

Ocorrência de galhas induzidas por insetos em diferentes fisionomias vegetacionais em uma floresta de terra firme na Amazônia central

Paulo Sávio Damásio da Silva

1. Introdução

Os fatores que influenciam a diversidade de galhas induzidas por insetos são fontes de inspiração para vários trabalhos em diferentes ecossistemas (Fay *et al.* 1996; Fernandes & Martins 1985; Downie *et al.* 2000; Gonçalves-Alvim & Fernandes 2001; Gonçalves-Alvim *et al.* 2001). Alguns os fatores abióticos como a disponibilidade hídrica, temperatura e fatores edáficos, por exemplo, podem afetar a ocorrência de insetos galhadores. Acredita-se que as galhas funcionam primariamente como proteção dos insetos ao estresse higrotermal para evitar dessecação (Fernandes & Price 1988). Além disso, segundo Fernandes e Prince (1992) insetos galhadores têm poucos inimigos (*e.g.* fungos e predadores) em ambientes quentes e secos.

Adicionalmente, Gonçalves-Alvim e Fernandes (2001), observaram que a riqueza destes insetos no Cerrado correlacionou-se negativamente com o magnésio, o potássio e o zinco disponíveis no solo. Para Blanch (2000) solos secos e inférteis têm mais espécies de plantas esclerofilas com maior longevidade das partes vegetativas o que favorece insetos indutores de galhas. Vegetações esclerofilas tendem a ter alta concentração de compostos secundários também nas folhas (Coley *et al.* 1985) e, segundo Cornell (1983), esses compostos

secundários podem proteger insetos galhadores de fungos e herbívoros mastigadores, seus predadores naturais.

Outras variáveis podem influenciar a composição local de galhas. Wright & Samways (1996) verificaram que a riqueza de espécies de plantas arbóreas foi o maior determinante da riqueza de insetos galhadores em vegetações na África. Fernandes *et al.* (2001) também observaram esta relação no Parque Natural do Caraça, em Minas Gerais. Entretanto, os autores discutem que a alta diversidade de insetos galhadores em áreas com alta riqueza de espécies de plantas pode ser relacionada com o grau de esclerofilia das plantas hospedeiras, o que demonstra a importância da morfologia e fisiológica das plantas.

Na Amazônia Central, a floresta de terra firme, não inundada sazonalmente, é composta por quatro tipos de ambientes (Ribeiro *et al.* 1999). Os platôs são áreas mais altas, com solos argilosos, bem drenados e pobres em nutrientes. As vertentes representam um gradiente, sendo fisionomicamente mais semelhante ao platô nas partes mais altas, onde o solo é argiloso, e nas partes mais baixas o solo é predominantemente arenoso. A campinarana, localmente ocorre em áreas entre os baixios e vertentes e apresentam solo de areia-branca e com grande acúmulo de serrapilheira. Em geral, são áreas com menor biomassa e

diversidade vegetal e com alta penetração de luz. O baixio é encontrado ao longo dos igarapés, o solo arenoso e encharcado no período chuvoso, o que leva ao acúmulo de sedimentos. A vegetação, ao contrário do platô, apresenta-se com poucas árvores emergentes, podendo ser dominada por palmeiras arbóreas em locais mais encharcados.

Diante destes ambientes caracteristicamente distintos, é razoável pensar na existência de variações físico-biológicas que podiam influenciar a distribuição de espécies de plantas hospedeiras e insetos indutores de galhas. As campinaranas, por exemplo, são ambientes mais secos devido à alta penetração de luz. Conseqüentemente, o grau de esclerofilia e a composição florística devem ser favoráveis ao estabelecimento de insetos galhadores. Este estudo investigou a composição de galhas entomógenas nestes ambientes e a testada a hipótese de que a riqueza de galhas e a riqueza e abundância de plantas hospedeiras são maiores nas áreas de campinarana do que nas áreas de platô, vertente e baixio.

2. Materiais & métodos

2.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido numa floresta de terra firme, na Reserva 1501 (Km 41) do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF/INPA) (2°30'S; 60°00'O), localizada cerca de 80 km ao norte de Manaus, AM. O relevo é caracterizado por áreas de platô, vertentes e baixios que apresentam floras diferenciadas. A temperatura média anual é de 26°C e a

precipitação média é de 2220 mm (Oliveira 1997).

2.2 Riqueza de galhas e plantas

O desenho experimental consistiu em observar a presença galhas em plantas entre 1 e 2 m de altura nas áreas de platô, vertente, campinarana e baixio. Desta forma, foram inspecionados os 30 primeiros indivíduos de plantas ao longo de 40 transectos (10 por ambiente) com dois metros de largura cada. Esses transectos foram dispostos consecutivamente para cada ambiente, considerando a mesma curva de nível com 5 m de distancia entre si. Para cada tipo de ambiente foram feitos transectos em três áreas para captar uma maior representatividade das espécies de plantas e galhas.

Todas as folhas das plantas encontradas nos transectos foram inspecionadas para detectar a presença de galhas. As plantas com galhas foram consideradas plantas hospedeiras. Posteriormente, em laboratório, as galhas encontradas nestas folhas foram analisadas morfológicamente e foi elaborada uma tabela contendo informações sobre a cor, a forma (cilíndricas, cônicas, globóides, esféricas, ovais, elípticas, lenticulares, claviformes, triangulares, irregulares), pubescência (glabras ou pilosas), distribuição na lâmina foliar (agrupadas ou solitárias), localização (peciolo, limbo, margem, nervura central, nervuras secundárias, face abaxial e adaxial) e a posição na folha (base, centro ou ápice) (Scareli-Santos 2001). Os diferentes morfotipos de galhas foram considerados como resultado da indução de espécies distintas de insetos devido à especificidade

destas relações (Rohfritsch 1992; Ribeiro *et al.* 1999).

2.3 Análise estatística

A riqueza de galhas e de plantas hospedeiras foi avaliada utilizando uma análise de variância (ANOVA) ou uma ANOVA não paramétrica de Kruskal-Wallis, quando a

distribuição de freqüências das riqueza não foi normal (Zar 1999). As diferenças de freqüência de plantas galhadas entre os ambientes foram analisadas por meio de teste de Qui-quadrado (Zar 1999). A normalidade dos dados foi testada com o teste Shapiro-Wilk (Zar 1999) e as análises foram realizadas no programa BioEstat, versão 3.0 (Ayres *et al.* 2003).

3. Resultados

Das 1200 plantas analisadas nos transectos, 35 (3%) apresentaram galhas induzidas por insetos (Figura 1). Vinte indivíduos foram identificados e classificados em treze famílias, oito gêneros e cinco espécies. (Tabela 1). As famílias com maior número de espécies galhadas foram a Burseraceae, com três espécies e a Rubiaceae, com quatro (Tabela 1).



Figura 1 – Galhas foliares encontradas na floresta Amazônica, Manaus. *Cupania hispida* (Sapindaceae), porção abaxial (A) e axial (B); (C) *Psychotria* sp. (Rubiaceae); (D) Myrtaceae; (E) Chrysobalanaceae e (F) *Protium* sp (Burceraceae).

A riqueza de galhas e plantas não diferiu entre os ambientes ($F=0,43$; $g.l.=3$ e $p=0,73$). Entretanto, na campinarana foi encontrado um maior número de indivíduos de plantas com galhas do que no platô, vertente e baixio ($\chi^2=7,936$; $g.l.=3$; $p=0,047$). De modo geral, 97% (34) das galhas eram glabras, 54,3% (19) apresentaram a cor marrom, 74% (26) estavam abertas, 40% (14) foram encontradas na porção central e 45% (16) na fase adaxial das folhas (Figura 1).

Tabela 1 – Lista de espécies de plantas hospedeiras de galhas com características morfológicas, grau de agregação, localização e distribuição espacial e suas galhas na Amazônia central.

Espécies e morfotipos	Famílias	Ambientes	Abundancias	Estado	Cor	Forma	Pubescência	Agrupada	Solitária	localização	Distribuição
<i>Cupania hispida</i>	Sapindaceae	plato	1	fechada	marrom	cilindrica	glabra	X		nervura secundária	central
<i>Eschweilera</i> sp.1	Lecythidaceae	vertente	1	fechada	marrom	globoide	glabra		X	nervura central	Base
<i>Goupiaglabra</i> sp.1	Celastraceae	campinarana	1	fechada	verde	pontual	glabra		X	axial-limbo	central
<i>Inga</i> sp.1	Mimosaceae	plato	1	fechada	marrom	cilindrica	glabra	X		axial-limbo	basal/central
<i>Inga</i> sp.2	Mimosaceae	vertente	1	fechada	verde	irregular	glabra	X		abaxial-limbo	central
<i>Lycania irtusa</i>	Crysobalanaceae	campinarana	3	fechada	verde	pontual	glabra	X		axial-limbo	todas
<i>Mabea caudatus</i>	Euphorbiaceae	baixio	1	aberta	marrom	irregular	glabra		X	axial-limbo	todas
<i>Mabea subsessilis</i>	Euphorbiaceae	baixio	1	aberta	marrom	cilindrica	glabra		X	axial-limbo	basal/central
<i>Miconia argyrophylla</i>	Melastomataceae	plato	2	fechada	verde	globoide	glabra	X		abaxial-limbo	central
<i>Microfila</i> sp.1	Sapotaceae	plato	1	fechada	marrom	globoide	glabra		X	nervura central	basal
<i>Palicourea</i> sp.1	Rubiaceae	campinarana	2	fechada	verde	cilindrica	glabra	X		axial-limbo	central
<i>Protium</i> sp.1	Burseraceae	vertente	1	aberta	marrom	cilindrica	glabra		X	axial-limbo	central
<i>Protium</i> sp.2	Burseraceae	vertente	1	aberta	marrom	cilindrica	glabra		X	axial-limbo	basal
<i>Protium</i> sp.3	Burseraceae	baixio	1	aberta	marrom	globoide	glabra		X	axial-nervura central	central
<i>Psychotria</i> sp.1	Rubiaceae	vertente	1	fechada	verde	irregular	glabra		X	axial-limbo	margem
<i>Psychotria</i> sp.2	Rubiaceae	plato	1	fechada	marrom	globoide	glabra	X		axial-limbo	central
<i>Siparuna</i> sp.1	Simaroubaceae	vertente	2	fechada	verde	globoide	pilosa	X		abaxial-limbo	central
sp.1	?	plato	1	fechada	marrom	irregular	glabra	X		abaxial-limbo	basal/central
sp.2	?	vertente	1	fechada	marrom	cônica	glabra	X		axial-nervura central	toda
sp.3	?	vertente	1	fechada	verde	pontual	glabra		X	axial-limbo	basal
sp.4	?	plato	4	aberta	marrom	globoide	glabra	X		axial-limbo	central
sp.5	Mirtaceae	plato	1	fechada	marrom	cônica	glabra	X		axial-limbo	central
sp.6	?	baixio	1	fechada	marrom	cônica	glabra		X	axial-nervura central	central
sp.7	?	campinarana	1	fechada	marrom	irregular	glabra	X		axial-nervura central	basal
sp.8	?	campinarana	1	fechada	verde	pontual	glabra	X		axial-limbo	central
sp.9	Mirtaceae	plato	1	fechada	marrom	cônica	glabra	X		axial-limbo	central
sp.10	Ochnaceae	vertente	1	fechada	marrom	irregular	glabra		X	axial-limbo	central

4. Discussão

Habitats distintos apresentam diferentes disponibilidades de recursos para os insetos galhadores. Essas disponibilidades incluem variações nas qualidades intrínsecas das plantas hospedeiras, dos habitats e das freqüências de distúrbios (Bazzaz *et al.* 1987; Coley 1983; 1986; Gonçalves-Alvin 2001). Desta forma, as plantas apresentam concentrações de compostos secundários, nutrientes, grau de esclerofilia e taxa de crescimento que são determinantes na

palatabilidade. Ao mesmo tempo, a luz, umidade e distúrbios locais podem influenciar as freqüências destas plantas hospedeiras e conseqüentemente dos insetos galhadores. Assim, em conjunto, estas variáveis irão determinar quais espécies de galhadores ocuparão um habitat qualquer.

Neste estudo, a riqueza de galhas e de plantas hospedeiras não diferenciou entre os ambientes, e cada dia de galha encontrado foi exclusivo de uma espécie de planta. Vários trabalhos indicam que as relações entre insetos formadores de galhas e plantas

são espécies-específicas. O tecido da planta responde de formas diferentes produzindo características estruturais exclusivas de cada interação (Shorthouse & Rohfritsch 1992; Rohfritsch 1992; Ribeiro *et al.* 1999). Porém, a composição de espécie de plantas hospedeiras e galhas foi distinta entre os ambientes, por exemplo, algumas interações insetos-plantas ocorreram apenas no platô ou baixo.

Nas campinaranas há uma maior probabilidade de se encontrar indivíduos de plantas com galhas do que nas outras áreas. Provavelmente, a maior incidência de luz e pouca disponibilidade de nutrientes nestas áreas cria um ambiente mais seco, quente e com maior grau de esclerofilia. Isto, em parte, corrobora a hipótese de que ambientes estressados higrotermico e nutricionalmente apresentam maior riqueza e abundancia em espécies de galhas (Fernandes *et al.* 1995; Fernandes & Price 1988).

Ademais, o reconhecimento dos processos determinantes da riqueza de galhas e plantas hospedeiras deve estar mascarado por questões temporais, espaciais e históricas. As questões espaciais envolvem, por exemplo, fatores físicos, precipitação, solo, relevo e distribuição espacial das espécies hospedeiras que podem ser espaçadas devido à alta diversidade de espécies da Amazônia central. As temporais podem estar associadas a sazonalidade. Provavelmente, as cicatrizes ou abortos de galhas são comuns e bons indicativos de interações entre planta-inseto. Assim, há uma carência de informação sobre as relações entre as estações climáticas, produção das folhas e ciclo de vida dos insetos. Por exemplo, foi observado que as galhas de

Protium sp. estavam todas abertas indicando que estavam sem larvas. Finalmente, as questões históricas relacionadas com a evolução e coexistência das espécies e mudanças ou distúrbios no ecossistema durante a formação da floresta.

5. Agradecimentos

Agradeço a toda equipe do curso de campo de ecologia da floresta Amazônia, Bráulio Santos, Glauco Machado, Henrique Nascimento, Angelita Pacheco e Ocírio Pereira, aos professores Marcelo Tabarelli, Gislene Ganade e colegas pela ajuda logística e trabalho de campo.

6. Referencias bibliográficas

- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D. L. & Santos, A.S. 2003. BioEstat 3.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq, Manaus. 291p.
- Bazzaz, F.A.; Chiarilello, N.R.; Coley, P.D. & Pitelka, L.F. 1987. Allocating resources to reproduction and defense. *BioScience* 37: 58-67.
- Blanche, K.R. 2000. Diversity of insect-induced galls along a temperature-rainfall gradient in the tropical savannah region of Northern Territory, Australia. *Austral Ecology* 25 (4): 311-318.
- Coley, P.D. 1983. Herbivore and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecology Monographs* 53: 209-233.
- Coley, P.D.; Bryant, J.P. & Chapin F.S. III. 1985. Resource availability and herbivore defense. *Science* 230: 895-899.

- Coley, P.D. 1986. Costs and benefits of defense by tannins in a neotropical tree. *Oecologia* 70: 283-241.
- Cornell, H.V. 1983. The secondary chemistry and complex morphology of galls formed by the Cynipinae (Hymenoptera): why and how? *American Midland Naturalist*. 110:225-234.
- Downie, D.A., Granett, J. & Fisher, J.R. 2000. Distribution and abundance of leaf galling and foliar sexual morphs of *Grape phylloxera* (Hemiptera: Phylloxeridae) and *Vitis* species in the central and eastern United States. *Environmental Entomology* 29: 979-986.
- Fay, P.A., Hartnett, D.C. & Knapp, A.K. 1996. Plant tolerance of gall-insect attack and gall-insect performance. *Ecology* 77: 521-534.
- Fernandes, G.W.; De Paula, A.S. & Loyola JR., R. 1995. Distribuição diferencial de insetos galhadores entre habitats e seu possível uso como bioindicadores. *Vida Silvestre neotropical* 4: 133-139.
- Fernandes, G.W. & Martins, R.P. 1985. As galhas: tumores de plantas. *Ciência Hoje* 4: 59-94.
- Fernandes, G.W. & Price, P.W. 1988. Biogeographical gradients in galling species richness. *Oecologia* 76: 161-167.
- Fernandes, G.W. & Price, P.W. 1992. The adaptive significance of insects gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. *Oecologia* 90: 14-20.
- Gonçalves-Alvin, S.J. & Fernandes, G.W. 2001. Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four neotropical savanas. *Biodiversity and Conservation* 10: 79-98.
- Gonçalves-Alvin, S.J, Santos, M.C.F.V. & Fernandes, G.W. 2001. Leaf gall abundance on *Avicennia germinans* (Avicenniaceae) along an interstitial Salinity Gradient. *Biotropica* 33: 69-77.
- Medina, E.; Garcia, V. & Cuevas, E. 1990. Sclerophylly and oligotrophic environments: relationships between leaf structure, mineral nutrient content and drought resistance in tropical rain forests of upper Rio Negro region. *Biotropica* 22: 51-64.
- Oliveira, A.A. 1997. Diversidade, estrutura e dinâmica do componente arbóreo de uma floresta de terra firme de Manaus, Amazonas. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Ribeiro, J.E.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita M.R. & Procópio, L.C. 1999. Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA-DFID 816p.
- Rohfritsch, O. 1992. Patterns in gall development. In Shorthouse J.D. & Rohfritsch, O. (eds). 1992. Biology of insect-induced galls. Oxford University Press, New York.
- Scareli-Santos, C. .2001. Avaliação de sistema galhador-planta hospedeira em ambiente de cerrado: aspectos morfo-anatômicos e fitoquímicos. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 123p.
- Shorthouse J.D. & Rohfritsch, O. 1992. Biology of insect-induced galls. Oxford University Press, New York.

- Wright, M.G. & Samways, M.J. 1996. Gall-insect richness in African Fynbos and Karoo vegetation: the importance of plant species richness. *Biodiversity Letters* 3: 151-155.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey. 4^a Edição. 663p.