

Ataque de um inseto galhador (Diptera: Cecidomyiidae) em *Astronium fraxinifolium* (Anacardiaceae) em uma floresta estacional

Attack of a galling insect (Diptera: Cecidomyiidae) on *Astronium fraxinifolium* (Anacardiaceae) in a seasonal forest

Marcílio Fagundes*

Cintia Lepesqueur Gonçalves*

Resumo: Muitas hipóteses têm sido propostas para explicar a variação na riqueza e abundância de insetos herbívoros em hospedeiros coespecíficos. Este estudo descreve o padrão de ataque de um inseto galhador (Diptera: Cecidomyiidae) em *Astronium fraxinifolium*, testando as Hipóteses do Vigor e da Arquitetura da Planta Hospedeira. Para testar estas hipóteses, a preferência para oviposição da fêmea do galhador foi avaliada contando-se o número de ataques do galhador em dez ramos de dez árvores adultas, localizadas na reserva da COPASA, em Juramento (MG). Os resultados do estudo indicam que a resistência da planta hospedeira constitui o principal fator de mortalidade do galhador. Além disso, as fêmeas do inseto galhador atacam preferencialmente ramos mais vigorosos e plantas estruturalmente mais complexas, corroborando as Hipóteses do Vigor e da Arquitetura da planta. Entretanto, quando se analisa apenas o número de galhas que sobrevivem, escapando das defesas da planta, este padrão de ataque se torna pouco conspícuo. Assim, estes fatores de mortalidade devem ser considerados com mais atenção em outros estudos que envolvem interações entre herbívoros e suas plantas hospedeiras.

Palavras-chave: Hipótese do Vigor, Hipótese da Arquitetura, resistência da planta, galhas

Abstract: The richness and abundance of insects that occur on conspecific host plants is highly variable. Several hypotheses have been suggested to explain this variation in insect diversity. The objective of this study was to investigate the attack pattern of a galling insect (Diptera: Cecidomyiidae) on *Astronium fraxinifolium* by testing the Plant Vigor and Plant Architecture Hypotheses. These hypotheses were tested by evaluating the attack of galling insect on ten branches of ten adult trees located at COPASA Ecological Station (Juramento City, Minas Gerais State, Brazil). The results of this study indicate that plant resistance is the main mortality factor of the galling insect. Moreover, females oviposited preferentially on larger branches and structurally more complex host plants, corroborating the Plant Vigor and Plant Architecture Hypothesis. However, when just survival galls are analyzed, this pattern of galling insect attack is not evident. Thus, in system involving host plant and insect herbivores, others mortality factors as plant resistance, deserve special attention.

Key words: Vigor Hypothesis, Architecture Hypothesis, plant resistance, galling insect

* Departamento de Biologia Geral, CCBS/Unimontes, Av. Rui Braga, s/n, Vila Mauricéia, Montes Claros (MG), 39401-089; e-mail: marcelio.fagundes@unimontes.br

Introdução

A riqueza e a abundância de insetos herbívoros que ocorrem naturalmente em hospedeiros coespecíficos são freqüentemente muito variáveis (Hunter et al., 1992). As causas destas variações ainda são pouco conhecidas, mas geralmente são atribuídas às diferenças fenotípicas da planta hospedeira (Woods et al., 1996). Estas diferenças morfofisiológicas observadas entre plantas hospedeiras encontram-se associadas a fatores genéticos ou a diferenças bioecológicas locais (Hunter et al., 1992; Fay et al., 1996). De fato, a fertilidade do solo, a disponibilidade de água e a intensidade de luz constituem recursos primários que afetam a fisiologia e o desenvolvimento das plantas (Luttge, 1997). Muitas vezes, as plantas reagem a estas variações ambientais alterando rotas metabólicas que afetam a produção de compostos de defesa contra herbívoros (Trumble & Denno, 1995). Portanto, variações da planta hospedeira associadas a características ambientais podem estender seus efeitos para níveis tróficos superiores, modificando a taxa de crescimento, a capacidade reprodutiva e a sobrevivência dos herbívoros (Washburn et al., 1987; English-Loeb et al., 2002) e de seus inimigos naturais (Moon et al., 2000).

Neste cenário, muitas hipóteses têm sido propostas para explicar as variações na abundância e na riqueza de insetos herbívoros associados a um hospedeiro particular (veja Herms & Mattson, 1992). Especificamente, a Hipótese do Vigor da Planta (Price, 1991) prediz que plantas ou módulos de plantas que crescem mais vigorosamente são preferencialmente atacados por insetos herbívoros. Além disto, a Hipótese da Arquitetura da Planta (Feeny, 1976; Lawton, 1983) sugere que plantas maiores suportariam populações mais numerosas de herbívoros, especialmente por apresentarem maior complexidade estrutural. Contudo, estas hipóteses foram elaboradas a partir de dados obtidos em ambientes temperados, existindo a possibilidade de que sistemas tropicais não sigam rigidamente a estes padrões (e.g., Faria & Fernandes, 2001; Cornelissen & Fernandes, 2001).

Neste caso, o teste destas hipóteses e a eventual sugestão de novos mecanismos que dirijam as interações herbívoros/ planta hospedeira em ambientes tropicais constituem prioridades para a biologia da conservação. De fato, a adoção de estratégias errôneas, baseadas em um arcabouço teórico originário de dados coletados em ambientes temperados pode causar prejuízos significativos em termos da conservação da biodiversidade em ambientes tropicais.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo caracterizar o padrão de ataque de um inseto galhador ainda não identificado (Diptera: Cecidomyiidae) em *Astronium fraxinifolium* (Anacardiaceae), testando as Hipóteses do Vigor e da Arquitetura da Planta Hospedeira. Este estudo relata o primeiro exemplo de interação envolvendo um inseto galhador e sua planta hospedeira, em ambiente de Mata Seca (Floresta Estacional Decidual) no norte de Minas Gerais. Sistemas desta natureza merecem atenção especial, uma vez que a sazonalidade climática local determina um forte sincronismo entre os herbívoros e seus hospedeiros, constituindo, assim, um ótimo sistema para o desenvolvimento de estudos coevolutivos entre insetos herbívoros e suas plantas hospedeiras.

Materiais e Métodos

Área de Estudo: Este trabalho foi desenvolvido na Área de Preservação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA S. A. (16° 46' 20" S e 43° 39' 56" W), Município de Juramento, norte do Estado de Minas Gerais. Fisicamente, esta área de preservação pertence aos domínios do Cerrado/ Caatinga (Rizzini, 1997), sendo a formação de Mata Seca (Floresta Estacional Decidual) predominante na área de estudo. O clima da região é do tipo semi-árido, com estações seca e chuvosa bem definidas. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.100 mm, com as chuvas concentradas nos meses de novembro a janeiro.

O Sistema Estudado: A planta hospedeira (*Astronium*

fraxinifolium) apresenta porte arbóreo, podendo atingir até 20 m de altura. No norte de Minas Gerais, a fenologia de *A. fraxinifolium* apresenta eventos marcantes, caracterizados pelo enfolhamento a partir do mês de setembro, início de queda de folhas em março, alcançando a decídua completa entre julho e outubro (Mendonça, 2002; Nunes et al., 2003). As folhas de *A. fraxinifolium* são alternas e compostas, e seus folíolos podem ser atacados por um herbívoro galhador não identificado (Diptera: Cecidomyiidae). Este galhador induz à formação de galhas principalmente na superfície adaxial dos folíolos, próximo às nervuras. As galhas são fusiformes, com 0,62 cm de comprimento ($DP \pm 0,14$, $n = 63$) e 0,41 cm de largura ($DP \pm 0,08$, $n = 63$). Estas galhas apresentam uma única câmara, onde

se desenvolve apenas uma larva do inseto galhador. Galhas que não se desenvolvem, devido à resistência da planta hospedeira, formam manchas acinzentadas e abauladas no limbo dos folíolos. Estas manchas apresentam, em média, 0,32 cm de diâmetro ($DP \pm 0,06$, $n = 80$), podendo ser facilmente identificadas a olho nu na superfície foliolar (Fig. 1).

Amostragem: Em maio de 2003, quando a planta hospedeira está finalizando sua fase de crescimento vegetativo anual, foram selecionados, na área de estudo, dez indivíduos de *A. fraxinifolium*, dos quais foram medidos a altura e o diâmetro da copa para se estimar o volume da copa de cada planta. Este volume foi calculado usando-se a equação do volume do cone [$V = (pr^2h)/2$]. O crescimento dos ramos, na

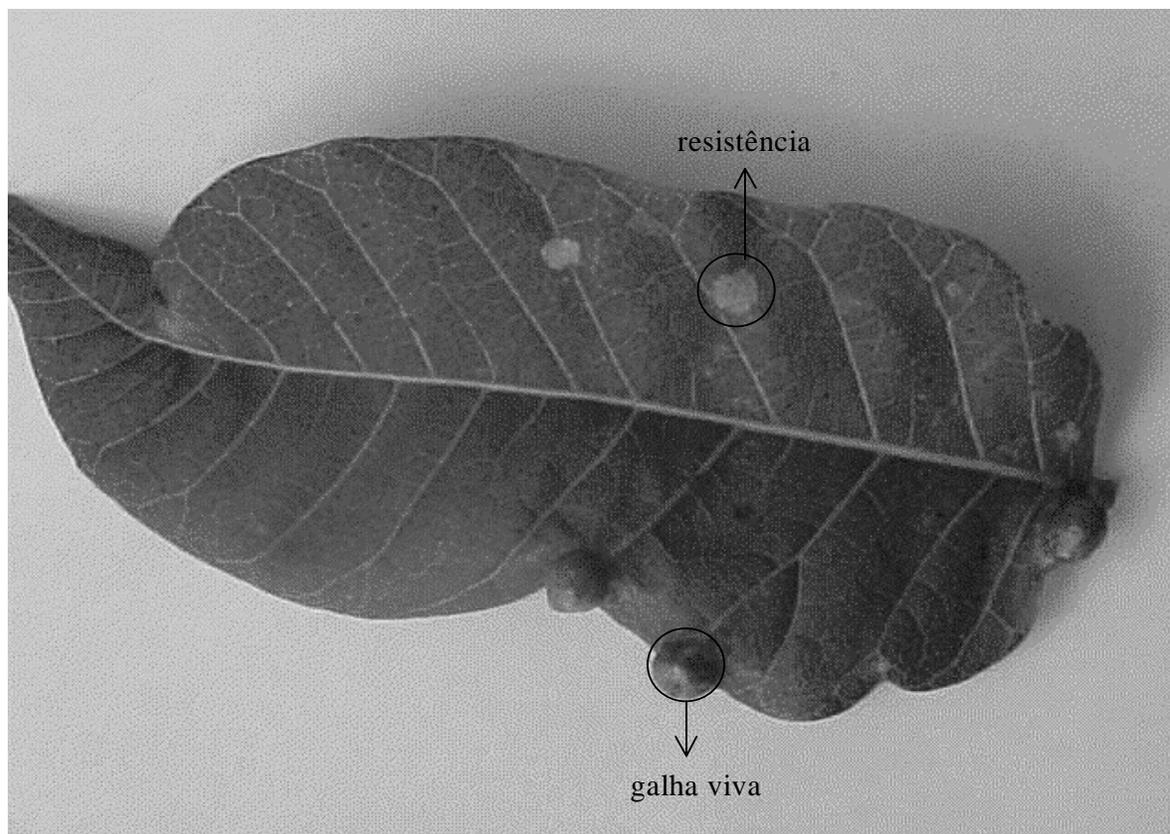


Figura 1. Superfície adaxial do folíolo de *A. fraxinifolium* evidenciando a estrutura externa de galhas vivas e a morfologia de galhas mortas devido à resistência da planta hospedeira.

última estação de crescimento, foi determinado coletando-se dez ramos terminais de cada uma destas plantas, que foram levados para o Laboratório de Ecologia da Unimontes, onde o comprimento e o número de folhas de cada ramo foram mensurados. Assim, pôde-se estimar o crescimento dos ramos determinando-se o comprimento dos entrenós, através da divisão do comprimento total dos ramos pelo número de folhas. Finalmente, todas as galhas vivas, assim como o número de galhas mortas, devido à resistência da planta, presentes nestes ramos, foram contadas. Os efeitos do crescimento dos ramos e do volume das plantas no ataque do galhador (número de galhas formadas e número de galhas mortas devido à resistência da planta) foram avaliados através de análises de regressão linear (Zar, 1996).

Resultados

Apesar do elevado número de ataques do galhador na planta hospedeira, apenas uma pequena parcela destes ataques (8,32%) resultou na formação de galhas (Tab. 1). Assim, deve-se ressaltar a importância da resistência da planta hospedeira no controle da população do galhador, uma vez que este fator de mortalidade reduziu a população do galhador em aproximadamente 91,68%. Apesar desta alta taxa de mortalidade, observou-se que um número significativo de galhas se desenvolveu com sucesso em *Astronium fraxinifolium*. De fato, nos 100 ramos amostrados nas dez plantas, foram encontradas 1.363 galhas em desenvolvimento. Entretanto, estas galhas não foram dissecadas para se avaliar os efeitos de outros

Tabela 1

Número e porcentagem de ataques do inseto galhador (galhas vivas e galhas mortas devido à resistência da planta hospedeira).

Planta	Galhas/Folha	Galhas (%)	Resistência/Folha	Resistência (%)	Ataques/Folha
1	1,10	3,02	35,33	96,98	36,43
2	1,71	5,92	27,19	94,08	28,90
3	0,38	1,61	23,15	98,38	23,53
4	1,09	3,45	30,54	96,55	31,63
5	4,47	25,20	13,27	74,80	17,74
6	0,93	8,98	9,43	91,03	10,36
7	2,02	8,42	21,96	91,57	23,98
8	4,98	19,95	19,98	80,04	24,96
9	1,81	5,06	33,93	94,90	35,75
10	4,47	10,45	38,29	89,54	42,76
Total	2,30	8,32	25,31	91,68	27,60

fatores de mortalidade, como o parasitismo e o inquilinismo, na dinâmica populacional do galhador.

O número de galhas vivas não mostrou relação com o crescimento dos ramos ($F = 0,796$, $p = 0,374$, $r^2 = 0,0080$, $y = 16,528 - 2,170x$). Entretanto, o número total de ataques da fêmea do galhador (número de galhas vivas + número de galhas mortas devido à resistência da planta hospedeira) mostrou relação positiva com o crescimento dos ramos ($F = 41,236$, $p = 0,001$, $r^2 = 0,3027$, $y = 50,845 +$

$106,621x$), sugerindo que as fêmeas do galhador escolhem ramos mais vigorosos para a oviposição, corroborando a Hipótese do Vigor. Além disto, o número de galhas mortas devido à resistência também mostrou relação positiva com o crescimento da planta hospedeira ($F = 45,220$, $p = 0,001$, $r^2 = 0,3225$, $y = 34,320 + 108,791x$), indicando que ramos mais vigorosos oferecem maior resistência ao desenvolvimento das galhas (Fig. 2).

O volume da copa das árvores não afetou o número

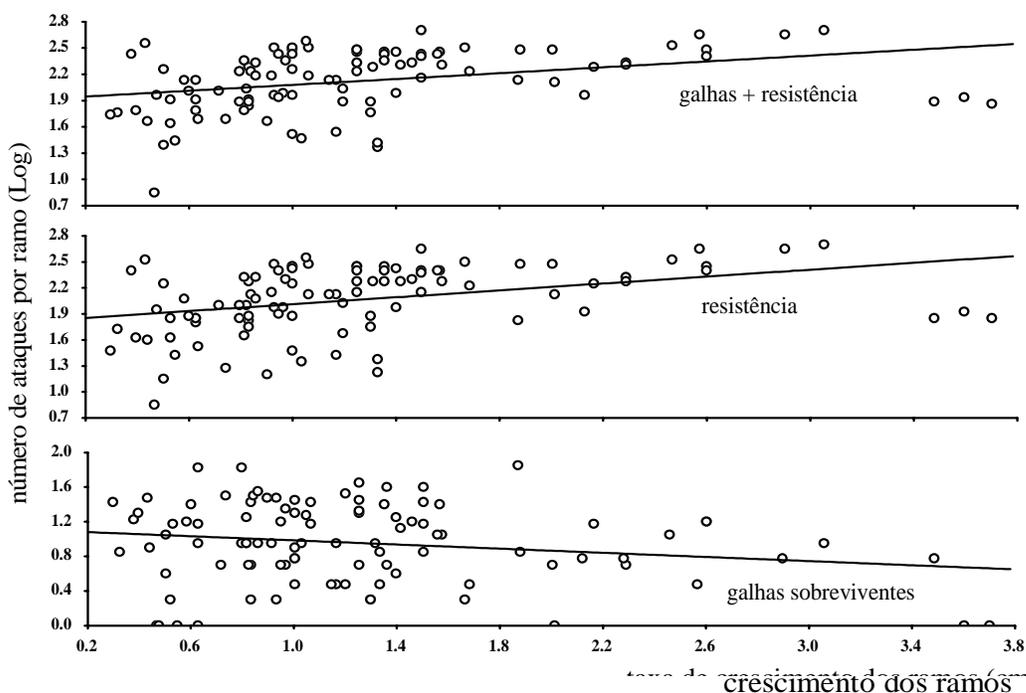


Figura 2. Relação entre o crescimento dos ramos de *Astronium fraxinifolium* e o número de ataques do inseto galhador.

de galhas que se formaram com sucesso na planta hospedeira ($F = 45,220$, $p = 0,7154$, $r^2 = 0,0202$, $y = 34,320 + 108,791x$). Por outro lado, observou-se uma relação positiva entre o número de ataques do galhador e o volume da copa da planta hospedeira ($F = 45,220$, $p = 0,0485$, $r^2 = 0,4483$, $y = 34,320 + 108,791x$). Similarmente, o número de galhas que não se desenvolveram devido à resistência da planta hospedeira também apresentou relação positiva com

o volume da copa da planta ($F = 45,220$, $p = 0,0529$, $r^2 = 0,4374$, $y = 34,320 + 108,791x$). Estes resultados sugerem que o galhador tende a atacar plantas maiores, corroborando a hipótese da arquitetura. Entretanto, como plantas maiores também apresentaram maior resistência, a performance do galhador, expressa como o número de galhas que se desenvolveram com sucesso, não variou em função do volume das plantas (Fig. 3).

Figura 3. Efeito do volume da planta hospedeira *Astronium fraxinifolium* no ataque do inseto galhador (Diptera: Cecidomyiidae).

Discussão

Entre os insetos herbívoros, a habilidade para induzir galhas constitui uma estratégia altamente evoluída, em que a especificidade entre o galhador e a planta hospedeira tem se mostrado freqüente em muitos sistemas (Hawkins, 1988; Butignol & Pedrosa-Macedo, 2003). Neste cenário, a presença de meristemas em desenvolvimento constitui um recurso chave para o sucesso do ataque do galhador em seu hospedeiro, uma vez que os galhadores em desenvolvimento necessitam de tecidos indiferenciados para induzir a formação das galhas (Butignol & Pedrosa-Macedo, 2003). A fenologia da planta hospedeira *A. fraxinifolium*, marcada por um período restrito de crescimento durante o ano, sugere que o galhador estudado é um inseto univoltino. Assim, o sincronismo entre a eclosão do galhador e a produção de novos meristemas pela planta hospedeira deve constituir um evento determinante para o sucesso da interação

(veja também Yukawa, 2000). Além disto, variações intrapopulacionais na fenologia da planta hospedeira (veja Nunes et al., 2003) podem ampliar o período da oferta de meristemas, permitindo que os galhadores migrem entre diferentes indivíduos da planta hospedeira. Portanto, existe a possibilidade de que, dentro de uma mesma população, aquelas plantas que iniciam o período de crescimento mais tardiamente, após a eclosão dos galhadores, sejam menos atacadas pelo herbívoro. Entretanto, esta hipótese ainda deve ser testada em condições de campo.

Embora a formação de galhas seja uma estratégia bem adaptada, o sucesso dos galhadores é afetado por interações sinérgicas que envolvem as variações ambientais, a ação de inimigos naturais, a competição intra- e interespecífica e as características da planta hospedeira (Moon et al., 2000; Ferraz & Monteiro, 2003). Apesar de normalmente negligenciada, a resistência da planta hospedeira parece cons-

tituir um fator importante para a regulação das populações de insetos galhadores, especialmente em ambientes tropicais (veja Fernandes, 1998; Cornelissen & Fernandes, 2001; Espírito-Santo & Fernandes, 2002). Neste estudo, apesar da falta de registros de parasitóides e inquilinos, pode-se afirmar que a resistência da planta desempenhou papel fundamental no sucesso do galhador, uma vez que este fator de mortalidade reduziu a população do herbívoro em aproximadamente 91,7%.

A maioria dos estudos relativos à preferência e performance de insetos galhadores em hospedeiros particulares enfoca apenas o número de galhas que se formaram com sucesso. Assim, aquelas galhas que não se desenvolvem normalmente são negligenciadas em grande parte dos estudos envolvendo estes herbívoros. No sistema estudado, se fosse considerado apenas o número de galhas que se formaram com sucesso, haveria uma tendência de se refutar as hipóteses do Vigor e da Arquitetura da planta. Entretanto, estas hipóteses fazem referência à preferência das fêmeas e, portanto, seria mais adequado tratar todos os ataques da fêmea do galhador, incluindo aqueles que não resultaram na formação de galhas, no teste destas hipóteses. Nesse caso, os resultados deste estudo corroboram as hipóteses testadas, indicando que as fêmeas do galhador selecionam ramos mais vigorosos para a sua oviposição e que plantas maiores são mais facilmente colonizadas pelo herbívoro. Finalmente, deve-se salientar que a resistência das plantas parece ser um fenômeno freqüente em ambientes tropicais (e.g. Fernandes, 1998; Espírito-Santo et al., 2002), que deve ser melhor evidenciado em estudos envolvendo as interações herbívoro/ planta hospedeira.

Agradecimentos

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro à realização da pesquisa. À COPASA S.A., pelo apoio logístico. Aos pesquisadores Bruno G. Madeira, Frederico S. Neves e Yule R. F. Nunes pelas críticas e sugestões ao manuscrito. Ao estudante Hisaías S. Almeida, pela ajuda nos trabalhos de campo.

Referências Bibliográficas

- BUTIGNOL, C. A. & PEDROSA-MACEDO, J. H. Biologia de *Neotrioza tavaresi* Crawford, 1925 (Hemiptera, Psyllidae), galhador da folha do araçazeiro (*Psidium cattleianum*). *Revista Brasileira de Entomologia*, 47 (1): 1-7, 2003.
- CORNELISSEN, T. G. & FERNANDES, G. W. Patterns of attack by herbivores on tropical shrub *Bauhinia brevipes* (Leguminosae): Vigour or chance? *European Journal of Entomology*, 98 (1): 37-40. 2001.
- ENGLISH-LOEB, G., STOUT, M. J. & DUFFEY, S. S. Drought stress in tomatoes: Changes in plant chemistry and potential nonlinear consequences for insect herbivores. *Oikos*, 79 (4): 456-468, 2002.
- ESPÍRITO-SANTO, M. & FERNANDES, G. W. Host plant effects on the development and survivorship of the galling insect *Neopelma baccharidis* (Homoptera: Psillidae). *Austral Ecology*. 27 (3): 249-257, 2002.
- ESPÍRITO-SANTO, M., MADEIRA, B. G., NEVES, F. S., FARIA, M. L., FAGUNDES, M. & FERNANDES, G. W. Sexual differences in reproductive phenology and their consequences to the demography of *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae), a dioecious tropical shrub. *Annals of Botany*, 91 (1): 13-19. 2003.
- FARIA, M. L. & FERNANDES, G. W. Vigour of a dioecious shrub and attack by a galling herbivore. *Ecological Entomology*, 26 (1): 37-45. 2001.
- FAY, P. A., HARTNETT, D. C. & KNAPP, A. K. Plant tolerance of gall-insect attack and gall-insect performance. *Ecology*, 77 (4): 521-534, 1996.
- FEENY, P. Plant appearance and the diversity of phytophagous insects. *Recent Advances in Phitochemistry*, 10 (1): 1-22, 1976.
- FERNANDES, G. W. Hypersensitivity as a phenotypic basis of plant induced resistance against a galling insect (Diptera: Cecidomyiidae). *Environmental Entomology*, 27 (3): 260-267. 1998.

- FERRAZ, F. F. F. & MONTEIRO, R. F. Complex interaction involving a gall midge *Myrciamia maricaensis* Maia (Diptera, Cecidomyiidae), phytophagous modifiers and parasitoids. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (3): 433-437, 2003.
- HAWKINS, B. A. Do galls protect endophytic herbivores from parasitoids? A comparison of galling and non-galling Diptera. *Ecological Entomology*, 13 (3): 473-477, 1988.
- HERMS, D. A. & MATTSON, W. J. The dilemma of plants: to grow or defend. *The Quarterly Review of Biology*, 67 (1): 283-335, 1992.
- HUNTER, M. D., OHGUSHI, T. & PRICE, P. W. Effects of resource distribution on animal-plant interactions. San Diego, California: *Academic Press*, 1992. 505p.
- LAWTON, J. H. Plant architecture and the diversity of phitophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 28 (1): 23-39, 1983.
- LUTTGE, U. Physiological ecology of tropical plants. Springer-Verlag, Berlin. 1997. 384p.
- MENDONÇA, R. L. Fenologia, germinação e viabilidade de sementes de *Astronium fraxinifolium* Schott (Gonçalo-alves). Montes Claros: UNIMONTES, 2002. 56p. (Monografia de Graduação).
- MOON, D. C., ROSSI, A. M. & STILING, P. The effects of abiotically induced changes in host plant quality (and morphology) on salt marsh plant hopper and its parasitoids. *Ecological Entomology*, 25 (3): 325-331, 2000.
- NUNES, Y. R. F., FAGUNDES, M., SANTOS, R. M., DOMINGUES, E. B. S., MENDONÇA, R. L. & CASTRO, G. C. 2003. Fenologia comparativa de duas espécies de Anacardiaceae: *Myracrodruon urundeuva* (aroeira) e *Astronium fraxinifolium* (gonçalo-alves). CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6. 2003. Fortaleza. Anais de trabalhos completos. Universidade Federal do Ceará., 2003. p. 487-488.
- PRICE, P. W. The plant vigor hypothesis and herbivore attack.. *Oikos*, 62 (2): 244-251, 1991.
- RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Rio de Janeiro: *Âmbito Cultural*, 1997. 747p.
- TRUMBULE, R. B. & DENNO, R. F. Light intensity, host-plant irrigation, and habitat-related mortality as determinants of the abundance of azalea lace bug (Heteroptera: Tingidae). *Environmental Entomology*, 24 (6): 898-908, 1995.
- WASHBURN, J. O., GRACE, J. K. & FRANKIE, G. W. Population response of *Pulvinariella mesembryanthemi* and *Pulvinaria delottoi* (Homoptera: Coccidae) to nitrogen and water conditions of their host plant. *Environmental Entomology*, 16 (3): 286-295, 1987.
- WOODS, J. O., CARR, P. W., PRICE, P. W., ESTEVENS, L. E. & COBB, N.S. Growth of Coyote Willow and the attack and survival of a mid-rib galling sawfly, *Euura* sp. *Oecologia*, 108 (6): 714-722, 1996.
- YUKAWA, J. Synchronization of gallers with host plant phenology. *Population Ecology*, 42 (2): 105-113, 2000.
- ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 1996. 689p.