

Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae)

Walter Santos de Araújo¹ & Benedito Baptista dos Santos¹

¹Laboratório de Entomologia, Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Caixa Postal 131, 74001-970, Goiânia-GO, Brasil. walterbioaraujo@yahoo.com.br

ABSTRACT. Effects of seasonality and the size of host plants on abundance of Cecidomyiidae (Diptera) galls on *Piper arboreum* (Piperaceae). The objective of this work was to verify the effects of seasonality and the size of host plants on occurrence of Cecidomyiidae (Diptera) galls on *Piper arboreum* (Piperaceae). This study was carried out monthly, from September, 2006 to August, 2007, in a remnant area of Semideciduous Forest in Goiânia, Goiás, Brazil. In each survey, 10 individuals of the host plant were chosen randomly, and the height, the total number of leaves, the number of leaves with galls and the number of galls per leaves were estimated. The abundance of galls varied significantly during the study period, being the greatest abundance found at the beginning of the rainy season. The height of the host plant and number of leaves per individual were also positively and significantly related to the abundance of galls, since larger plants offer greater availability of resources and sites of breeding. The results of this study suggest that the seasonality may be decisive in the abundance of galls as well as the architectural patterns of the host plant. The seasonal changes can directly influence the development of the host plant and thus alter the quantity and quality of nutrients offered to insects galling.

KEYWORDS. Galling insects; seasonal patterns; structural complexity; synchronism.

RESUMO. Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). Este trabalho teve por objetivo verificar se existem efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na ocorrência de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). O estudo foi conduzido mensalmente de setembro/2006 a agosto/2007, em uma área remanescente de Mata Mesófila Semidecídua em Goiânia, Goiás, Brasil. Em cada coleta, 10 indivíduos da planta hospedeira foram escolhidos aleatoriamente, e a altura, o número total de folhas, o número de folhas com galhas e o número de galhas por folhas foram estimados. A abundância de galhas variou significativamente durante o período de estudo, sendo que a maior abundância foi encontrada no início da estação chuvosa. A altura da planta hospedeira e o número de folhas por indivíduo também estiveram positivamente e significativamente relacionados com a abundância de galhas, uma vez que, plantas maiores oferecem maior disponibilidade de recursos e sítios de oviposição. Os resultados do presente estudo apontam que a sazonalidade pode ser tão determinante na abundância de galhas quanto os padrões arquitetônicos da planta hospedeira. As mudanças sazonais podem influenciar diretamente o desenvolvimento da planta hospedeira e assim, alterar a quantidade e a qualidade dos nutrientes oferecidos aos insetos galhadores.

PALAVRAS-CHAVE. Complexidade estrutural; insetos galhadores; padrões sazonais; sincronismo.

As galhas entomógenas são estruturas desenvolvidas pelos vegetais em resposta ao desenvolvimento de insetos galhadores em seu interior (Stone & Schönrogge 2003). Os insetos galhadores são herbívoros bastante especializados que superaram as dificuldades de obtenção de alimento e ainda adquiriram proteção contra as intempéries e o ataque de inimigos naturais, com o desenvolvimento de galhas (Araújo *et al.* 2006; Araújo *et al.* 2007).

Um fator que está diretamente relacionado à abundância de insetos é a sazonalidade (Wolda 1988). A riqueza e a abundância de insetos herbívoros de vida livre são bastante influenciadas pela temperatura, umidade e precipitação. Kasenene & Roininen (1999), encontraram uma forte correlação entre os picos de chuva e a taxa de área foliar atacada por insetos herbívoros em uma floresta do Uganda. Segundo eles, isso é devido às melhores condições e à maior disponibilidade de recursos que os insetos encontram nesses períodos do ano.

No caso dos galhadores, a questão da sazonalidade foi pouco abordada durante algum tempo devido, principalmente,

às galhas e os insetos persistirem nas plantas hospedeiras (Fernandes *et al.* 1995). Contudo, alguns estudos recentes relatam que a diversidade e abundância dos galhadores podem variar de acordo com os padrões sazonais, principalmente, em regiões climáticas com estações bem definidas (Dalbem & Mendonça 2006). Nessas regiões, as estações climáticas são determinadas por mudanças na temperatura, repetidas ano após ano, que tornam os padrões sazonais bem evidentes (Wolda 1988). As regiões que não apresentam estações climáticas bem definidas, são caracterizadas por um período chuvoso e outro seco, muitas vezes com duração variável ao longo do ano, como é o caso do Cerrado do Centro-Oeste do Brasil. Padrões de distribuição de insetos galhadores em gradientes sazonais, em locais com essas características, ainda são desconhecidos.

Além da sazonalidade, a distribuição das galhas nas plantas hospedeiras pode ser influenciada por outros fatores. Algumas características estruturais das plantas hospedeiras parecem estar diretamente relacionadas com a diversidade de galhas.

Lawton & Schroder (1977) propuseram a hipótese da complexidade estrutural que prediz maior riqueza e abundância de espécies de insetos galhadores em plantas com maior complexidade estrutural. Plantas complexas (maiores e com mais ramificações, por exemplo) representam maior disponibilidade de recursos (Lawton 1983), sítios de oviposição, são facilmente avistadas pelos herbívoros (Fernandes & Price 1988) e, diminuem os riscos de ataque por parte de inimigos naturais e parasitóides (Collevatti & Sperber 1997). Araújo *et al.* (2003), por exemplo, citam que quanto maior a planta e sua complexidade estrutural, maior é a abundância e a riqueza de galhas, confirmando assim, a hipótese de que plantas maiores disponibilizam mais recursos e são mais atacadas por insetos herbívoros (Collevatti & Sperber 1997, Vrcibradic *et al.* 2000; Lara *et al.* 2008).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi verificar se existem efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae), ocorrentes em uma área remanescente de Mata Mesófila Semidecídua na Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo – As coletas foram realizadas mensalmente no período de setembro/2006 a agosto/2007, em uma área remanescente de Mata Mesófila Semidecídua no Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Estado de Goiás, Brasil (16°36' 12,9" S, 49°15' 41,7" W). A área total do fragmento é de aproximadamente 21,14 ha e o clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AW, com verões chuvosos (de outubro a março) e inverno seco (de abril a setembro) (Brandão & Kravchenko 1997).

Sistema – *Piper arboreum* Aubl. (Piperaceae) apresenta porte arbóreo-arbustivo, sublenhoso, sendo bastante encontrada em ambientes de mata, principalmente em áreas relativamente alteradas. *P. arboreum* é muito abundante na área de estudo, sendo muito comum encontrar indivíduos com galhas foliares provocadas por uma espécie não determinada de Cecidomyiidae (Diptera), ocorrentes em todos os meses do ano. Folhas com galhas coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de Entomologia do Departamento de Biologia Geral da UFG e acondicionadas em frascos plásticos com papel umedecido. O material foi vistoriado diariamente para verificar a emergência dos insetos adultos e parte das galhas foi dissecada para obtenção de estágios imaturos. Exemplares do inseto foram encaminhados a especialistas para identificação, mas devido à dificuldade de obtenção de todos os estágios adultos e larvais, ainda não foi possível identificá-lo. As galhas apresentam forma discóide com aproximadamente 0,6cm de diâmetro. Quanto à morfologia externa, são glabras, de coloração variando entre o verde e o amarelo e ocorrem de forma isolada. Internamente apresentam apenas uma câmara, ocupada por uma única larva.

Metodologia – Em cada coleta, 10 indivíduos diferentes da planta hospedeira eram escolhidos aleatoriamente, ao longo da trilha que corta a mata e, vistoriados (metodologia adaptada

de Maia & Tavares 2000). Para cada indivíduo, eram medidos a altura e contados o número total de folhas e o número de folhas com galhas. Esses parâmetros arquitetônicos foram escolhidos por serem fáceis de medir em campo e por serem amplamente utilizados na literatura (Araújo *et al.* 2003, Collevatti & Sperber 1997, Vrcibradic *et al.* 2000). Foram também amostrados, aleatoriamente, cinco folhas de cada indivíduo e contados o número de galhas por folha. Todas as folhas foram coletadas de ramos terminais, apresentando aproximadamente o mesmo tamanho e idade. Essa quantidade de folhas amostradas foi representativa, pois o número total de folhas por indivíduo foi relativamente baixo (média de $26 \pm 13,7$). Esse procedimento permitiu obter a média mensal de galhas por folha (dividindo-se o número total de galhas pelo número total de folhas vistoriadas) e o número médio mensal de folhas galhadas por indivíduo (dividindo-se o total de folhas galhadas pelo total de folhas no indivíduo).

Análise dos dados – As médias de abundância de galhas foram correlacionadas com a altura e o número total de folhas através de regressão múltipla passo-a-passo (stepwise). Para comparação da abundância de galhas nos meses amostrados, uma pequena correção foi feita nos dados, dividindo-se a média de galhas de cada indivíduo por sua altura. Isso foi feito para minimizar o efeito da amostragem ao longo dos meses, uma vez que, em cada mês poderiam ser amostradas aleatoriamente plantas de tamanhos diferentes, afetando assim os resultados. As médias de folhas galhadas, galhas por folha e galhas por indivíduos, obtidas nos diferentes meses de estudo, foram comparadas através de análises de variância a um fator (ANOVA). Os dados foram analisados no programa BioStat 2007.

RESULTADOS

Durante o estudo foram amostrados 120 indivíduos de *P. arboreum* (dez em cada mês). O número médio mensal de folhas galhadas pelo Cecidomyiidae por indivíduo foi de 5,7 ($\pm 3,7$), o que representa uma taxa mensal de folhas galhadas de 24% ($\pm 5,1$). A quantidade média mensal de galhas por indivíduo variou

Tabela I. Número máximo e médio de galhas de Cecidomyiidae por folha atacada, no período de Setembro/2006 a Agosto/2007, em uma Mata Mesófila Semidecídua do Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

Mês	Número máximo de galhas/folha	Número médio de galhas/folha
Setembro	21,6	14,36
Outubro	16,5	10,78
Novembro	27,6	16,48
Dezembro	22,1	15,12
Janeiro	16,3	9,48
Fevereiro	18,2	12,86
Março	14,6	10,48
Abril	14,8	12,6
Mai	18,2	15,1
Junho	23,5	14,3
Julho	28,5	14,2
Agosto	16,2	13,1

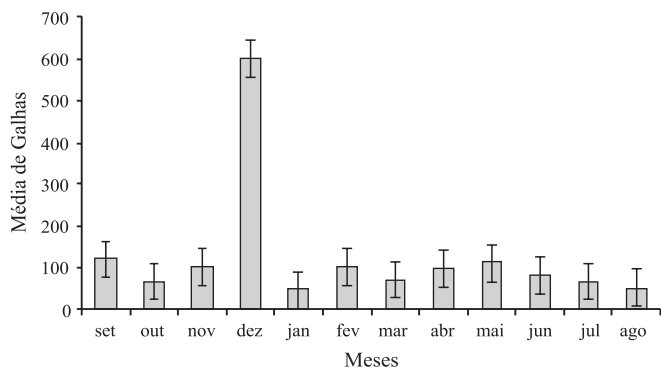


Fig. 1. Flutuação sazonal no número médio de galhas de Cecidomyiidae por indivíduo de *Piper arboreum*, no período de setembro/2006 a agosto/2007, em uma Mata Mesófila Semidecídua do Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. As linhas representam o Erro Padrão.

de 41,2 a 602,8 (com média de 127,9 galhas/indivíduo) (Fig. 1) e o número médio de galhas por folha foi de $12 (\pm 2,7)$ (Tabela I).

Sazonalidade. A abundância das galhas de Cecidomyiidae em *P. arboreum* variou durante o período de estudo (ANOVA: $F_{11,108} = 9,52$, $p < 0,01$, $N = 120$), apresentando pico de abundância no mês de dezembro e o índice mais baixo no mês de janeiro (Fig. 1). A abundância de galhas também variou entre os períodos chuvoso e seco (ANOVA: $F_{1,18} = 5,83$, $P < 0,05$, $N = 120$). O pico de abundância no mês de dezembro corresponde à estação chuvosa.

Altura da planta hospedeira. A altura média mensal das plantas hospedeiras variou de 0,5 a 1,3 m (média = $0,83 \pm 0,2$ m). A altura esteve positivamente e significativamente relacionada com o número de galhas por indivíduo ($r^2 = 0,16$, $p < 0,05$, $N = 120$, Fig. 2) e com o número de galhas por folha ($r^2 = 0,11$, $p < 0,01$, $N = 120$). Contudo, não houve relação entre a altura e o número de folhas galhadas ($r^2 = 0,30$, $p = 0,11$, $N = 120$).

Número de folhas por indivíduo. O número de folhas por indivíduo foi a variável que melhor explicou a abundância de galhas em *P. arboreum*. O número médio mensal de folhas por indivíduo de planta foi de $26,1 (\pm 7,9)$. O total de folhas por indivíduo de planta esteve positiva e significativamente relacionado com o número de galhas por indivíduo ($r^2 = 0,16$, $p < 0,01$, $N = 120$, Fig. 3). Esse parâmetro também esteve positiva e significativamente relacionado com o número de folhas galhadas ($r^2 = 0,28$, $p < 0,01$, $N = 120$) e com o número de galhas por folha ($r^2 = 0,04$, $p < 0,01$, $N = 120$).

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo apontam influências da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae em *P. arboreum*. A maior abundância de galhas foi observada no período chuvoso. No mês de dezembro, um dos meses iniciais da estação chuvosa, a abundância de galhas atingiu seu pico máximo. Um dos fatos que poderia justificar tal padrão é que, nesse período, a chegada das chuvas evita o dessecamento e a caducifolia da vegetação (fenômeno comum nas matas

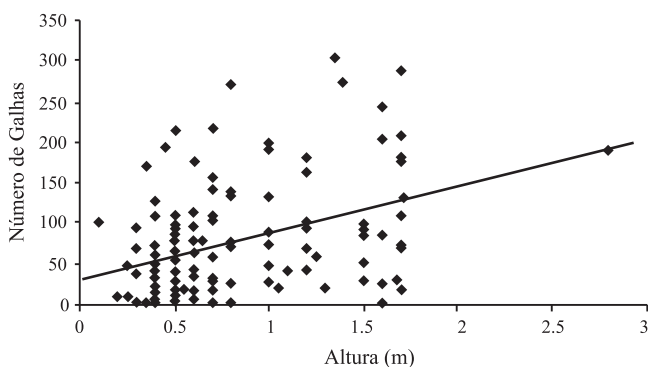


Fig. 2. Relação entre altura da planta hospedeira e número total de galhas por planta hospedeira de *Piper arboreum*, no período de setembro/2006 a agosto/2007, em uma Mata Mesófila Semidecídua do Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil ($y = 35,2 + 54,7x$, $r^2 = 0,16$, $p < 0,05$, $N = 120$).

semidecíduas do Cerrado), assim como favorece o brotamento de novas folhas e ramos. Nessas condições, a disponibilidade de recurso é maior, favorecendo a colonização dos galhadores e o aumento na abundância de galhas. Por outro lado, o aumento das chuvas e temperatura coincide com o período em que os insetos galhadores estão protegidos no interior das galhas (Fernandes *et al.* 1995).

Maia & Tavares (2000), estudaram a flutuação populacional do cecidomyídeo *Cordiamyia globosa* Maia, 1996, galhador de uma espécie de planta de restinga do Rio de Janeiro, encontraram maior abundância de galhas no outono. De modo semelhante, Dalbem & Mendonça (2006) investigaram a riqueza e abundância de galhas em uma floresta subtropical do Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos por eles também apontam maior abundância de galhas no período que corresponde ao outono, onde as temperaturas mais amenas e as chuvas menos intensas favoreceriam a colonização dos galhadores. Diferentes padrões sazonais na abundância de insetos galhadores corroboram a idéia de que o surgimento das galhas é sincronizado com o período ativo de crescimento da planta hospedeira (Yukawa 2000). Desse modo, espécies

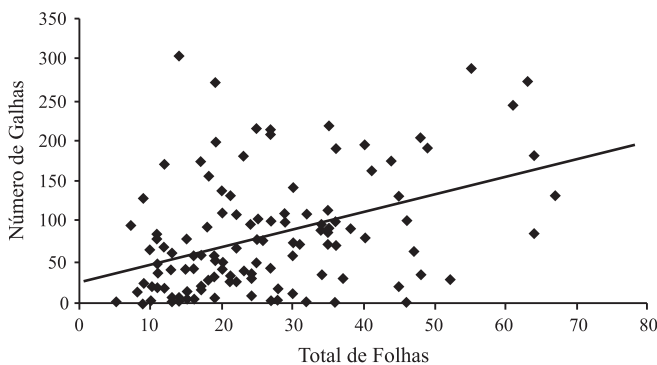


Fig. 3. Relação entre número de folhas por indivíduo e número total de galhas por planta hospedeira de *Piper arboreum*, no período de setembro/2006 a agosto/2007, em uma Mata Mesófila Semidecídua do Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil ($y = 25,7 + 2,08x$, $r^2 = 0,16$, $p < 0,01$, $N = 120$).

diferentes de insetos galhadores teriam padrões sazonais diferenciados dependendo da fenologia da planta hospedeira.

Insetos galhadores univoltinos geralmente têm seus ciclos de vida fortemente ajustados com o aparecimento de folhas e brotos na planta hospedeira (Yukawa & Akimoto 2006). No caso dos multivoltinos, esse padrão de sincronismo é menos rigoroso. As plantas utilizadas por esses insetos emergem ramos ao longo de todo ano, o que permite uma larga disponibilidade de recursos (Yukawa 2000). Apesar disso, a forma com que esses recursos estão distribuídos temporalmente, depende de fatores como temperatura e precipitação, tornando assim alguns períodos do ano mais propícios para o desenvolvimento dos insetos galhadores do que outros.

Outro fator que influenciou na abundância das galhas de Cecidomyiidae foi o tamanho da planta hospedeira. Inúmeros autores apontam esse fator como relacionado aos padrões de riqueza e abundância de galhas (Lara & Fernandes 1994, Collevatti & Sperber 1997, Vrcibradic *et al.* 2000, Lara *et al.* 2002, Araújo *et al.* 2006, Lara *et al.* 2008). No presente estudo, observou-se uma forte relação entre a altura dos indivíduos e o número de galhas por indivíduo. Segundo Araújo *et al.* (2003) o tamanho da planta é sinônimo de disponibilidade de recursos, pois quanto maior a planta e sua complexidade estrutural, maior é o número de insetos que ela pode abrigar.

A quantidade total de folhas por indivíduo também esteve positivamente relacionada com a abundância de galhas. Vrcibradic *et al.* (2000) afirmam como estratégia de reprodução dos insetos galhadores, a oviposição em plantas com mais folhas. Esses autores mencionam ainda que tal estratégia diminui os riscos de ataque por inimigos naturais e parasitóides. Plantas com maior quantidade de folhas oferecem mais disponibilidades de sítios de oviposição e por consequência sofrem mais ataque dos galhadores (Collevatti & Sperber 1997).

Os resultados do presente estudo apontam que a sazonalidade pode ser tão determinante na abundância de galhas quanto os padrões arquitetônicos da planta hospedeira, já há tempos discutidos. As mudanças sazonais influenciam diretamente o desenvolvimento da planta hospedeira e assim, alteram a quantidade e a qualidade dos nutrientes oferecidos aos insetos galhadores. Períodos de maior umidade possibilitam melhores condições ambientais para o desenvolvimento da planta hospedeira, permitindo uma maior abundância de galhas de Cecidomyiidae, como observado nesse estudo. Variações sazonais atuando sobre a abundância de insetos galhadores ainda são pouco conhecidas e abordadas no Brasil. Novos estudos são cruciais para investigar a importância da sazonalidade sobre a distribuição dos galhadores e determinar padrões de resposta desses insetos a essas variações.

Agradecimentos. Ao Dr. Milton Mendonça Júnior (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS) e a dois revisores anônimos pelas sugestões ao manuscrito; ao PIBIC/PRPPG/UFG pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor; aos estagiários do Laboratório de Entomologia da UFG pela ajuda nos trabalhos de campo; ao Departamento de Biologia Geral do Instituto de Ciências Biológicas pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- Araújo, A. P. A.; G. W. Fernandes & M. A. A. Carneiro. 2003. Efeitos do sexo, do vigor e do tamanho da planta hospedeira sobre a distribuição de insetos indutores de galhas em *Baccharis camporum* DC (Asteraceae). **Revista Brasileira de Entomologia** **47**: 483–490.
- Araújo, A. P. A.; J. D. Paula; M. A. A. Carneiro & J. H. Schoederer. 2006. Effects of host plant architecture on colonization by galling insects. **Austral Ecology** **31**: 343–348.
- Araújo, W. S.; V. L. Gomes-Klein & B. B. Santos. 2007. Galhas entomógenas associadas à vegetação do Parque Estadual da Serra dos Pirineus, Pirenópolis, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** **5**: 45–47.
- Brandão, D. & A. Kravchenko. 1997. **A biota do Campus Samambaia: história, situação atual e perspectivas**. Goiânia, Editora da UFG, 157 p.
- Collevatti, R. G. & C. F. Sperber. 1997. The gall makes *Neopelma baccharidis* Burck. (Homoptera: Psyllidae) on *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae): individual, local and regional patterns. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **26**: 45–53.
- Dalbem, R. V. & M. S. J. Mendonça. 2006. Diversity of galling arthropods and host plants in a subtropical forest of Porto Alegre, Southern Brazil. **Neotropical Entomology** **35**: 616–624.
- Fernandes, G. W. & P. W. Price. 1988. Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. **Oecologia** **76**: 161–167.
- Fernandes, G. W.; A. S. Paula & R. Loyola. 1995. O uso de insetos galhadores em estudos de impacto ambiental de empreendimentos hidrelétricos. **Vida Silvestre Neotropical** **4**: 133–139.
- Kasenene, J. M. & H. Roininen. 1999. Seasonality of insect herbivory on the leaves of *Neoboutonia macrocalyx* in the Kibale National Park, Uganda. **African Journal of Ecology** **37**: 61–68.
- Lara, A. C. F. & G. W. Fernandes. 1994. Distribuição de galhas de *Neopelma baccharidis* (Homoptera: Psyllidae) em *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). **Revista Brasileira de Biologia** **54**: 661–668.
- Lara, A. C. F.; G. W. Fernandes & S. J. Gonçalves-Alvim. 2002. Tests of hypotheses on patterns of gall distribution along an altitudinal gradient. **Tropical Zoology** **15**: 219–232.
- Lara, D. P.; L. A. Oliveira; I. F. P. Azevedo; M. F. Xavier; F. A. O. Silveira; M. A. A. Carneiro & G. W. Fernandes. 2008. Relationships between host plant architecture and gall abundance and survival. **Revista Brasileira de Entomologia** **52**: 78–81.
- Lawton, J. H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. **Annual Review of Entomology** **28**: 23–39.
- Lawton, J. H. & D. Schroder. 1977. Effects of plant type, size of geographical range and taxonomic isolation on number of insects associated with British plants. **Nature** **265**: 137–140.
- Maia, V. C. & M. T. Tavares. 2000. *Cordiamyia globosa* Maia (Diptera, Cecidomyiidae), flutuação populacional e parasitóides (Hymenoptera) associados. **Revista Brasileira de Zoologia** **17**: 589–593.
- Stone, G. N. & K. Schönrogge. 2003. The adaptive significance of insect gall morphology. **Trends in Ecology and Evolution** **18**: 512–522.
- Vrcibradic, D.; C. F. D. Rocha & R. F. Monteiro. 2000. Patterns of gall-forming in *Ossaea confertiflora* (Melastomataceae) by *Lopesia brasiliensis* (Diptera: Cecidomyiidae) in an area of Atlantic Rainforest in Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** **60**: 159–166.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: Why? **Annual Review of Ecology and Systematics** **19**: 1–18.
- Yukawa, J. 2000. Synchronization of gallers with host plant phenology. **Population Ecology** **42**: 105–113.
- Yukawa, J. & K. Akimoto. 2006. Influence of synchronization between adult emergence and host plant phenology on the population density of *Pseudasphondylia neolitiseae* (Diptera: Cecidomyiidae) inducing leaf galls on *Neolitsea sericea* (Lauraceae). **Population Ecology** **48**: 13–21.