



Formigas diminuem a quantidade de visitantes florais em *Cordia curassavica* (Boraginaceae)?

Renata Martins Belo, Mariana Fekete Moutinho, Paula Sicsu & Enrico Frigeri

RESUMO: Na interação entre plantas e formigas, as formigas são beneficiadas pelo abrigo e alimento e as plantas recebem proteção contra herbívoros e parasitas. Para testar a hipótese de que o patrulhamento de formigas nos nectários extraflorais (NEFs) de erva baleeira (*Cordia curassavica*), interfere na polinização, medimos o número de visitantes florais em ramos com flores, com e sem acesso das formigas, e a remoção de cupins colocados nas flores. Não houve diferença no patrulhamento entre ramos com e sem flores, nem no número de visitantes florais nos ramos com e sem acesso das formigas. Mais cupins foram removidos nos ramos com acesso às formigas. As formigas defendem as flores, pois removem os herbívoros, mas não afetam a polinização por visitantes florais rápidos.

PALAVRAS-CHAVES: conflito polinização-proteção, erva baleeira, interação inseto-plantas, mutualismo, nectários extraflorais

INTRODUÇÃO

Mutualismo é uma interação entre dois ou mais indivíduos em que todos os envolvidos aumentam sua aptidão (Howe & Westley, 1988). O mutualismo entre animais e plantas envolve três processos que se destacam por sua relevância ecológica: a polinização, a dispersão de sementes e a proteção contra herbívoros (Howe & Westley, 1988). Como resultado desses processos, as plantas podem ser beneficiadas pela disseminação de propágulos, facilitação da fecundação cruzada através da locomoção dos agentes polinizadores, proteção contra herbivoria, e fornecimento de nutrientes (Bawa & Hadley, 1990). Os animais podem ser beneficiados pela utilização, por exemplo, de néctar e/ou pólen como recurso e pelo uso da planta como abrigo (Bawa & Hadley, 1990).

A polinização geralmente decorre de uma interação mutualística entre animais e plantas (Herrera & Pellmyr, 2002). Polinização é um mecanismo reprodutivo vegetal que envolve o transporte de pólen entre indivíduos de plantas com flores (Schowalter, 2006). Este transporte pode ser realizado por mecanismos abióticos, como o vento, e bióticos (Schowalter, 2006). Os mecanismos bióticos de polinização são realizados por animais, e os insetos são os principais polinizadores da maioria de espécies de plantas nos trópicos (Herrera & Pellmyr, 2002).

Outro exemplo de interações entre animais e plantas é a associação entre plantas e formigas, no qual as

formigas fornecem às plantas proteção, através de um patrulhamento (Howe & Westley, 1988). Nesse processo de proteção, as formigas atacam e removem herbívoros, buscando defender os recursos pela planta oferecidos, tais como abrigo e recursos alimentares, por exemplo, os nectários extraflorais (Oliveira & Oliveira-Filho, 1991). Os nectários extraflorais (NEFs) são glândulas que secretam néctar que não estão diretamente relacionadas à polinização e podem estar localizados em folhas, pecíolos, ramos, estípulas ou próximas às partes reprodutivas (Oliveira & Oliveira-Filho, 1991). Casos de associação mutualística envolvendo NEFs como atrativos às formigas são observados em todo o mundo (Oliveira & Oliveira-Filho, 1991).

O patrulhamento de formigas atraídas pelos recursos oferecidos nos NEFs pode afastar potenciais polinizadores, reduzindo o sucesso reprodutivo das plantas. (Wagner & Kay, 2002; Heil & McKey, 2003). Sendo assim, é possível que o mutualismo entre formigas e -planta interfira negativamente no mutualismo entre planta e seus -polinizadores. Um organismo modelo para avaliar essa interferência das formigas na polinização é a planta *Cordia curassavica* (Boraginaceae), conhecida popularmente como erva baleeira. *Cordia curassavica* é um arbusto aromático que ocorre principalmente em restingas, dunas e praias. Esta planta produz NEFs e recebe patrulha de formigas. É provável que *C. curassavica* possua

relações mutualísticas com insetos polinizadores, visto que já foram observadas visitas de insetos de diferentes ordens nas flores desta planta (Corrêa *et al.*, 2001; Lapa, 2006; Lemes *et al.*, 2008).

Considerando que as formigas que patrulham *C. curassavica* possuem comportamento de ataque contra outros insetos na planta, testamos a hipótese de que o patrulhamento de formigas de *C. curassavica* interfere na polinização, pois, ao defender seus recursos, as formigas afastariam ou mesmo removeriam visitantes florais. Sendo assim, prevemos que o número de visitantes florais será menor em ramos com flores nos quais as formigas têm acesso. Prevemos também que as formigas removerão insetos experimentalmente colocados em flores.

MATERIAL & MÉTODOS

Realizamos o estudo na praia do Guarauzinho (24°38'71"S; 47°01'73"O), localizada dentro da Estação Ecológica Juréia-Itatins (E.E.J.I.), município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo. A coleta de dados foi realizada na restinga, porção mais exposta à areia da praia em quatro transectos de aproximadamente 20 m cada onde havia grande abundância de *Cordia curassavica*. Para testarmos a interferência das formigas sobre os visitantes florais e a remoção de modelos de visitantes florais, dividimos o estudo em dois experimentos.

1-Visitantes florais

Para testar se as formigas interferem na frequência de visitas nos ramos florais, utilizamos 36 ramos com flores de *Cordia curassavica*. Estes ramos foram divididos em um grupo controle (n=16), no qual as formigas tinham acesso às flores, e um grupo tratamento (n=20). O tratamento consistia na aplicação de uma quantidade de graxa na base da haste da inflorescência, suficiente para que as formigas fossem impedidas de acessar as flores. Designamos os ramos para controle e tratamento por meio de sorteio. As formigas foram retiradas de todos os ramos no início do experimento. Contamos o número de insetos presentes nas flores em intervalos de 10 minutos durante uma hora.

Para testarmos se ramo com flores isolados de formigas tiveram maior número de visitantes florais, utilizamos como estatística de interesse a diferença entre as médias do total de insetos visitantes do tratamento e do controle. Realizamos 10.000 permutações dos números observados de visitantes entre os tratamentos para gerar uma distribuição sob a hipótese nula de que não haveria diferença no

número de visitantes entre tratamento e controle. Em seguida contamos o número de valores da estatística que foram maiores ou iguais a diferença das médias. Dividindo este número pelo de permutações, determinamos a probabilidade com que o valor obtido poderia ser encontrado sob a hipótese nula.

2-Remoção de visitantes situados nas flores

Para testar se visitantes situados nas flores poderiam ser removidos por formigas, quando estas têm acesso as flores, colamos um cupim na flor mais próxima da haste da inflorescência de cada um dos ramos. Os cupins foram usados como modelo de inseto com pouca mobilidade, que dispense maior tempo nas flores. Utilizamos os mesmos ramos com flores utilizados no tópico anterior, com 16 réplicas nos controles e 20 réplicas nos tratamentos. Após uma hora e meia contamos o número de cupins removidos ou que estavam sendo manipulados pelas formigas em cada tratamento.

Para testarmos se um maior número de visitantes situados nas flores seriam removidos em ramos em que as formigas têm acesso, utilizamos como estatística de interesse a diferença entre o número total de cupins removidos ou em manipulação entre o tratamento e o controle. Para gerar uma distribuição sob a hipótese nula de que não haveria diferença entre o número de cupins removidos entre tratamento e controles, permutamos ao acaso os números observados em cada ramo entre os ramos tratamento e controle. Em seguida contamos o número de valores da estatística que foram maiores ou iguais a diferença do número de cupins. Dividindo este número pelo de permutações, determinamos a probabilidade com que o valor obtido poderia ser encontrado sob a hipótese nula.

RESULTADOS

A média de visitantes florais foi maior no tratamento, no qual as formigas não tiveram acesso às flores (1,1±1,5), do que no controle (0,7±1,8). A diferença observada entre estas médias foi de 0,4 visitantes por ramo, e uma diferença igual ou superior a esta foi obtida em 2738 das 10000 permutações, o que indica que esta diferença não é significativa (p=0,27). O número total de cupins removidos ou manipulados pelas formigas foi seis vezes maior no controle (cupins removidos ou manipulados = 6), onde as formigas tiveram livre acesso às flores, do que no tratamento (cupins removidos ou manipulados = 1) (p = 0,019).

DISCUSSÃO

O número de visitantes florais não foi afetado pela presença de formigas nos ramos de *C. curassavica*. Esse fato pode estar relacionado com as diferenças na velocidade de locomoção e reação dos visitantes florais e das formigas. Por outro lado, as formigas são efetivas em remover insetos que permaneceram durante mais tempo nas flores. O maior tempo de permanência dos insetos deve aumentar as chances de sua detecção e remoção pelas formigas.

A presença das formigas nos ramos com flores não interferiu negativamente no número de visitantes florais. A diferença entre o tempo que os visitantes florais dispendem nas flores e o tempo necessário para as formigas detectarem e atacarem intrusos recém-chegados na planta pode explicar o padrão encontrado. Os visitantes florais de *C. curassavica* são borboletas (Corrêa *et al.*, 2001, Lemes *et al.*, 2008), abelhas, himenópteros e moscas (Lapa, 2006), insetos voadores que dispendem pouco tempo em suas visitas. É razoável assumir que o tempo de detecção e ataque a intrusos pelas formigas deve ser superior ao tempo dispendido por cada visitante floral, visto que as formigas são ápteras e precisam se deslocar ao longo da planta para acessar o local em que o intruso se encontra. Portanto, o patrulhamento de formigas não deve interferir na ação de polinizadores de *C. curassavica*, que são rápidos.

As plantas alocam uma grande quantidade de energia na produção de flores (Herrera & Pellmyr, 2002; Begon *et al.*, 2006), por isso, o patrulhamento por formigas, no período de dispersão de pólen, pode ser vantajoso para evitar que estruturas reprodutivas de alto custo sejam perdidas por herbivoria (Chamberlain & Holland, 2009). Esse mecanismo pode ocorrer nas plantas de *C. curassavica*, visto que observamos a remoção de insetos que dispendem mais tempo na flor por formigas. Se herbívoros dispendem mais tempo nas flores, é possível que as formigas os removam de forma análoga à remoção observada com os cupins. Sendo assim, a remoção de herbívoros florívoros pelas formigas pode contribuir para o aumento da aptidão da planta (Heil & McKey, 2003; Bronstein *et al.*, 2006; Chamberlain & Holland, 2009).

Concluimos que as formigas que interagem com a espécie *Cordia curassavica* não prejudicam a polinização, visto que a visitação de insetos voadores nas flores não foi afetada. Por outro lado as formigas removem insetos que permanecem mais tempo nas flores, que podem causar danos a elas. Portanto, parece não existir conflito entre os mutualismos de *Cordia curassavica* com formigas e com polinizadores. Sugerimos que estudos sejam

realizados no intuito de identificar quais visitantes florais são realmente polinizadores de *C. curassavica* e o tempo que eles dispendem nas flores, comparando com o tempo que as formigas demoram para detectar e atacar invasores. Desta forma estaríamos verificando a eficácia das formigas com relação à detecção e ataque a polinizadores lentos, identificando assim se o sistema formiga-polinizador poderia prejudicar o sistema planta-polinizador lento.

AGRADECIMENTOS

Gostariamos de agradecer ao professor Miúdo e a monitora Babi por toda a ajuda durante o trabalho de campo e conselhos para o trabalho escrito. Agradecemos também as preciosas dicas dos revisores, para que este trabalho tenha chegado ao céu.

REFERÊNCIAS

- Bawa, K. & M. Hadley. 1990. *Reproductive ecology of tropical forest plants*. UNESCO, Paris.
- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Bronstein, J.L.; R. Alarcun & M. Geber. 2006. The evolution of plant-insect mutualisms. *New Phytologist*, 172:412-428.
- Chamberlain, S.A. & J.N. Holland. 2009. Quantitative synthesis of context dependency in ant-plant protection mutualism. *Ecology*, 9:2384-2392.
- Corrêa, C.A.; B.E. Irgang & G.R.P. Moreira. 2001. Estrutura floral das angiospermas usadas por *Helicoius erato phyllis* (Lepidoptera, Nymphalidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Itheringia*, 90:71-84.
- Heil, M. & L.C. McKey. 2003. Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34:425-453.
- Herrera, M. & O. Pellmyr. 2002. *Plant-animal interactions. An evolutionary approach*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Howe, H.F. & L.C. Westley. 1988. *Ecological relationships of plants and animals*. Oxford University Press, New York.
- Lapa, F.S. 2006. *Cordia curassavica* (JACQ.) ROEM. & SCHULT: Influência de fatores ambientais no crescimento e na produção de metabólitos.

Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 59 pp.

- Lemes, R.; C.D. Ritter & A.B.B. Morais. 2008. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes forais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. *Biotemas*, 21:91-98.
- Oliveira, P.S. & A. Oliveira-Filho. 1991. Distribution of extrafloral nectaries in the woody flora of tropical communities in western Brazil, pp. 163-175. Em: *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions* (P.W. Price; T.M. Lewinsohn; W.G. Fernandes & W.W. Benson, eds.). A Wiley-Interscience Publication, Nova Iorque.
- Schowalter, T.D. 2006. *Insect ecology: an ecosystem approach*. Academic Press. Oxford.
- Wagner, D. & A. Kay. 2002. Do extraoral nectaries distract ants from visiting owners? An experimental test of an overlooked hypothesis. *Evolutionary Ecology Research*, 4:293–305.

Orientação: Paulo Roberto Guimarães Jr. e Bárbara Henning.