



# EFEITOS DA INTERAÇÃO VIA NECTÁRIO EXTRAFLORAL NO FORRAGEIO DE FORMIGAS DURANTE O PERÍODO REPRODUTIVO DE PLANTAS

R. Fagundes

W. O. Sabino

Mestrandos do Programa de Pós - Graduação em Ecologia de Biomassas Tropicais. Departamento de Evolução, Biodiversidade e Meio Ambiente; Instituto de Ciências Exatas e Biológicas; Universidade Federal de Ouro Preto; Campus Morro do Cruzeiro, Bauxita, 35400000, Ouro Preto, MG, Brasil. roberthbio@yahoo.com.br.

## INTRODUÇÃO

Os nectários extraflorais (NEF) são glândulas secretoras de néctar presentes numa ampla variedade de plantas. Ao contrário dos nectários florais (NF) eles não se envolvem com a polinização, mas sim com a atração de formigas e outros artrópodes (Koptur 1992). Tal associação, principalmente com as primeiras, é positiva para as plantas, pois as formigas predam ou espantam os insetos herbívoros que se aproximam (Oliveira *et al.*, 1987).

Os insetos herbívoros mais danosos são os folívoros, que se alimentam das folhas, e os florívoros, que se alimentam das flores. A florivoria é particularmente importante por que reduz a taxa reprodutiva da planta. Essa perturbação envolve o dano ou consumo dos aparelhos reprodutivos ou mesmo o impedimento do acesso pelos agentes polinizadores. Isso reduz a dispersão de pólen e consequentemente leva a diminuição do número de sementes viáveis (Leavitt & Robertson 2006).

Como dito, uma das respostas contra os herbívoros é a associação, muitas vezes mutualística, com formigas através das secreções açucaradas dos nectários extraflorais. Enquanto se alimentam do néctar as formigas impedem, direta ou indiretamente, que vários tipos de insetos se aproximem da região da planta onde os NEFs se encontram (Oliveira *et al.*, 1987). Tais insetos normalmente são folívoros, florívoros, ou predadores de sementes.

O grau dessa interação é ditado por um *trade off* entre as capacidades de defesa das formigas e a habilidade dos herbívoros de driblar tais protetores. Além disso, a formiga que efetivamente protege a planta é a que se alimenta do néctar e estas se encontram nos nectários mais produtivos. Esse fenômeno foi evidenciado por Bentley (1977) que mostrou maior produção em nectários de áreas com maior grau de herbivoria. Por consequência essas regiões foram mais atrativas para as formigas cuja presença impediu o acesso dos herbívoros. A proteção ocorre apenas nas proximidades do nectário utilizado, portanto a região melhor

protegida da planta é a região dos NEFs mais produtivos ou abundantes, logo onde há maior número de formigas.

## OBJETIVOS

O presente trabalho buscou avaliar a interação via nectário extrafloral entre formigas e uma espécie de planta da família das Apocynaceae. Trabalhamos a hipótese de que durante a estação reprodutiva os NEFs próximos das flores são mais atrativos que os distantes. Sendo assim, as formigas se concentram nos nectários extraflorais mais próximos das flores reduzindo a ação de florívoros e aumentando a proteção dessa região frágil e, naquele momento, de maior importância da planta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no *Campus* da Universidade Federal de Ouro Preto onde predominam áreas de Canga Ferruginosa, Eucaliptal e Jardim. A planta utilizada é uma espécie da família Apocynaceae e foi escolhida devido a presença de NEFs em todas as folhas. A população consiste de 12 indivíduos distribuídos de forma ruderal. As coletas foram realizadas no mês de novembro de 2008, no meio da estação chuvosa, e alguns dias após o início da floração.

Foram selecionados 14 galhos floridos e 14 galhos não floridos de 7 indivíduos de uma população da Apocynaceae spp.. Os galhos floridos foram divididos em região de nectários próximos da flor (NEFflor) e região de nectário longe da flor (NEFfolha), além de uma região intermediária (NEFflorfolha). Essa categorização foi importante para aglomerar os dados e permitir clareza na determinação de possíveis concentrações locais de formigas ou herbívoros e inferir sobre comportamentos de dominância. Os insetos foram contados durante 5 minutos por galho sendo os trios amostrais (NEFflor, florfolha e folha) contados simultaneamente. Foram

feitas quatro repetições com 2 dias de intervalo. Esse período compreende a média de permanência das flores. Analogamente à pressão de herbivoria (Bentley 1977), o número de flores foi considerado como grau de necessidade de proteção. Em outras palavras, galhos mais floridos necessitariam de maior proteção, logo seus nectários seriam mais atrativos para formigas, assim como folhas mais herbivoradas. Assim encontraríamos uma relação positiva entre o número de flores e o número de formigas e negativa entre esta última variável e o número de herbívoros usando o teste de Regressão Linear de Pearson. Para isso foi mensurado o número de flores, o número de formigas e o de herbívoros tanto para os galhos floridos (NEFflor) como para os não floridos (NEFfolha).

Utilizando os dados de abundância de formigas e herbívoros nos galhos com flor e sem flor foi possível verificar se a presença de um inibia a do outro e em qual das duas regiões os insetos se concentravam. O Teste -  $\chi^2$  avaliou se havia diferença entre o número de formigas das três regiões e nos permitiu inferir sobre a predominância local das formigas. Enquanto um Teste - t verificou a diferença entre o número de herbívoros nos galhos com flor e sem flor. Esses testes complementaram e permitiram maior confiabilidade nas conclusões a respeito dos resultados da análise de regressão.

Todos os testes estatísticos foram realizados no programa BioStat 4.0.

## RESULTADOS

A planta estudada apresenta sazonalidade marcada com deiscência das flores na estação seca e retorno da mesma na estação chuvosa. Os insetos, principalmente as formigas, são aparentemente mais abundantes e diversos na planta durante a estação chuvosa. Na estação seca a planta é quase que completamente infestada por cochonilhas da espécie *Ceroplastes grandis* e esta passa a compor a espécie dominante na planta. Diferentemente de outros hemípteros sugadores de seiva, esta espécie não atraiu formigas para a planta hospedeira. Quando a estação chuvosa retorna esta cochonilha some gradualmente dos galhos e as Formicidae passam a compor o *taxon* dominante.

Considerando o aspecto da planta na estação chuvosa e durante sua floração. Cada galho florido estudado apresentou, em média, 393 flores (D.P. = 372). Próximos a essas flores foram registradas em média 4,8 (D.P. = 4,2) formigas, se alimentando nos nectários foliares, e 1,5 (D.P. = 1,0) insetos herbívoros por galho. Enquanto que nos galhos distantes das flores foram registradas 0,7 (D.P. = 0,6) formigas e 5,55 (D.P.=3,5) insetos herbívoros por galho, em média. O número máximo de formigas por galho encontrado foi 9, em um galho que possuía 890 flores e nenhum herbívoro. Já nos galhos sem flor foi encontrado um número máximo de 2 formigas em um galho onde havia 4 herbívoros.

O número de flores parece ser um fator decisivo na acumulação e dominância local de formiga na planta. Com alta significância ( $p < 0.0001$ ;  $R=0.71$ ;  $t=5.46$ ) a Regressão Linear de Pearson mostrou que o aumento do número de flores leva ao aumento do número de formigas em forrageio no galho. Nesses galhos floridos os nectários parecem ser mais

atrativos do que nos galhos não floridos, pois o número de formigas em forrageio em seus nectários foi maior do que nos nectários dos galhos sem flor ( $p < 0.01$ ;  $GL=18$ ;  $\chi^2=98.28$ ). A alta concentração de formigas próximo das flores parece ter inibido a ocorrência de herbívoros nesses galhos, pois eles foram mais encontrados nas folhas mais distantes ( $p < 0.01$ ;  $t=2.63$ ).

A presença de formigas influencia negativamente a ocorrência de herbívoros, pois o aumento da densidade de formigas leva a diminuição desses insetos ( $p=0.036$ ;  $r=0.15$ ). Seja nos galhos floridos ( $p=0.08$ ;  $r=0.23$ ) ou nos galhos sem flor ( $0.08$ ,  $r=0.22$ ) o padrão se repete da mesma forma. Porém, quando analisamos ambos os conjuntos de dados de forma única percebe-se que os dados de alta concentração de formigas e conseqüente baixo número de herbívoros foram registrados para os nectários dos galhos floridos e os dados contrários a esses foram registrados para os galhos sem flor. Isso mostra que é nos galhos floridos que estão concentradas as formigas e nos galhos não floridos que estão os herbívoros, apesar de que em ambos as formigas impedem a visita de herbívoros.

Os floríferos estão cada vez mais sendo considerados como herbívoros altamente prejudiciais as plantas. Um estudo ainda não publicado mostrou que associado a seis espécies de Malpighiaceae pode haver no mínimo 328 espécies distintas de visitantes florais sendo que 172 desses seriam floríferos (Torezan - Silingardi 2007). A florivoria reduz diretamente o número de botões e flores perfeitas na planta, causa produção de flores pequenas e reduz a taxa de encontro com os polinizadores. Assim, a evolução de um mecanismo capaz de impedir a florivoria é claramente previsível e os nectários extraflorais associados a formigas pode ser uma boa aposta, pois o custo da manutenção de NEFs é relativamente baixo para a planta principalmente quando comparado aos benefícios gerados pelas formigas ao defender a planta contra herbívoros.

Nosso trabalho corrobora diversos outros que mostram como nectários extraflorais podem atrair formigas e estas, por sua vez, impedir o forrageio de herbívoros (Oliveira *et al.*, 1987). Atraídas pelos nectários as formigas passam a forragear mais intensamente próximo a eles (Koptur 1984). Oliveira (1997) mostrou que as plantas que possuem nectários apresentam maior abundância de formigas do que plantas sem nectários. As formigas mais agressivas contra e que efetivamente atacam os insetos herbívoros são as formigas que se alimentavam de néctar proveniente dos NEFs. Além disso, ele mostrou que as formigas são mais agressivas e patrulham mais nas regiões mais próximas dos nectários onde elas forrageiam e esta foi a região onde os herbívoros foram menos encontrados.

Apresentamos aqui indícios de que uma possível manipulação direta dos caracteres atrativos do néctar de nectários extraflorais estaria acontecendo. Com isso haveria mais formigas próximo das estruturas reprodutivas em comparação a outras regiões da planta sem flor, mas também com nectários. Ao se alimentar próximo das flores e conseqüentemente protegê-las as formigas reduziriam as taxas de florivoria e permitiriam maior sucesso reprodutivo para a planta em questão. Manipulação de nectários para atrair formiga já foi demonstrada por Bentley (1977), porém essa

manipulação é em resposta a folivoria, nada ainda havia sido descrito para florivoria.

Nossa hipótese de manipulação é inspirada na teoria de defesa por exploração (Lucas & Waser 1989). Essa teoria assume que as formigas que exploram e defendem manchas de recursos o fazem por agredir e expulsar intrusos das manchas, no nosso caso os herbívoros. Mas, quando o recurso ocorre em várias manchas espalhadas, como os NEFs, para a formiga defender a maior quantidade de manchas possível ela precisa minimizar o tempo em cada mancha. Assim, a teoria pressupõe que se a quantidade dos recursos das manchas é a mesma a formiga tende a forragear de modo homogêneo, mas se for diferente, a formiga tende a forragear com maior intensidade nas manchas mais abundantes em recursos. Assim, quando mostramos que há mais formigas próximas das flores, o recurso ali deve ser mais abundante do que nos nectários longe das flores, visto que eles ocorrem ao mesmo tempo e em proximidade. Além disso, Dreisig (2000) mostrou que o número de formigas aumenta com a quantidade de nectários ativos e de néctar/nectário. Mostramos claramente que as formigas se aglomeram nos nectários próximos das flores e onde há mais flores. Mas, será que elas realmente protegem tais estruturas reprodutivas? Segundo Koptur (1992) podemos dizer que sim. Em seu trabalho esse autor mostrou que plantas cujas flores foram protegidas por formigas obtiveram maior fecundidade. Porém a presença de formigas perto da planta é um grande risco. Os nectários florais também atraem formigas, e estas na flor pode modificar a arquitetura floral, destruir as pétalas, e levar a produção compostos voláteis repelentes para insetos, inclusive os polinizadores. Logo, há um *trade-off* entre os benefícios anti-herbívoro e os prejuízos anti-polinizador sendo importante que a formiga permaneça fora da flor. Assim, podemos pensar que o aumento da produtividade do NEF pode agir de modo a diminuir ou até anular a frequência com que as formigas visitam a flor (efeito de saciedade do predador). Assim a planta ganha de dois modos usando a mesma estratégia: ela impede que florívoros e a própria formiga protetora danifique as flores, logo duplamente vantajoso.

## CONCLUSÃO

As formigas que visitam a planta estudada durante sua floração concentram sua atividade de forrageio e seu patrulhamento nos nectários extraflorais mais próximos das flores. Aumentando o forrageio nessas regiões a formiga passa a defender a planta contra ataque de florívoros que seriam prejudiciais à sua reprodução. Apesar disso, as poucas formigas que forrageiam nos NEFs distantes das flo-

res também mostram proteção contra herbívoros. Assim, mesmo durante o período reprodutivo, a proteção contra herbivoria permanece em toda a planta, mas é intensificada nas extremidades floridas. Tal situação permitiria a essa planta um maior sucesso reprodutivo em comparação a plantas carentes desse mecanismo, pois suas flores se manteriam intactas ao máximo. As evidências da existência de manipulação de formigas através de NEFs e os resultados positivos desse fenômeno são evidentes, mas o mecanismo pelo qual a planta manipula os NEFs ainda necessita de descrição. <p/ >

## REFERÊNCIAS

- Bentley, B.L. 1977.** Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 8: 407-428.
- Dreisig, H. 2000.** Defense by exploitation in the Florida carpenter ant, *Camponotus floridanus*, at an extrafloral nectar resource. *Behav Ecol Sociobiol*, 47: 274-279.
- Koptur, S. 1979.** Facultative mutualism between weedy vetches bearing extraflora nectaries and weedy ants in California. *Am Journal of Botany*, 66:1016 - 1020.
- Koptur, S. 1984.** Experimental evidence for defense of *Inga* (Mimosoideae) saplings by ants. *Ecology*, 65: 1787-1793.
- Koptur S. 1992.** Extrafloral nectar - mediated interactions between insects and plants, p.81 - 129. IN: Bernays E. (ed) *Insect - plant interactions*, C.R.C. Press, 487p.
- Leawitt H. & Robertson I. C. 2006. Petal herbivory by chrysomelid beetles (*Phyllotreta* sp.) is detrimental to pollination and seed production in *Lepidium papilliferum* (Brassicaceae). *Ecol Entomol*, 31: 657 - 660.
- Lucas J.R., Waser P.M. 1989.** Defense through exploitation: a Skinner box for tropical rain forests. *Trends Ecol Evol*, 4:62-63.
- Oliveira, P.S., da Silva, A.F. & Martins, A.B. 1987.** Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in cerrado vegetation: ants as potential antiherbivore agents. *Oecologia*, 74: 228-230.
- Oliveira, P.S. 1997.** The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). *Functional Ecology*, 11: 323-330.
- Torezan - Silingardi H. M. 2007.** A influência dos herbívoros florais, dos polinizadores e das características fenológicas sobre a frutificação de espécies da família Malpighiaceae em um cerrado de Minas Gerais, Tese de Doutorado, USP- FCLRP, Ribeirão Preto, 172p.