

O inimigo mora ao lado: a presença de um predador de topo pode exercer efeito sobre a interação mutualística entre formigas e plantas?

Caio Oliveira Di Miguéli, Patrícia F. Rosas Ribeiro, Guilherme G. Mazzochini & José Domingos Ribeiro Neto

Introdução

O crescimento das populações pode ser regulado pela quantidade de recursos disponíveis e pela pressão exercida por predadores e parasitas. Esses mecanismos são denominados, respectivamente, de controle base-topo e controle topo-base (Begon *et al.* 2006). Em sistemas com mais de três níveis tróficos, denominados sistemas multitróficos, o efeito exercido por um predador de topo pode limitar o crescimento da população de suas presas, neste caso, os predadores intermediários. Isto gera um efeito em cascata, no qual o controle topo-base exercido pelos predadores intermediários sobre a população de herbívoros é enfraquecido (Begon *et al.* 2006). Como resultado, a população de herbívoros cresce, a herbivoria aumenta e a população de plantas pode ser reduzida (Terborgh *et al.* 2006).

Associações mutualísticas entre plantas e herbívoros evoluíram, possivelmente, devido à pressão exercida por herbívoros (Izzo 2002).

Nestas associações, as plantas, denominadas mirmecófitas, fornecem abrigo às formigas em estruturas chamadas domáceas, e as formigas defendem as plantas contra os herbívoros (Vasconcelos 1991). Um exemplo deste tipo de relação mutualística é a associação entre a planta *Hirtella myrmecophila* (Chrysobalanaceae), freqüentemente encontrada na Amazônia Central, e a formiga *Allomerus octoarticulatus* (Myrmicinae) (Izzo 2002). Neste sistema em particular é comum a presença de um outro predador, a aranha *Dipoena bryantae* (Araneae), que constrói sua teia na entrada da domácea e se alimenta de *A. octoarticulatus* (Benson 1985).

Em sistemas multitróficos, como o sistema encontrado em *H. myrmecophila*, efeitos em cascata são comuns (Terborgh *et al.* 2006). Rosa (2008) observou que a área foliar consumida em *H. myrmecophila* foi consistentemente maior nas folhas em que *D. bryantae* estava presente. Isso

sugere que a presença da aranha afeta negativamente o comportamento de *A. octoarticulatus*, reduzindo a eficiência dessa formiga na defesa da planta. Neste trabalho, testamos a hipótese levantada por Rosa (2008), de que a presença da aranha interfere negativamente no comportamento das operárias de *A. octoarticulatus*, facilitando o ataque dos herbívoros às folhas de *H. myrmecophila*. A partir desta hipótese, elaboramos três predições: (1) a frequência de ataque das formigas aos herbívoros é menor nas folhas onde *D. bryantae* está presente; (2) o tempo de ataque aos herbívoros é maior nas folhas com *D. bryantae*; (3) o número de formigas que atacam os herbívoros é menor nas folhas com *D. bryantae*.

Métodos

Desenvolvemos este projeto em um fragmento florestal de 100 ha, localizado em uma área de floresta de terra firme na Amazônia Central. No interior do fragmento, caminhamos pelas trilhas procurando ativamente por indivíduos de *H. myrmecophila* com pelo menos uma folha ocupada por *D. bryantae*. Em cada planta, escolhemos uma folha em que *D. bryantae* estava

presente e uma folha em que a aranha não estava presente. Para que a única diferença entre as folhas com e sem aranha fosse a presença da aranha, escolhemos pares de folhas com idade e número de formigas sobre a face adaxial semelhantes, distantes no máximo 10 cm entre si. Selecionamos 16 indivíduos de *H. myrmecophila*, e nossa unidade amostral foi o par de folhas (com e sem aranha) em cada indivíduo.

Coletamos operários de cupins (Termitidae) em colônias presentes no fragmento a fim de simular a presença de herbívoros nas folhas. Em cada indivíduo de *H. myrmecophila*, colocamos simultaneamente um cupim vivo sobre uma folha com aranha e outro sobre uma folha sem aranha. Em cada folha, registramos se houve ataque aos cupins. Nas folhas em que ocorreu ataque, registramos o tempo decorrido até o primeiro contato das formigas com o cupim e o número de formigas presentes na superfície adaxial da folha ao final de 5 min. Assumimos que todas as formigas sobre a folha participaram do ataque ao cupim. Quando não houve ataque, o número de formigas sobre a face adaxial da folha foi considerado zero e o tempo para o ataque foi

considerado máximo (300 s).

Para testar se a frequência de ataque das formigas aos cupins diferiu entre folhas com e sem a aranha, utilizamos o teste exato de Fisher. Para investigar se o tempo de ataque ao cupim e o número de formigas atacando o cupim diferiu entre folhas com e sem a aranha utilizamos o teste-t pareado.

Resultados

A frequência de ataque aos cupins foi semelhante entre as folhas com e sem *D. bryantae* ($p = 0,23$;

Figura 1): nas folhas com aranha a frequência de ataque foi de 50 %, e nas folhas sem aranha, foi de 68,7 %. O tempo para o início do ataque também foi semelhante entre as folhas com a presença de *D. bryantae* e as folhas sem aranha ($t = 1,62$; g.l. = 15; $p = 0,06$; Figura 2). O número de formigas recrutadas para atacar o cupim também foi semelhante entre as folhas colonizadas com *D. bryantae* e as folhas sem aranha ($t = 1,09$; g.l. = 15; $p = 0,15$; Figura 3).

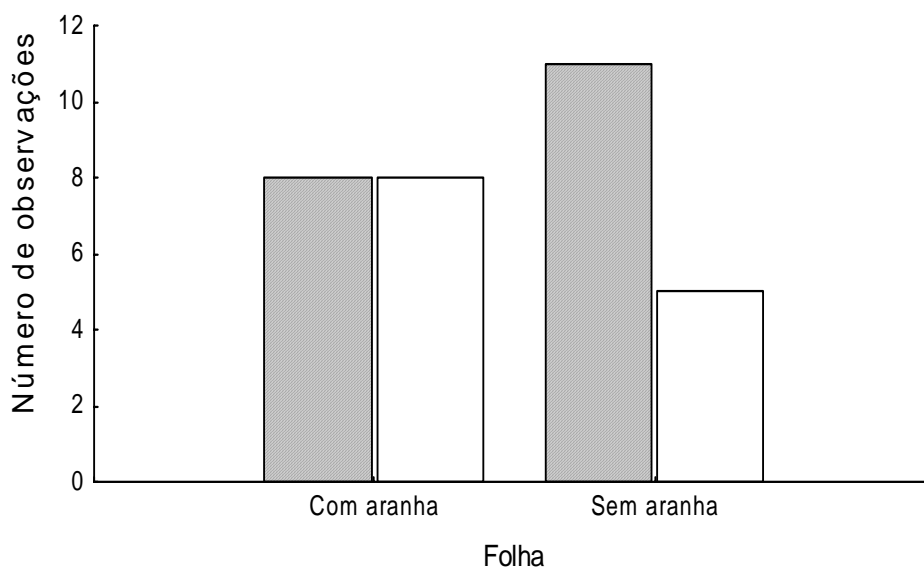


Figura 1. Frequência de ataque por *Allomerus octoarticulatus* ao cupim em indivíduos de *Hirtella myrmecophila* em um fragmento de floresta de terra firme na Amazônia Central. As barras hachuradas indicam o número de caso em que o cupim foi atacado e as barras brancas indicam o número de casos em que não houve ataque.

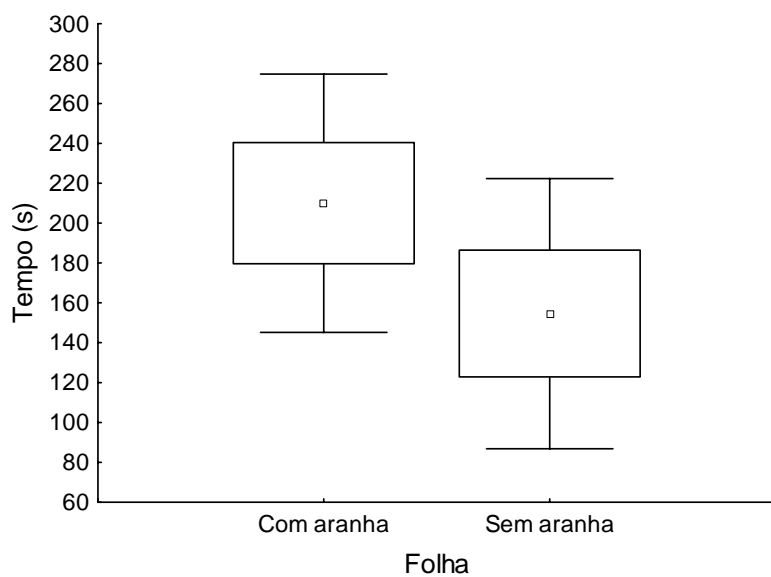


Figura 2. Tempo decorrido até o primeiro contato físico entre *Allomerus octoarticulatus* e cupins em folhas de *Hirtella myrmecophila*. O ponto central corresponde à média, a caixa ao erro padrão e as barras verticais ao intervalo de confiança de 95%.

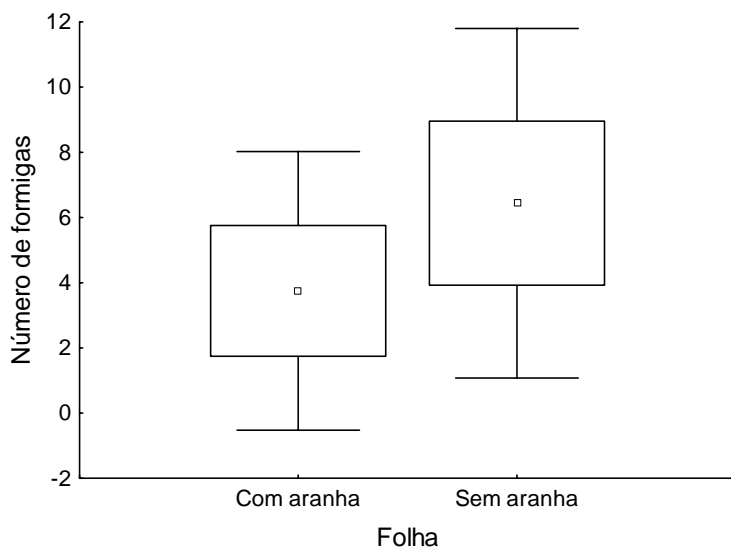


Figura 3. Número de indivíduos de *Allomerus octoarticulatus* que atacaram cupins em folhas de *Hirtella myrmecophila* com e sem a presença de *Dipoena bryantae*. O ponto central corresponde à média, a caixa ao erro padrão e as barras verticais ao intervalo de confiança de 95%.

Discussão

Não encontramos evidências a favor da nossa hipótese de que a presença da aranha *Dipoena bryantae* exerce um efeito negativo na atividade de forrageamento das formigas *Allomerus octoarticulatus*. Portanto, o padrão de maior herbivoria encontrado por Rosa (2008) nas folhas de *H. myrmecophila* com a aranha *D. bryantae* não pode ser explicado pelo efeito de cascata trófica que estudamos. A seguir discutiremos como os resultados encontrados se adequam à estratégia de forrageamento das formigas e à presença da aranha. Posteriormente, proporemos uma nova hipótese para explicar a maior herbivoria em folhas com a presença da aranha encontrado por Rosa (2008).

A hipótese do forrageamento sensível ao risco prediz que a atividade de forrageamento dos organismos é ajustada de acordo com a ameaça imposta pelo seu predador (Sih 1986). De acordo com esta hipótese, se a aranha estivesse na folha, esperava-se que a frequência de ataque aos cupins seria menor, o tempo de resposta da formiga seria maior e o número de formigas atacando o cupim seria menor. Porém, a hipótese também prediz que a

probabilidade da presa se arriscar a forragear na presença do predador aumenta conforme aumenta sua necessidade por recursos. Dessa forma, mesmo que as formigas saiam menos das domáceas para forragear na presença da aranha, quando há alimento disponível elas podem correr riscos para capturá-lo. Além, disso, quando as formigas saem em grupo, a aranha normalmente captura somente uma formiga e, conseqüentemente, as demais formigas podem capturar a presa. De fato, Letourneau & Dyer (1998) observaram que a taxa de captura de formigas por aranhas *Dipoena* é de aproximadamente uma formiga a cada três dias. Portanto, a frequência de ataque, o tempo de resposta e o número de formigas atacando a presa pode não variar com a presença da aranha porque a aranha exerce efeito somente em uma formiga de cada vez.

Porém, como explicar o padrão encontrado por Rosa (2008), no qual as folhas com aranhas apresentam maior área consumida? Um estudo, com outra espécie mirmecófita da Amazônia, demonstrou que, após um evento de herbivoria, o número de formigas presentes na folha aumenta em resposta à presença dos herbívoros e à presença

de compostos voláteis que saem da folha danificada (Christianini & Machado 2004). De forma semelhante, as aranhas podem perceber compostos voláteis e serem atraídas para as folhas onde existe uma maior concentração de formigas. De fato, alguns trabalhos demonstraram que a liberação de compostos voláteis induzida pelo consumo das folhas atrai predadores de herbívoros (Dicke *et al.* 1990, Turlings *et al.* 1990).

Baseado em nossos resultados e nos resultados de Rosa (2008), sugerimos que *D. bryantae* seleciona folhas danificadas, pois é mais provável encontrar formigas nessas folhas. Estudos futuros devem ser realizados manipulando o dano foliar em folhas de *H. myrmecophila* e avaliando a preferência da aranha *D. bryantae* por folhas com e sem dano. Nossa previsão é que a aranha irá ocupar preferencialmente as folhas que forem danificadas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Glauco e ao Fabrício pela orientação e ajuda na implementação dos experimentos, análise e interpretação dos resultados. Ao Gonçalo Ferraz pelos comentários e

ao PDBFF (INPA/STRI) pela oportunidade de realizar este trabalho.

Referências

- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. Ecology: From Individuals to Ecosystems. Victoria: Blackwell Publishing.
- Benson, W.W. 1985. Amazon ant-plants, pp. 239-266. In: Amazonia (G. Prance & T. Lovejoy, eds.). New York: Pergamon Press.
- Christianini, A.V. & G. Machado. 2004. Induced biotic responses to herbivory and associated cues in the Amazonian ant-plant *Maieta poeppigii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 112: 81-88.
- Dicke, M., T.A. van Beek, M.A. Posthumus, N. Ben Dom, H. van Bokhoven & A.E. De Groot. 1990. Isolation and identification of volatile kairmone that effects acarine predator-prey interactions: involvement of host plant in its production. *Journal of Chemical Ecology*, 16: 381-396.
- Izzo, T.J. 2002. Influência de *Allomerus octoarticulatus* (Formicidae: Myrmicinae) sobre a herbivoria e reprodução de *Hirtella*

- myrmecophila* (Chrysobalanaceae).
Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Letourneau, D.K. & L.A. Dyer. 1998. Density patterns of *Piper* ant-plants and associated arthropods: top-predator trophic cascades in a terrestrial system? *Biotropica*, 30: 162-169.
- Rosa, C. 2008. Um estranho no ninho: efeito indireto da presença da aranha mirmecófaga *Dipoena bryantae* (Araneae: Theridiidae) no aumento da herbivoria em *Hirtella myrmecophila* (Chrysobalanaceae). In: Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica" (G. Machado & José L.C. Camargo, eds.). PDBFF/INPA, Manaus.
- Sih, A. 1986. Antipredator responses and the perception of danger by mosquito larvae. *Ecology*, 67: 434-441.
- Terborgh, J., K. Feeley, M. Silman, P. Nuñez & B. Balukjian. 2006.. Vegetation dynamics of predator-free land-bridge islands. *Journal of Ecology*, 94: 253–263
- Turlings, T.C.J., J.H. Tumlinson & W.J. Lewis. 1990. Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science*, 250: 1251-1253.
- Vasconcelos, H.L. 1991. Mutualism between *Maieta guianensis* Aubl., a myrmecophytic melastome, and one of its ants inhabitants: ant protection against insect herbivores. *Oecologia*, 87: 295-298.