

SABRINA CRISTO LIMA DA SILVA

**GALHAS ENTOMÓGENAS EM *Miconia prasina* (Sw.) DC (MELASTOMATACEAE)
EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA**

RECIFE, 2005

SABRINA CRISTO LIMA DA SILVA

**GALHAS ENTOMÓGENAS EM *Miconia prasina* (SW.) DC (MELASTOMATACEAE)
EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Jarcilene S. Almeida-Cortez

RECIFE, 2005

Silva, Sabrina Cristo Lima da
Galhas entomógenas em *Miconia prasina* (SW.)
DC (Melastomataceae) em fragmentos de Floresta
Atlântica Nordestina / Sabrina Cristo Lima da Silva. -
Recife : O Autor, 2005
xi, 68 folhas : il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal
de Pernambuco. CCB. Biologia Vegetal, 2005.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Ciências biológicas – Biologia vegetal. 2.
Miconia prasina (SW.) DC (Melastomataceae) Galhas
entomógenas – Ocorrência. 3. Predadores e
parasitóides – Mortalidade dos insetos galhadores. 4.
Miconia prasina – Gema axilar – Descrição morfo-
anatômica. I. Título.

581.2
583.76

CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)

UFPE
BC2005-306

ATA DA PROVA PÚBLICA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA **SABRINA CRISTO LIMA DA SILVA**, DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL DO CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO.

Às quatorze horas e sete minutos, do dia vinte e cinco de fevereiro de dois mil e cinco, na sala de aula teórica, do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, do Centro de Ciências Biológicas, realizou-se a prova pública de dissertação da Mestranda **SABRINA CRISTO LIMA DA SILVA**, intitulada: "GALHAS ENTOMÓGENAS EM MICONIA PRASINA (Sw.) DC (MELASTOMATACEAE), EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA". A Banca Examinadora teve como membros titulares os Professores: Dra. JARCILENE SILVA DE ALMEIDA CORTEZ, Professora do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco, PhD em Ciências pela Universidade de Sherbrooke, Canadá, e Orientadora da aluna; Dra. GLADYS FLÁVIA DE ALBUQUERQUE MELO DE PINNA, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, e o Dr. MARCCUS ALVES, Professor do Depto. de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco, Doutor em Ciências Biológicas, pela Universidade de São Paulo, que na qualidade de Suplente, substituiu o Dr. CLEMENS PETER SCHLINDWEIN, do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco. Como Membro Suplente, a Dra. LUCIANA IANNUZZI, do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco. O Dr. MARCCUS ALVES, na qualidade de Vice-Coordenador do Programa, iniciou a sessão apresentando os membros da banca, convidando em seguida a Dra. JARCILENE SILVA DE ALMEIDA CORTEZ para presidir a sessão, na qualidade de orientadora da aluna. A Dra. JARCILENE SILVA DE ALMEIDA CORTEZ convidou a aluna para fazer a exposição do seu trabalho. Após a apresentação da aluna, a Profa. JARCILENE SILVA DE ALMEIDA CORTEZ convidou a Dra. GLADYS FLÁVIA DE ALBUQUERQUE MELO DE PINNA, para fazer a sua arguição em forma de diálogo. Em seguida, a mestranda foi arguida, também em forma de diálogo, pelo Dr. MARCCUS ALVES. Após o término das arguições, a Dra. JARCILENE SILVA DE ALMEIDA CORTEZ teveu agradecimentos aos membros da banca pelas sugestões, fez alguns comentários sobre o trabalho de sua orientanda, e em seguida solicitou aos presentes que se retrassem por alguns instantes para que se procedesse a avaliação do mesmo. Após reunir-se, a Banca Examinadora atribuiu à Mestranda **SABRINA CRISTO LIMA DA SILVA**, a seguinte menção "APROVADA" POR UNANIMIDADE, e face a este resultado a mesma está apta a receber o grau de Mestre em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada às 17:15h, e para constar como Secretário, EU, EURICO LIRA, lavrei, datei e assinei esta ATA, que também assinam os demais presentes.
Recife, 25 de fevereiro de 2005.

Eurico Lira

Sabrina Cristo Lima da Silva

Luciana Y. Iannuzzi

Jarcilene Silva de Almeida Cortez

Glady Flávia de Albuquerque Melo de Pinna
Marccus Alves
Antônio Rodrigues Ladeira

Polthanna R. Gomes dos Santos

Ana Gabriela de Brito
V. M. M. M. M.

“É quase um milagre que os métodos modernos de instrução não tenham exterminado completamente a sagrada sede de saber, pois esta planta frágil da curiosidade científica necessita, além de estímulo, especialmente de liberdade; sem ela, fenece e morre”.
(Albert Eistein)

Agradecimentos

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV) pelas condições oferecidas para a realização do curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado durante um ano.

Ao CEPAN (Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste) e a Usina Serra Grande, pelo apoio logístico.

A Luís Carlos Mafra do Parque de Dois Irmãos e Roberto Siqueira do Refúgio Charles Darwin, pela permissão para coleta e apoio fornecido.

À minha orientadora, Profa. Dra. Jarcilene Almeida-Cortez (Jarcy), pela minha iniciação no mundo científico, por ter acompanhado cada passo do meu crescimento pessoal e profissional, pela coragem, por ser hoje além de minha eterna orientadora, uma grande amiga.

Ao Prof. Dr. Marceus Alves, pelos ensinamentos de Anatomia Vegetal, pelo empréstimo do laboratório e pelo incentivo.

Aos membros da banca examinadora.

A todos os integrantes, ex integrantes e agregados do Laboratório de Anatomia Vegetal, Anderson Alves, Anita Cordeiro, Aretuza Bezerra, Basílio Soares,

Karla Vieira, Dan Vítor, Emília Arruda,, Jussara Gomes, Laís Borges, Mércia Silva, Polyhanna Santos, Shirley Martins, Yanna Melo, por todo aprendizado científico e troca de conhecimentos vivenciados em nossas reuniões semanais, pelos momentos de descontração proporcionados em nossas festinhas e cafezinhos da tarde, pelo movimentadíssimo dia-a-dia do laboratório, cada um de vocês foi muito importante a sua maneira, muito obrigada a todos.

A Maria Fernanda e Janaide Vasconcelos pela amizade, companhia e ajuda nas coletas realizadas em Dois Irmãos.

Aos demais mestrandos e doutorandos do PPGBV, pela troca de experiências e pelo convívio agradável seja durante as disciplinas ou durante as idas a campo.

A Cíntia Gomes, a querida Cintiazinha, pela amizade construída durante o mestrado, ajuda nas coletas e por ter sempre uma palavra amiga nos momentos mais difíceis.

A Mestranda Isabela Vieira, pela nova amizade e troca de “figurinhas” sobre as galhas.

A André Nunes, pela amizade e ajuda nas coletas.

Ao Prof. Dr. Rossano Mendes, pelo incentivo e caronas a Serra Grande.

Ao Sr. Gilsean, pelas viagens seguras e divertidas a Serra Grande e ajuda nas coletas.

A Hildebrando, da secretaria do PPGBV, pela paciência com que trata e recebe os pós graduandos do programa.

A Profa. Dra. Ariadna Lopes, por organizar nossas viagens a Serra Grande.

A Profa. Dra. Gladys Flávia, que mesmo não estando mais nesta universidade sempre esteve disposta a ajudar.

A Andrezza e Lívia Cortez (filhas de Jarcy), pelo bom comportamento,

permitindo que eu tomasse algumas manhãs e tardes de sua mamãe para as correções da dissertação.

A meus irmãos, Jamerson e Jecyere Cristo, por serem sempre tão carinhosos comigo.

A meu noivo, Ulisses França, simplesmente por tornar meus dias mais felizes.

A meus pais, Fernando José Cristo da Silva e Valdisa Maria Lima da Silva, que sempre fizeram de tudo por mim, dedico.

A Deus por tudo.

Índice

Agradecimentos	vi
Índice	vii
Lista de tabelas	ix
Lista de figuras	x
Lista de anexos	xi
Apresentação	1
Revisão da literatura	3
Referência bibliográfica	10
	14
Manuscrito 1: Galhas de <i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC (Melastomataceae) em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.	
Abstract	16
Resumo	16
Introdução	17
Material e Métodos	18
Resultados	20
Discussão	21
Referências Bibliográficas	23
	31
Manuscrito 2: Galhas foliares entomógenas em <i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC (Melastomataceae) e seus inimigos naturais em Remanescentes de floresta Atlântica nordestina.	
Abstract	34
Resumo	35
Introdução	36
Material e Métodos	37
Resultados	38
Discussão	39
Literatura Citada	42

Manuscrito 3: Anatomia de galhas na gema axilar de *Miconia prasina* (Sw.) DC 49
(Melastomataceae).

Abstract	51
Resumo	51
Introdução	52
Material e Métodos	53
Resultados	54
Discussão	55
Referências Bibliográficas	58
Conclusões gerais	63
Resumo	64
Abstract	65
Anexos	66

Lista de Tabelas

Manuscrito 1

Tabela 1. Registro dos diferentes tipos de galhas entomógenas encontrados em *Miconia prasina* (Melastomataceae) no período de setembro de 2003 a agosto de 2004 em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina, independente do estágio de maturação. **26**

Tabela 2. Variação mensal do número de galhas entomógenas recém formadas em *Miconia prasina* (Melastomataceae) em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina de setembro de 2003 a agosto de 2004. **27**

Manuscrito 2

Tabela 1. Galhas esféricas e fusiformes de *Miconia prasina* (Melastomataceae) 44 coletadas e predadas em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.

Tabela 2. Número total de galhas esféricas e fusiformes de *Miconia prasina* 45 (Melastomataceae) parasitadas e não parasitadas em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina ao longo de um ano.

Lista de Figuras

Manuscrito 1

Figura 1. Galhas de *Miconia prasina* (Melastomataceae) encontradas em quatro 29 fragmentos de floresta Atlântica pernambucana. A – Galha elíptica. B – Galha esférica.

C – Galha fusiforme (Barras: 4 mm). D – Galha cilíndrica (Barra: 1 cm).

Figura 2. A – Galha piriforme de *Miconia prasina* (Melastomataceae). B - Tecido de 30 cicatrização da galha esférica (Barra: 1 mm) de *Miconia prasina* (Melastomataceae).

Manuscrito 2

Figura 1. Secção longitudinal da galha esférica de *Miconia prasina* (Melastomataceae). 47

A. Indutor (Diptera-Cecidomyiidae). B. Indivíduo adulto do parasitóide sp1. C-D. Indivíduos do parasitóide sp2 (micro-Hymenoptera) na câmara larval. (CS = canal de saída, seta = película).

Figura 2. Número de galhas esféricas e fusiformes coletadas e parasitadas de *Miconia 48 prasina* (Melastomataceae), entre setembro/2003 e agosto/2004 provenientes de quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina: A. Reserva Ecológica de Dois Irmãos. B. Refúgio Charles Darwin. C. Mata de Cachoeira. D. Mata de Capoeirão. Esféricas coletadas (●), esféricas parasitadas (○), fusiformes coletadas (▲) e fusiformes parasitadas (Δ).

Manuscrito 3

Figura 1. A-D. Aspectos anatômicos da galha da gema axilar de *Miconia prasina*: A-C. 62

Secções transversais. A. Tricoma, epiderme e região colenquimática. B. Feixe vascular. C. Região parenquimática e tecido nutritivo. Barras = 100µm. D. Esquema da secção longitudinal da galha (Ep = epiderme, Tn = tecido nutritivo, Fv = feixe vascular, Cl = câmara larval).

Lista de Anexos

Manuscrito 2

Tabela 1. Número de galhas esféricas coletadas e parasitadas em *M. prasina* **67**
(Melastomataceae) no período de setembro de 2003 a agosto de 2004 em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.

Tabela 2. Número de galhas fusiformes coletadas e parasitadas em *M. prasina* **68**
(Melastomataceae) no período de setembro de 2003 a agosto de 2004 em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.

Normas da revista Lundiana **69**

Normas da revista Neotropical Entomology **71**

Normas da Revista Brasileira de Botânica **74**

APRESENTAÇÃO

A floresta Atlântica brasileira é uma das prioridades mundiais para a conservação, pois representa uma região com elevado nível de endemismo (Thomas *et al.* 1998). Entre os componentes da floresta Atlântica está a floresta ao norte do rio São Francisco, ou centro de endemismo Pernambuco (*sensu* Prance 1987), uma estreita faixa de vegetação que abriga endemismos em diferentes grupos vegetais e animais. Apesar de sua importância biológica esta floresta apresenta um longo e contínuo histórico de perturbação (Tabarelli 1998). O estado de Pernambuco mantém 2,0% da área originalmente coberta pela floresta Atlântica, restando pequenos fragmentos, em sua maioria, menores que 50 ha (CIMA 1991).

Com a fragmentação, o tamanho das populações florestais é reduzido, processos de dispersão e migração são interrompidos e habitats isolados tornam-se acessíveis a novos colonizadores, fatores que resultam em uma perda gradual da diversidade biológica (Tilman *et al.* 1994). Extinções locais e redução no tamanho de populações implicam na simplificação da estrutura trófica, comprometendo processos que regulam a abundância de outras populações, já que as relações planta-animal, planta-planta e animal-animal são interrompidas ou modificadas (Tabarelli 1998).

A fragmentação de habitat não apenas leva ao declínio da biodiversidade (Hanski 1999) como também pode mudar a influência relativa das forças top-down e bottom-up nas teias alimentares e modificar as interações entre as espécies (Kruess e Tschardtke 1994).

As relações entre espécies são tradicionalmente classificadas de acordo com o tipo de interação, sejam elas, competição, predação ou mutualismo, dependendo do tipo de impacto positivo ou negativo, apresentado para uma das espécies em relação ao esforço pela sobrevivência da outra (Pianka 1983).

A herbivoria é uma das mais importantes interações ecológicas. As plantas têm sofrido intensa e recorrente seleção natural para minimizar os impactos causados pelos herbívoros e compensar os ataques quando estes são inevitáveis. Tornando-se cruciais para a sobrevivência das plantas estratégias para a inibição ou redução da herbivoria. Propriedades vegetais que reduzam o impacto dos herbívoros incluem um vasto arsenal químico que atuam como inibidores do apetite ou substâncias altamente tóxicas.

Muitas hipóteses têm sido levantadas sobre a evolução das defesas vegetais contra herbívoros. Alguns pesquisadores afirmam que a defesa da planta está relacionada com a pressão exercida pelo herbívoro enquanto outros entendem esta defesa como resposta a fatores que possam significar pressões ambientais. Destaca-se, ainda, o papel das defesas

mecânicas (tricomias, ceras, látex, resinas, mucilagens), químicas (compostos secundários) produzidas pelos vegetais (Scareli-Santos 1996) e bióticas (mimercofilia).

Dentre as interações inseto-planta conhecidas, aquela que resulta na formação de galhas tem recebido atenção especial devido aos diferentes tipos de abordagens e pela quantidade de informações que podem ser geradas em relação a hospedeiros e galhadores (Mani 1964, Rofritsch 1992, Vecchi 1999).

Os insetos galhadores estão entre os herbívoros mais especializados (Gonçalves-Alvim e Fernandes 2001). Entretanto, avaliações mais complexas dos processos ecológicos referentes aos organismos envolvidos na interação inseto galhador – planta hospedeira – inimigos naturais são poucas, especialmente em regiões de clima tropical, onde a diversidade de espécies é enorme e há muito a ser investigado.

Diante disso, esse trabalho se propõe a estudar as alterações na estrutura trófica do sistema composto pelos insetos galhadores, sua planta-hospedeira e seus inimigos naturais em fragmentos de diferentes tamanhos. Para tal, foi selecionada *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae), espécie hospedeira de galhas, ocorrente em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.

Este projeto resultou em três manuscritos a serem enviados a revistas especializadas. No primeiro artigo foi comparada a ocorrência de galhas da planta hospedeira ao longo de um ano nos quatro fragmentos selecionados; o segundo aborda a influência dos inimigos naturais (predadores e parasitóides) na mortalidade dos insetos indutores durante o desenvolvimento das galhas. Finalmente, o terceiro manuscrito descreve morfo-anatomicamente um novo tipo de galha encontrado na gema axilar de *M. prasina* ocorrentes nos fragmentos de Alagoas.

REVISÃO DA LITERATURA

A Floresta Tropical Atlântica

Atualmente a floresta Atlântica é uma das mais ameaçadas do mundo; na região Nordeste, esta se apresenta bastante fragmentada, restando cerca de 5,8% a 8,8% de sua área original (Peres 2000, Tabarelli 1998).

A Mata Atlântica é um dos ecossistemas com maior diversidade de espécies do planeta, no entanto, apresenta, em todos os estados, um quadro bastante preocupante. Hoje, o que resta dela é um “arquipélago” de pequenos fragmentos, separados por canaviais ou cidades. Se a situação não for alterada, estima-se que nos próximos 25 anos, de duas a sete espécies, em cada cem, terão desaparecido (Weber e Rezende 1998).

Uma grave consequência da fragmentação florestal nas comunidades ecológicas é o aumento da razão borda/interior da floresta conhecido como efeito de borda (Saunders *et al.* 1991).

Há três tipos de efeito de borda sobre os fragmentos: (1) efeitos abióticos, envolvendo mudanças nas condições ambientais que resultam da proximidade da matriz estruturalmente dissimilar; (2) efeitos biológicos diretos, que envolvem mudanças na abundância e distribuição das espécies causadas diretamente por condições físicas próximo da borda (por exemplo, dessecação direta, incidência de vento e crescimento vegetal) e determinada pela tolerância fisiológica das espécies para as condições na borda e próximo à borda; e (3) efeitos biológicos indiretos, que envolvem mudanças nas interações entre as espécies, tais como predação, parasitismo, herbivoria, dispersão de sementes e polinização bióticas (Murcia 1995).

Dentre as interações entre planta-animal, a herbivoria é considerada fator controlador das populações vegetais. Os herbívoros de uma maneira geral podem ser classificados em consumidores de tecidos (folhas, flores, sementes) e consumidores de metabólitos, incluindo os insetos indutores de galhas e minadores (Mani 1964).

Cecidologia

O estudo das galhas recebe o nome de cecidologia. Uma galha (ou cecídia) é essencialmente o produto de uma associação interespecífica entre a planta e o outro organismo, caracterizada por um aumento anormal do volume celular (hipertrofia) e/ou número de células (hiperplasia) dos tecidos ou órgãos vegetais (Mani 1964, Fernandes e Martins 1985). Elas são induzidas por uma ampla variedade de organismos incluindo

bactérias, vírus, nematóides, e insetos, os mais importantes formadores de galhas (Mani 1964, Price *et al.* 1987). Entre os insetos indutores de galhas cinco ordens apresentam maior relevância: Homoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera e Diptera; nesta última ordem a família de destaque é Cecidomyiidae.

Abrahamson e McCrea (1986) sugeriram que o fenótipo da galha é um resultado da interação entre dois genótipos. O primeiro é do indutor, pelo estímulo, o segundo é da planta hospedeira, pela reação. Desta forma, é esperado que diferentes indutores produzam diferentes tipos de galhas numa mesma planta hospedeira. A diversidade morfológica das galhas entomógenas é grande incluindo galhas cilíndricas, cônicas, elípticas, em roseta, esféricas, fusiformes, lenticular, ovais, glabras ou pilosas, dentre outras (Fernandes e Martins 1985, Fernandes *et al.* 1997).

É possível que as galhas tenham sido, inicialmente, uma forma de defesa do vegetal numa tentativa de isolar o agente infestante e eliminá-lo. Com o tempo, tal agente aperfeiçoou mecanismos contra-adaptativos, que lhe permitiram usar a galha, durante algumas fases do seu ciclo de vida, como um local de abrigo e fonte de alimentação, encontrando ali condições favoráveis à sua vida e reprodução (Kraus 1997).

O desenvolvimento e o crescimento da galha dependem da atividade alimentar do inseto que fornece um estímulo contínuo para a produção de novas camadas de células vegetais. Ao raspar, sugar ou mastigar o tecido vegetal é desencadeado um estímulo mecânico que atua juntamente com o estímulo químico, iniciando a formação de novos tecidos que recobrem a larva do indutor. O crescimento da galha cessa quando seu indutor morre ou atinge a maturidade (Scareli-Santos 2001).

A abertura da galha pode ocorrer de duas maneiras: deiscente, de abertura espontânea que ocorre juntamente com a maturidade do galhador e indeiscente, cuja abertura não é espontânea e é provocada pelo cecidozoa (Scareli-Santos 1996).

As galhas podem ser encontradas em todas as partes das plantas, desde a raiz até a gema apical do caule, porém ocorrem em maior número e variedade nas porções epígeas do hospedeiro vegetal (Mani 1964). Os indivíduos cecidozoa possuem uma maior preferência pelas folhas em relação a qualquer outra parte das plantas (Fernandes *et al.* 1988). A predominância e complexidade de galhas em folhas são atribuídas a sua alta atividade metabólica e ao rápido crescimento (Mani 1964).

As galhas são encontradas nos mais diversos grupos de organismos como algas, líquens, briófitas, pteridófitas, gimnospermas, e angiospermas, sendo este último o mais representativo, perfazendo 98% do total de plantas portadoras de galhas conhecidas (Mani

1964). As principais espécies de plantas hospedeiras de galhas entomógenas pertencem às famílias Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae e Annonaceae (Urso-Guimarães *et al.* 2003).

Fernandes e Price (1992), compararam a riqueza de espécies galhadoras em um ambiente de clima temperado e outro de clima tropical, evidenciando no tropical uma maior diversidade. Preszler e Boecklen (1996) estudaram a influência da altitude nas interações tri-tróficas e verificaram uma contribuição relativa de inimigos naturais, parasitóides e predadores, na mortalidade de *Phyllonorycter* sp., uma mariposa minadora, constando uma diminuição na mortalidade causada por inimigos com o aumento da altitude.

Alguns trabalhos com galhas no Brasil abordam os danos causados pelos insetos galhadores sobre a planta hospedeira. Silva *et al.* (1996) estudaram o impacto do galhador *Tomoplagia rudolphi* (Diptera: Tephritidae) sobre a arquitetura, produção de flores, germinação e viabilidade de sementes de *Vernonia polyanthes* (Asteraceae). Outros como o de Madeira *et al.* (2002) enfatizam a ocorrência de novas espécies galhadoras. No estudo, eles descrevem e ilustram cinco novas espécies de dípteros (Cecidomyiidae) associados a *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) em Carapebus, Rio de Janeiro.

Alguns estudos têm demonstrado a grande ocorrência de galhas em plantas do Cerrado (Fernandes e Price 1992, Scareli-Santos 2001), já Gonçalves-Alvin *et al.* (2001) verificaram o efeito da salinidade sobre a densidade de galhas de *Avicennia germinans* (Avicenniaceae) em seis mangues e em uma mata de várzea.

Quanto à abordagem anatômica, Kraus *et al.* (1996) estudaram a morfologia e ontogenia em galhas de *Guarea macrophylla* subsp. *tuberculata* (Meliaceae), Scareli-Santos (2001) analisou morfo-anatomicamente galhas de *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* e *Duguetia furfuraceae* (Annonaceae) e Vecchi (1999, 2004) realizou estudos morfo-anatômicos e ontogenéticos em espécies de Melastomataceae.

Inimigos Naturais

Os insetos formadores de galhas têm alta especificidade com sua planta hospedeira. Esta especialização é seguida por outros organismos tais como predadores, parasitóides e inquilinos. Quanto mais numerosos forem os organismos associados às galhas, tanto mais complexas estas serão (Mani 1964).

O complexo predador-parasita de galhas é freqüentemente considerado maior que o de inquilinos. Quase todos os indivíduos deste complexo pertencem a grupos como Acarina, Nematoda, Thysanoptera, Heteroptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera. Os

predadores e parasitas atacam não apenas os indutores das galhas, como também os inquilinos e outros locatários e muitos destes são hiperparasitas (Mani 1964).

Os inimigos naturais podem exercer uma importante pressão evolutiva sobre indutores de galhas. Mendonça-Jr. e Romanowski (2002) estudaram os inimigos naturais do galhador *Eugeniomyia dispar* (Diptera: Cecidomyiidae) e observaram a presença de três espécies de formigas atacando as galhas. Uma proporção considerável das galhas foi parasitada por *Rileya* sp. (Eurytomidae). Os adultos desse ectoparasitóide solitário também foram atacados pela espécie mais comum de formiga e caíram em teias de aranha próximas.

Os parasitóides, em sua maioria microhimenópteros, podem afetar o desenvolvimento do hospedeiro. Quando os parasitóides inviabilizam o desenvolvimento do hospedeiro a partir do momento da oviposição, são denominados idiobiontes, por outro lado, se apesar da oviposição realizada o hospedeiro continuar se desenvolvendo, estes parasitóides são então denominados Koinobiontes (Godfray 1994 *apud* Oliveira 1999).

Craig *et al.* (1991) estudaram a comunidade de parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) associados ao galhador (Coleoptera: Curculionidae) em *Xylopia aromatica* (Annonaceae).

Maia e Monteiro (1999) encontraram 30 espécies de parasitóides da ordem Hymenoptera, representantes de oito famílias diferentes, associados a três tipos de galhas de *Bruggmannia* spp (Diptera, Cecidomyiidae) sobre *Guapira opposita* (Nyctaginaceae) na Restinga da Barra de Maracá, RJ.

Estudando aspectos morfológicos e biológicos de galhas foliares induzidas por um Hymenoptera em *Struthanthus vulgaris* (Loranthaceae), Arduin *et al.* (1989) observaram a presença de insetos também da ordem Hymenoptera parasitando estas galhas.

Silva (2002) estudou três tipos de galhas foliares desenvolvidas em *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae). Dois tipos induzidos por representantes da família Cecidomyiidae (Diptera) apresentaram parasitóides.

O tamanho ou o diâmetro da galha é um indicativo do estágio de desenvolvimento do galhador. O aumento deste diâmetro é correlacionado ao declínio nos níveis de parasitismo e, portanto, à sobrevivência do galhador (Fritz e Simms 1992).

Além do parasitismo outros fatores podem influenciar na mortalidade dos galhadores. Dentre eles, pode ser destacada a reação de hipersensitividade, que segundo Fernandes e Negreiros (2001) é o mais comum mecanismo de resistência da planta contra insetos herbívoros que têm associações íntimas com sua planta hospedeira, como os insetos galhadores.

A galha também pode ser utilizada por inquilinos que a usam tão somente como estrutura física para sua proteção, sem interferir no desenvolvimento do galhador (Oliveira 1999).

As modificações físicas, como intensidade luminosa, temperatura, fluxo de ventos entre outras, podem alterar o desempenho dos insetos de uma maneira geral, em especial, dos insetos parasitóides (Oliveira 1999).

A Família Melastomataceae Juss.

As Melastomatáceas constituem uma das famílias mais importantes da flora neotropical, com 4200 a 5000 espécies pertencentes a 11 tribos e 185 gêneros, com aproximadamente 1000 espécies distribuídas ao longo da América tropical e especialmente concentradas nos Andes (Martins *et al.* 1996). A família é caracterizada pelas nervuras das folhas em número de três a nove em disposição paralela, ligadas por nervuras secundárias transversais (Barroso 1984). São plantas herbáceas, arbustivas ou arbóreas com folhas de disposição oposta ou oposta cruzada, geralmente sem estípulas (Joly, 1985, Martins *et al.* 1996). No Brasil há aproximadamente 63 gêneros, com cerca de 480 espécies, que ocorrem tanto nos campos e brejos, como em bordos de mata (Barroso 1984, Joly 1985).

São espécies muito ornamentais como a *Tibouchina* (quaresmeira) e algumas vivem em associação com micorrizas, enquanto outras são mimercófilas, apresentando adaptações especiais para as formigas, sob a forma de domácias vesiculosas foliares (Barroso 1984, Joly 1985). Os gêneros com maior representação de espécies são *Miconia*, *Leandra* e *Tibouchina* (Barroso 1984).

Miconia prasina (Sw.) DC (Melastomataceae) é uma espécie pioneira distribuída na América Central, Caribe, Venezuela, Guianas e Brasil (Martins *et al.* 1996), sendo encontrada principalmente em ambiente de borda. São arvoretas ou árvores de até 10 metros, com ramos, pecíolos e brácteas, bractéolas, eixos das inflorescências e hipanto esparsamente revestidos por indumento estrelado-pubérulo, glabrescente. As folhas possuem pecíolo com 0,3 a 2,5 cm, alado; é cartácea a subcoriácea, elíptica a ablonga ou oval-elíptica, com base atenuada e decurrente, ápice agudo a acuminado, margem inteira a repanda-denticulada, nervuras acródromas suprabasais; a face superior é glabra, e a inferior com indumento estrelado-pubérulo esparso recobrimdo apenas as nervuras. As flores são pentâmeras; o cálice persistente, com lacínias internas e externas fundidas, triangulares; as pétalas são brancas. Tem ovário 3-locular, com ápice lobado curtamente glanduloso; estilete levemente espessado no ápice. A baga é roxa; as sementes são numerosas por lóculo (Martins *et al.* 1996).

Relação inseto-planta em Melastomataceae

A presença de galhas na família Melastomataceae é referida em alguns trabalhos como para *Macairea radula* com um tipo de galha foliar globóide (Urso-Guimarães *et al* 2003). Em Fernandes *et al* (2001) foram listados 26 tipos de galhas em 10 espécies desta família; Maia e Fernandes (2004) encontraram em um levantamento 137 tipos de galhas entomógenas em 73 espécies de plantas na Serra de São José (Tiradentes, MG, Brasil), Melastomataceae foi uma das quatro famílias de plantas com maior diversidade de galhas apresentando 14 tipos.

Fernandes *et al.* (1997) encontraram 236 tipos de galhas entomógenas em 134 espécies de plantas pertencentes a 27 famílias de várias localidades do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil. A maior parte delas (82%) foi causada por insetos da família Cecidomyiidae (Diptera) e os órgãos mais atacados foram as folhas (51,7%). Na família Melastomataceae foram encontrados quatro tipos de galhas em duas espécies, todas induzidas por Cecidomyiidae.

Nos espécimes de *Tibouchina pulchra* estudados em Vecchi (1999) foram encontrados em um mesmo indivíduo, ocorrendo de maneira concomitante ou em épocas diferentes, 4 galhas distintas. A ocorrência de galhas nas Melastomataceas também foi registrada em Mani (1964), Gagné (1994), Oliveira (1999), Vecchi (2004), Vrcibradic *et al.* (2000), dentre outros.

O gênero *Miconia* apresenta algumas espécies hospedeiras de galhas. Gonçalves-Alvim e Fernandes (2001) estudou um tipo de galha foliar em *Miconia albicans*. Quanto a *Miconia prasina* o primeiro relato a ocorrência de galhas foi em Silva (2002), onde foram registrados cinco tipos de galhas entomógenas: três foliares, uma peciolar e uma no botão floral.

Objetivos e justificativa

Nas últimas décadas foi observado um grande avanço na Ecologia das interações insetos-plantas. Estudos como o de Fernandes e Price (1992) representaram comparações entre riqueza de espécies galhadoras em ambientes de clima temperado e de clima tropical, evidenciando na área tropical uma maior diversidade.

Os ecossistemas tropicais são mais complexos devido a sua maior diversidade e heterogeneidade, sendo assim, a floresta Atlântica possui uma importante vegetação, ainda pouco explorada, onde podemos avaliar a aplicabilidade de hipóteses ecológicas e assim contribuir para elucidar os muitos aspectos das relações inseto-planta.

Além da diversidade, a estabilidade dos sistemas tropicais, a carência de estudos e a eliminação de grandes áreas de Floresta Atlântica que têm sido substituídas por monoculturas,

pastagens e urbanização, reforçam a necessidade de estudos ecológicos neste tipo de ecossistema que está criticamente ameaçado, a maioria dos estudos sobre galhas no Brasil são na Caatinga e Cerrado.

A investigação das conseqüências da fragmentação de ambiente no sistema tritrófico, como o realizado neste trabalho, é de extrema importância principalmente nos trópicos, onde a maioria dos dados é referente à listagem de espécies, ou ainda as interações de sistemas mais restritos que envolvem apenas o galhador e seus parasitóides sem levar em consideração a influência do habitat. Conjugado a este fato está à escassez de estudos sobre galhas na região Neotropical, embora as galhas ocorram em abundância nessa região (Fernandes e Martins 1985, Gagné 1994, Urso-Guimarães *et al.* 2003).

O objetivo geral deste trabalho foi compreender as relações tróficas estabelecidas no sistema composto pelos insetos galhadores, sua planta-hospedeira, *Miconia prasina* (Melastomataceae) e seus inimigos naturais em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMSON, W. G.; McCREA, K. D. **The impact of galls and gallmakers on plants.** Proc. Entomol. Soc. Wash., v. 88, p. 364-367, 1986.
- ARDUIN, M., KRAUS, J. E., OTTO, P. A. & VENTURELLI, M. **Caracterização morfológica e biométrica de galhas foliares em *Struthanthus vulgaris* Mart. (Loranthaceae).** Revista Brasileira de Biologia. v. 49, n. 3, p. 817-823, 1989.
- BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil.** Viçosa, Minas Gerais, Brasil. v. 2, 1984. 377 p.
- CIMA. **Relatório da Comissão Interministerial sobre desenvolvimento e meio ambiente.** Brasília, 1991.
- CRAIG, T. P., ARAÚJO, L. M., ITAMI, J. K & FERNANDES, G. W. **Development of the insect community centered on a leaf-bud gall formed by a weevil (Coleoptera, Curculionidae) on *Xylopia aromatica* (Annonaceae).** Revista Brasileira de Entomologia, n. 35, vol. 2, p. 311-317, 1991.
- FERNANDES, G. W., ARAÚJO, R. C., ARAÚJO, S. C., LOMBARDI, J. A., PAULA, A. S., LOYOLA JR, R. & CORNELISSEN, T. G. **Insect galls from savanna and rocky fields of the Jequitinhonha valley, Minas Gerais, Brazil.** Naturalia v. 22, p. 221-224, 1997.
- FERNANDES, G. W. & MARTINS, R. P. **As galhas: tumores de plantas.** Ciência Hoje v. 4, p. 59-64, 1985.
- FERNANDES, G. W., JULIÃO, G. R., ARAÚJO, R. C., ARAÚJO, S. C., LOMBARDI, J. A., NEGREIROS, D. & CARNEIRO, M. A. A. **Distribution and morphology of insect galls of the Rio Doce Valley, Brazil.** Naturalia v. 26, p. 221-224, 2001.
- FERNANDES, G. W. & NEGREIROS, D. **The occurrence and effectiveness of hypersensitive reaction against galling herbivores across host taxa.** Ecological Entomology v. 26, p. 46-55, 2001.
- FERNANDES, G. W. & PRICE, P. W. **The adaptative significance of insect gall distribution survivorship of species in xeric and mesic habitats.** Oecologia v. 90, p. 14-20, 1992.
- FERNANDES, G. W., TAMEIRÃO NETO, E. & MARTINS, R. P. **Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas na vegetação do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Zoologia v. 5, p. 11-29, 1988.
- FRITZ, R. S. & SIMMS, E. L. **Plant resistance to herbivores and pathogens – Ecology, Evolution, and Genetics.** The University of Chicago Press, 1992. 590p.

- GAGNÉ, R. J. **The gall midges of the Neotropical Region.** University Press, Ithaca, 1994. xiv + 352p, 4 pls.
- GONÇALVES-ALVIM, S. J. & FERNANDES, G. W. **Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four neotropical savannas.** Biodiversity and Conservation v. 10, p. 79-98, 2001.
- GONÇALVES-ALVIM, S. J., VAZ DOS SANTOS, M. C. F. & FERNANDES, G. W. **Leaf gall abundance on *Avicennia germinans* (Avicenniaceae) along an interstitial salinity gradient.** Biotropica v. 33, n. 1, p. 69-77, 2001.
- JOLY, A. B. **Introdução à taxonomia vegetal.** São Paulo, Ed. Nacional, v 4, ed. 7, 1985, 777 p.
- KRAUS, J. E. Respostas morfo genéticas de plantas a indutores galhadores. In: Araújo, M. A. P.; Coelho, G. C.; Medeiros, L. (orgs.). **Interações Ecológicas & Biodiversidade.** Editora UNIJAI, Ijuí, RS. p. 59-75, 1997.
- KRAUS, J. E., SUGIURA, H. C. & CUTRUPI, S. **Morfologia e ontogenia em galhas entomógenas de *Guarea macrophylla* subsp. *tuberculata* (Meliaceae).** Fitopatologia Brasileira v. 21, p. 349-356, 1996.
- KRUESS, A. & TSCHARNTKE, T. **Habitat fragmentation, species loss, and biological control.** Science v. 264, p. 1581-1584, 1994.
- MADEIRA, J. A., MAIA, V. A. & MONTEIRO, R. F. **Galls makers (Cecidomyiidae, Diptera) on *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): Descriptions and biology.** Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro, v. 61, n. 1, p. 31-48, 2002.
- MAIA, V. C. & FERNANDES, G. W. **Insect galls from Serra de São José (Tiradentes, MG, Brazil).** Brazilian Journal Biology v. 3^a, p. 423-445, 2004.
- MAIA, V. C. & MONTEIRO, R. F. **Espécies cecidógenas (Diptera, Cecidomyiidae) e parasitóides (Hymenoptera) associadas a *Guapira opposita* (Vell.) Reitz. (Nyctaginaceae) na Restinga da Barra de Marica, Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Zoologia v. 16, n. 2, p. 483-487, 1999.
- MANI, M. S. **Ecology of plant galls.** W. Junk, The Hague, 1964. 434p.
- MARTINS, A.B., SEMIR, J., GOLDENBERG, R. & MARTINS, E. **O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae) no estado de São Paulo.** Acta Botânica v. 10, p. 267-316, 1996.
- MENDONÇA-JR, M. S. & H. P. ROMANOWSKI. **Natural enemies of the gall-maker *Eugeniamyia dispar* (Diptera, Cecidomyiidae): predatory ants and parasitoids.** Brazilian Journal Biology v. 62, p. 269-275, 2002.

- MURCIA, C. **Edge effects in fragmented forests: implications for conservation.** Trends in Ecology and Evolution v. 10, p. 58-62, 1995.
- OLIVEIRA, J. C. **Estudo das interações ecológicas dentro de um sistema trófico envolvendo galhas induzidas por *Lopesia brasiliensis* (Diptera, Cecidomyiidae) em *Ossaea confertiflora* (Melastomataceae) e seus parasitóides associados.** Dissertação de Mestrado em Ecologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro –RJ. 1999, 50p.
- PERES, C. A. **Identifying keystone plant resources in tropical forests: the case of gums from *Parkia* pds.** Journal of Tropical Ecology v. 16, p. 1-31, 2000.
- PIANKA, E. R. **Evolutionary Ecology.** ed. 3, Harper e Row, New York. 1983.
- PRANCE, G. T. Biogeography of neotropical plants. In: Whitmore, T. C.; Prance, G. T. (eds.). **Biogeography and quaternary history in tropical America** Clarendon Press, Oxford, p. 175-196, 1987.
- PRESZLER, R. W. & BOECKLEN, W. J. **The influence of elevation on tri-trophic interactions: Opposing gradients of top-down and bottom-up effects on a leaf-mining moth.** Ecoscience v. 3, n. 1, p. 75-80, 1996.
- PRICE, P. W., G. WARING & G. W. FERNANDES. **Adaptative nature of insect galls.** Environmental Entomology v. 16, p. 14-24, 1987.
- ROHFRI TSCH, O. Patterns in gall development. In: Shorthouse, J.D.; Rohfritsch, O. (eds.). **Biology of Insect-Induced Galls.** Oxford University Press, Oxford. p. 60-86, 1992.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. **Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review.** Conservation Biology v. 5, p. 18-32, 1991.
- SCARELI-SANTOS, C., **Relação entre compostos fenólicos e teor de nitrogênio e a ocorrência de galhas em folhas de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg (Mimosaceae).** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 1996, 116p.
- SCARELI-SANTOS, C. **Avaliação do sistema galhador-planta hospedeira em ambiente de cerrado: aspectos morfo-anatômicos e fitoquímicos.** Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2001.
- SILVA, I. M., ANDRADE, G., FERNANDES, G. W. & LEMOS-FILHO, J. P. **Parasitic Relationships between a gall-forming insect *Tomoplagia rudolphi* (Diptera: Tephritidae) and its host plant (*Vernonia polyanthes*, Asteraceae).** Annals of Botany v. 78, p. 45-48, 1996.

- SILVA, S. C. L. **Aspectos morfo-anatômicos de galhas entomógenas em *Miconia prasina* (Sw.) DC em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco.** Monografia de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002. 50p.
- TILMAN, D., MAY, R. M., LEHMAN, C. L. & NOWAK, M. A. **Habitat destruction and the extinction debt.** Nature v. 371, p. 65-66, 1994.
- URSO-GUIMARÃES, M. V., SCARELI-SANTOS, C. & BONIFÇIO-SILVA, A. C. **Occurrence and characterization of entomogen galls in plants from natural vegetation areas in Delfinópolis, MG, Brazil.** Brazilian Journal Biology, v. 63, n. 4, p. 705-715, 2003.
- VECCHI, C. **Galha foliar em *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (Melastomataceae): Morfo-anatomia e ontogenia.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- VECCHI, C. **Reações diferenciais a herbívoros galhadores em espécies de Melastomataceae.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- VRCIBRADIC, D., ROCHA, C. F. D. & MONTEIRO, R. F. **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, v. 60, p. 159-166, 2000.
- TABARELLI, M. Dois Irmãos: O desafio da Conservação Biológica em um fragmento de Floresta Tropical. Pp.311-323. In: Machado, I. C., Lopes, A. V. & Pôrto, K. C. (Orgs.). **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil).** Ed. Universitária, UFPE. 1998, 326 p.
- THOMAS, W. W., CARVALHO, A. M. A., GARRISON, J. & ARBELAEZ, A. L. **Plant endemism in two forests in southern Bahia.** Brazilian Biodiversity Conservation v. 7, p. 311-322, 1998.
- WEBER, A. & REZENDE, S. M. Reserva Ecológica e Parque Dois Irmãos: Histórico e situação atual. In: (Machado, I. C.; Lopes, A. V.; Porto, K. C. (orgs.)). **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em Área Urbana (Recife – Pernambuco – Brasil).** Ed. Universitária, UFPE. p. 9-19, 1998.

MANUSCRITO 1



Galhas de *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae) em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina

A ser enviado para a Revista Lundiana

**GALHAS ENTOMÓGENAS DE *Miconia prasina* (SW.) DC (MELASTOMATACEAE)
EM QUATRO REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA¹**

SILVA, S. C. L.² e ALMEIDA-CORTEZ, J. S.²

¹ Parte da dissertação de mestrado de Silva S.C.L – Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rêgo s/n^o, CEP 50670-901 Recife, PE, Brasil.

² Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rêgo s/n^o, CEP 50670-901 Recife, PE, Brasil.

Correspondência para: Jarcilene S. Almeida-Cortez, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rêgo s/n^o, CEP 50670-901 Recife, PE, Brasil.

e-mail: jacortez@ufpe.br

Título resumido: Galhas de *M. prasina* em fragmentos de floresta Atlântica

ABSTRACT

The objective of this work was to compare the frequency of galls occurring in *Miconia prasina* (Melastomataceae) in four remnants of Atlantic forest of northeastern Brazil. Insect galls were observed in *M. prasina* of the elliptic type, spherical and fusiform in the four studied fragments: a cylindrical in the Refúgio Charles Darwin and a piriform type in the axillary bud in the Cachoeira and Capoeirão fragments. The galls of *M. prasina* in the general were found the whole year in the four areas of study independent of the maturation stage. In the selected individuals were count 1131 news galls along a year in fragments studied. Of this, 548 were elliptic, 336 spherical, 125 fusiform, 81 cylindrical and 41 piriform.

Key words: Cecidomyiidae, trophic interaction, plant-herbivore interaction, herbivory, galls.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi comparar a frequência das galhas encontradas em *Miconia prasina* (Melastomataceae) em quatro fragmentos de floresta Atlântica do nordeste do Brasil. Foram observadas em *M. prasina* galhas entomógenas do tipo elíptica, esférica e fusiforme nos quatro fragmentos estudados; uma cilíndrica no Refúgio Charles Darwin; uma piriforme na gema axilar nos fragmentos de Cachoeira e Capoeirão. As galhas de *M. prasina* no geral foram encontradas o ano todo nas quatro áreas de estudo independente do estágio de maturação. Nos indivíduos selecionados foram quantificadas 1.131 novas galhas ao longo de um ano nos fragmentos estudados. Destas, 548 foram elípticas, 336 esféricas, 125 fusiformes, 81 cilíndricas e 41 piriformes.

Palavras-chave: Cecidomyiidae, interações tróficas, interação planta-herbívoro, herbivoria, galhas.

INTRODUÇÃO

A floresta Atlântica é atualmente uma das mais ameaçadas do mundo; na região Nordeste, esta floresta apresenta-se bastante fragmentada, restando cerca de 5,8 a 8,8% de sua área original. Dentre os vários efeitos da fragmentação, a influência negativa sobre processos ecológicos como polinização, dispersão de sementes, parasitismo e herbivoria são um dos mais importantes (Tabarelli, 1998; Peres, 2000).

As relações entre espécies são tradicionalmente classificadas de acordo com o tipo de interação, sejam elas, competição, herbivoria ou mutualismo, dependendo do tipo de impacto positivo ou negativo apresentado para uma das espécies em relação ao esforço pela sobrevivência da outra (Pianka, 1983).

A relação galha-planta hospedeira é considerada por muitos pesquisadores como parasitária, pois o inseto indutor obtém da planta, refúgio e alimento em detrimento do seu crescimento, perda de substâncias, distúrbio no fluxo da seiva, queda precoce de certas partes vegetais e aumento em quantidade ou volume de órgãos ou tecidos não essenciais a custo dos essenciais (Mani, 1964; Silva et al., 1995).

Os níveis de infestação por galhas podem ser influenciados por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos: arquitetura da planta hospedeira (Silva et al., 1996), reação de hipersensitividade do tecido vegetal (Fernandes & Negreiros, 2001), compostos secundários (Scareli-Santos, 1996) e pelo ambiente (Fernandes et al., 1997),

A família Melastomataceae é referida em alguns trabalhos devido à presença de galhas como por exemplo *Macairea radula* com um tipo de galha foliar globóide (Urso-Guimarães et al., 2003). Fernandes e colaboradores referem-se a esta família como apresentando uma diversidade de galhas entomógenas presente nos diferentes levantamentos realizados pela equipe. No Vale do Rio Doce (Minas Gerais) Fernandes et al. (2001) observaram 26 tipos de galhas em 10 espécies desta família; Maia & Fernandes (2004) encontraram em um levantamento 137 tipos de galhas entomógenas em 73 espécies de plantas na Serra de São José (Tiradentes, MG, Brasil) e Melastomataceae foi uma das quatro famílias com maior diversidade de galhas apresentando 14 tipos.

Nos espécimes de *Tibouchina pulchra* estudados em Vecchi (1999) foram encontrados em um mesmo indivíduo, ocorrendo de maneira concomitante ou em épocas diferentes, quatro galhas entomógenas distintas. A ocorrência de galhas nas Melastomataceas também foi registrada em Mani (1964), Gagné (1994), Oliveira (1999), Vecchi (2004), Vrcibradic et al. (2000), dentre outros.

O gênero *Miconia* apresenta algumas espécies hospedeiras de galhas. Gonçalves-Alvim & Fernandes (2001) estudaram um tipo de galha foliar em *Miconia albicans*. Quanto a *Miconia prasina* o primeiro relato da ocorrência de galhas foi em Silva (2002), o estudo abrangeu abordagens morfológicas e ecológicas de quatro tipos de galhas entomógenas: três foliares e um tipo peciolar, ocorrente no Refúgio Ecológico Charles Darwin, um fragmento pequeno de floresta Atlântica pernambucana. O objetivo do presente trabalho foi comparar a frequência das galhas encontradas em *Miconia prasina* em quatro remanescentes de floresta Atlântica do nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos de campo foram realizados mensalmente no período de setembro de 2003 a agosto de 2004 nos seguintes fragmentos de floresta Atlântica nordestina: Reserva Ecológica de Dois Irmãos, Refúgio Ecológico Charles Darwin, Mata de Cachoeira e Mata de Capoeirão.

- Reserva Ecológica de Dois Irmãos: remanescente de Mata Atlântica, com área aproximada de 387,4 ha, na região Metropolitana de Recife - Pernambuco, situada na região noroeste da cidade (08°07'30"S, 34°52'30"W) (Weber & Rezende, 1998) Conforme sistema de Köppen o clima do município de Recife é do tipo As', tropical costeiro quente e úmido, com temperatura mínima de 18 °C e média mensal de 23 °C. A precipitação média anual é de aproximadamente 2.460 mm, sendo os meses mais chuvosos entre março e agosto e os menos chuvosos entre novembro e fevereiro (Machado et al., 1998).

- Refúgio Charles Darwin: localizado a 3,5 km do município de Igarassu, litoral norte de Pernambuco (07°49'27"S e 34°56'52"W). Este fragmento tem 60 ha e é formado por uma vegetação típica da Zona da Mata, Formação Florestal Perenifólia Latifoliada Higrófila Costeira. O clima é do tipo Am's segundo Köppen com transição para o tipo As'. A temperatura média anual é de 27 °C, com umidade relativa do ar em torno de 80% (Andrade-Lima, 1961).

- As Mata de Cachoeira e Capoeirão pertencem à Usina Serra Grande (08°30'S, 35°50'W), localizada no município de Iateguara, nordeste do estado de Alagoas. A Usina possui cerca de 9.000 hectares de floresta, distribuída em vários fragmentos de diferentes tamanhos (1 a 3.000 ha). O clima da região é tropical quente e úmido (IBGE, 1985), com temperaturas variando entre 16 e 40 °C, com média anual de 26 °C, e precipitação média anual em torno de 1.700 mm (Velooso et al., 1991). A Mata de Cachoeira possui 305,37 ha (latitude 08°56'40"S e 36°03'42"W) e a Mata do Capoeirão tem área de 103,54 ha (latitude 08°56'31"S e 36°04'07"W).

Caracterização da planta hospedeira

Miconia prasina (Sw.) DC. (Melastomataceae) é a espécie hospedeira das galhas em estudo, ocorrendo na América Central, Caribe, Venezuela, Guianas e Brasil, encontrada principalmente em formações florestais costeiras (Martins et al., 1996). São arvoretas ou árvores de até 10 metros, com ramos, pecíolos e brácteas, bractéolas, eixos das inflorescências e hipanto esparsamente revestidos por indumento estrelado-pubérulo, glabrescente. As folhas possuem pecíolo com 0,3 a 2,5 cm, alado; é cartácea a subcoriácea, elíptica a ablonga ou oval-elíptica, com base atenuada e decurrente, ápice agudo a acuminado, margem inteira a repanda-denticulada, nervuras acródomas suprabasais; a face superior é glabra, e a inferior com indumento estrelado-pubérulo esparsa recobrimdo apenas as nervuras (Martins et al., 1996). O material testemunho encontra-se depositado no Herbário do Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil (UFP 32137 a 32139, 32163 a 32169 e 37860).

Procedimento de campo

Em cada área de estudo foram marcados indivíduos de acordo com a disponibilidade existente de *Miconia prasina*: Dois Irmãos ($X = 17,09 \pm 1,25$; mínimo de 10 e máximo de 20 plantas); Charles Darwin: ($X = 26,75 \pm 0,18$; mínimo de 25 e máximo de 27 plantas); Cachoeira ($X = 19,08 \pm 1,11$; mínimo de sete e máximo de 21) e Capoeirão ($X = 21,67 \pm 0,48$; mínimo de 19 e máximo de 23 plantas) para acompanhamento durante um ano. O número de plantas vistoriadas variou ao longo do tempo em função da mortalidade (natural e provocada por ação antrópica). As médias das medidas tomadas são apresentadas e seguidas pelo seu erro padrão ($X \pm EP$).

Mensalmente os indivíduos selecionados foram vistoriados nas quatro áreas de estudo quanto ao número de galhas, folhas sadias e infestadas. No primeiro mês de observação (setembro) foram contadas todas as galhas encontradas em cada indivíduo marcado. A partir da segunda coleta apenas as galhas recém formadas foram quantificadas, subtraindo-se das contadas anteriormente. Foram consideradas galhas novas, aquelas com 1 mm de diâmetro e formato definido. Dessa forma, foram obtidos dados sobre o novo contingente populacional mensal.

Indivíduos de *M. prasina* (jovens e adultos) vizinhos aos marcados também foram vistoriados, e a ausência ou presença de galhas, independente do estágio de maturação dessas, foi registrada.

RESULTADOS

No período de setembro de 2003 a agosto de 2004 foram observados em *Miconia prasina* cinco tipos de galhas entomógenas nos fragmentos estudados. As galhas foliares apresentaram formas elíptica, esférica e fusiforme; a galha encontrada no pecíolo, formato cilíndrico e a galha ocorrente na gema axilar (gema presente no ângulo feito pelo pecíolo com o caule) é piriforme (Fig. 1A-D, Fig. 2A). Os três tipos de galha foliares foram registrados nos quatro fragmentos estudados, a galha peciolar apenas no Refúgio Charles Darwin e a galha da gema axilar em Cachoeira e Capoeirão (Tabela 1).

Descrição morfológica das galhas:

A galha elíptica (Fig. 1A) é exclusivamente foliar, verde-clara, glabra e encontrada nas nervuras principais e secundárias, sendo visualizada em ambas as faces foliares. É induzida por um Diptera (Cecidomyiidae) e apresenta apenas uma loja ou câmara larval. A emergência do inseto é feita por um orifício, esculpido pelo inseto, na porção abaxial da galha. Raramente observou-se uma única galha por folha.

As galhas esféricas e fusiformes (Fig. 1A-B) são foliares, verdes, apresentando projeções externas semelhantes a pêlos. São observadas nas duas superfícies foliares, sendo encontradas preferencialmente na face abaxial (Silva, 2002). Internamente, a galha apresenta uma loja com apenas uma larva, sendo induzida por um inseto da Ordem Diptera (Cecidomyiidae). A saída do inseto adulto ocorre por um orifício existente na porção apical da galha. Quando essas são abandonadas pelo indutor, tornam-se cada vez mais escuras até que são desprendidas da folha, onde se observa uma cicatriz arredondada (Fig. 2B).

A galha cilíndrica (Fig. 1D) é peciolar, verde, sendo caracterizada pelo intumescimento do órgão afetado. É induzida por *Prospoliata* cf. *bicolorata* (Coleoptera: Curculionidae) e possui apenas uma câmara larval. À medida que o inseto se desenvolve, a galha torna-se mais escura e com maior diâmetro. O canal de saída do galhador é arredondado e feito pelo próprio inseto quando este se torna adulto. Após a saída do indutor, a galha torna-se oca e menos rígida, o canal de saída serve então, para entrada de outros organismos que podem vir a habitá-la, principalmente formigas, na condição de inquilinos.

A galha piriforme (Fig. 2A) é encontrada na gema axilar da planta, verde, possui apenas uma loja e é induzida por um Lepidóptero. O canal de saída do galhador é circular e esculpido pelo indutor ainda em estágio larval, deixando apenas uma fina camada de células que é rompida pelo inseto quando se torna adulto. Foi obtido o indutor apenas em estádios larval e pupário.

Frequência de ocorrências das galhas nos quatro remanescentes:

As galhas de *Miconia prasina* em geral foram encontradas o ano todo nas quatro áreas de estudo independente do estágio de maturação (Tabela 1). Entretanto, quando são analisadas as galhas separadamente e apenas aquelas recém inseridas no mês, foram verificadas que as oviposições do indutor da galha elíptica iniciam-se no fim da estação chuvosa (meses de agosto, setembro e outubro) e estendem-se até o verão (novembro, dezembro e janeiro), sendo interrompidas ou minimizadas de fevereiro a julho (Tabela 2).

Os registros de galhas esféricas jovens ocorreram em maior quantidade nos meses de junho a setembro na Reserva Ecológica de Dois Irmãos e na mata de Capoeirão, sendo bastante reduzido de novembro a abril. No Refúgio Charles Darwin, os meses de registros mais elevados de galhas esféricas jovens foram abril a setembro, galhas novas não foram verificadas de outubro a março. Galhas esféricas jovens foram observadas em todos os meses do ano no fragmento de mata de Cachoeira, com maior número de junho a outubro (Tabela 2).

As galhas fusiformes jovens, para o fragmento da Reserva Ecológica de Dois Irmão, ocorreram principalmente em setembro e outubro; no Refúgio Reserva Ecológica Charles Darwin em maio, julho e setembro e em Cachoeira em junho, agosto e outubro. Nesses fragmentos, poucas galhas novas foram quantificadas de novembro a abril. Na mata de Capoeirão as galhas fusiformes jovens foram observadas de abril a setembro, não ocorrendo de outubro e março (Tabela 2).

O maior número de galhas cilíndricas jovens foi registrado nos meses de julho, agosto e setembro, diminuindo em outubro, novembro e dezembro, período em que se verificaram em campo, muitas galhas já eclodidas. De janeiro a junho o número de galhas jovens observadas foi bastante reduzido (Tabela 2).

Apenas duas galhas do tipo piriforme foram registradas em Cachoeira e nenhuma em Capoeirão no período de junho a agosto. Nos demais meses, houve pouca variação no número de galhas observadas nesses dois fragmentos.

Nos indivíduos marcados foram quantificadas 1.131 novas galhas ao longo de um ano nos fragmentos estudados. Destas, 548 foram elípticas, 336 esféricas, 125 fusiformes, 81 cilíndricas e 41 piriformes (Tabela 2).

DISCUSSÃO

No Refúgio Charles Darwin, além dos quatro tipos de galhas entomógenas foliares encontrados por Silva (2002), não foi identificado um novo tipo. Na Reserva Ecológica de

Dois Irmãos foi registrada a menor diversidade de galhas com apenas três tipos. Os fragmentos com maior diversidade de galhas foram as matas de Cachoeira e Capoeirão apresentando quatro tipos de galhas, sendo a galha da gema axilar exclusiva desses dois remanescentes.

A presença da galha na gema axilar nas matas de Cachoeira e Capoeirão sugere que a distância entre as duas áreas não foi suficiente para isolar as populações, o que permitiu a migração dos insetos entre os fragmentos e sua manutenção. Já a galha peciolar foi observada apenas no fragmento do Refúgio Charles Darwin indicando que o inseto indutor dessa galha pode estar isolado geograficamente devido à fragmentação da floresta Atlântica que interrompeu o fluxo da população. Devido à conservação deste remanescente, a população do inseto foi mantida.

A maioria das galhas de *Miconia prasina* foi induzida por Cecidomyiidae. Estes dados são esperados uma vez que cerca de 70% de todas as galhas descritas no mundo são induzidas por este grupo de dípteros. Porém, em um levantamento, Maia & Fernandes (2004) encontraram na Serra de São José (Tiradentes, MG, Brasil), 14 tipos de galhas em seis espécies de Melastomataceae sendo que sete galhas foram induzidas por lepidópteros e seis por dípteros da família Cecidomyiidae. No mesmo trabalho, observou-se de um a cinco morfotipos de galhas na família Melastomataceae, um padrão similar ao deste estudo onde *M. prasina* apresentou três ou quatro tipos de galhas dependendo da área de estudo.

Fernandes et al. (1997) encontraram 236 tipos de galhas entomógenas em 134 espécies de plantas pertencentes a 27 famílias de várias localidades do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. A maior parte delas (82%) foi causada por insetos da família Cecidomyiidae (Diptera) e os órgãos mais atacados foram as folhas (51,7%). Na família Melastomataceae foram encontrados quatro tipos de galhas em duas espécies, todas induzidas por Cecidomyiidae.

Abrahamson & McCrea (1986) sugeriram que o fenótipo da galha é um resultado da interação entre dois genótipos. O primeiro é do indutor, pelo estímulo, o segundo é da planta hospedeira, pela reação. Desta forma, é esperado que diferentes indutores produzam diferentes tipos de galhas em uma mesma planta hospedeira. Em alguns casos, galhas formadas por indutores de sexos diferentes também podem apresentar formas diferentes (Mani, 1964).

A presença das galhas em folhas de *Miconia prasina* ocorreu, em geral, durante todo o ano nas áreas de estudo, o que pode ser explicado pela permanência das galhas na planta hospedeira mesmo após a emergência dos indutores. Entretanto, verifica-se que a formação de galhas não ocorre durante todo o ano para as três ordens de insetos estudadas. A fêmea do

Coleóptero inicia as oviposições na estação chuvosa, estendendo-se até o fim desta, o que pode estar relacionado a maior disponibilidade de folhas jovens nesse período e, conseqüentemente a menor rigidez do pecíolo destas, facilitando a oviposição.

Das 1.131 novas galhas registradas durante o estudo, 1.009 (89,2%) foram induzidas por cecidomiídeos. Este alto percentual deve-se ao rápido ciclo de vida dos insetos desta família.

Nos espécimes de *Tibouchina pulchra* estudados em Vecchi (1999) foram encontrados em um mesmo indivíduo, ocorrendo de maneira concomitante ou em épocas diferentes, quatro galhas distintas. Oliveira (1999) registrou a presença da galha de *Lopesia brasiliensis* em *Ossaea confertiflora* (Melastomataceae) durante o ano todo na Reserva de Poço das Antas - RJ, em uma floresta pluvial Atlântica. Os picos populacionais foram registrados nos meses de agosto e novembro.

Os galhadores foram geralmente registrados em maiores quantidades nos meses mais úmidos, como ocorrem com outros insetos fitófagos (Wolda 1996; Smythe 1996). Em regiões tropicais, a maioria das espécies não apresenta caducifolia e a produção de folhas jovens aumenta na época chuvosa, a maior disponibilidade do recurso nesse período poderia explicar tal abundância de galhas.

Agradecimentos - Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado durante um ano a primeira autora. Ao CEPAN (Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste) e a Usina Serra Grande, pelo apoio logístico. A Luís Carlos Mafra administrador do Parque de Dois Irmãos e Roberto Siqueira proprietário do Refúgio Charles Darwin, pela permissão para coleta e apoio fornecido. Ao Dr. Sergio A. Vanin, pela identificação do coleóptero.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamson, W. G. & Mccrea, K. D. 1986. The impact of galls and gallmakers on plants. **Proceedings of the Entomological Societes of Washington**, **88**: 364-367.
- Andrade-Lima, D. 1961. Tipos de Florestas de Pernambuco. **Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, **12**: 69-85.
- Fernandes, G. W. & Negreiros, D. 2001. The occurrence and effectiveness of hypersensitive reaction against galling herbivores across host taxa. **Ecological Entomology**, **26**: 46-55.
- Fernandes, G. W.; Araújo, R. C.; Araújo, S. C.; Lombardi, J. A.; Paula, A. S.; Ioyola JR, R. &

- Cornelissen, T. G. 1997. Insect galls from savanna and rocky fields of the Jequitinhonha valley, Minas Gerais, Brazil. **Naturalia**, **22**: 221-224.
- Fernandes, G. W.; Julião, G. R.; Araújo, R. C.; Araújo, S. C.; Lombardi, J. A.; Negreiros, D. & Carneiro, M. A. A. 2001. Distribution and morphology of insect galls of the Rio Doce Valley, Brazil. **Naturalia**, **26**: 221-224.
- Gagné, R. J. 1994. **The gall midges of the Neotropical Region**. University Press, Ithaca, 352 pp.
- Gonçalves-Alvim, S. J. & Fernandes, G. W. 2001. Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four neotropical savannas. **Biodiversity and Conservation**, **10**: 79-98.
- IBGE. 1985. **Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste**. Rio de Janeiro.
- Machado, I. C.; Lopes, A. V. & Pôrto, K. C. 1998. **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil)**. Editora Universitária da UFPE, Recife, 326 pp.
- Maia, V. C. & Fernandes, G. W. 2004. Insect galls from Serra de São José (Tiradentes, MG, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, **64**: 423-445.
- Mani, M. S. 1964. **Ecology of plant galls**. W. Junk, The Hague, 434 pp.
- Martins, A. B.; Semir, J.; Goldenberg, R. & Martins, E. 1996. O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae) no Estado de São Paulo. **Acta Botânica Brasileira**, **10**: 267-316.
- Oliveira, J. C. 1999. **Estudo das interações ecológicas dentro de um sistema trófico envolvendo galhas induzidas por *Lopesia brasiliensis* (Diptera, Cecidomyiidae) em *Ossaea confertiflora* (Melastomataceae) e seus parasitóides associados**. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro –RJ, 50 pp.
- Peres, C. A. 2000. Identifying keystone plant resources in tropical forests: the case of gums from *Parkia* pds. **Journal of Tropical Ecology**, **16**: 1-31.
- Pianka, E. R. 1983. **Evolutionary Ecology**. 3ª Ed. Harper & Row, New York.
- Scareli-Santos, C. 1996. **Relação entre compostos fenólicos e teor de nitrogênio e a ocorrência de galhas em folhas de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg (Mimosaceae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 116 pp.
- Silva, I. M., Andrade G. & Fernandes, G. W. 1995. Os tumores vegetais e seu impacto nas plantas. **Ciência. Hoje**, **18**: 29-30.
- Silva, I. M.; Andrade, G.; Fernandes, G. W. & Lemos-Filho, J. P. 1996. Parasitic Relationships between a gall-forming insect *Tomoplaga rudolphi* (Diptera: Tephritidae) and its host plant (*Vernonia polyanthes*, Asteraceae). **Annals of Botany**, **78**: 45-48.

- Silva, S. C. L. 2002. **Aspectos morfo-anatômicos de galhas entomógenas em *Miconia prasina* (Sw.) DC em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco.** Monografia de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 50 pp.
- Smythe, N. 1996. **The Seasonal abundance of night-flying insects in a Neotropical Forest.** *In:* Leigh Jr, E. G.; Rand, A. S. & Windsor, D. M. (Ed.) *The Ecology of a Tropical forest.* 2^a. Ed. 530 pp.
- Tabarelli, M. 1998. Dois Irmãos: O desafio da Conservação Biológica em um fragmento de Floresta Tropical. *In:* Machado, I.C.; Lopes, A.V. & Pôrto, K.C. (Orgs.) **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil).** Ed. Universitária, UFPE, pp. 311-323.
- Urso-Guimarães, M. V.; Scareli-Santos, C. & Bonifácio-Silva, A. C. 2003. Occurrence and characterization of entomogen galls in plants from natural vegetation areas in Delfinópolis, MG, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, **63**: 705-715.
- Vecchi, C. 1999. **Galha foliar em *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (Melastomataceae): Morfo-anatomia e ontogenia.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Vecchi, C. 2004. **Reações diferenciais a herbívoros galhadores em espécies de Melastomataceae.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Vrcibradic, D.; Rocha, C. F. D. & Monteiro, R. F. 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.
- Veloso, H. P.; Rangel-Filho, A. L. R. & Lima, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** IBGE, Rio de Janeiro.
- Weber, A. & Rezende, S. M. 1998. Reserva Ecológica e Parque Dois Irmãos: Histórico e situação atual. *In:* Machado, I. C.; Lopes, A. V. & Pôrto, K. C. (Orgs.) **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em Área Urbana (Recife – Pernambuco – Brasil).** Ed. Universitária, UFPE. pp. 9-19.
- Wolda, H. 1996. Seasonality of Homoptera on Barro Colorado Island. *In:* Leigh Jr, E. G.; Rand, A. S. & Windsor, D. M. (ED.) **The Ecology of a Tropical forest.** 2^a Ed. 530 pp.

Tabela 1. Registro dos diferentes tipos de galhas entomógenas encontrados em *Miconia prasina* (Melastomataceae) no período de setembro de 2003 a agosto de 2004 em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina, independente do estágio de maturação.

Fragmentos/meses	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Galha elíptica												
Dois Irmãos	x	x	x	x	x	x	x	x	-	0	0	x
Charles Darwin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cachoeira	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Capoeirão	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Galha esférica												
Dois Irmãos	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
Charles Darwin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cachoeira	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Capoeirão	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x
Galha fusiforme												
Dois Irmãos	x	x	x	0	x	x	x	x	-	x	x	x
Charles Darwin	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Cachoeira	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Capoeirão	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Galha cilíndrica												
Charles Darwin	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Galha piriforme												
Cachoeira	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Capoeirão	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

“x” presença de galhas

“0” ausência de galhas

“-” observação não realizada

Tabela 2. Variação mensal do número de galhas entomógenas recém formadas em *Miconia prasina* (Melastomataceae) em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina de setembro de 2003 a agosto de 2004.

	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	total
Galha elíptica													
Dois Irmãos	67	16	0	0	0	3	3	0	-	0	0	6	95
Charles Darwin	24	14	14	11	0	0	0	0	5	0	4	80	152
Cachoeira	98	49	62	13	14	0	0	0	0	0	3	6	245
Capoeirão	30	13	0	8	5	0	0	0	0	0	0	0	56
Total	219	92	76	32	19	3	3	0	5	0	7	92	548
Galha esférica													
Dois Irmãos	18	8	1	0	7	0	0	4	-	6	30	1	75
Charles Darwin	13	0	0	0	0	0	0	22	36	7	36	4	118
Cachoeira	2	20	8	1	6	1	3	2	2	10	22	20	97
Capoeirão	4	1	0	1	0	0	3	2	8	10	7	10	46
Total	37	29	9	2	13	1	6	30	46	33	95	35	336
Galha fusiforme													
Dois Irmãos	9	8	0	0	2	0	5	2	-	5	0	0	31
Charles Darwin	9	2	0	0	2	0	1	0	12	0	10	2	38
Cachoeira	2	9	3	0	0	1	0	4	0	7	1	11	38
Capoeirão	4	0	0	0	0	0	0	6	1	1	3	3	18
Total	24	19	3	0	4	1	6	12	13	13	14	16	125
Galha cilíndrica													
Charles Darwin	27	3	6	3	1	1	0	1	1	2	14	22	81
Galha piriforme													
Cachoeira	3	1	1	2	3	9	1	1	1	2	0	0	24
Capoeirão	4	1	2	0	3	0	1	3	3	0	0	0	17
Total	7	2	3	2	6	9	2	4	4	2	0	0	41

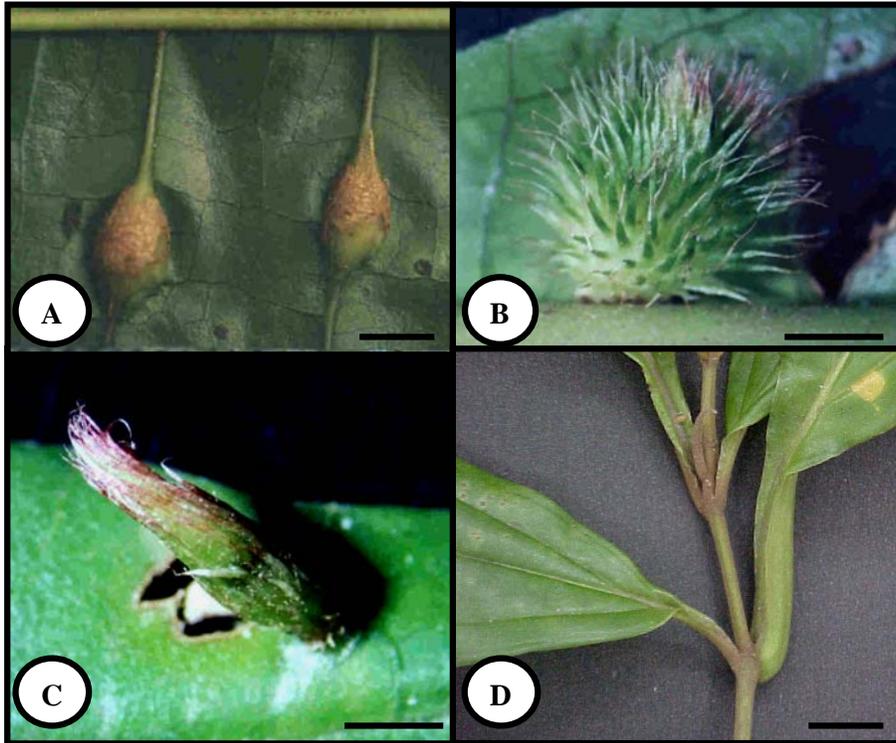
“0” ausência de galhas

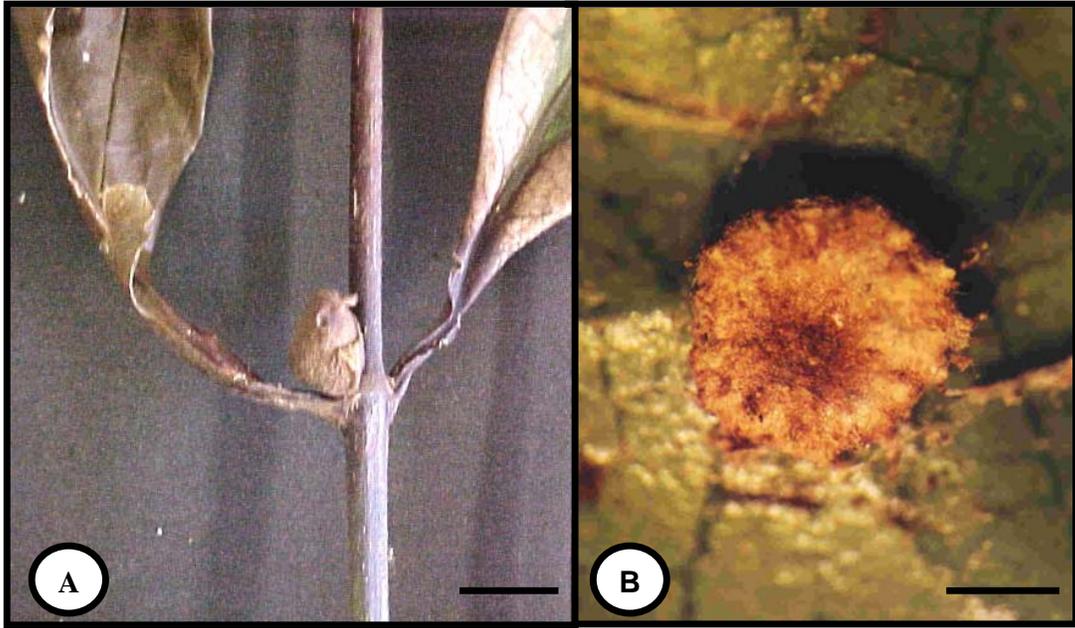
“-” observação não realizada

Legenda das figuras

Figura 1. Galhas entomógenas de *Miconia prasina* (Melastomataceae) encontradas em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina. A – Galha elíptica. B – Galha esférica. C – Galha fusiforme (Barras: 4 mm). D – Galha cilíndrica (Barra: 1 cm).

Figura 2. A – Galha piriforme de *Miconia prasina* (Melastomataceae). B - Tecido de cicatrização da galha esférica (Barra: 1 mm) de *Miconia prasina* (Melastomataceae).





MANUSCRITO 2

.....

**Galhas Foliaves Entomógenas em *Miconia prasina* (Sw.) DC
(Melastomataceae) e Seus Inimigos Naturais em Remanescentes
de floresta Atlântica Nordestina**

A ser enviado para a Revista Neotropical Entomology

Jarcilene Almeida-Cortez

Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco
Av. Prof. Moraes Rêgo s/n^o, Cidade Universitária, 50670-901, Recife, PE, Brazil.

jacortez@ufpe.br

Galhas Foliaves Entomógenas em *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae) e Seus Inimigos Naturais em Remanescentes de Floresta Atlântica Nordestina¹

SABRINA SILVA² & JARCILENE ALMEIDA-CORTEZ²

¹ Parte da dissertação de mestrado da primeira autora – Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco

² Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rêgo s/n^o, CEP 50670-901 Recife, PE, Brasil. E-mails: sacrsto@bol.com.br, jacortez@ufpe.br

Galhas Foliares Entomógenas em *Miconia Prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae) e seus inimigos naturais em Remanescentes de floresta Atlântica Nordestina

ABSTRACT – The general objective of this work was understand the trophic relationships established in the composed system by the gall-maker, yours host plant, *Miconia prasina* (Melastomataceae) and their naturals enemies in four fragments of Atlantic forest. Monthly the parasitism and predation of the spherical and fusiform galls was accompanied. During one year, 1007 galls was collected, of 762 were spherical and 245 fusiforms. The total rate of predation of the galls was of 2,28%. The occurrence of the parasitoids accompanied the picks of the population of the galls inducers, being found in larger amounts the months of June and July Two parasitoids species (Hymenoptera) were present in 39,69% of the spherical and fusiforms galls, in the four fragments. The Mata of Capoeirão and Refúgio Charles Darwin presented the largest percentages of annual predation 5,14% and 2,03% respectively. The largest parasitism rate was obtained in Capoeirão (45,28%), even so there was not significant difference in relation to the other fragments.

KEYWORDS - Diptera, Hymenoptera, parasitoid, tri-trophic interaction.

RESUMO - O objetivo geral deste trabalho foi compreender as relações tróficas estabelecidas no sistema composto pelos insetos galhadores, sua planta-hospedeira, *Miconia prasina* (Melastomataceae) e seus inimigos naturais em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina. Mensalmente o parasitismo e a predação das galhas esféricas e fusiformes foi acompanhado. Durante um ano, 1007 galhas foram coletadas, destas 762 foram esféricas e 245 fusiformes. A taxa total de predação das galhas foi de 2,28%. A ocorrência dos parasitóides acompanhou os picos populacionais dos galhadores, sendo encontrado em maiores quantidades nos meses de junho e julho. Duas espécies de parasitóides (Hymenoptera) ocorreram em 39,69% das galhas esféricas e fusiformes nos quatro fragmentos. A Mata de Capoeirão e o Refúgio Charles Darwin apresentaram as maiores taxas de predação anual 5,14% e 2,03% respectivamente. A maior taxa de parasitismo foi obtida em Capoeirão (45,28%), porém não houve diferença significativa em relação aos outros fragmentos.

PALAVRAS-CHAVE - Diptera, Hymenoptera, interações tri-tróficas, parasitóide.

Introdução

Galhas são estruturas resultantes do desenvolvimento anormal de um órgão, ou parte dele, em resposta à presença de um agente infeccioso ou parasitário (Guerra 1988). Tais agentes podem ser vírus, bactérias, fungos, insetos dentre outros. Porém os mais freqüentes indutores de galhas são os insetos, especialmente os dípteros (Cecidomyiidae) (Maia & Fernandes 2004). Insetos galhadores estão entre os herbívoros mais especializados (Gonçalves-Alvim & Fernandes 2001).

Os insetos formadores de galhas têm alta especificidade com sua planta hospedeira, e freqüentemente suportam uma variada fauna de inimigos naturais (parasitóides e predadores) e inquilinos (Mani 1964; Price *et al.* 1987). Os inimigos naturais podem exercer uma importante pressão evolutiva sobre indutores de galhas. Mendonça-Jr & Romanowski (2002), estudaram os inimigos naturais do galhador *Eugeniamyia dispar* (Cecidomyiidae). Maia & Monteiro (1999) encontraram parasitóides associados a galhas de *Bruggmannia* spp. (Cecidomyiidae) sobre *Guapira opposita* (Nictaginaceae).

Estudando aspectos morfológicos e biológicos de galhas foliares induzidas por um Hymenoptera em *Struthanthus vulgaris* (Loranthaceae), Arduin *et al.* (1989) observaram a presença de insetos também da ordem Hymenoptera parasitando estas galhas.

Os parasitóides, em sua maioria microhimenópteros, podem afetar o desenvolvimento do hospedeiro. Quando os parasitóides inviabilizam o desenvolvimento do hospedeiro a partir do momento da oviposição são denominados idiobiontes, por outro lado, se apesar da oviposição realizada por esses, o hospedeiro continuar se desenvolvendo, estes parasitóides são então denominados koinobiontes (Godfray 1994 *apud* Oliveira 1999).

Silva (2002) estudou três tipos de galhas foliares, induzidas por representantes da família Cecidomyiidae (Diptera), desenvolvidas em *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae) em um fragmento de floresta Atlântica pernambucana. No entanto, parasitóides foram observados apenas em dois tipos de galhas.

A fragmentação de habitat não apenas leva ao declínio da biodiversidade (Hanski, 1999) como também pode mudar a influência relativa das forças top-down e bottom-up nas teias alimentares e dificultar a localização de presas pelos predadores (Kruess & Tschamtkke 1994).

Baseado nas observações de Silva (2002) foram selecionadas as galhas dos tipos esférica e fusiforme a fim de serem observadas as taxas de parasitismo e predação destas galhas em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no período de setembro de 2003 a agosto de 2004 nos seguintes fragmentos de floresta Atlântica: Reserva Ecológica de Dois Irmãos, com área aproximada de 387,4 ha, localizado na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco (08°07'30"S, 34°52'30"W) (Weber & Rezende, 1998). Refúgio Charles Darwin, com 60 ha, localizado a 3,5 km do município de Igarassu, litoral norte de Pernambuco (07°49'27"S e 34°56'52"W) (Andrade-Lima, 1961). Mata de Cachoeira, com 305,37 ha (latitude 08°56'40,49"S e 36°03'42,34"W) e Mata de Capoeirão, com área de 103,54 ha (latitude 08°56'31,18"S e 36°04'07,12"W), pertencentes à Usina Serra Grande, localizada no município de Iateguara, nordeste do estado de Alagoas.

Folhas de *Miconia prasina* foram coletadas mensalmente, ensacadas e levadas ao laboratório onde as galhas presentes foram observadas sob estereomicroscópio para análise de marcas de predação e dissecadas para identificação dos insetos indutores e parasitóides.

Foram obtidas no total 1007 galhas esféricas e fusiformes. Destas, 383 tiveram seu conteúdo determinado, as demais já estavam vazias e/ou predadas quando dissecadas. Essa amostra de galhas serviu de base para a análise dos dados sobre parasitismo.

A presença de parasitóides neste trabalho foi determinada não no momento do parasitismo, mas sim posteriormente ao parasitismo, quando o parasitóide já se apresentava desenvolvido, no estágio de pupa ou adulto. Os insetos obtidos foram estocados em álcool 70%, desenhados e enviados a especialistas para identificação. Os indutores foram identificados segundo a chave de Gagné (1994).

Análises estatísticas

As médias das medidas tomadas são apresentadas e seguidas pelo seu erro padrão ($X \pm EP$). O Teste G foi utilizado para verificar se havia diferenças significativas nas taxas de parasitismo e de predação das galhas entre os quatro fragmentos. As análises estatísticas foram realizadas através do programa BioEstat, versão 3.0 (Ayres & Ayres Júnior 2003).

Resultados

As galhas esféricas e fusiformes são verdes, apresentando projeções externas semelhantes a pêlos. Internamente, a galha apresenta uma loja com apenas uma larva, sendo induzida por Diptera (Cecidomyiidae) (Fig. 1A). Há a possibilidade de está ocorrendo dimorfismo sexual nestes dois tipos de galhas, devido às semelhanças externas das galhas e dos indutores. A saída do inseto adulto ocorre por um orifício existente na porção apical da galha, separado do exterior por uma fina película (Fig. 1A) que é rompida no momento de emergência do inseto.

Dissecando as galhas pudemos diferenciar os indutores das duas espécies de parasitóides observadas, pelo tipo de larva e pupa. As larvas dos dípteros desta família têm um gancho bucal característico, as suas pupas são do tipo livre. O aparelho bucal das pupas de himenópteros é do tipo mastigador.

O parasitóide sp1 (Fig. 1B) tem cerca de 3mm, é de hábito solitário e deposita seu ovo no hospedeiro quando este se encontra na fase larval. O parasitóide sp2 (Fig. 1C-D) é um micro-Hymenoptera com cerca de 1mm, endoparasita de hábito gregário que utiliza como recurso alimentar o indutor da galha no início de seu desenvolvimento, chegando a serem encontrados de 2 a 11 indivíduos por galha fusiforme ($x = 5,8 \pm 1,20$; $n=7$) e de 4 até 15 indivíduos emergindo de uma única galha esférica ($x = 7,5 \pm 0,70$; $n=18$; Fig. 1C-D). As duas espécies de parasitóides encontradas são classificadas como idiobiontes, pois inviabilizam o desenvolvimento do hospedeiro a partir do momento da oviposição.

Das 1007 galhas esféricas e fusiformes coletadas, 762 foram esféricas e 245 foram fusiformes. Destas, 16 galhas esféricas e 7 galhas fusiformes estavam predadas (Tabela 1), totalizando 2,28% de predação para os quatro fragmentos.

Os fragmentos de Capoeirão e Charles Darwin apresentaram as maiores porcentagens de predação anual 5,14% e 2,03% respectivamente, seguidos de Cachoeira (1,75%) e Dois Irmãos (1,27%) (Tabela 1).

A taxa de predação não diferiu significativamente entre os quatro fragmentos, exceto entre os fragmentos de Dois Irmãos e Capoeirão ($G=6,2218$, $p=0,0126$). O tipo de galha não influenciou na taxa de predação dentro de um mesmo fragmento.

Das 383 galhas que tiveram seu conteúdo determinado, 282 foram esféricas e 101 fusiformes. Destas, 109 esféricas e 43 fusiformes estavam parasitadas (Tabela 2).

Quanto aos fragmentos, na Mata de Capoeirão foi obtida a maior taxa de parasitismo anual (45,28%), seguida da Reserva Ecológica de Dois Irmãos (41,09%), da Mata de

Cachoeira (39,39%), e por último, do Refúgio Charles Darwin (36,9%) (Tabela 2), entretanto não houve diferença significativa entre elas. A taxa de parasitismo total para os quatro fragmentos foi de 39,69%.

Em geral, as galhas esféricas e fusiformes ocorreram em maior quantidade nos meses de março a setembro. Pouquíssimas galhas foram observadas entre os meses de novembro a fevereiro, não havendo registro para o mês de dezembro para ambos os tipos nos quatro fragmentos, enquanto novembro só foi registrada a galha esférica nos fragmentos de Dois Irmãos e Cachoeira (Fig. 2 A-D, Tab. 1-2, anexo). A ocorrência dos parasitóides acompanhou os picos populacionais dos galhadores, sendo encontrado em maiores quantidades nos meses de junho e julho. Destacando-se os fragmentos de Dois Irmãos e Charles Darwin (Fig. 2 A-B, Tab. 1-2, anexo).

Discussão

O papel ecológico primário da galha é dar proteção contra o ataque de inimigos naturais (predadores e parasitóides), várias linhas de evidência sugerem que a necessidade para um “espaço livre de parasitóides” promove grande pressão seletiva, moldando galhas morfológicamente complexas e diversas (Vecchi 1999).

As galhas esféricas e fusiformes de *Miconia prasina* são induzidas por Cecidomyiidae. Cerca de 70% de todas as galhas descritas no mundo são causadas por este grupo de dípteros (Mani 1964).

O aspecto morfológico das galhas, pode ter sido responsável pelos baixos percentuais de predação nos diferentes fragmentos, apenas 2,28% do total de galhas coletadas foram predadas. Predadores atacam não apenas os indutores das galhas, mas também os parasitóides, inquilinos e outros locatários (Mani 1964).

Mendonça-Jr & Romanowski (2002) encontraram três espécies de formigas atacando as galhas de *Eugeniomyia dispar* (Cecidomyiidae) e outra proporção considerável das galhas foi parasitada por *Rileya* sp. (Eurytomidae), um ectoparasitóide solitário cujos adultos foram atacados pela espécie mais comum de formiga e caíram em teias de aranha próximas.

Neste estudo foram encontradas duas espécies de parasitóides, pertencentes à ordem Hymenoptera, que possui grupo bem conhecido de parasitóides, especialmente da Ordem Diptera. Arduin *et al.* (1989) estudando galhas foliares em *Struthanthus vulgaris* (Loranthaceae) observaram que tanto o indutor quanto o parasitóide pertenciam à ordem Hymenoptera. Lara & Fernandes (1994) encontraram em *Baccharis dracunculifolia*

(Asteraceae) uma espécie de Hymenoptera (Eulophidae) com o principal parasita do galhador *Neopelma baccharidis* (Homoptera: Psyllidae).

Em média são observadas quatro espécies de parasitóides por hospedeiro em cecidomídeos (Hawkins & Gagné 1989), número superior ao encontrado neste estudo. Oliveira (1999) observou apenas três espécies de parasitóides associadas a *Lopesia brasiliensis* (Diptera, Cecidomyiidae) em *Ossaea confertiflora* (Melastomataceae). Maia & Monteiro (1999) encontraram 30 espécies de parasitóides da ordem Hymenoptera, representantes de oito famílias diferentes, associados a três tipos de galhas em *Guapira opposita* (Nyctaginaceae), induzidas por *Bruggmannia* spp. (Diptera, Cecidomyiidae) na Restinga da Barra de Maracá, RJ.

Maia & Fernandes (2004) realizaram um levantamento na Serra de São José, MG. Houve a predominância de espécies de Hymenoptera, especialmente das famílias Eulophidae e Eurytomidae como parasitóides das galhas encontradas; no mesmo trabalho, foram registrados 14 tipos de galhas em Melastomataceae, sendo cinco induzidos por Cecidomyiidae e destes, três parasitados por espécies de Hymenoptera.

Vecchi (1999) verificou que as galhas de *T. pulchra* (Melastomataceae) apresentaram himenópteros parasitóides, cuja presença implicava na ausência do lepidóptero indutor. Entretanto, a infestação por parasitóides foi observada em um pequeno número de amostras, podendo estar associada a fatores como oviposição isolada, grandes dimensões das galhas e presença de apêndices.

O conjunto de apêndices externos das galhas esféricas e fusiformes de *M. prasina* confere a estas uma ornamentação muito característica (Silva 2002). Segundo Vecchi (1999), a presença de apêndices amplia a superfície de contato com o meio e, por conseguinte, a área fotossintetizante. Entretanto, apesar da presença destas estruturas, as galhas estão sendo bastante atacadas por inimigos naturais, 39,69% de galhas parasitadas nos quatro fragmentos. Este alto percentual de parasitismo pode ser atribuído ao fato das galhas estudadas serem deiscentes, ou seja, apresentar uma abertura natural para a saída do indutor, o que facilitaria a entrada do ovipositor do parasitóide (observações de campo).

Oliveira (1999) considerou baixa a taxa de parasitismo de 24% das galhas de *Lopesia brasiliensis* em *Ossaea confertiflora*. Wool & Burstein (1991) verificaram que mais de 20% das galhas do afídio *Smynthuodes betae* estavam parasitadas por *Monoctonia pistaciaecola* (Aphidiidae).

As maiores porcentagens de predação ocorreram nos fragmentos de Capoeirão e Charles Darwin. Quando estes percentuais foram analisados entre os fragmentos, verificamos

uma diferença significativa entre Capoeirão e Dois Irmãos, onde foram observadas as maiores taxas de parasitismo, entretanto não houve diferença significativa entre elas.

Em geral, as galhas esféricas e fusiformes ocorreram em maior quantidade nos meses mais úmidos. Corroborando com outros estudos onde insetos fitófagos apresentaram seus picos populacionais correlacionados com a estação chuvosa, devido ao aumento da produção de folhas jovens na planta hospedeira (Wolda 1996; 1980; Smythe 1996). Conseqüentemente com o aumento da disponibilidade de recurso, a população de parasitóides também cresceu.

As modificações físicas, como intensidade luminosa, temperatura, fluxo de ventos entre outras, podem alterar o desempenho dos insetos de uma maneira geral, em especial, dos insetos parasitóides (Oliveira 1999).

Os resultados demonstram que os parasitóides foram de grande importância na mortalidade das galhas, independente do fragmento onde foram coletadas. Atualmente tem se constatado a influência das forças top-down (controlada pelo nível trófico superior) nas interações tri-tróficas. Portanto, sugere-se futuros estudos que avaliem também a influência da planta hospedeira (efeito bottom-up) na sobrevivência dos galhadores e organismos associados.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado durante um ano a primeira autora. Ao CEPAN (Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste) e a Usina Serra Grande, pelo apoio logístico. A Luís Carlos do Parque de Dois Irmãos e Roberto Siqueira do Refúgio Charles Darwin, pela permissão para coleta e apoio fornecido.

Literatura Citada

- Andrade-Lima D. 1961.** Tipos de Florestas de Pernambuco. Anais da Associação de Geógrafos Brasileiros, São Paulo, 12: 69-85.
- Arduin, M., J.E. Kraus, P.A. Otto & M. Venturelli. 1989.** Caracterização morfológica e biométrica de galhas foliares em *Struthanthus vulgaris* Mart. (Loranthaceae). Rev. Brasil. Biol., 49: 817-823.
- Ayres, M. & M. Ayres Júnior. 2003.** BioEstat 3.0. Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém do Pará – Brasil. 291p.
- Gagné, R.J. 1994.** The gall midges of the Neotropical Region. University Press, Ithaca, xiv + 352p.
- Gonçalves-Alvim, S.J. & G.W. Fernandes. 2001.** Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four neotropical savannas. Biodiversity and Conservation 10: 79-98.
- Guerra, M. 1988.** Introdução à citogenética geral. Editora Guanabara. 142p.
- Hawkins, B.A. & R.J. Gagné. 1989.** Determinants of assemblage size for the parasitoids of Cecidomyiidae (Diptera). Oecologia 81: 75-88.
- Lara, A.C.F. & G.W. Fernandes. 1994.** Distribuição de galhas em *Neopelma Baccharidis* (Homoptera: Psyllidae) em *Baccharis Dracunculifolia* (Asteraceae). Rev. Bras. Biol. 54: 661-668.
- Mendonça-Jr, M.S. & H.P. Romanowski. 2002.** Natural enemies of the gall-maker *Eugeniamyia dispar* (Diptera, Cecidomyiidae): predatory ants and parasitoids. Braz. J. Biol. 62: 269-275.
- Maia, V.C. & G.W. Fernandes. 2004.** Insect galls from Serra de São José (Tiradentes, MG, Brazil). Braz. J. Biol. 64: 423-445
- Maia, V.C. & R.F. Monteiro. 1999.** Espécies cecidógenas (Diptera, Cecidomyiidae) e parasitóides (Hymenoptera) associadas a *Guapira opposita* (Vell.) Reitz. (Nyctaginaceae) na Restinga da Barra de Maricá, Rio de Janeiro. Rev. Bras. Zool. 16: 483-487.
- Mani, M.S. 1964.** Ecology of plant galls. W. Junk, The Hague, 434p.
- Oliveira, J.C. 1999.** Estudo das interações ecológicas dentro de um sistema trófico envolvendo galhas induzidas por *Lopesia brasiliensis* (Díptera, Cecidomyiidae) em *Ossaea confertiflora* (Melastomataceae) e seus parasitóides associados. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Price, P.W., G. Waring & G.W. Fernandes. 1987.** Adaptative nature of insect galls. Envir. Entom. 16: 14-24.

- Silva, S.C.L. 2002.** Aspectos ecológicos e anatômicos de galhas em *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae) em um fragmento de mata Atlântica pernambucano. Monografia de graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Smythe, N. 1996.** The Seasonal abundance of night-flying insects in a Neotropical Forest. In: Leigh Jr, E.G.; A. S. Rand & D. M. Windsor (eds.), The Ecology of a Tropical forest. 2^a. E d. 530 p.
- Vecchi, C. 1999.** Galha foliar em *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (Melastomataceae): morfo-anatomia e ontogenia. Dissertação de Mestrado em Ciências, Área de Botânica, USP. 65 p.
- Weber, A. & S.M. Rezende. 1998.** Reserva Ecológica e Parque Dois Irmãos: Histórico e situação atual. In: **I.C. Machado, A.V. Lopes & K.C. Pôrto (orgs.)**, Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em Área Urbana (Recife – Pernambuco – Brasil). Ed. Universitária, UFPE. p. 9-19.
- Wolda, H. 1980.** Seasonality of Tropical Insects. I. Leafhoppers (Homoptera) in Las Cumbres, Panama. J. Anim. Ecol. 49: 277-290.
- Wolda, H. 1996.** Seasonality of Homoptera on Barro Colorado Island. In: Leigh Jr, E.G.; A. S. Rand & D. M. Windsor (eds.), The Ecology of a Tropical forest. 2^a. E d. 530 p.
- Wool, D. & M. Burstein .1991.** Parasitoids of the-forming aphid *Smynthuroides-betae* (Aphidoidea, Fordinae) in Israel, Entomophaga 36: 531-538.

Tabela 1. Galhas esféricas e fusiformes de *Miconia prasina* (Melastomataceae) coletadas e predadas em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.

Galhas em Dois Irmãos	Esféricas	Fusiformes	Total
Coletadas	236	80	316
Predadas	2	2	4
% de predação	0,84	2,5	1,27
Galhas em Charles Darwin			
Coletadas	244	101	345
Predadas	5	2	7
% de predação	2,049	1,98	2,03
Galhas em Cachoeira			
Coletadas	131	40	171
Predadas	2	1	3
% de predação	1,53	2,5	1,75
Galhas em Capoeirão			
Coletadas	151	24	175
Predadas	7	2	9
% de predação	4,64	8,33	5,14

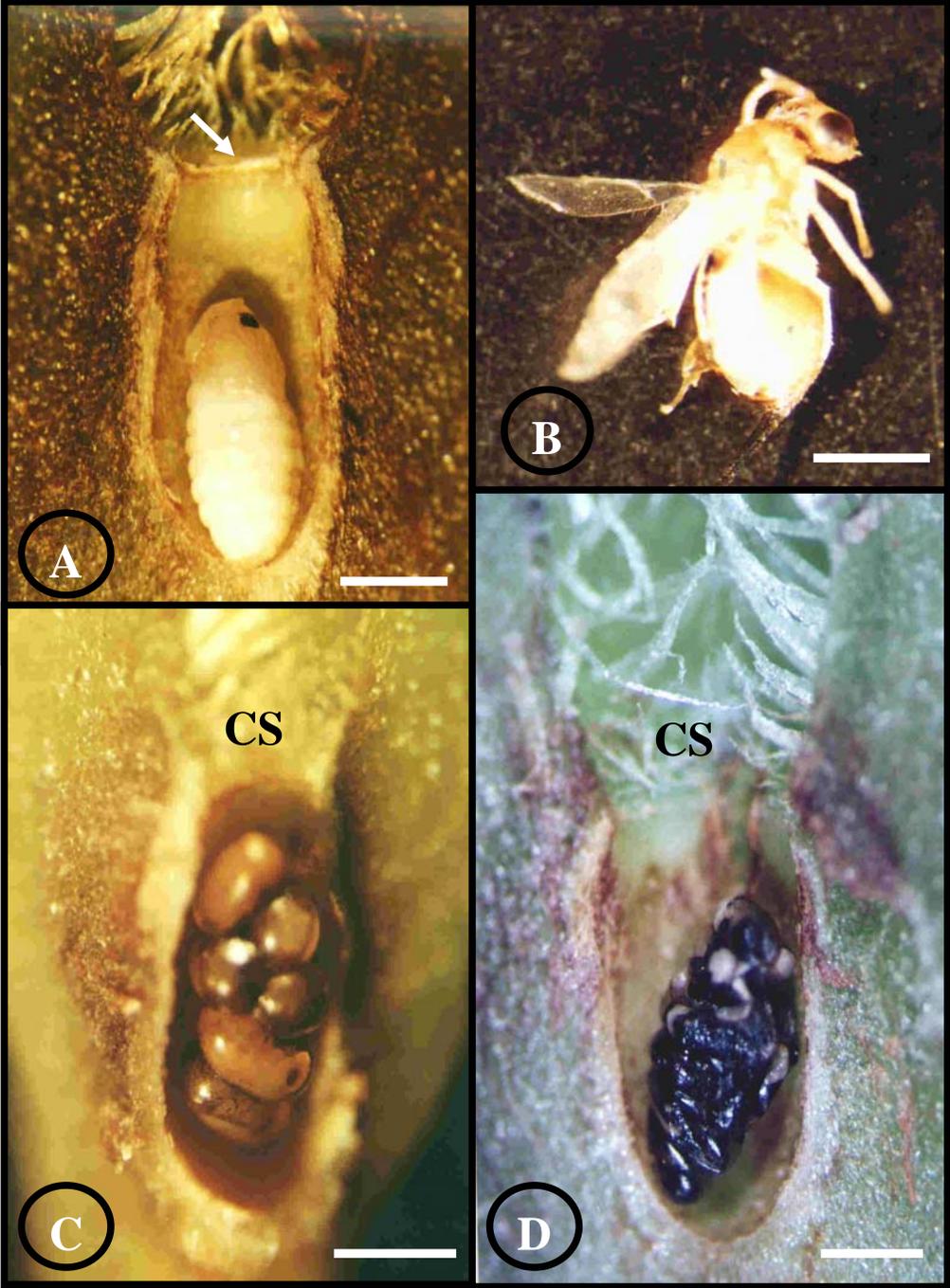
Tabela 2. Número total de galhas esféricas e fusiformes de *Miconia prasina* (Melastomataceae) parasitadas e não parasitadas em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina ao longo de um ano.

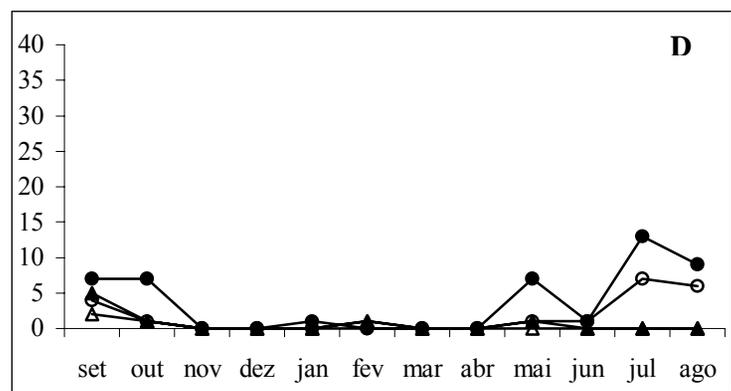
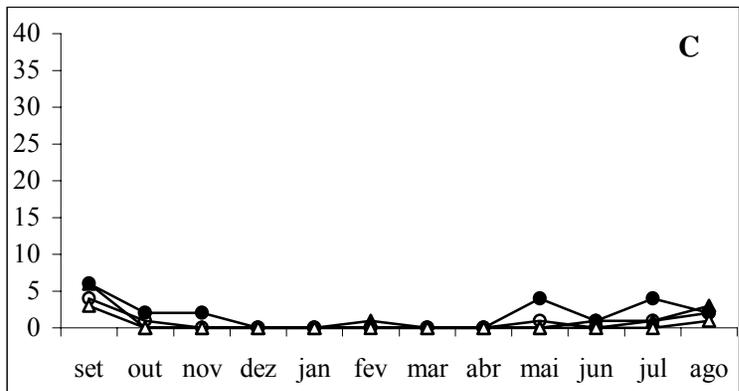
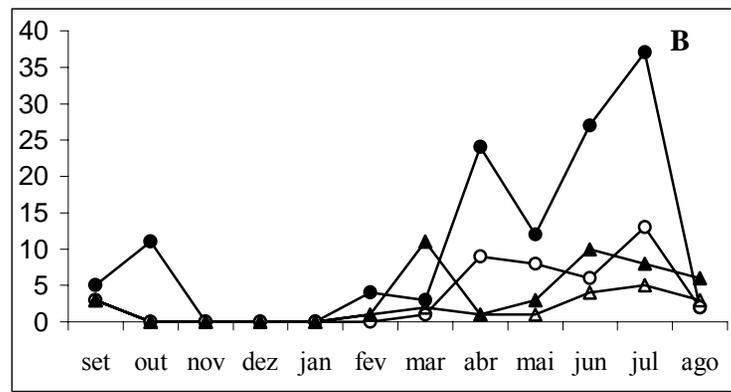
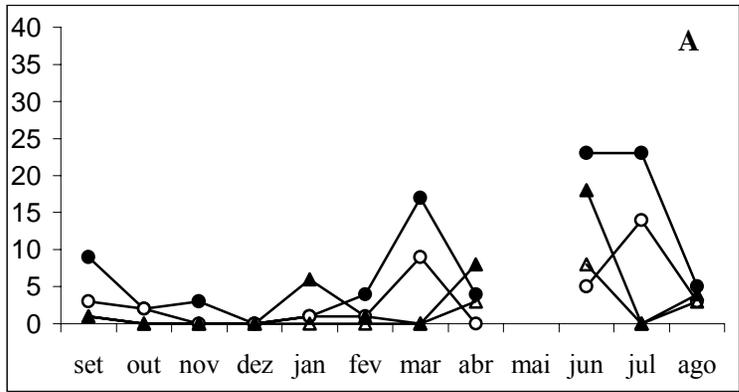
Galhas em Dois Irmãos	Esféricas	Fusiformes	Total
Parasitadas	38	15	53 (41,09%)
Não parasitadas	53	23	76
TOTAL	91	38	129
Galhas em Charles Darwin			
Parasitadas	42	20	62 (36,9%)
Não parasitadas	83	23	106
TOTAL	125	43	168
Galhas em Cachoeira			
Parasitadas	9	4	13 (39,39%)
Não parasitadas	12	8	20
TOTAL	21	12	33
Galhas em Capoeirão			
Parasitadas	20	4	24 (45,28%)
Não parasitadas	25	4	29
TOTAL	45	8	53

Legenda das figuras:

Figura 1. Secção longitudinal da galha esférica de *Miconia prasina* (Melastomataceae). A. Indutor (Díptera-Cecidomyiidae). B. Indivíduo adulto do parasitóide sp1. C-D. Indivíduos do parasitóide sp2 (micro-Hymenoptera) na câmara larval. (CS = canal de saída, seta = película).

Figura 2. Número de galhas esféricas e fusiformes coletadas e parasitadas de *Miconia prasina* (Melastomataceae), entre setembro/2003 e agosto/2004 provenientes de quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina: A- Reserva Ecológica de Dois Irmãos. B – Refúgio Charles Darwin. C – Mata de Cachoeira. D. Mata de Capoeirão. Esféricas coletadas (●), esféricas parasitadas (○), fusiformes coletadas (▲) e fusiformes parasitadas (Δ).





MANUSCRITO 3



Anatomia de galhas na gema axilar de *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae)

A ser enviado para a Revista Brasileira de Botânica

Anatomia de galhas na gema axilar de *Miconia prasina* Sw. (DC.) (Melastomataceae)¹

SABRINA CRISTO LIMA DA SILVA^{2,3}, JARCILENE S. ALMEIDA-CORTEZ² e
MARCCUS ALVES²

¹ Parte da dissertação de Mestrado de S. C. L. Silva, Programa em Pós-graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco.

^{2,3} Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rêgo, s/n, Cidade Universitária, 50670-901 Recife, PE, Brasil.

³ Autor para correspondência: sacristo@bol.com.br

Título resumido: Anatomia de galhas em *Miconia prasina*

ABSTRACT – (Anatomy of galls in axillary bud of *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae)). The external and internal structure of *Miconia prasina* (Sw.) DC. (Melastomataceae) of galls in axillary bud were analyzed in specimens from Mata de Cachoeira and from Mata de Capoeirão, fragments of Atlantic forest, at Usina Serra Grande, Ibateguara, Alagoas. The studied gall is deep green, piriform and has one larval chamber. The anatomical analysis shows on the external surface stellate trichomes, a thin cuticle layer and a 1-layer pedicel tissue. The colenchymatous and parenchymatous tissues are presented in the intermediate zone of the gall. An intermixed system of vascular bundles is also located in this portion. The nutritive tissue is found surrounding the larval chamber. This tissue shows conspicuous cellular content represented by cuticular lipids. The anatomical analysis of the gall in axillary bud in *M. prasina* already evidenced some characters described for another galls of the family Melastomataceae.

Key words – Axillary's bud, cecydia, plant-herbivore interactions, trophic interaction, leaf gall

RESUMO – (Anatomia de galhas na gema axilar de *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae)). A estrutura externa e interna da galha da gema axilar de *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae) foi estudada de exemplares provenientes da Mata de Cachoeira e da Mata de Capoeirão, fragmentos de floresta Atlântica, pertencentes à Usina Serra Grande, localizada no município de Ibateguara, Alagoas. A galha estudada é verde escura, piriforme e possui uma câmara larval. Do ponto de vista anatômico, a galha apresenta na camada mais externa tricomas estrelados, cutícula delgada e epiderme uniestratificada. A região intermediária é composta por células colenquimáticas e parenquimáticas. Um sistema vascular com aspecto sinuoso e entrelaçado também está localizado nesta porção. Ao redor da câmara larval, é observado o tecido nutritivo com conteúdo celular conspicuo representado por gotículas lipídicas. A análise anatômica da galha da gema em *M. prasina* evidenciou alguns caracteres já descritos para outras galhas da família Melastomataceae.

Palavras chave – Cecídea, gema axilar, interação planta-herbívoro, interação trófica, galha foliar

Introdução

Galhas são estruturas que se originam de um desenvolvimento patológico de células, tecidos ou órgãos vegetais por hipertrofia (aumento do volume celular) e/ou hiperplasia (aumento no número de células) sob influência de organismos parasitários que normalmente se desenvolvem nessas estruturas (Mani 1964, Price *et al.* 1987).

Galhas entomógenas ocorrem principalmente em folhas (Fernandes *et al.* 1997, Urso-Guimarães *et al.* 2003), sendo rara a ocorrência de galhas nas gemas axilares (gema presente no ângulo feito por um pecíolo com o caule. Tokuda *et al.* (2004) estudaram do ponto de vista morfológico, molecular e ecológico as diferenças inter e intraespecíficas entre os galhadores de *Asteralobia* (Diptera: Cecidomyiidae) que induzem galhas nas gemas axilares de algumas espécies de *Ilex* (Aquifoliaceae). Monteiro & Oda (1999) citam *Zallepidota piperis* Rubs. (Diptera: Cecidomyiidae) como indutor de uma galha de gema caulinar esferóide em *Piper arboreum* Aubuq. (Piperaceae).

A incidência e diversidade de galhas na família Melastomataceae é considerada alta, sendo referida por diversos autores (Mani 1964, Gagné 1994, Oliveira 1999; Vrcibradic *et al.* 2000; Fernandes *et al.* 2001, Urso-Guimarães *et al.* 2003, Furlan *et al.* 2004). As Melastomatáceas constituem uma das famílias mais importantes da flora neotropical, com 4200 a 5000 espécies pertencentes a 11 tribos e 185 gêneros, com aproximadamente 1000 espécies distribuídas ao longo da América tropical e especialmente concentradas nos Andes (Martins *et al.* 1996). No Brasil há aproximadamente 63 gêneros, com cerca de 480 espécies, que ocorrem tanto nos campos e brejos, como em borda de mata (Barroso 1984).

Gagné (1994) estudou insetos galhadores neotropicais, incluindo alguns da família Melastomataceae; Fernandes *et al.* (1997) encontraram quatro tipos de galhas em duas espécies da família; Fernandes *et al.* (2001) relataram a ocorrência de 26 tipos de galhas em 10 espécies; Maia & Fernandes (2004) observaram no estudo, que Melastomataceae foi uma das quatro famílias com maior diversidade de galhas apresentando 14 tipos; Vecchi (1999, 2004) realizou estudos morfo-anatômicos e ontogenéticos em espécies de Melastomataceae.

Quanto a *Miconia prasina* (Sw.) DC. (Melastomataceae) o primeiro relato a ocorrência de galhas foi apresentado por Silva (2002) onde foram realizadas abordagens morfológicas e ecológicas de cinco tipos de galhas entomógenas: três foliares, uma peciolar e uma no botão floral, no Refúgio Charles Darwin, um fragmento de mata Atlântica pernambucano.

Dando continuidade ao estudo iniciado por Silva (2002), este trabalho objetiva apresentar uma descrição da morfologia externa e interna de um novo tipo de galha ocorrente nas gemas axilares de *Miconia prasina* (Sw.) DC – Melastomataceae, visando contribuir para o conhecimento das galhas entomógenas em espécies de Floresta Atlântica.

Material e métodos

O estudo foi realizado no período de agosto a dezembro de 2004 em exemplares de galhas encontradas nas gemas axilares de *Miconia prasina* procedentes da Mata de Cachoeira, com 305,37 ha (latitude 08°56'40,49"S e 36°03'42,34"W), localizada no município de Ibateguara, Nordeste do estado de Alagoas. O clima da região é tropical quente e úmido (IBGE 1985), com temperaturas variando entre 16 e 40°, com média anual de 26°C, e precipitação média anual em torno de 1.700mm. A vegetação local é classificada como floresta ombrófila aberta baixo-montana (9250-600m de altitude) (Velooso *et al.* 1991) e os solos que predominam na região são dos tipos cambissolos eutróficos e planossolos solódicos (IBGE 1985).

O material testemunho encontra-se depositado no Herbário do Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil (UFP 37860).

As galhas foram coletadas, ensacadas e levadas ao laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco. Para caracterização macroscópica, as galhas foram observadas em campo, dissecadas em laboratório sob estereomicroscópio, fotografadas e ilustradas.

Para os estudos anatômicos, parte das amostras foi fixada em FAA (formaldeído, ácido acético e álcool etílico 50%, na proporção de 1:1:18), segundo Johansen (1940) e posteriormente conservadas em álcool 70%. Foram confeccionadas secções transversais e longitudinais à mão livre da galha que então foram coradas com safrablau (Kraus & Arduin 1997) e montadas em glicerina a 50% (Purvis *et al.* 1964). Após a confecção das lâminas, foram realizadas fotomicrografias com o auxílio do fotomicroscópio Zeiss (Standard 25) no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Botânica. Para estudos microquímicos, foram usados os reagentes Lugol (Johansen 1940) para a detecção de amido, Sudam III (Sass 1951) para substâncias lipídicas e Cloreto férrico a 10% (Johansen 1940) para evidenciar substâncias fenólicas.

Resultados

Caracterização macroscópica da galha

O presente trabalho é o primeiro registro de galhas entomógenas nas gemas axilares de *Miconia prasina*. A galha apresenta coloração verde escuro, cerca de 1 cm quando madura, piriforme, é monotálama, uma vez que possui uma única loja ou câmara larval, que possui forma oval e contém apenas um inseto (indutor). O galhador passa quase todo seu ciclo de vida no interior da galha, de onde sai apenas quando se torna adulto. O canal de saída é circular, localizado próximo ao ápice da galha e provocado pelo inseto sendo rompido na fase adulta. Esta região mostra-se mais delgada quando comparada ao restante da galha. Ainda não foi obtido o inseto indutor, apenas estádios larval e pupário, sendo identificado apenas como pertencente a Ordem Lepidóptera.

Caracterização anatômica da galha

Em secção transversal da galha foi observada externamente a presença de tricomas estrelados com base multicelular. A cutícula é delgada e parede periclinal externa das células epidérmicas é moderadamente espessa. A epiderme é uniestratificada sendo constituída por células de formato heterogêneo (Fig. 1A). Até o momento não foram localizados estômatos na galha.

Internamente à epiderme, o colênquima angular (Fig. 1A) formam uma larga faixa de aproximadamente 15 a 20 camadas de células (correspondendo a cerca de 50% da espessura da parede da galha). Esta região encontra-se limitada por uma faixa amplamente vascularizada. Idioblastos drusíferos foram observados espaçadamente na região colenquimática, porém com maior incidência na porção basal da galha.

O sistema vascular é caracterizado pelo aspecto sinuoso. Cada aparente unidade vascular é composta por protoxilema e 1-2 pólos de protoxilema, além de dois pólos de floema em extremidades opostas (Fig. 1B). Tanto em secção transversal quanto longitudinal é possível observar que a distância entre os feixes vasculares são bastante variáveis e este espaço é preenchido por células colenquimáticas.

Em seguida à faixa vascularizada há aproximadamente 5 a 10 camadas de células parenquimáticas fortemente compactadas, de paredes finas e formato variando de arredondado a poligonal (Fig. 1C). A faixa composta por estas células parenquimáticas está localizada adjacente aos feixes vasculares, forma o tecido nutritivo (Fig. 1D) sendo caracterizado pelo aumento do número de células (hiperplasia) que acompanham o desenvolvimento da galha.

Ao redor da loja ou câmara larval (Fig. 1C), também é observado parte deste tecido nutritivo que se mostra formado por 3-5 camadas de células de formato arredondado e com conteúdo celular conspícuo, representado por gotículas lipídicas (Fig. 1C).

Os testes microquímicos realizados detectaram a presença de amido por toda a região cortical da galha. Substâncias lipídicas e fenólicas também foram detectadas por toda a extensão galha, apresentando uma maior concentração na epiderme e no tecido nutritivo.

Discussão

Neste estudo há o primeiro registro e caracterização morfo-anatômica de galhas entomógenas nas gemas axilares de *Miconia prasina*. Silva (2002) descreveu morfologicamente cinco tipos de galhas para o Refúgio Charles Darwin (município de Igarassu, PE), entretanto abordagens anatômicas foram realizadas apenas nas galhas entomógenas foliares e peciolares. As galhas foliares observadas no Refúgio Charles Darwin também ocorreram na Reserva Ecológica de Dois Irmãos (município de Recife, PE) e nas Matas de Cachoeira e Capoeirão (AL), com exceção das galhas entomógenas nas gemas axilares, registrada apenas nos dois fragmentos do estado de Alagoas.

O arranjo das células na galha da gema axilar de *Miconia prasina* foi semelhante às galhas descritas por outros autores, porém apresentou uma região colenquimática não observada nas demais galhas entomógenas de Melastomataceae. Silva (2002) observou para três tipos de galhas foliares de *Miconia prasina*: epiderme unisseriada, uma camada intermediária de células parenquimáticas onde ocorrem unidades vasculares, uma região mais interna constituída pelo tecido nutritivo e uma única loja.

A organização anatômica de galhas equinatas em quatro espécies de Melastomataceae foi também semelhante, uma vez que todas apresentaram epiderme uniestratificada, parênquima cortical vascularizado, região esclerenquimática e tecido nutritivo revestindo a câmara larval central (Vecchi 2004).

Em Scareli-Santos *et al.* (1996) foram estudadas galhas esféricas e cônicas inseridas na base dos folíolos de *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* (Mimosaceae). As galhas esféricas apresentaram duas lojas, já as cônicas apresentaram uma única loja como observado no presente estudo e nas demais galhas de *Miconia prasina* caracterizadas em Silva (2002).

Na superfície das galhas esféricas de *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* foram observados tricomas, em pequeno número, e cera epicuticular. As células estão distribuídas em três regiões: na camada mais externa, a epiderme com células uniformes. A camada

intermediária se apresentou mais espessa que as demais com células hexagonais não uniformes e a última camada, mais interna, de tecido nutritivo com células uniformes e fortemente unidas. Já as galhas cônicas apresentaram uma grande quantidade de tricomas. Internamente as galhas exibiram três regiões distintas: a mais externa representada pela epiderme, uma intermediária composta pelo parênquima cortical, tecido vascular e esclerênquima e a mais interna formada pelo tecido nutritivo (Scareli-Santos *et al.* 1996).

De acordo com Fernandes & Martins (1985), as camadas de células apresentam arranjos caracterizados por extensas alterações estruturais e fisiológicas, além de um crescimento anormal característico de tumores.

No tipo de galha estudado foram observados tricomas estrelados semelhantes aos encontrados nas folhas sadias de *Miconia prasina*, como visto em Silva (2002). Metcalfe & Chalk (1979) citam a ocorrência deste tipo de tricomas para outras espécies de Melastomataceae, como *M. chrysophylla* e *Calycogonium globulifera*. Tricomas são tidos como defesas mecânicas, podendo ser glandulares ou não, variando quantitativa e qualitativamente de órgão para órgão e de tecido para tecido (Scareli-Santos 1996). Para as galhas de *Machaerium aculeatum*, Fernandes *et al.* (1987) afirmam que os tricomas presentes conferem proteção para o galhador dos ataques de parasitóides sobre as larvas e de pequenos herbívoros sugadores que se alimentam de tecidos da própria galha.

Independente do grau de complexidade dos tecidos das galhas entomógenas, ocorre a formação dos sistemas de revestimento, fundamental e vascular distribuídos ao redor da(s) câmara(s) larval(is) (Mani 1964, Scareli-Santos *et al.* 1999, Vecchi 2004).

Na galha da gema de *M. prasina* foram observadas camadas celulares com conteúdo lipídico, voltadas para a câmara larval. Segundo Mani (1964) correspondem ao tecido nutritivo. Nas galhas de *Tibouchina pulchra* (Melastomataceae), induzidas por um inseto da ordem Lepidoptera, foram registradas células nutritivas ao redor da câmara larval durante todos os estágios nos quais a larva se alimentava (Vecchi 1999). No mesmo trabalho, o tecido nutritivo foi também caracterizado pela presença de substâncias lipídicas, um registro inédito para as galhas de lepidópteros.

Normalmente as camadas nutritivas são compostas por células parenquimáticas com potencial meristemático e armazenadoras de diferentes substâncias de reserva, tais como amido, lipídios e proteínas (Mani 1964). A formação de gotículas lipídicas pode representar uma forma eficaz de armazenagem de energia (Frentzen 1993 *apud* Vecchi 1999).

No presente trabalho, drusas foram observadas dispersas na região do colênquima e principalmente na base da galha. Segundo Metcalfe & Chalk (1979) a presença de drusas é

característica comum às espécies de Melastomataceae, também observada em *Tibouchina pulchra* (Vecchi 1999), deixa de ser notada na região medular após a formação da galeria. Em *Miconia albicans* as drusas foram observadas apenas nas folhas saudáveis, característica essa que não se manteve nas galhas (Vecchi 2004).

Cristais ou drusas de carbonato ou oxalato de cálcio atuam dificultando a alimentação dos insetos, não permitindo que o tecido seja raspado ou perfurado (Fernandes 1994) e podem desaparecer em decorrência do processo hiperplásico, sendo o cálcio utilizado na formação de paredes celulares (Fink 1999).

Além dos cristais, as galhas são estruturas que normalmente acumulam substâncias fenólicas, sendo algumas destas fontes comerciais de taninos para a indústria de couro (Fernandes & Martins 1985).

Nas galhas da gema axilar de *M. prasina* foi verificada a presença de fenóis totais que incluem taninos, na epiderme e na região do tecido nutritivo. Nas galhas cônicas de *A. peregrina* var. *falcata*, essas substâncias ocorreram no tecido nutritivo e no parenquimático; nas galhas esféricas da mesma espécie, houve um gradiente crescente de taninos da epiderme para o tecido nutritivo (Scareli-Santos 2001). Já nas galhas de *T. pulchra* foram detectadas grandes quantidades de substâncias fenólicas em todos os tecidos à exceção do tecido nutritivo (Vecchi 1999).

A importância das substâncias fenólicas, principalmente taninos, reside no fato de que estas substâncias precipitam proteínas atuando sobre as enzimas digestivas e proporcionando uma redução na eficiência alimentar do herbívoro (Scareli-Santos 2001).

Embora substâncias fenólicas sejam conhecidas como agentes anti-herbivóricos (Mani 1964, Price *et al.* 1987), sua presença é comum nas minas e galhas, exemplos que correspondem a formas específicas de herbivoria (Vecchi 2004). A presença de substâncias fenólicas em plantas não galhadas é considerada como parte da estratégia de defesa contra o ataque de insetos herbívoros de vida livre (Mani 1964, Price *et al.* 1987). Quando presentes nas galhas, parecem atuar como proteção para o galhador contra inimigos naturais, predadores e parasitas (Meyer 1987 *apud* Vecchi 2004).

A análise microquímica da galha da gema revelou a presença de diminutos grãos de amido nos tecidos colenquimáticos e parenquimáticos. A ocorrência de grãos de amido é uma característica comum no tecido galígeno, sendo relatada por outros pesquisadores como Kraus *et al.* (1996) para as galhas de *Guarea macrophylla* ssp. *tuberculata* (Meliaceae) e Scareli-Santos (2001) nas galhas cônicas e esféricas de *A. peregrina* var. *falcata* na galha globóide de *Duguetia furfuraceae* (Annonaceae).

Substâncias lipídicas foram detectadas em todo o córtex da galha da gema de *M. prasina*, porém uma maior concentração foi verificada na região epidérmica e do tecido nutritivo. Em Scareli-Santos (2001) a galha cônica de *A. peregrina* var. *falcata* apresentou células com conteúdo lipídico no tecido parenquimático, sendo maior a concentração junto a base e a epiderme da galha, já a galha esférica apresentou células com lipídios na epiderme, tecidos parenquimáticos e no nutritivo. Para as galhas *Tibouchina pulchra* os testes histoquímicos não detectaram a presença substâncias lipídicas no tecido nutritivo (Vecchi 1999).

A análise anatômica da galha da gema em *Miconia prasina* evidenciou caracteres já descritos para outras cecídias da família Melastomataceae e as informações obtidas podem servir de subsídio para estudos de abordagem ecológica e contribuir para o conhecimento das galhas da Floresta Atlântica.

Agradecimentos - Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado durante um ano a primeira autora. Ao CEPAN (Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste) e a Usina Serra Grande, pelo apoio logístico.

Referências Bibliográficas

- BARROSO, G.M. 1984. Sistemática de angiospermas do Brasil. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. v. 2, 377 p.
- FERNANDES, G.W., ARAÚJO, R.C., ARAÚJO, S.C., LOMBARDI, J.A., PAULA, A.S., LOYOLA JR, R. & CORNELISSEN, T.G. 1997. Insect galls from savanna and rocky fields of the Jequitinhonha valley, Minas Gerais, Brazil. *Naturalia* 22:221-224.
- FERNANDES, G.W. & MARTINS, R.P. 1985. As galhas: tumores de plantas. *Ciência Hoje* 4:59-64.
- FERNANDES, G. W. 1987. Gall-forming insects: their economic importance and control. *Revista Brasileira de Entomologia* 31: 379-398.
- FERNANDES, G.W., JULIÃO, G.R., ARAÚJO, R.C., ARAÚJO, S.C., LOMBARDI, J.A., NEGREIROS, D. & CARNEIRO, M.A.A. 2001. Distribution and morphology of insect galls of the Rio Doce Valley, Brazil. *Naturalia* 26:221-224.
- FERNANDES, G.W. 1994. Plant mechanical defenses against insect herbivory. *Revista Brasileira de Entomologia* 38:421-433.
- FINK, S. 1999. *Pathological and Regenerative Plant Anatomy*. Berlin Stuttgart.

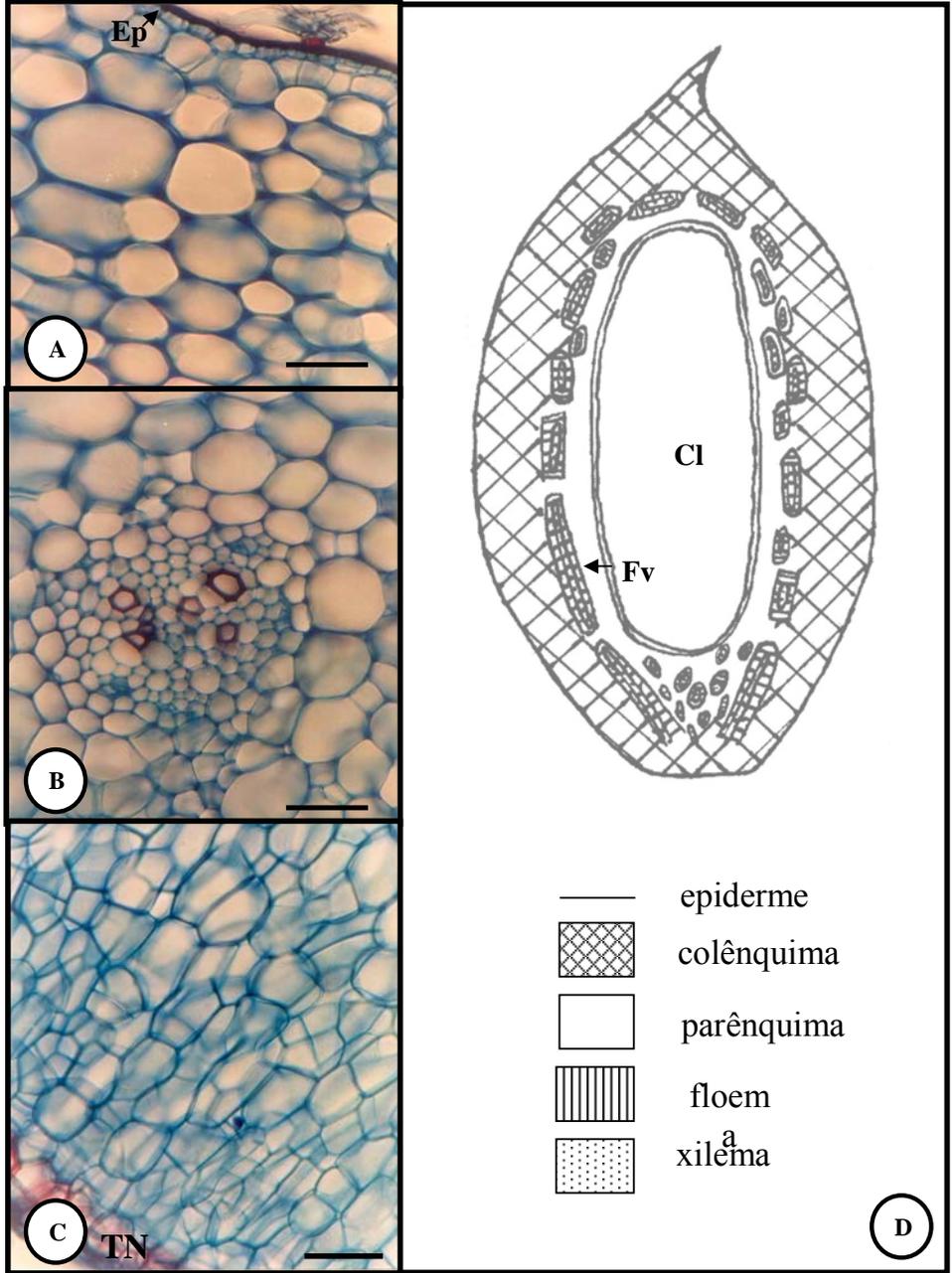
- FURLAN, C.M., SALATINO, A. & DOMINGOS, M. 2004. Influence of air pollution on leaf chemistry, herbivore feeding and gall frequency on *Tibouchina pulchra* leaves in Cubatão (Brazil). *Biochemical Systematics and Ecology* 32:253-263.
- GAGNÉ, R.J. 1994. The gall midges of the Neotropical Region. University Press, Ithaca, xiv + 352p.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. New York, McGraw-Hill Book Co. 523p.
- IBGE, 1985. Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste. Rio de Janeiro.
- KRAUS, J.E. & ARDUIN, M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Editora Universidade Rural, Rio de Janeiro.
- KRAUS, J.E., SUGIURA, H.C. & CUTRUPI, S. 1996. Morfologia e ontogenia em galhas entomógenas de *Guarea macrophylla* subsp. *tuberculata* (Meliaceae). *Fitopatologia Brasileira*, 21: 349-356.
- MAIA, V.C. & FERNANDES, G.W. 2004. Insect galls from Serra de São José (Tiradentes, MG, Brazil). *Brazilian Journal Biology*, 64:423-445
- MANI, M.S. 1964. Ecology of plant galls. W. Junk, The Hague, 434p.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1979. Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press – Oxford, v.1. 2ª edição. p.45-50.
- MONTEIRO, R.F. & ODA, R.A.M. 1999. *Dolichophaonia gallicola* (Albuq.) (Diptera: Muscidae): Espécie Cecidógena ou Inquilina? *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, 28:531-534.
- MARTINS, A.B., SEMIR, J., GOLDENBERG, R. & MARTINS, E. 1996. O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae) no estado de São Paulo. *Acta Botânica* 10:267-316
- OLIVEIRA, J.C. 1999. Estudo das interações ecológicas dentro de um sistema trófico envolvendo galhas induzidas por *Lopesia brasiliensis* (Diptera, Cecidomyiidae) em *Ossaea confertiflora* (Melastomataceae) e seus parasitóides associados. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- PRICE, P.W., WARING, G. & FERNANDES, G.W. 1987. Adaptive nature of insect galls. *Environment Entomology* 16:14-24
- PURVIS, M., COLLIER, D. & WALLS, D. 1964. Laboratory techniques in botany. Butterworths, London.
- SAAS, J. 1951. Botanical microtechnique. The Iowa State College Press, Ames.
- SCARELI-SANTOS, C. 1996. Relação entre compostos fenólicos e teor de nitrogênio e a ocorrência de galhas em folhas de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg (Mimosaceae). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

- SCARELI-SANTOS, C., MORON, S.E. & VARANDA, E.M. 1999. Morphological study of *Anadenanthera perregrina* (L.) sp. var. *falcata* (Benth.) Altschul (Mimosaceae) leaf galls. *Phytomorphology*, 49:29-36.
- SILVA, S.C.L. 2002. Aspectos ecológicos e anatômicos de galhas em *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae) em um fragmento de mata Atlântica pernambucano. Monografia de graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- TOKUDA, M., TABUCHI, K., YUKAWA, J. & AMANO, H. 2004. Inter- and intraspecific comparisons between *Asteralobia* galls midges (Diptera: Cecidomyiidae) causing axillary bud galls on *Ilex* species (Aquifoliaceae): Species identification, host range, and mode of speciation. *Annals of the Entomological Society of America* 97:957-970.
- URSO-GUIMARÃES, M.V., SCARELI-SANTOS, C. & BONIFÁCIO-SILVA, A.C. 2003. Occurrence and characterization of entomogen galls in plants from natural vegetation areas in Delfinópolis, MG, Brazil. *Brazilian Journal Biology*, 63:705-715.
- VECCHI, C. 1999. Galha foliar em *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (Melastomataceae): Morfo-anatomia e ontogenia. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- VECCHI, C. 2004. Reações diferenciais a herbívoros galhadores em espécies de Melastomataceae. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- VELOSO, H.P., RANGEL-FOLHO, A.L.R. & LIMA, J.C. A. 1996. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- VRCIBRADIC, D., ROCHA, C.F.D. & MONTEIRO, R.F. 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.

Legenda da figura

Figura 1. A-D. Aspectos anatômicos da galha da gema axilar de *Miconia prasina*: A-C. Secções transversais. A. Tricoma, epiderme e região colenquimática. B. Feixe vascular. C. Região parenquimática e tecido nutritivo. Barras = 100 μ m. D. Esquema da secção longitudinal da galha (Ep = epiderme, Tn = tecido nutritivo, Fv = feixe vascular, Cl = câmara larval).

Figure 1. A-D. Anatomical aspects of the gall in axillary bud on *Miconia prasina*: A-C. Transversal sections. A. Trichome, epidermis and colenchymatic region. B. Vascular bundles. C. Parenchymatic region and nutritive tissue. Bars = 100 μ m. D. Scheme of longitudinal sections of the gall (Ep = epidermis, Tn = nutritive tissue, Fv = vascular bundles, Cl = larval chamber).



Conclusões gerais

Neste estudo nós observamos que a frequência de galhas em *Miconia prasina* ao longo do ano foi independente do fragmento, com picos populacionais nos primeiros meses após o fim da estação chuvosa. Constatamos ainda que alguns tipos de galhas apresentam uma distribuição espacial mais restrita, ocorrendo em apenas um ou dois fragmentos estudados.

Um novo tipo de galha, na gema axilar foi registrado e descrito morfo-anatomicamente pela primeira vez. Também foi vista a influência dos parasitóides nas populações das galhas entomógenas de *M. prasina*.

A ocorrência dos parasitóides acompanhou os picos populacionais dos galhadores, sendo encontrado em maiores quantidades nos meses mais chuvosos. A Mata de Capoeirão e o Refúgio Charles Darwin apresentaram as maiores porcentagens de predação anual, porém este tipo de controle populacional não apresentou uma contribuição elevada na mortalidade dos galhadores.

Os resultados demonstram que o parasitismo foi um fator importante na mortalidade das galhas, independente do fragmento onde foram coletadas. Atualmente tem se constatado a influência das forças bottom-up e top-down nas interações tri-tróficas. Portanto, sugere-se futuros estudos que avaliem a influência da planta hospedeira na sobrevivência dos galhadores.

A análise anatômica da galha da gema em *M. prasina* evidenciou caracteres já descritos para outras cecídias da família Melastomataceae. As informações obtidas podem servir de subsídio para estudos de abordagem ecológica e contribuir para o conhecimento das galhas neotropicais, principalmente àquelas da Floresta Atlântica, onde há muito a ser investigado para o entendimento das complexas relações entre plantas e insetos.

RESUMO

O ataque por inimigos naturais é um dos fatores de mortalidade mais importantes dos insetos herbívoros, exercendo um forte controle sobre as populações destes organismos. Diversas estratégias de defesas evoluíram entre os herbívoros como resposta à pressão intensa exercida pelo terceiro nível trófico. Particularmente, o significado adaptativo do hábito dos indutores de galhas é constituir um refúgio de proteção contra a dessecação e o ataque por inimigos naturais. Por outro lado, a função protetora das galhas é controversa, visto que a diversidade de parasitóides, predadores e inquilinos associados aos insetos indutores de galhas é enorme. O objetivo geral deste trabalho foi compreender as relações tróficas estabelecidas no sistema composto pelos insetos galhadores, sua planta-hospedeira, *Miconia prasina* (Melastomataceae) e seus inimigos naturais em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina. Foram observadas em *M. prasina* galhas entomógenas do tipo elíptica, esférica e fusiforme nos quatro fragmentos estudados; uma peciolar apenas no Refúgio Charles Darwin; um tipo na gema axilar em Cachoeira e Capoeirão e a galha discóide apenas em Cachoeira em dezembro de 2003. Mensalmente o parasitismo e a predação das galhas esféricas e fusiformes foi acompanhado. Durante um ano, 1007 galhas foram coletadas, destas 762 foram esféricas e 245 fusiformes. A taxa total de predação das galhas foi de 2,28%. A ocorrência dos parasitóides acompanhou os picos populacionais dos galhadores, sendo encontrado em maiores quantidades nos meses de junho e julho. Duas espécies de parasitóides (Hymenoptera) ocorreram em 39,69% das galhas esféricas e fusiformes nos quatro fragmentos. A Mata de Capoeirão e o Refúgio Charles Darwin apresentaram as maiores taxas de predação anual 5,14% e 2,03% respectivamente. A maior taxa de parasitismo foi obtida em Capoeirão (45,28%), porém não houve diferença significativa em relação aos outros fragmentos. A estrutura externa e interna da galha da gema axilar de *Miconia prasina* (Sw.) DC (Melastomataceae) foi estudada de exemplares provenientes da Mata de Cachoeira e da Mata de Capoeirão. A galha é verde escura, piriforme e possui uma câmara larval. Do ponto de vista anatômico, a galha apresenta na camada mais externa tricomas estrelados, cutícula delgada e epiderme uniestratificada. A região intermediária é composta por células colenquimáticas e parenquimáticas. Um sistema vascular com aspecto sinuoso também está localizado nesta porção. Ao redor da câmara larval, é observado o tecido nutritivo com conteúdo celular conspicuo representado por gotículas lipídicas. A análise anatômica da galha da gema em *M. prasina* evidenciou alguns caracteres já descritos para outras galhas da família Melastomataceae.

ABSTRACT

The attack by natural enemies is one of the most important mortality factors of herbivorous insects, exerting a strong control upon the population of these organisms. Several defensive strategies have evolved among the herbivores as a response to this intense pressure exerted by the third trophic level. Particularly, the adaptive significance of the gall-inducing habit is the constitution of a protected refuge, against both desiccation and attack by natural enemies. The protective function of galls is, otherwise, controversial, since the diversity of parasitoids, predators and inquiline associated to gall-inducing insects is enormous. The general objective of this work was to understand the trophic relationships established in the composed system by the gall-maker, its host plant, *Miconia prasina* (Melastomataceae) and their natural enemies in four fragments of Atlantic forest. Insect galls were observed in *M. prasina* of the elliptic, spherical type and fusiform in the four studied fragments; a peculiar just in the Refúgio Charles Darwin; a type in the axillary bud in Waterfall and Capoeirão and the discoid gall just in Waterfall in December of 2003. Monthly the parasitism and predation of the spherical and fusiform galls was accompanied. During one year, 1007 galls were collected, of which 762 were spherical and 245 fusiform. The total rate of predation of the galls was 2.28%. Two parasitoid species (Hymenoptera) were present in 39.69% of the spherical and fusiform galls, in the four fragments. The Mata de Capoeirão and Refúgio Charles Darwin presented the largest percentages of annual predation 5.14% and 2.03% respectively. The largest parasitism rate was obtained in Capoeirão (45.28%), even so there was no significant difference in relation to the other fragments. The external and internal structure of *Miconia prasina* Sw. (DC.) (Melastomataceae) of galls in axillary bud were analyzed in specimens from Mata de Cachoeira and from Mata de Capoeirão. The gall is deep green, pyriform and has one larval chamber. The anatomical analysis shows on the external surface stellate trichomes, a thin cuticle layer and a 1-layer peridermal tissue. The colenchymatous and parenchymatous tissues are presented in the intermediate zone of the gall. An intermixed system of vascular bundles is also located in this portion. The nutritive tissue is found surrounding the larval chamber. This tissue shows conspicuous cellular content represented by oil droplets. The anatomical analysis of the gall in axillary bud in *M. prasina* already evidenced some characters described for other galls of the family Melastomataceae.

ANEXOS

Tabela 1. Número de galhas esféricas coletadas e parasitadas em *M. prasina* (Melastomataceae) no período de setembro de 2003 a agosto de 2004 em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.

	2003				2004							
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Dois Irmãos												
coletadas	9	2	3	0	1	4	17	4	-	23	23	5
parasitadas	3	2	0	0	1	1	9	0	-	5	14	3
Charles Darwin												
coletadas	5	11	0	0	0	4	3	24	12	27	37	2
parasitadas	3	0	0	0	0	0	1	9	8	6	13	2
Cachoeira												
coletadas	6	2	2	0	0	0	0	0	4	1	4	2
parasitadas	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Capoeirão												
coletadas	7	7	0	0	1	0	0	0	7	1	13	9
parasitadas	4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	7	6

Tabela 2. Número de galhas fusiformes coletadas e parasitadas em *M. prasina* (Melastomataceae) no período de setembro de 2003 a agosto de 2004 em quatro fragmentos de floresta Atlântica nordestina.

	2003					2004						
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
Dois Irmãos												
coletadas	1	0	0	0	6	1	0	8	-	18	0	4
parasitadas	1	0	0	0	0	0	0	3	-	8	0	3
Charles Darwin												
coletadas	3	0	0	0	0	1	11	1	3	10	8	6
parasitadas	3	0	0	0	0	1	2	1	1	4	5	3
Cachoeira												
coletadas	6	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3
parasitadas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Capoeirão												
coletadas	5	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
parasitadas	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Instructions to Authors

LUNDIANA publishes every six months reports of original scientific researches in English, Portuguese or Spanish in the areas of Biogeography, Conservation, Ecology, Evolution and Taxonomy mainly from the Neotropical region. Texts can be published as a full paper, short communication or review papers that are also considered when previously agreed with the editorial board. Submitted manuscripts after preliminary review by one of the Editors will be reviewed by at least two referees.

Ethical considerations will be taken into account in considering the acceptability of papers, and the editor's decision on this, as on other aspects, will be final.

Manuscripts should not have been published previously, or submitted simultaneously for publication elsewhere. Three copies of the manuscript must be submitted, arranged mainly in the following order: Title; Authors; Addresses; Short title; Abstract; Keywords; Introduction; Material and Methods; Results; Discussion; Acknowledgements; References; Figure Legends; Tables. Pagination must be continuous throughout. For the initial submission of manuscripts for consideration, hardcopies are sufficient. For the rapid processing of *accepted papers*, also submit one electronic copy of the manuscript at this time (a 3 ½" sized disk of your manuscript prepared on PC-compatible computer. Most word processing packages are acceptable, although any version of Microsoft Word is preferred).

Artigo I. *Please follow these guidelines carefully*

- ▪ § Include an ASCII version of the file on disk, together with the word processor version, if possible.
- ▪ § The hard copy must be printed using double spacing and may be used if setting from the disk proves impracticable.
- ▪ § Ensure that the files are not saved as read-only.
- ▪ § Ensure that the version of the hard copy and the file on disk are the same.
- ▪ § The disk should be labelled with the file title, author name(s), hardware and software used to generate the disk file.
- ▪ § Do not include copyright material, e.g. word processing software or operating system file, on the disk. Pack floppy disks in such a way as to avoid possible damage in the post.

The name and full electronic and postal addresses of the author to whom readers should address correspondence and offprint requests should be indicated on the first page; this will appear as a footnote in the journal and the publishers will send proofs to this author and address unless contrary instructions are written on the manuscript. Please do not use right justification if using a word-processor, and do not hyphenate words at the right-hand margins in the manuscript. Type specimens for new taxa must be deposited in a recognized repository prior to publication. Spell out the entire scientific name the first time a species is mentioned; thereafter, abbreviate the generic part of the name (first letter and period) except at the beginning of a paragraph or sentence. New taxa should be indicated by the Latin abbreviations 'sp. n.', 'gen. n.', etc. Descriptions and diagnoses should be written in telegraphic style. Use SI units and standard abbreviations. The international codes of nomenclature should be followed.

Manuscripts must be typed on one side of the paper, double-spaced with ample margins, preferably on A4 paper. Tables must be on separate sheets, and should be self-explanatory. Figure legends should be grouped together on a separate sheet. Three numbered copies of text and figures are required; original figures should not be forwarded until the paper is accepted for publication.

Special care should be taken when preparing the manuscripts, since only minor corrections will be accepted in the proofs.

All original artwork and photographs should be in form of glossy half prints of professional quality; line illustrations may also be produced on a high-density laser printer if they, too, are of professional quality. Prints should be pasted to heavy mounting board and clearly labelled by figure number. Colour plates are printed by special arrangement only. Measurements should be given in SI units.

References should conform to the “name and date” system and should be arranged according to the alphabetical order. All the authors of a given paper should be listed in the respective reference. Personal communications or work in preparation must be cited in the text only and should not appear in the list of references. Papers in press or already accepted may, however, be included in this list. Follow these formats:

Drake, C. J. & Harris, H. M. 1945. Concerning the genus *Metrobates* Uhler (Hemiptera, Gerridae). **Revista Brasileira de Biologia**, **5**: 179-180.

Espinola, H. N. 1975. *Tenagobia schreiberi* sp. n. coletada no município de Diamantina, Minas Gerais, Brasil (Hemiptera, Corixidae, Micronectinae). **Ciência e Cultura**, **27**: 893-900.

Pereira, M. H.; Silva, R. E.; Azevedo, A. M. S.; Melo, A. L. & Pereira, L. H. 1993. Predation of *Biomphalaria glabrata* during the development of *Belostoma anurum* (Hemiptera, Belostomatidae). **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, **35**: 405-409.

Pennak, R. W. 1978. **Freshwater invertebrates of the United States**. Second Ed. New York, John Wiley, 803 pp.

Tellam, R. 1996. The peritrophic matrix. *In*: Leehane, M. J. & Billingsley, P. F. (Ed.) **The Insect Midgut**, London, Chapman & Hall, pp. 253–261.

In citing references within the text, follow these Formats: “Espinola (1975),” “Pereira et al. (1993),” “Drake & Harris (1945)”; or, “(Espinola, 1975; Pereira et al., 1993 and Drake & Harris, 1945).” Use “et al.” when the reference has three or more authors.

Twenty five off prints of each paper are provided free. More copies may be ordered at current prices when proofs are returned. Authors may be required to pay for excessive alterations of proofs.

Papers accepted become the copyright of LUNDIANA
Correspondence to LUNDIANA, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG
Av. Antonio Carlos 6627, CEP 31270-901, Belo Horizonte, Brasil.
Telephone/Fax 55 31 3499 2857/ 3499 2870
Electronic address

PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS – INSTRUÇÕES AOS AUTORES
(NEOTROPICAL ENTOMOLOGY)

Artigos originais, que representem contribuição significativa para o conhecimento da Entomologia podem ser aceitos, desde que não estejam publicados ou submetidos a outra revista. Os manuscritos podem ser encaminhados em inglês, português ou espanhol, sendo que o emprego de outros idiomas ficará a critério da Comissão Editorial. A decisão do aceite do manuscrito para publicação se pautará nas recomendações dos editores-adjuntos e revisores *ad hoc*. Na elaboração do trabalho siga as seguintes normas:

1. Faça duas páginas de rosto. Na primeira, indique no canto direito superior o nome e endereço completos do autor a quem enviar a correspondência. Abaixo coloque o título do trabalho em letras minúsculas (apenas a inicial de cada palavra maiúscula); nomes científicos deverão ser em minúsculas e itálico. Use apenas o nome do autor classificador do inseto e não use o ano. Acrescente a ordem e a família para as espécies de artrópodos. Abaixo do título, nome do(s) autor(es) do trabalho em maiúsculas pequenas (*small capitals*), usando apenas o primeiro nome e o sobrenome de cada autor por extenso. Abaixo do nome dos autores, mencione a instituição e endereço completo de cada autor com chamada numérica. Na segunda página de rosto, coloque somente o título do trabalho.

2. Se o artigo for em inglês, inicie a página 3 com o **Resumo**. Em primeiro lugar coloque o título do trabalho em português ou espanhol em letras minúsculas, com as iniciais em maiúsculas. Abaixo coloque a palavra RESUMO em maiúsculas junto à margem esquerda seguida de hífen, continuando com o texto do **Resumo** em parágrafo único, usando no máximo 250 palavras. Deixe espaço e mencione a seguir a palavra PALAVRAS-CHAVE em maiúsculas. Use no máximo cinco palavras-chave, diferentes das palavras usadas no título do trabalho, separadas por vírgulas.

3. Inicie a página 4 com a palavra ABSTRACT em maiúsculas junto à margem esquerda seguida de hífen, continuando com o texto em parágrafo único. Não repita o título do trabalho. No final do **Abstract**, deixe espaço, e mencione as KEYWORDS, seguindo as instruções mencionadas para o **Resumo**.

4. Se o artigo for em português ou espanhol, inicie a página 3 com o **Abstract**, incluindo o título em inglês e inicie a página 4 com o **Resumo** ou **Resumen**, sem incluir o título.

As demais orientações que constam nos dois itens anteriores também se aplicam.

5. Da página 5 em diante, inicie com a **Introdução** sem colocar a palavra introdução. Seguir com **Material e Métodos e Resultados e Discussão** (os dois últimos itens podem aparecer juntos ou de forma independente). Os títulos devem ser escritos em minúsculas, com as iniciais em maiúsculas, centralizados e negritados. Evite incluir o item Conclusões em separado. As conclusões devem ser mencionadas dentro do item **Resultados e Discussão**. Em seguida coloque o item **Agradecimentos**, se houver. Inicie página nova para mencionar a **Literatura Citada**.

Nota: Escreva o(s) nomes(s) científico(s) por extenso, seguido do autor descritor, quando mencionados pela primeira vez no Resumo, Abstract e na Introdução. Ex.: *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). No restante do trabalho e nas legendas das figuras e cabeçalhos das tabelas, use o nome genérico abreviado. Ex.: *S. frugiperda*.

6. Referências. Ao longo do trabalho mencione os autores das referências bibliográficas em minúsculas seguido do ano, observando a ordem cronológica e, em caso de artigos de mesmo ano, a ordem alfabética. P. ex.: (Martins 1986, Soares 1987, Garcia 1990, Rhode 1990). Para dois autores use o símbolo &. P. ex.: Robinson & Smith (1982). Para mais de dois autores use *et al.* em itálico. P. ex.: Almeida *et al.* (1981).

Em **Literatura Citada**, as referências devem seguir ordem alfabética usando o(s) nome(s) do(s) autor(es) em minúsculas, em negrito. Também em negrito o ano da referência. Cite apenas o número do volume. Não use o número do fascículo. Use vírgula para separar os nomes dos autores e não use ponto e vírgula. Cite o primeiro autor pelo sobrenome e após as iniciais dos nomes. Do segundo autor em diante use primeiro as iniciais do nome e após o sobrenome por extenso. Use o símbolo & antes de citar o último autor. Abrevie os títulos das fontes bibliográficas, sempre iniciando com letras maiúsculas. Optou-se pelo padrão de abreviaturas conforme lista publicada em Current Contents - Journal Coverage as of January 1995. Por não contarmos com uma lista oficial dos títulos nacionais, estes deverão ser abreviados conforme indicado no respectivo periódico.

Evite citar teses e não cite resumos. Veja exemplos de citação de artigo, livro e capítulo de livro.

Lomônaco, C. & E. Germanos. 2001. Phenotypic variation of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) as a response to larval competition for food. Neotrop. Entomol. 30: 223-231.

Clarke, G.M., B.P. Oldroyd & P. Hunt. 1992. The genetic basis of developmental stability in *Apis mellifera*: heterigosity versus genetic balance. Evolution 46: 753-762.

Price, P.W., T.M. Lewinson, G.W. Fernandes & W.N.

Benson. 1992. (eds.) Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions. New York, Willey, 639p.

Zucchi, R.A. & R.C. Monteiro. 1997. O gênero *Trichogramma* na América do Sul, p. 41-66. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.

7. Após a lista de referências bibliográficas, inicie página nova com as tabelas. Coloque uma tabela por página. Cada tabela deverá ser numerada com algarismo arábico, seguido de ponto. P. ex.: Tabela 1. Médias (\pm EP) de duração e sobrevivência das fases larval e pupal de *T. absoluta* mantida em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1\text{°C}$; UR: 70% e fotofase: 14h.

As notas de rodapé nas tabelas deverão ter chamada numérica. Não use letras ou asteriscos.

8. Após as tabelas, inicie página nova com a lista de legendas das figuras. Escreva a palavra Figura, apenas com inicial maiúscula, seguida do número da figura e ponto. P. ex.: Figura 3. Total de ninhos fundados pelas abelhas solitárias em ninhos-armadilha, nas dunas de Abaeté, Salvador, BA.

ATENÇÃO: As referências às figuras no texto devem se abreviadas. P. ex.: Fig.1. As referências às tabelas devem ser por extenso. P. ex.: Tabela 1. Nas Tabelas e Figuras utilizar a fonte Times New Roman e, quando se referir a valores médios, incluir o erro padrão da média e o n (número de observações), usando para a média uma casa decimal e para o erro padrão duas. Após as legendas das figuras inclua as figuras originais (preferencialmente impressas a laser ou desenhadas em papel cartão branco), uma por página, indicando no canto superior direito o número da figura e o sobrenome do primeiro autor, a lápis. Limite o tamanho da figura a duas vezes o tamanho que ela dever ser publicada Faça o mesmo na cópia das figuras que acompanham a segunda e terceira vias do trabalho. Evite o uso de fotografias.

9. Nas **Comunicações Científicas** inclua o **Abstract** e o **Resumo** seguidos das KEY WORDS e PALAVRAS-CHAVE. Faça o texto corrido sem dividi-lo em Introdução, Material e Métodos, etc.

10. **Seção Fórum.** Revisões extensivas ou artigos sobre tópicos atuais em Entomologia são publicados nesta seção, a convite. Artigos controversos são bem-vindos, porém o texto deve explicitar as opiniões controvertidas e referir a versão comumente aceita. A Neotropical Entomology e seus editores não assumem responsabilidade pelas opiniões expressas pelos autores dos artigos da Seção Fórum.

Os trabalhos devem ser escritos em fonte Times New Roman em páginas de tamanho A4, com margem esquerda 2,5 cm e direita de 1,5 cm, em espaço duplo. Podem ser enviados por e-mail (preferencialmente) ou impressos em papel (três vias). Envie os trabalhos em disquete somente após a revisão final, quando solicitado. Use o programa Word 97 ou Word 2000 para o texto e preferencialmente o programa Excel para gráficos.

Será cobrada a taxa de R\$20,00 (vinte reais) por página impressa para sócios da SEB e R\$30,00 (trinta reais) para não sócios. Figuras coloridas poderão ser aceitas, quando necessárias, sendo cobrados, adicionalmente, R\$60,00 (sessenta reais) por página colorida. Artigos em português podem ser traduzidos para o inglês, havendo para isso, um acréscimo de R\$ 20,00 (vinte reais) por página do texto original. Os autores receberão gratuitamente 50 separatas.

Enviar manuscrito para:

Neotropical Entomology / Editora Chefe

Sueli Souza Martinez

IAPAR – Área de Proteção de Plantas

Caixa postal 481

86001-970 Londrina, PR

Telefone/Fax: (43) 3342-3987 e (43) 3376-2262

E-mail: suemart@sercomtel.com.br

REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA

A Revista Brasileira de Botânica (RBB), periódico editado pela Sociedade Botânica de São Paulo (SBSP), publica artigos originais de pesquisa completos e notas científicas em Ciências Vegetais, em Português, Espanhol ou Inglês, sendo recomendado este último. Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), em quatro cópias, devem ser enviados ao Editor Responsável da Revista Brasileira de Botânica, Caixa Postal 57088, 04089-972 São Paulo, SP, Brasil.

A aceitação inicial dos trabalhos depende de decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial. Fotografias coloridas poderão ser publicadas, a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir os custos de publicação das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Artigos de revisão podem ser publicados, a convite do corpo editorial. Serão fornecidas, gratuitamente, 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio quite da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas ao preço de custo.

Instruções aos autores

Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos, palavras e expressões em latim, diagnoses de táxons novos e nomes e números de coletores.

Formato do manuscrito:

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo do(s) autor(es) (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), Key words (até 5, em inglês) RESUMO (incluir título do trabalho em português), Palavras-chave (até 5, em português). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados / Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas. Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al.* (1990) / (Smith *et al.* 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al.* 1996, Sanches 1997). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: MATO GROSSO: Xavantina, s.d., *H.S. Irwin s.n.* (HB 3689). SÃO PAULO: Amparo, 23-XII-1942, *J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290* (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8-VI-1961, *G. Eiten et al. 2215* (SP, US). Abreviaturas de nomes de autores de táxons devem seguir Brummit & Powell (1992). Abreviaturas de obras em trabalhos taxonômicos devem seguir o BPH. Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).
- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens ou para graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.
- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.:

mg.dia⁻¹ ao invés de mg/dia, µmol.min⁻¹ ao invés de µmol/min). **Não inserir espaços** para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha. **Não inserir figuras no arquivo do texto.**

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a(s) página(s) onde a mesma foi citada. Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.
YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* Monocots: Systematics and Evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.
BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* Flora Brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p.1-6

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

PUNT, W., BLACKMORE, S. & LETHOMAS, A. 1999. Glossary of pollen and spore terminology. <http://www.biol.ruu.nl/~palaco/glossary/glos-int.htm> (acesso em 10/04/2003).

Citar dissertações ou teses **somente em caráter excepcional**, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis para o entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de Actinocephalus (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades). Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de matéria seca) em folhas de *Pyrostegia venusta*. Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início de cada nova página, à esquerda.

Figuras

Submeter **um conjunto de figuras originais** em preto e branco e **três cópias** com alta resolução. Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no **tamanho máximo de 23,0 x 17,5 cm**, incluindo-se, aí, o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper". Figuras em meio digital devem vir em formato .TIF com, pelo menos, 600dpi de resolução e nunca devem ser colocados no MS Word ou em Power Point. Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (8,5 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas **devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original**.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, seqüencialmente, em outra(s) página(s). Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s). Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da RBB.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceite após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto em relação ao mérito científico quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.