

Rodrigo A.S. Pereira¹

Interações antagonísticas de figueiras e psitacídeos²

Antagonistic interactions of fig trees and psitacid birds

Resumo As plantas do gênero *Ficus* (Moraceae) constituem um recurso-chave para o funcionamento de florestas tropicais, pois provêem alimento para animais frugívoros em períodos de escassez de frutos de outras espécies. A polinização das flores de *Ficus* é realizada exclusivamente pelas fêmeas de vespas Agaonidae, que utilizam-se dos ovários de algumas das flores polinizadas para depositar seus ovos e desenvolver sua prole. Deste modo, a prole de vespas polinizadoras representa a função masculina, ao passo que os frutos (aquênios) constituem a função feminina da planta. O objetivo deste trabalho foi avaliar a frugivoria de *Pyrrhura leucotis* (Psittacidae) em uma árvore de *F. cyclophylla* na Reserva Florestal de Linhares/ES, Brasil. A frugivoria realizada por um grupo de aproximadamente 20 indivíduos de *P. leucotis* foi avaliada durante o mês de julho de 1996. Os resultados apontaram que *P. leucotis* apresenta uma relação antagônica com a espécie de *Ficus* estudada. Foi constatado a frugivoria de 100% dos figos, antes da fase de amadurecimento, impossibilitando a dispersão da prole das vespas polinizadoras. Os periquitos quebravam os aquênios e consumiam seus conteúdos. Os aquênios que escaparam à predação e caíram sob a copa da árvore apresentaram taxa de germinação baixa (24%). As vespas polinizadoras que emergiram dos fragmentos derrubados sob a copa não carregavam pólen em seus corpos, não atuando, assim, como vetoras de pólen. Desta forma, *P. leucotis* exerceu impacto negativo sobre as funções feminina e masculina da planta. Considerando que o impacto nas funções reprodutivas de *Ficus* pode interferir na dinâmica de florestas tropicais e na manutenção da relação mutualística *Ficus* – vespas de figo, estudos semelhantes, em outras espécies de Psittacidae, merecem atenção especial.

Palavras-chave dispersão de sementes, interação animal planta, *Pegoscopus*, reprodução, tiriva-de-orelha-branca.

Abstract Plants of the genus *Ficus* supply frugivorous animals with food throughout periods of scarcity of fruits from other species, and therefore are considered key-resources to the functioning of tropical forests. Only females of Agaonidae wasps pollinate *Ficus* flowers and those utilize the ovaries of pollinated flowers to oviposit their eggs and develop offspring. Thus, the offspring of pollinating wasps play the male role and fruit (achenes) play the female role in the plant. The present work aimed to evaluate frugivory rates of *Pyrrhura leucotis* (Psittacidae) on a *F. cyclophylla* tree within the Linhares Forest Reserve (Espírito Santo State), Brazil. We evaluated frugivory rates obtained with a group of approximately 20 individuals of *P. leucotis* throughout July, 1996. Results have shown that *P. leucotis* keeps an antagonistic relationship with the studied *Ficus* species. Frugivory rates on figs reached 100% prior to maturation and, consequently, the offspring of pollinating wasps did not have the chance to disperse. Parakeets broke achenes and ate their content. A low germination rate of 24% was found in achenes that escaped predation and fell down below canopy. Pollinating wasps that emerged off cut fragments below canopies did not convey pollen on their bodies and did not play the role of pollen vectors anyway. Thus, *P. leucotis* brought a negative impact over the female and male functions of the plant. By considering that impacts on reproductive functions of *Ficus* might hinder the dynamics of tropical forests and interfere with the maintenance of the mutualistic relationship between *Ficus* and fig wasps, special attention should be given to similar studies that might be carried out with other species.

Keywords animal-plant interaction, *Pegoscopus*, reproduction, seed dispersion, white-eared parakeet.

Introdução

As plantas do gênero *Ficus* constituem um recurso-chave para o funcionamento de florestas tropicais, pois provêem alimento para animais frugívoros em períodos de escassez de frutos de outras espécies (Shanahan et al., 2001). Particularmente o elevado nível de cálcio dos figos

¹ Departamento de Biologia, FFCLRP-USP, Av. Bandeirantes 3900, Ribeirão Preto, SP, 14040-901. E-mail: raspereira@ffclrp.usp.br ou raspereira@yahoo.com.br.

² Trabalho realizado durante a disciplina Ecologia de Campo I (NEI 10), do Curso de Pós-graduação em Ecologia/IB, Unicamp.

confere uma importância adicional nas dietas dos vertebrados, sendo, ainda, uma fonte potencial de proteína animal fornecida pelas larvas dos insetos associados (Shanahan et al., 2001). Além disso, as figueiras apresentam um papel importante na regeneração e recomposição de comunidades vegetais, atraindo animais frugívoros dispersores de outras espécies vegetais (Kinnaird et al., 1996). Árvores isoladas de *Ficus*, ainda, funcionam como ponto de atração de frugívoros, favorecendo a recomposição vegetal ao redor de suas copas (Guevara et al., 2004) e são hospedeiras de uma comunidade diversa de plantas epífitas (Gonçalves & Waechter, 2003).

Esta característica de recurso-chave é resultado do padrão fenológico, no qual a produção de figos é sincronizada em cada planta, mas diferentes árvores florescem assincronicamente ao longo do ano (Pereira et al., 1995). Em nível populacional, a presença de plantas florescendo ao longo do ano é fundamental para a manutenção da população das pequenas vespas polinizadoras que dependem exclusivamente das figueiras para se reproduzirem. A polinização das flores de *Ficus* é realizada exclusivamente pelas fêmeas de vespas Agaonidae, que levam o pólen proveniente do figo natal ao interior de outro figo (inflorescência em forma de urna), onde se localizam as flores. Além disso, utilizam-se dos ovários de algumas das flores polinizadas para depositar seus ovos e desenvolver sua prole (Pereira et al., 2000).

A interação *Ficus* – vespas de figo é considerada um dos exemplos mais extremos de mutualismo entre planta e inseto (Weiblen, 2002). A reprodução sexuada das figueiras é inteiramente dependente da ação das vespas polinizadoras, que atuam como vetoras de pólen. Deste modo, a prole de vespas polinizadoras representa a função masculina, ao passo que os frutos (aquênios) constituem a função feminina da planta (Pereira, 1998). O sucesso das funções feminina e masculina de uma planta de *Ficus* resulta da forte sincronia dos ciclos de desenvolvimento dos figos e das vespas. A maturação do figo, e sua conseqüente atratividade à fauna frugívora, ocorre após a emergência e liberação da prole de vespas polinizadoras, garantindo que os figos sejam consumidos após a dispersão do pólen (Bronstein, 1992).

Com exceção de poucas espécies de répteis e peixes, a fauna frugívora de *Ficus* é representada principalmente por aves e mamíferos. Na maioria dos casos, esses frugívoros atuam como dispersores de sementes (Shanahan et al., 2001). No entanto, algumas espécies consomem figos, mas não realizam nenhum serviço de dispersão de sementes. As espécies da família Psittacidae (periquitos em geral) são reconhecidas por explorar o sistema, destruindo com seus bicos fortes a maior parte das

sementes de *Ficus* (Janzen, 1981; Jordano, 1983; Figueiredo, 1996). Algumas espécies de Psittacidae consomem os figos um pouco antes da maturação, antes da dispersão das vespas (Figueiredo, 1996). Nesses casos, além da predação de sementes, os frugívoros destroem a prole de vespas, exercendo impacto negativo sobre a dispersão de pólen da planta. O objetivo deste trabalho foi avaliar a frugivoria de *Pyrrhura leucotis* Kuhl (tiriva-de-orelha-branca) em uma árvore de *F. cyclophylla*.

Métodos

Área estudada

O estudo foi realizado na Reserva Florestal de Linhares (19°06' – 19°18'S e 39°45' – 40°19'W), de propriedade da Companhia Vale do Rio Doce, município de Linhares/ES, Brasil, durante o mês de julho de 1996. A área da reserva é ocupada predominantemente pela Floresta Ombrófila Densa (Veloso et al., 1991). Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tropical úmido (tipo Aw), com precipitação anual média de 1.403 mm e temperatura média máxima de 25,2°C e mínima de 19,1°C (Jesus, 2001).

Espécies estudadas

Ficus cyclophylla (gameleira-grande) é uma espécie monóica, pertencente ao sub-gênero *Urostigma* – seção *Americana* (Berg, 1989). Esta espécie ocorre do Sudeste ao Nordeste brasileiros, em regiões próximas ao litoral (Carauta & Diaz, 2002). A árvore estudada, com aproximadamente 20 m de altura, apresentava figos na fase final de desenvolvimento, porém imaturos (antes da liberação da prole de vespas polinizadoras). Os figos eram produzidos de forma aglomerada nos ápices de cada ramo. As vespas polinizadoras pertencem ao gênero *Pegoscapus* Cameron. No entanto, a espécie ainda não foi descrita taxonomicamente (Wiebes, 1995).

Pyrrhura leucotis (Psittacidae), conhecido popularmente como tiriva-de-orelha-branca, é um periquito de aproximadamente 21 cm de comprimento e apresenta uma distribuição descontínua no Brasil, ocorrendo nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do país (Frisch & Frisch, 2005). Um grupo de aproximadamente 20 periquitos visitou a árvore durante o período de estudo. As aves alimentavam-se dos figos imaturos, deixando cair os fragmentos sobre a serapilheira da mata.

Coleta de dados

A frugivoria foi analisada pela avaliação da proporção

de figos consumidos presentes na árvore e pela quantificação dos fragmentos de figo depositados na serapilheira.

A proporção de figos consumidos ainda presentes na árvore (n° de figos consumidos/ n° total de figos) foi estimada pela amostragem assistemática de 5 a 10 ramos, nos dias 18, 22 e 26 de julho.

Os fragmentos dos figos consumidos foram amostrados em 10 parcelas de 0,4 x 0,3 m, compostas por folhas retangulares de papel, representando uma área amostral de 0,12 m² cada, alocadas assistematicamente sob a área da copa da árvore. As folhas foram substituídas a cada 24 h, durante todo o período de estudo. Os fragmentos eram levados ao laboratório e deixados secar à temperatura ambiente por 24 h. Posteriormente eram pesados em balanças de campo (Pesola®), com exatidão de 0,1 g.

No sexto dia de estudo (24/07), observou-se nos fragmentos coletados a presença de galhas contendo vespas de figo adultas e aquênios aparentemente intactos. As galhas foram colocadas em um frasco plástico tampado para observação da emergência das vespas adultas. Para análise de viabilidade, 46 aquênios obtidos foram colocados para germinar sobre papel de filtro, em uma placa de petri. Os aquênios foram mantidos em condições ambiente e irrigados diariamente com água destilada, por aproximadamente 30 dias.

Para avaliar se as vespas que emergiram dos fragmentos eram potencialmente vetoras de pólen foi observado se as fêmeas de vespas polinizadoras carregavam pólen em seus corpos. Para tal, os insetos, previamente mortos por congelamento, foram desidratados em estufa a 100 °C, por cerca de 24 horas, metalizados com ouro em metalizador Balzers SCD 050 por 280" e examinados em microscópio eletrônico de varredura (Zeiss DSM 940) em 5 kV. Alguns figos intactos foram acondicionados em frascos tampados para obtenção de vespas por emergência natural. Essas vespas foram tratadas da mesma forma que as descritas acima e utilizadas como controle na análise de presença de pólen.

Resultados

O número de figos amostrados na árvore diminuiu ao longo do período de estudo (Tabela 1). Na última amostragem de ramos, havia aproximadamente um figo para cada três ou quatro ápices e todos os figos estavam parcialmente consumidos (Tabela 1). Nessa data (26/07), foram observadas cerca de 10 a 20 libélulas (Odonata) sobrevoando a árvore, provavelmente predando as vespas que emergiam dos sicônios parcialmente consumidos. A partir do dia 27/07, a árvore não foi visitada pelo grupo de periquitos e não foi observado a presença das libélulas.

Os fragmentos de figo depositados sobre a serapilheira constituíam-se de tecidos vegetais do receptáculo da inflorescência, galhas e aquênios partidos e outros aparentemente intactos. No início do estudo, foi depositado em média 10 g/m² de fragmentos de figo sobre a serapilheira. Esse valor, de modo geral, diminuiu ao longo do período de estudo, chegando a 0,6 g/m² no último dia de amostragem (Figura 1).

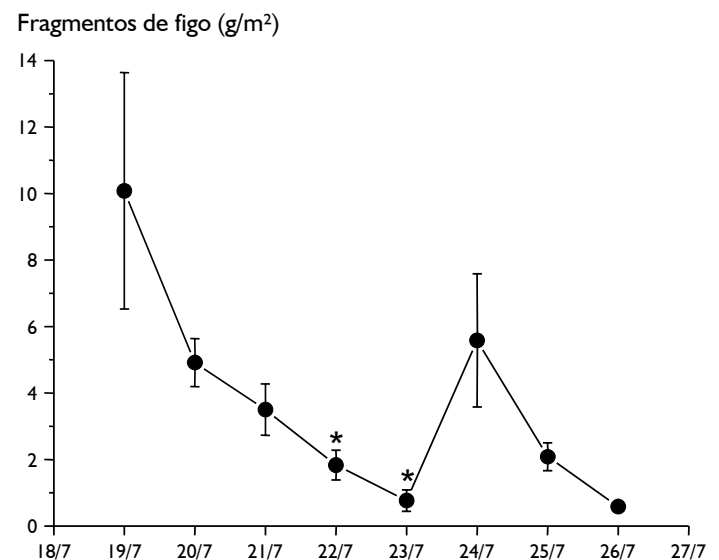


Figura 1 Variação temporal da massa de fragmentos de figos depositadas sobre a serapilheira. As barras verticais representam o erro padrão da média ($n = 10$). * Dias 22 e 23 foram mais frios que os demais e as aves apresentaram menor atividade.

Tabela 1 Variação temporal na frugivoria por *Pyrrhura leucotis*, observada em uma árvore de *Ficus cyclophylla* na Reserva Florestal de Linhares/ES.

Data	Nº de ramos amostrados	Nº de ápices nos ramos	Nº total de figos	Figos por ápice	% de figos parcialmente consumidos
18/07	10	74	73	0,98	11
22/07	5	50	39	0,78	10
26/07	8	70	20	0,29	100

As vespas polinizadoras emergidas dos fragmentos de figos não apresentavam grãos de pólen em seus bolsos torácicos (Figura 2A). As vespas que emergiram dos figos intactos, por outro lado, apresentavam seus bolsos torácicos carregados de pólen (Figura 2B). Os aquênios depositados sob a copa da árvore, juntamente com os fragmentos de figos apresentaram taxa de germinação de 24%.

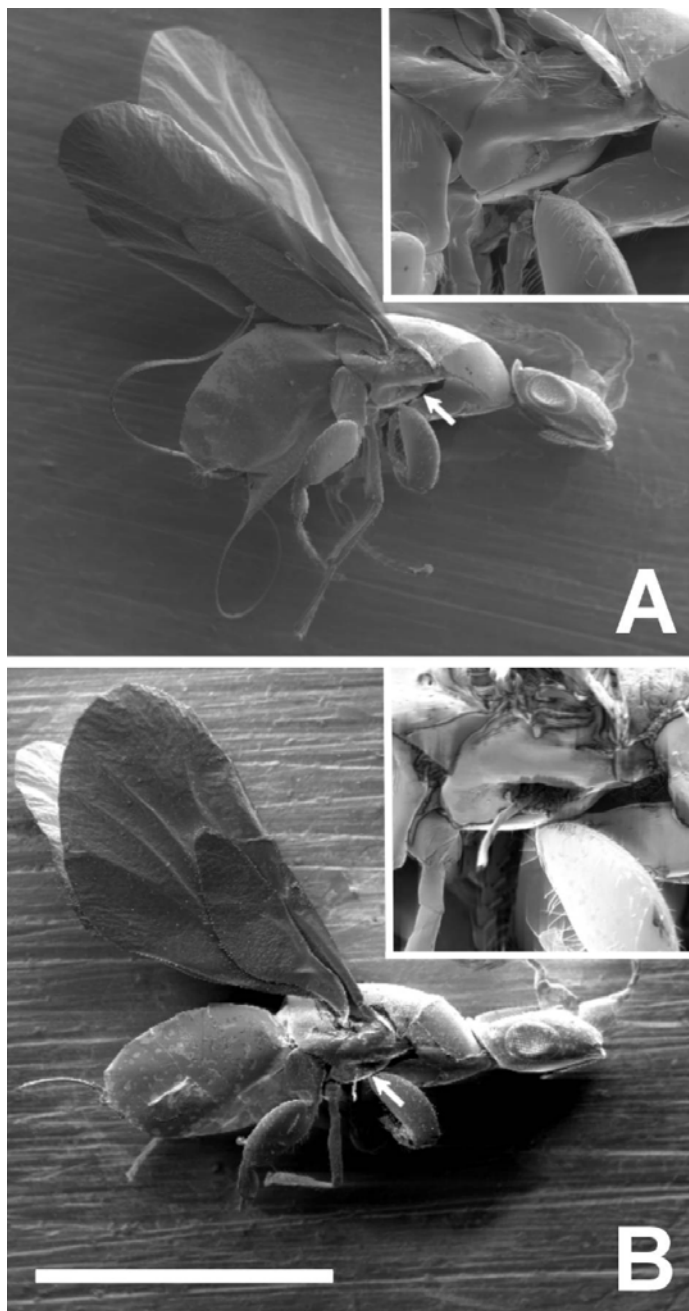


Figura 2 Vespas fêmeas polinizadoras de *Ficus cyclophylla*. Setas indicam a localização dos bolsos torácicos. Detalhes mostram os bolsos sem (A) e com (B) pólen. Escala = 0,5 mm.

Discussão

Os resultados apontaram que *P. leucotis* apresenta uma relação antagonista com a espécie de *Ficus* estudada. Os dados mostraram que o processo de frugivoria envolveu a predação de sementes, constatado pela presença de aquênios partidos, e destruição de vespas vetoras de pólen. O impacto na função masculina da planta, em adição à predação de sementes, ocorreu pelo fato da frugivoria ter ocorrido antes do amadurecimento dos figos e liberação das vespas polinizadoras. A predação de figos imaturos por periquitos foi relatada na literatura (Janzen, 1981; Figueiredo, 1996) e contrasta ao padrão observado em outros vertebrados frugívoros, que consomem figos maduros sem destruir os aquênios, atuando como dispersores potenciais (Shanahan et al. 2001).

A quantificação da variação temporal da frugivoria na árvore estudada reforçou que os psitacídeos são predadores eficientes de sementes. A frugivoria observada atingiu 100% dos figos da planta, impedindo a dispersão dos diásporos por outros vertebrados. O comportamento dos psitacídeos de mandibular e quebrar as sementes para consumir seus conteúdos (Jordano, 1983) impede que os diásporos sejam transportados no trato digestivo das aves até outros locais. Os aquênios aparentemente intactos depositados sob a copa da árvore, provavelmente não se desenvolveriam com sucesso, em função da competição futura com a planta mãe. Vale notar que *F. cyclophylla* é uma espécie de hábito hemi-epífita (Carauta & Diaz, 2002), cujas sementes normalmente germinam sobre outras árvores. Por fim, os aquênios que escaparam à predação apresentaram viabilidade baixa quando comparado à taxa de germinação próxima a 100% observada em espécies hemi-epífitas de *Ficus* no Brasil (R.A.S. Pereira, obs. pessoal).

Os resultados apresentados demonstraram de forma inequívoca o impacto negativo de *P. leucotis* sobre a função masculina da planta. A análise das vespas polinizadoras que emergiram com sucesso dos fragmentos de figo revelou a ausência de pólen em seus corpos, impossibilitando que agissem como vetoras de pólen.

A intensidade da predação de figos observadas neste estudo foi superior às taxas observadas de 78 % por Jordano (1983) e de 30% por Figueiredo (1996), em florestas decídua da Costa Rica e semidecídua no Brasil, respectivamente. A alta taxa de predação ocorrida nessa árvore de *F. cyclophylla* pode estar associada à escassez de frutos de outras espécies, visto que o estudo aconteceu no período de inverno (seco e frio). Considerando que o impacto nas funções reprodutivas de *Ficus* pode interferir na dinâmica de florestas tropicais e na manutenção da relação

mutualística *Ficus* – vespas de figo, estudos semelhantes, em outras espécies de Psittacidae, merecem atenção especial.

Agradecimentos

Agradeço Fernando Santiago dos Santos pela tradução do resumo. As análises em microscopia eletrônica de varredura foram realizadas no Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada a Agricultura (NAP/MEPA/ESALQ-USP). Este estudo foi desenvolvido na disciplina Ecologia de Campo I (NEI 10), do Curso de Pós-graduação em Ecologia/IB, Unicamp. O curso recebeu financiamento da Fundação MB, CNPq, CAPES e apoio logístico da CVRD. O autor recebeu bolsa de mestrado da CAPES.

Referências

- Berg CC (1989) Classification and distribution of *Ficus*. **Experientia** 45: 605-611.
- Bronstein JL (1992) Seed predator as mutualists: Ecology and evolution of the fig pollinator interaction. In: Bernays E (ed.) **Insect-Plant Interactions**. Boca Raton: CRC Press, pp 1-43.
- Carauta JPP & Diaz BE (2002) **Figueiras no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.
- Figueiredo RA (1996) Complex interactions in nature: Parrotlet feeding on fig fruits lessens seed dispersal and pollen flow. **Ciência e cultura** 48: 282-283.
- Frisch JD & Frisch CD (2005) **Aves brasileiras e plantas que as atraem**. São Paulo: Dalgas Ecoltec - Ecologia Técnica Ltda.
- Gonçalves CN & Waechter JL (2003) Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botanica Brasiliica** 17: 89-100.
- Guevara S, Laborde J & Sánchez-Rios G (2004) Rain forest regeneration beneath the canopy of fig trees isolated in pastures of Los Tuxtlas, Mexico. **Biotropica** 36: 99-108.
- Janzen DH (1981) *Ficus ovalis* seed predation by an orange-chinned parakeet (*Brotogeris jugularis*) in Costa Rica. **The Auk** 98: 841-844.
- Jesus RM (2001) **Manejo florestal: impactos da exploração na estrutura da floresta e sua sustentabilidade econômica**. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Jordano P (1983) Fig-seed predation and dispersal by birds. **Biotropica** 15: 38-41.
- Kinnaird MF, O'Brien TG & Suryadi S (1996) Population fluctuation in Sulawesi Red-Knobbed Hornbills: tracking figs in space and time. **The Auk** 113: 431-440.
- Pereira RAS (1998) **Relação do desenvolvimento de vespas de figo (Hymenoptera: Chalcidoidea) com aspectos reprodutivos de *Ficus eximia* Schott (Moraceae)**. Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Pereira RAS, Rodrigues E & Menezes Jr AO (1995) Fenologia de *Ficus guaranitica* Chodat & Vischer. **Semina** 16: 129-135.
- Pereira RAS, Semir J & Menezes Jr AO (2000) Pollination and other biotic interactions in figs of *Ficus eximia* Schott (Moraceae). **Brazilian Journal of Botany** 23: 217-224.
- Shanahan M, So S, Compton SG & Corlett R (2001) Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. **Biological Review** 77: 529-572.
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR & Silva JCA (1991) **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE.
- Weiblen GD (2002) How to be a fig wasp. **Annual Review of Entomology** 47: 299-330.
- Wiebes JT (1995) **The New World Agaoninae (pollinators of figs)**. Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.