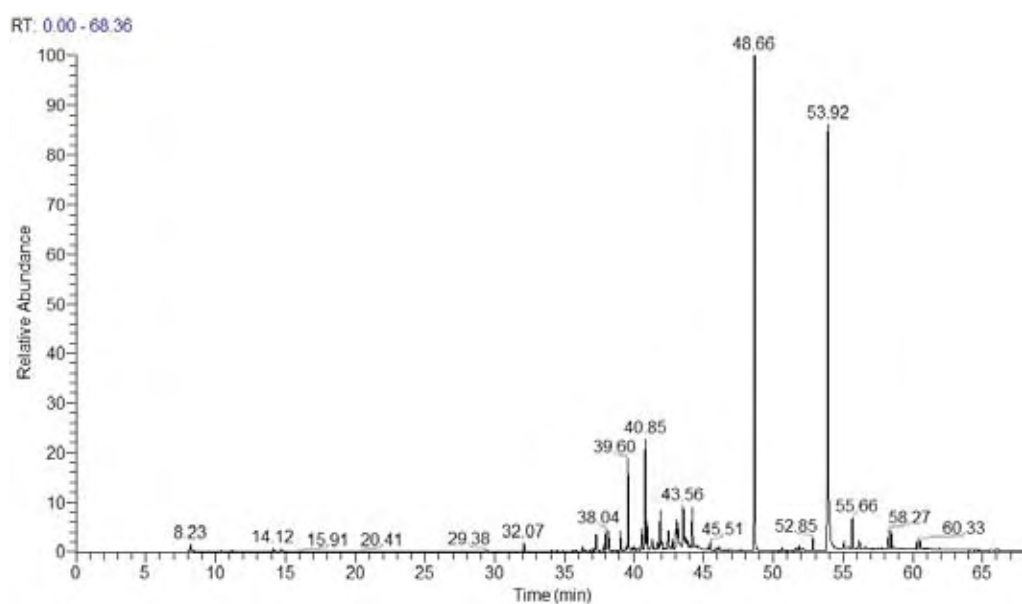


Figura 1 – Cromatograma resultante da análise por cromatografia gasosa do fruto maduro de *Ficus insipida*. No eixo x são os tempos de retenção e y são os valores relativos de massa de cada composto.

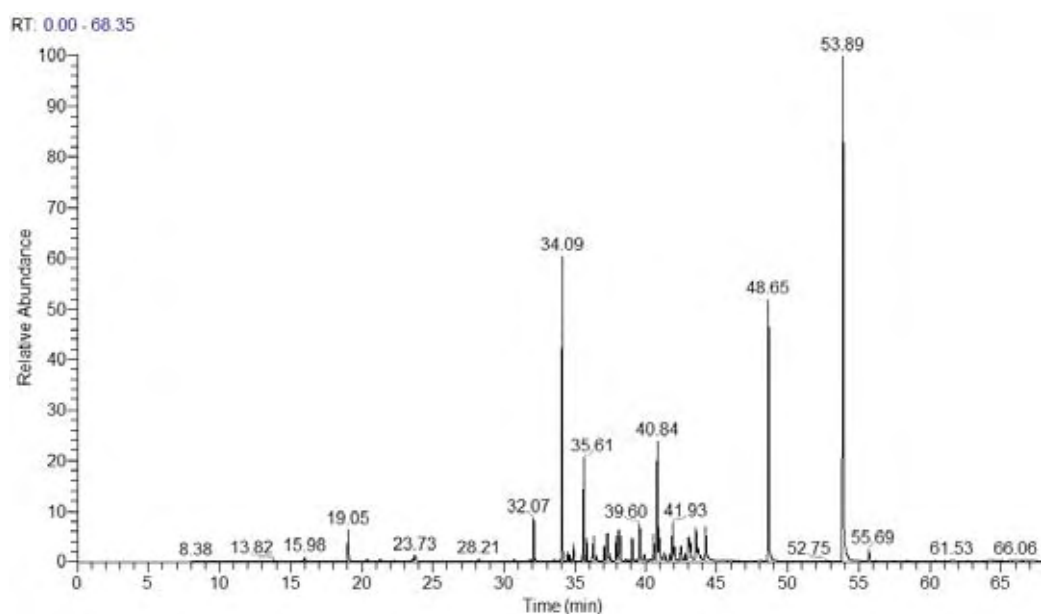


Figura 2 – Cromatograma resultante da análise por cromatografia gasosa do fruto maduro de *Piper gaudichaudianum*. No eixo x são os tempos de retenção e y são os valores relativos de massa de cada composto.

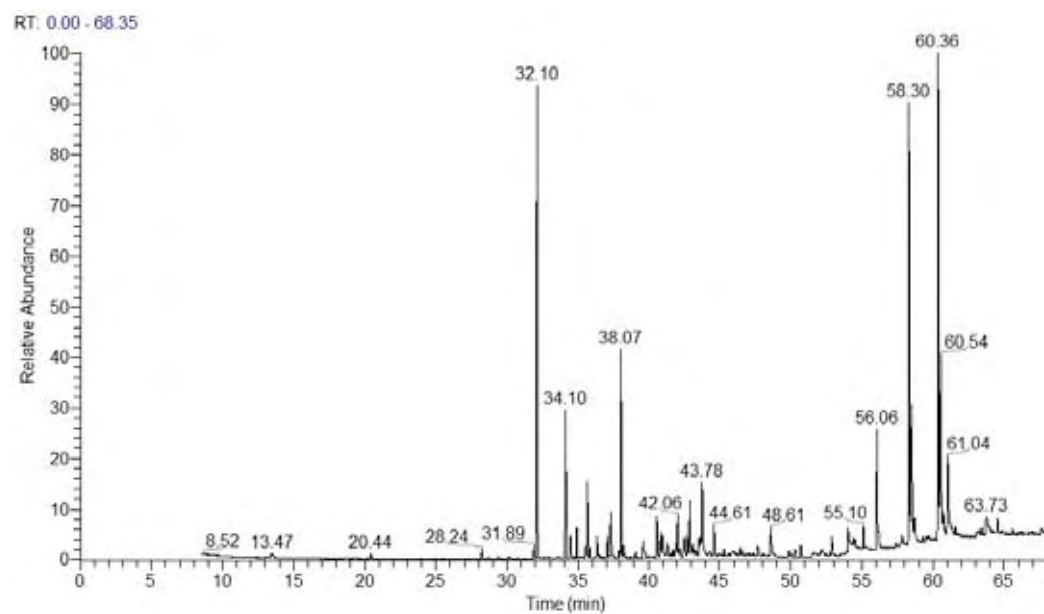


Figura 3 – Cromatograma resultante da análise por cromatografia gasosa do fruto maduro de *Solanum caavurana*. No eixo x são os tempos de retenção e y são os valores relativos de massa de cada composto.