



Fontes alternativas de açúcar desviam a atenção de formigas sobre hemípteros sugadores?

Amanda Ercília de Carvalho, Gabriel Frey, Thaís Nícia Azevedo & Márcia Duarte

RESUMO: Sistemas com três níveis tróficos podem ser constituídos pelas interações entre plantas, hemípteros sugadores e formigas. Um exemplo desse sistema é a interação entre *Dalbergia ecastophyllum*, o hemíptero *Membracis foliata* e formigas que consomem a seiva açucarada excretada pelos hemípteros, protegendo-os de predadores. Esse modelo biológico foi utilizado para testar a hipótese de que nectários extraflorais (NEFs) poderiam ter sido selecionados como forma de desviar a atenção das formigas sobre os herbívoros sugadores. Foram fixadas fontes alternativas de açúcar em 18 ramos de *D. ecastophyllum*. As formigas foram atraídas para a fonte alimentar alternativa, mas não houve a redução esperada no número de formigas visitando os membracídeos na presença da fonte alternativa. A alta capacidade de recrutamento das formigas parece permitir que elas usem fontes alternativas de recursos, sugerindo que a evolução de NEFs não seria suficiente para minimizar os efeitos negativos promovidos pelos membracídeos.

PALAVRAS-CHAVE: herbivoria, interação inseto-plantas, mutualismo defensivo, nectários extra-florais

INTRODUÇÃO

A herbivoria é uma relação antagonística, na qual estruturas da planta são consumidas pelo herbívoro. A planta é prejudicada pela retirada de tecidos ou seiva elaborada e o herbívoro é beneficiado pela aquisição de material nutritivo (Beattie & Hughes, 2002). Outras interações podem modificar a relação de herbivoria como, por exemplo, a trofobiose, que consiste na relação de consumo estabelecida entre um herbívoro sugador de seiva e um organismo predador que consome as excretas açucaradas produzidas pelo próprio herbívoro (Hölldobler & Wilson, 1990). Esse tipo de relação em três níveis tróficos forma um sistema de interações no qual a proteção dos sugadores promovida pelos predadores pode, eventualmente, prejudicar a planta (Beattie & Hughes, 2002).

Um exemplo de sistema tritrófico é a relação entre plantas, membracídeos (Hemiptera: Membracidae) e formigas. Os membracídeos são herbívoros sugadores de seiva que excretam uma substância açucarada da qual as formigas se alimentam. Em troca, os membracídeos recebem proteção das formigas contra predadores e parasitóides (Beckmann & Stucky, 1981). Há indícios de que as plantas podem ser prejudicadas indiretamente pela proteção dos membracídeos pelas formigas, pois a atividade das formigas pode aumentar os níveis de herbivoria e consequentemente, a transmissão de doenças virais

através das probóscides dos hemípteros (Beattie & Hughes, 2002).

Nesse contexto, foi proposto que o desenvolvimento de uma estratégia defensiva de plantas contra a herbivoria tenha sido o surgimento de estruturas que produzem substâncias açucaradas, como nectários extraflorais (NEFs) (Del-Claro & Oliveira, 1993). NEFs são atrativos para uma variedade de animais, a exemplo das formigas, que podem em troca oferecer proteção às plantas contra o ataque de herbívoros (Beattie & Hughes, 2002). A distração das formigas promovida pelos NEFs reduziria a proteção dos membracídeos, aumentando a probabilidade deles serem removidos por inimigos naturais, minimizando o dano às plantas.

Um sistema potencialmente adequado para o estudo dos custos e benefícios para espécies envolvidas com interações tritróficas é formado pela interação entre uma planta abundante em matas de restinga, a *Dalbergia ecastophyllum* (Fabaceae), *Membracis foliata* (Hemiptera: Membracidae) e formigas. *Membracis foliata* consome a seiva elaborada de *D. ecastophyllum* e as formigas consomem as excretas açucaradas do membracídeo. Nesse sistema, as plantas não possuem NEFs. Entretanto, com simples experimentos de adição de fontes alternativas de açúcar (NEFs artificiais) podemos testar padrões que revelem o possível papel defensivo dos NEFs

contra herbívoros sugadores, como os membracídeos (Del-Claro & Oliveira, 1993).

O objetivo deste estudo foi testar experimentalmente se a adição de uma fonte alternativa de açúcar em ramos de *D. ecastaphyllum* seria capaz de promover o abandono dos membracídeos pelas formigas, como esperado pela hipótese sugerida por Del-Claro e Oliveira (2003). Para isso, testamos duas hipóteses: (a) a primeira é de que as formigas são atraídas por fontes alternativas de açúcar fixadas em partes da planta; (b) a segunda hipótese é que a proteção dos membracídeos pelas formigas diminuirá com o acréscimo de fontes alternativas de açúcar sobre as folhas.

MATERIAL & MÉTODOS

Área de estudo

O experimento foi conduzido na restinga da praia do Guarauzinho, localizada na Estação Ecológica Juréia-Itatins, município de Peruíbe, estado de São Paulo (24°17' - 24°35'S; 47°00' - 47°30'O) (Oliveira *et al.*, 2010). A vegetação de restinga no local é estreita e diretamente influenciada pela Mata Atlântica (Souza & Capellari Jr., 2004). Na transição bem delimitada entre a restinga e a praia, *D. ecastaphyllum* forma arbustos que formam grandes manchas (Couto & Cordeiro, 2005).

Coleta de dados

Para selecionar os ramos usados no experimento, estabelecemos um transecto de aproximadamente 120 m no limite entre a praia e a vegetação arbustiva que delimita a restinga. Marcamos todos os ramos até uma altura de 2 m nos arbustos de *D. ecastaphyllum* em que ao menos um membracídeo estava presente (seja na forma adulta ou na de ninfa). Para a adição de uma fonte alternativa de açúcar, utilizamos quadrados de papel filtro de 1 cm² embebidos em solução saturada de sacarose (adiante referidos como NEFs artificiais). No grupo controle, os papéis foram embebidos em água. Sorteamos o tipo de tratamento que cada ramo receberia e fixamos os NEFs artificiais na base de cada uma das três primeiras folhas abaixo do último membracídeo encontrado. Em ramos em que não havia folhas abaixo dos membracídeos, posicionamos os nectários artificiais nas primeiras três folhas do ramo ao lado. Ao fixarmos os NEFs artificiais nos ramos, contamos o número de formigas presentes em um raio de 15 cm ao redor dos membracídeos. Observamos o sistema por 2 h, repondo os NEFs artificiais e o controle que eventualmente caíam. Após esse tempo, registramos: (i) o número de formigas a

uma distância de até 3 cm dos membracídeos nos ramos de *D. ecastaphyllum* e (ii) o número de formigas sobre ou até 1 cm ao redor dos quadrados de papel.

Análises estatísticas

Para testarmos a hipótese de que as fontes alternativas de açúcar são capazes de atrair as formigas, calculamos a diferença entre a média do número de NEFs artificiais que possuíam formigas no grupo tratamento e a média do número de quadrados de papel com água que possuíam formigas no grupo controle. A expectativa era de que houvesse um maior número de formigas nos NEFs artificiais que no controle. Para testar a probabilidade do resultado observado ser produzido pelo acaso, realizamos um teste de permutação (10.000 aleatorizações), em que o número de nectários artificiais com formigas e de quadrados com água com formigas foram aleatorizados entre os dois grupos (Manly, 1998).

Para testar se a proteção dos membracídeos pelas formigas diminui com o acréscimo de uma fonte alternativa de açúcar em *D. ecastaphyllum*, calculamos a média da redução do número de formigas que visitam os membracídeos entre o tempo inicial e final. Para testar a probabilidade de o resultado observado ser produzido pelo acaso, permutamos (10.000 aleatorizações) entre os dois grupos o número de formigas encontradas visitando os membracídeos, separadamente para cada tempo (inicial e final). A expectativa era de que houvesse uma redução no número de formigas próximas aos membracídeos quando havia uma fonte alternativa de açúcar em *D. ecastaphyllum* e que essa redução não aconteceria no controle.

RESULTADOS

Encontramos 30 ramos em que *M. foliata* estava presente. Após 2 h do início do experimento, observamos que 12 dos 18 ramos com NEFs artificiais possuíam formigas sobre os papéis de filtro. Nenhuma formiga foi encontrada sobre os papéis filtro nos ramos controle. Houve redução no número de formigas que visitaram os membracídeos tanto nos ramos com NEFs artificiais como nos ramos usados como controle (Figura 1). Nos ramos com fonte alternativa de açúcar o número de formigas que visitaram os membracídeos reduziu em média $0,72 \pm 1,49$ indivíduos entre o tempo inicial e final. Nos ramos usados como controle a diferença entre os tempos inicial e final foi, em média, de $0,33 \pm 0,89$ indivíduos. Entretanto, tal diferença entre a redução no número de indivíduos no controle e no tratamento

com fonte alternativa de açúcar não foi significativa ($p=0,28$).

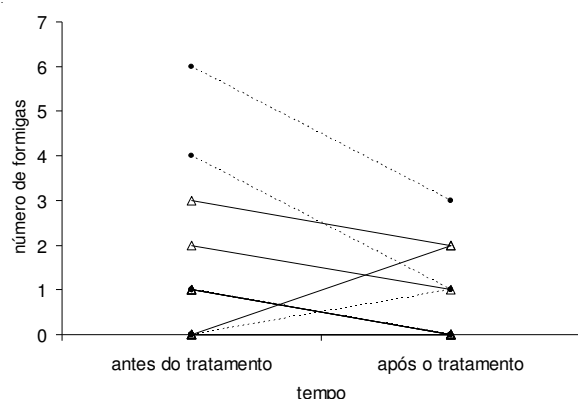


Figura 1. Variação do número de formigas que visitaram insetos sugadores de seiva (Hemiptera: Membracidae) em 30 ramos de *Dalbergia ecastaphyllum* no tempo inicial e no tempo final ($t = 2$ h). Em 18 dos ramos foram colocados quadrados de papel de filtro com solução saturada de sacarose (tratamento). Nos outros 12 ramos foram colocados quadrados de papel de filtro com água (controle). Os ramos tratamento estão representados pelos círculos cheios (%) e os ramos controle estão representados pelos triângulos vazios (“). Alguns dos pontos estão sobrepostos na figura. As linhas conectam observações de um mesmo ramo. Um par de pontos do tratamento foi omitido (tempo inicial = 15 formigas; tempo final = 10 formigas) para que os pontos restantes pudessem ser melhor visualizados.

DISCUSSÃO

As formigas foram atraídas pelos NEFs artificiais, assim como esperado. Porém, não observamos diminuição do número de indivíduos que visitaram os membracídeos quando havia uma fonte alternativa de açúcar nas plantas. O resultado encontrado pode ser explicado pela existência de grandes colônias de formigas que patrulham as plantas e têm um recrutamento eficaz. De fato, em florestas tropicais, formigas são abundantes e vivem em grandes colônias (Hölldobler & Wilson, 1990). Del-Claro & Oliveira (1993) observaram um maior recrutamento de formigas operárias com o aumento da disponibilidade de recursos alimentares em um sistema tritrófico semelhante no cerrado. Além disso, Oliveira *et al.* (2010) encontraram uma relação positiva entre o número de formigas e de membracídeos nos ramos de *D. ecastaphyllum*, indicando um recrutamento eficiente de formigas.

Além do recrutamento, Del-Claro & Oliveira (1993) sugerem que o néctar e as excretas açucaradas dos hemípteros podem constituir recursos diferentes da dieta de formigas. Portanto, estudos futuros deveriam investigar se a manipulação da qualidade do néctar de plantas com NEFs artificiais em sistemas tritróficos alteraria a resposta das formigas.

Concluimos que, para plantas em que herbívoros sugadores de seiva são protegidos por formigas, NEFs não devem ser uma resposta eficiente das plantas para desviar a atenção das formigas sobre esses herbívoros e diminuir a herbivoria. Ainda assim, mesmo que a quantidade de herbivoria seja alta, um maior número de formigas sobre os ramos pode trazer para toda a planta proteção contra outros tipos de herbívoros.

AGRADECIMENTOS

A equipe Beijo-grego agradece ao professor Paulo Roberto Guimarães Jr. (Miúdo) pela orientação e suporte durante a execução deste projeto, ao professor Glaucio Machado pela oportunidade do Curso de Ecologia de Campo e aos colegas da turma pelo companheirismo.

REFERÊNCIAS

- Beattie, A.J. & L. Hughes. 2002. Ant-plant interactions, pp. 211-235. Em: *Plant-animal interactions: an evolutionary approach* (C.M. Herrera & O. Pellmyr, eds.). Blackwell Publishing, Oxford.
- Beckmann, R.L. & J.M. Stucky. 1981. Extrafloral nectaries and plant guarding in *Ipomoea pandurata* (L.) G.F.W. Mey. (Convolvulaceae). *American Journal of Botany*, 68:72-79.
- Couto, O.S. & R.M.S. Cordeiro. 2005. *Manual de reconhecimento de espécies vegetais da restinga do estado de São Paulo*. Editora SMA, São Paulo.
- Del-Claro, K. & P.S. Oliveira. 1993. Ant-Homoptera interaction: do alternative sugar sources distract tending ants? *Oikos*, 68:202-206.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge.
- Manly, B.F.J. 1998. *Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology*. Chapman & Hall, New Zealand.
- Oliveira, G.; A.M. Nievas; D. Goedert; E. Stanley & P.A. Bogiani. 2010. A interação entre Membracídeos (Hemiptera) e formigas protege indivíduos de *Dalbergia ecastaphyllum* (Fabaceae) contra a herbivoria. Em: *Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica”* (G. Machado, A.A. Oliveira & P.I.K.L. Prado, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Souza, V.C. & L. Capllan Jr. 2004. A vegetação das dunas e restinga 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.