



# A INTERAÇÃO ENTRE MEMBRACÍDEOS (HEMIPTERA) E FORMIGAS PROTEGE INDIVÍDUOS DE *DALBERGIA ECASTOPHYLLUM* (FABACEAE) CONTRA A HERBIVORIA

Gustavo de Oliveira, Ana Maria Nieves, Débora Goedert, Estefanía Stanley & Paulo Alexandre Bogiani

## INTRODUÇÃO

Interações tritróficas entre insetos e plantas podem resultar em relações mutualísticas entre plantas, herbívoros e predadores. Nesses casos, os predadores se beneficiam da presença de herbívoros sugadores sobre a planta, limitando os danos provocados por outros herbívoros (Ricklefs & Schluter, 1993; Herrera & Pellmyr, 2002). Em alguns casos, herbívoros e predadores podem também desenvolver uma relação de mutualismo em que os predadores se alimentam de alguma substância excretada pelos herbívoros e estendem à planta a proteção dada a eles (Del-Claro & Oliveira, 2000).

Um exemplo de interação tritrófica planta-herbívoro-predador é a ocorrência de hemípteros e formigas em plantas. Os hemípteros parasitam a planta hospedeira através do consumo da seiva elaborada (Krebs, 1994) e parte desta seiva ingerida pelos hemípteros é excretada e consumida por formigas – uma relação alimentar denominada trofobiose (Holldobler & Wilson, 1990). As formigas, por sua vez, oferecem proteção aos hemípteros contra predação e parasitismo (Holldobler & Wilson, 1990). A relação mutualística existente entre hemípteros e formigas estabelece, de forma indireta, uma nova interação mutualística planta-formiga, em que a oferta de alimento é recompensada pela defesa contra herbívoros (Herrera & Pellmyr, 2002; Dátilo, 2009).

*Dalbergia ecastophyllum* (Fabaceae) é uma planta arbustiva típica das vegetações de transição entre dunas e restinga (Souza & Capellari Jr., 2004). Indivíduos dessa espécie são comumente infestados por *Membracis foliata* (Hemiptera: Membracidae) que se alimentam da seiva elaborada da planta. Os membracídeos estão, em geral, localizados nos ramos mais jovens e são atendidos por várias espécies de formigas que se alimentam das suas excretas açucaradas. Assim como em outros sistemas (Holldobler & Wilson, 1990), é possível que a relação tritrófica entre *D. ecastophyllum*, *M. foliata* e formigas traga benefícios para todas as espécies envolvidas na interação.

Neste estudo, testamos se o número de membracídeos que infestam *D. ecastophyllum* está relacionado com o número de formigas presentes na planta e se a quantidade de formigas tem algum efeito na defesa da planta contra herbívoros. Mais especificamente, hipotetizamos que (1) quanto maior for a quantidade de membracídeos na planta, maior será a disponibilidade de alimento, o que resultará no aumento da ocorrência de formigas. Consequentemente, prevemos que: (i) a probabilidade de ocorrência de formigas está diretamente relacionada ao número de membracídeos e (ii) o número de formigas está diretamente relacionado ao número de membracídeos. Também testamos a hipótese de que (2) a ocorrência de formigas que interagem com membracídeos aumentará a defesa da planta contra a herbivoria. Assim, esperamos que (iii) formigas removerão herbívoros e (iv) a probabilidade de remoção de herbívoros está diretamente relacionada ao número de formigas.

## MATERIAL & MÉTODOS

Realizamos o estudo na Praia do Guarauzinho, no Núcleo Arpoador da Estação Ecológica da Juréia-Itatins (24°17' - 24°35'S; 47°00' - 47°30'O), município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo. Amostramos 33 ramos de *D. ecastophyllum* infestados com *M. foliata* na vegetação beira-mar, ao longo de um transecto de aproximadamente 120 m.

Para testar se a probabilidade de presença e o número de formigas aumentam em proporção ao número de membracídeos, registramos a ocorrência de formigas, o número de formigas e o número de membracídeos nos 30 cm mais distais de cada ramo infestado. Para testar se formigas atuam na remoção de herbívoros, simulamos a presença de um herbívoro com um operário de cupim (Termitidae). Colamos o cupim com cola

branca em uma folha selecionada aleatoriamente em cada ramo, a 5 cm do local onde se encontravam os membracídeos. Vistoriamos os ramos experimentais em intervalos de 20 min (durante 80 min), registrando se os cupins tinham sido removidos.

A relação entre a probabilidade de ocorrência de formigas e o número de membracídeos foi testada com uma regressão logística. Já a relação entre o número de formigas e o número de membracídeos foi testada com uma regressão linear. Para análise de regressão linear, normalizamos os resíduos através do logaritmo das variáveis somadas de 1. Fizemos um teste de qui-quadrado para testar se a presença de formigas no ramo aumenta a probabilidade de remoção do cupim. Por fim, fizemos outra regressão logística para testar se há relação entre o número de formigas e a probabilidade de remoção do cupim.

## RESULTADOS

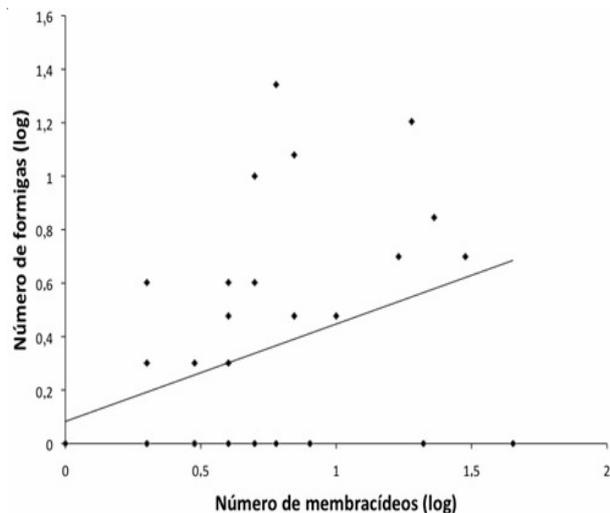
Encontramos visitantes em 21 dos 33 ramos de *D. ecastophyllum* infestados com *M. foliata*. Os visitantes mais comumente encontrados foram formigas pertencentes a seis espécies (Tabela 1), que ocorreram em 17 ramos (81%). Além das formigas, observamos abelhas alimentando-se da excreta dos membracídeos em cinco ramos (23,8%), sendo que em um dos ramos, abelhas e formigas ocorriam concomitantemente.

**Tabela 1.** Espécies de formigas encontradas nos ramos de *Dalbergia ecastophyllum* e sua eficácia na remoção de cupins. Em dois casos, *Crematogaster* sp. foi encontrada co-ocorrendo com outra espécie (*Cephalotes* sp. ou *Pheidole* sp.).

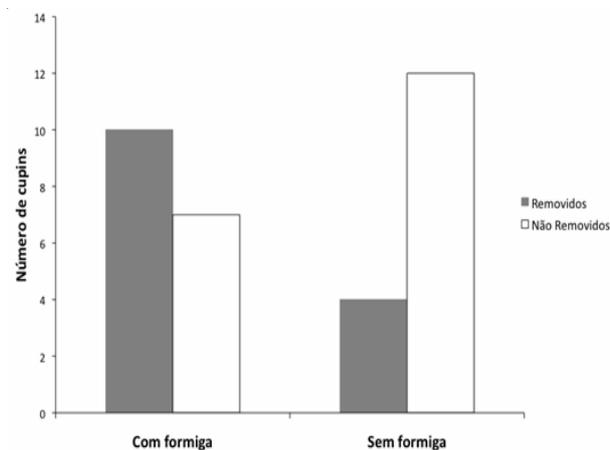
Formigas	Número de ramos	% de remoções
<i>Camponotus</i> sp. 1	2	100
<i>Camponotus</i> sp. 2	4	100
<i>Cephalotes</i> sp.	1	0
<i>Crematogaster</i> sp.	8	50
<i>Pheidole</i> sp.	2	0
Formicinae não identificada	2	50

Não encontramos relação entre o número de membracídeos e a presença de formigas ( $\chi^2 = 0,178$ ; g.l. = 1;  $p = 0,673$ ). Entretanto, o número de formigas aumentou com o número de membracídeos (Figura 1). Adicionalmente, verificamos que a presença de formigas aumentou a probabilidade de remoção dos cupins (Figura 2). No entanto, o aumento no número de formigas não influenciou a probabilidade de remoção dos cupins ( $\chi^2 = 0,128$ ; g.l. = 1;  $p = 0,725$ ). Houve variação no número de remoções de cupins entre as diferentes

espécies de formiga, sendo que para as duas espécies de *Camponotus*, a eficiência de remoção foi de 100% (Tabela 1). Alguns cupins foram removidos por outros predadores que ocorrem em ramos infestados ( $n = 3$ ), tais como aranhas da família Salticidae. Não observamos, porém, abelhas removendo cupins. Finalmente, observamos um caso de interação agonística entre abelhas e formigas.



**Figura 1.** Relação entre o logaritmo do número de *Membracis foliata* e o logaritmo do número de formigas ( $R^2 = 0,123$ ;  $p = 0,046$ ) em 33 ramos de *Dalbergia ecastophyllum*.



**Figura 2.** Número de cupins que foram e não foram removidos em ramos de *Dalbergia ecastophyllum* com ou sem formigas, indicando diferenças significativas na remoção dependendo da presença de formigas ( $\chi^2 = 3,958$ ; g.l. = 1;  $p = 0,047$ ).

## DISCUSSÃO

Neste estudo demonstramos que a quantidade de membracídeos encontrados em *D. ecastophyllum* influencia positivamente a quantidade de formigas que visitam o ramo infestado, mas a ocorrência de formigas no ramo não é determinada pela quantidade de membracídeos. É possível que a

probabilidade das formigas encontrarem ramos infestados por membracídeos dependa prioritariamente da proximidade das colônias, de modo que ramos mais próximos de formigueiros tenham maior chance de serem localizados pelas operárias. Uma vez encontrado um ramo infestado, entretanto, as formigas parecem ajustar o número de operárias patrulhando este ramo de acordo com o número de membracídeos presentes.

A presença de formigas em *D. ecastophyllum* parece proporcionar defesa da planta contra herbivoria, embora a eficácia desta defesa não esteja diretamente associada ao número de formigas que patrulham a planta. Esse cenário pode indicar que indivíduos com maior quantidade de membracídeos estariam em desvantagem em relação aos indivíduos com menor número, pois um maior número de formigas não resulta em melhor defesa, mas uma quantidade maior de membracídeos provavelmente resulta em maior exploração da planta. Entretanto, para as duas espécies de *Camponotus* a remoção de cupins foi feita por um único indivíduo. Assim, as espécies de formigas pequenas, ou cuja capacidade de encontrar e remover o cupim seja baixa, necessitariam de uma maior quantidade de indivíduos para remover o herbívoro. Já para as espécies de maior tamanho ou com comportamento mais agressivo, o número de indivíduos não seria um fator limitante à capacidade de defender a planta. Além disso, as diferenças na capacidade de subjugar herbívoros não dependem apenas de características das formigas, mas também de características dos herbívoros (Freitas & Oliveira, 1996) e da quantidade em que estão presentes em uma planta.

Outros visitantes podem ter papel importante na interação entre as formigas e as plantas, como as abelhas que se alimentam da secreção dos membracídeos, mas possivelmente não participam da remoção de herbívoros. É possível que abelhas impeçam o acesso de formigas aos membracídeos e, com isso, diminuam a defesa da planta contra herbívoros. Por outro lado, aranhas da família Salticidae podem ajudar na defesa da planta ao predarem herbívoros que estão nos ramos, como observamos em três ocasiões durante nosso experimento.

Em conclusão, baixos níveis de infestação por membracídeos em *D. ecastophyllum* geram níveis de defesa similares aos obtidos com altos níveis de infestação. O consumo de seiva, no entanto, deve ser maior com o aumento do número de membracídeos e, portanto, é possível que o aumento no número de membracídeos resulte em

prejuízo para a planta, já que algumas espécies de formigas e alguns visitantes associados aos membracídeos não removem os herbívoros. Sugerimos, portanto, que estudos futuros investiguem como se dá a influência de cada uma das espécies visitantes sobre defesa contra herbívoros em *D. ecastophyllum*.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à monitora Marie Claire pela ajuda e apoio no campo, bem como ao Dito e ao professor Glauco pelos cupins e pela identificação das espécies utilizadas no trabalho. Agradecemos especialmente ao Miúdo, pelo apoio técnico e logístico, e pelas discussões que em muito engrandeceram o nosso trabalho. Por fim, agradecemos aos colegas e outros professores pelas críticas e sugestões.

## REFERÊNCIAS

- Beattie, A.J. 1985. *The evolutionary ecology of ant-plant mutualism*. Cambridge University Press, New York.
- Dátilo, W.; E.C. Marques; J.C.F. Falcão & D.D.O. Moreira. 2009. Interações mutualísticas entre formigas e plantas. *EntomoBrasilis*, 2:32-36.
- Del-Claro, K. & P.S. Oliveira. 2000. Conditional outcomes in a neotropical treehopper-ant association: temporal and species-specific variation in ant protection and homopteran fecundity. *Oecologia*, 124:156–165.
- Freitas, A.V.L. & P.S. Oliveira. 1996. Ants as selective agents on herbivore biology: effects on the behaviour of a non-myrmecophilous butterfly. *Journal of Animal Ecology*, 65:205-210.
- Herrera, C.M. & O. Pellmyr. 2002. *Plant-animal interactions: an evolutionary approach*. Blackwell Science, Cornwall.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge.
- Krebs, C.J. 1994. *Ecology – the experimental analysis of distribution and abundance*. Addison-Wesley E. P., New York.
- McKey, D. 1988. Promising new directions in the study of plant mutualisms, pp. 335-355. Em: *International Botanical Congress, Berlin 1987-Proceedings* (W. Greuter & B. Zimmer, eds.). Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Ricklefs, R.E. & D. Schluter. 1993. *Species diversity in ecological communities*. The University of Chicago Press, Chicago.

Souza, C.R.G. & L. Capellari Jr. 2004. A vegetação das dunas e restingas da Estação Ecológica Juréia-Itatins, pp. 103-114. Em: *Estação Ecológica Juréia-Itatins – ambiente físico, flora e fauna* (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Holos Editora, Ribeirão Preto.

**Orientação:** Paulo Roberto Guimarães Jr.