

# O RECRUTAMENTO DE *Allomerus octoarticulatus* (FORMICIDAE) É INDUZIDO POR COMPOSTOS DE OUTRAS PLANTAS ALÉM DE *Hirtella myrmecophila* (CHRYSOBALANACEAE)?

Francini Osses, Gabriela Zuquim, Lilian Rodrigues, Marion Adeney, Nicolay Leme da Cunha & Ronei Baldissera

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas desenvolveram ao longo do tempo evolutivo uma gama de estratégias defensivas químicas, físicas ou biológica contra herbívoros, que tendem a reduzir a herbivoria e aumentar a aptidão da planta (Agrawal & Rutter, 1998). Dentre as defesas biológicas, as associações com formigas são um ótimo exemplo de interação mutualística que pode ser ocasional ou, mais raramente, uma relação obrigatória entre as formigas e as plantas, denominada mirmecofitismo (Benson, 1985).

São conhecidas pelo menos 250 espécies de mirmecófitas no Novo Mundo, sendo que muitas destas não oferecem alimento às formigas, mas sim estruturas ocas que servem de abrigo, conhecidas como domáceas (Beattie, 1985). Em troca deste abrigo, as formigas podem fornecer proteção contra herbívoros, dispersar as sementes e, ocasionalmente, polinizar as flores da planta (Beattie, 1985). Pesquisas sugerem que a principal pressão seletiva responsável pela evolução desta interação mutualística provavelmente seja a herbivoria (Fonseca, 1994).

Em trabalhos realizados com Danos foliares em plantas mirmecófitas (e.g. *Cecropia obrusifolia*, *Leonardoxa africana*, *Macaranga* spp. e *Hirtella myrmecophila*), reultam em verificou-se que danos foliares e extratos de plantas mirmecófitas um extravazamento de compostos químicos que induzem o recrutamento de formigas na folha para combater possíveis herbívoros (referências em Brouat *et al.*, 2000).

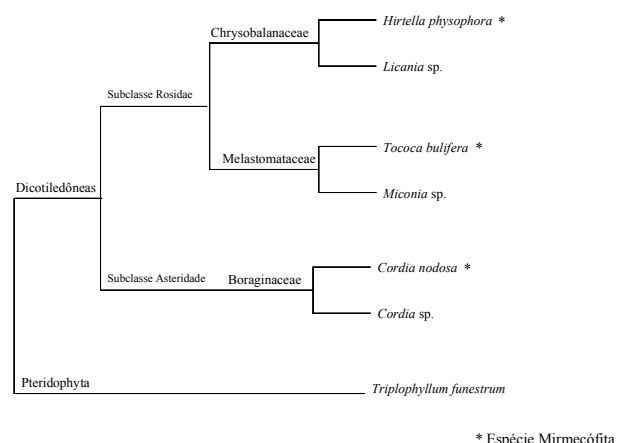
*Hirtella myrmecophila* (Chrysobalanaceae) é freqüentemente encontrada no sub-bosque de florestas de terra firme da Amazônia central. Este arbusto apresenta domáceas na base foliar e está associada exclusivamente com a formiga *Allomerus octoarticulatus* (Izzo, 2002). Estas formigas respondem a danos físicos nas folhas da planta através do aumento da atividade na área danificada visando capturar herbívoros (Romero & Izzo, 2004). Com base nesses estudos, Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar responder às seguintes perguntas se: (1) O recrutamento de *Allomerus octoarticulatus* é pode ser induzido por compostos químicos de outras plantas? (2) Estes compostos estão presentes especificamente em mirmecófitas? (3) A intensidade da resposta desse recrutamento está associada à distância filogenética da planta hospedeira? (3) A intensidade da resposta está associada à distância filogenética da planta hospedeira?

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em trilhas trilhas quatro, do carro e próximo à base da Reserva do Km 41 (02°24'S e 59°44'W). A Reserva é uma uma área contínua de floresta tropical úmida localizada a cerca de 80km de Manaus, AM. A floresta é de terra firme, com altitudes variando de 50 a 125 m acima do nível do mar. A temperatura média anual é de 26,7°C e a precipitação média anual é de 2186 mm (RADAMBRASIL, 1978).

Para responder se extratos vegetais de outras plantas induzem a resposta da formiga *Allomerus octoarticulatus* quando associada à *Hirtella myrmecophila*, escolhemos folhas de três espécies de plantas angiospermas mirmecófitas: *Hirtella physophora* (Chrysobalanaceae), *Tococa bulifera* (Melastomataceae) e *Cordia nodosa* (Boraginaceae), e três não-mirmecófitas: *Licania* sp. (Chrysobalanaceae), *Miconia* sp. (Melastomataceae), *Cordia* sp. (Boraginaceae).

Também utilizamos extrato de uma Pteridophyta: *Triplophyllum funestrum*, uma planta de outro filo, esperando observar a menor resposta das formigas ao extrato. Quanto às dicotiledôneas, as famílias Chrysobalanaceae e Melastomataceae pertencem à ordem Rosales (subclasse Rosidae), enquanto a família Boraginaceae pertence à ordem Lamiales (Asteridade) (Figura 1). Esperamos que haja um gradiente de resposta da formiga ao extrato vegetal conforme aumenta a distância filogenética entre as espécies.



\* Espécie Mirmecófitas

Figura 1: Relações filogenéticas entre as espécies estudadas.

De cada espécie, 18 cm<sup>2</sup> de área foliar foram cortados e macerados em 4 ml de água para a obtenção do extrato veg

etal. Cada uma destas soluções foi colocada em uma seringa. Em campo colocamos duas gotas do extrato de cada espécie na parte adaxial, próximo a nervura central de uma folha jovem de *H. myrmecophila*, sendo uma no centro e outra no ápice. Para cada um dos seis extratos foram realizadas cinco réplicas em folhas jovens de ramos diferentes. Para cada indivíduo de *H. myrmecophila* foram utilizados no máximo dois ramos.

Para avaliar a resposta das formigas aos extratos, o número de formigas presentes em cada folha foi contado em cinco momentos: T0) antes de colocar o extrato; T1) um minuto depois de colocar o extrato; T3) três minutos depois; T5) cinco minutos depois; T7) sete minutos depois; e T10) dez minutos depois de colocar o extrato. Fizemos uma ANOVA de medidas repetidas para comparar o número médio de formigas encontradas em plantas mirmecófitas e não-mirmecófitas nos diferentes momentos, bem como para determinar se existe resposta (aumento no número de formigas) no decorrer do experimento. Para calcular a intensidade média de resposta, para cada planta subtraímos o número máximo de formigas recrutadas do número de formigas inicial.

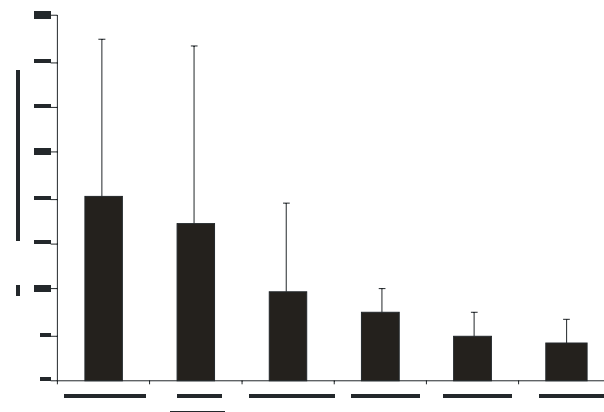
### 3. RESULTADOS

Houve resposta das formigas *Allomerus octoarticulatus* nas folhas jovens de *H. myrmecophila* ao extrato vegetal de todas as angiospermas. Para as plantas mirmecófitas, a resposta foi mais intensa do que para plantas não-mirmecófitas (Tabela 1; Figura 2). A maior resposta para as espécies mirmecófitas foi para *C. nodosa*, com uma intensidade média máxima de 20,2 e a menor resposta foi para *T. bulifera*, com uma intensidade média máxima de resposta de 9,6 formigas, enquanto que, em média, a maior resposta para as não-mirmecófitas foi para *Miconia* sp. com 7,4 formigas. Não houve resposta das formigas ao extrato de Pteridophyta.

Os diferentes extratos de plantas apresentaram diferentes tendências de respostas das formigas ao longo do tempo (Figura 2). As intensidades de respostas das formigas tenderam a separar os extratos de plantas mirmecófitas das não mirmecófitas, mas não houve padrão de resposta relacionado à filogenia do grupo de angiospermas.

**Tabela 1:** ANOVA entre plantas mirmecófitas e não-mirmecófitas, e teste da interação entre os fatores mirmecófitas e tempo de resposta das formigas ao extrato vegetal.

Efeito	F	g.l.	P
Mirmecófitas	5,563	1	0,024
Tempo	14,625	5	0,000
Tempo × Mirmecófitas	8,784	5	0,000



**Figura 2:** Média ± desvio padrão de intensidade de resposta de *Allomerus octoarticulatus* ao extrato vegetal de seis plantas angiospermas. A intensidade foi ordenada da esquerda para a direita.

O parentesco filogenético entre as plantas angiospermas utilizadas não influenciou a intensidade da resposta de *A. octoarticulatus*. Nas plantas mirmecófitas, a maior intensidade de resposta pela formiga foi para o extrato de *Cordia nodosa*, uma Boraginaceae, enquanto nas plantas não-mirmecófitas foi para o extrato de *Miconia* sp., uma

**Tabela 2:** ANOVA de medidas repetidas para a quantidade de formigas que responderam aos extratos vegetais em seis intervalos de tempo.

	F	g.l.	p
<i>Cordia nodosa</i>	4,199	5	0,009
<i>Hirtella physophora</i>	2,738	5	0,048
<i>Tococa bulifera</i>	2,436	5	0,070
<i>Miconia</i> sp.	2,613	5	0,056
<i>Licania</i> sp.	4,962	5	0,004
<i>Cordia</i> sp.	4,786	5	0,005
<i>Triplophyllum funestrum</i>	1,553	5	0,219

Melastomataceae. Quando consideramos o extrato de Pteridophyta, não houve incremento no número de formigas após o início do experimento.

### 4. DISCUSSÃO

O recrutamento da formiga *Allomerus octoarticulatus* foi induzido por extratos vegetais de outras plantas além de *Hirtella myrmecophila*, incluindo plantas não mirmecófitas. Romero & Izzo (no prelo) sugeriram que *A. octoarticulatus* é induzida ao recrutamento por estímulos químicos. Adicionalmente, Brouat *et al.* (2000) sugeriram que alguns compostos presentes em folhas jovens e amplamente distribuídos entre as plantas podem estar estimulando a

resposta da formiga *Petalomyrmex phylax* em folhas jovens de *Leonardoxa africana africana* (Fabaceae: Caesalpinioideae). Nossos resultados corroboram tal observação, que compostos comuns presentes em folhas de *H. myrmecophila* e outras angiospermas mirmecófitas podem estimular as formigas a defender a planta. De acordo com nossos resultados, as respostas das formigas aos extratos das plantas foram independentes da relação filogenética entre as plantas angiospermas. Quando levamos em consideração a espécie de pteridófito, observamos uma resposta dependente da filogenia. Isto indica uma origem filogenética comum do composto que estimula a formiga a responder ao dano nas plantas angiospermas. Vale ressaltar que os valores foram marginalmente significativos, o que reflete o baixo número de réplicas.

Durante a história evolutiva da interação mutualística entre plantas e formigas, as formigas provavelmente passaram a reconhecer determinados compostos que já existiam nos vegetais. Sendo assim, estes compostos passaram a funcionar como um estímulo para o recrutamento de formigas. De fato, Brouat *et al.* (2000) mostraram para *Leonardoxa africana africana* (mirmecófito) e *L. a. gracilicaulis* (não-mirmecófito) que existe apenas uma diferença de quantidade em alguns dos compostos químicos presentes nas folhas. Isto sugere que plantas mirmecófitas que possuíam menor concentração destes compostos puderam ser melhor defendidas contra herbívoros do que plantas com baixas concentrações destes mesmos compostos, levando a uma reprodução diferencial.

Em síntese, as diferenças na resposta de *Allomerus octoarticulatus* aos extratos vegetais refletem diferenças nas

concentrações do composto químico entre plantas mirmecófitas, não mirmecófitas e pteridófitas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrawal, A.A. & M.T. Rutter. 1998. Dynamic anti-herbivore defense in ant-plants: the role of induced responses. *Oikos*, 83: 227-236.
- Beattie, A.J. 1985. The evolutionary ecology of ant-plant interactions. Cambridge University Press, Cambridge.
- Benson, W.W. 1985. Amazon ant plants, pp. 239-266, In: Amazonia, G.T. Prance & T.E. Lovejoy (eds). Pergamon Press, Oxford.
- Brouat, C.; D. Mckey; J.M. Bessiere; Pacal, L. & M. Hossaert-Mckey. 2000. Leaf volatile compounds and the distribution of ant patrolling in an ant-plant protection mutualism: preliminary results on *Leonardoxa* (Fabaceae: Caesalpinioideae) and *Petalomyrmex* (Formicidae: Formicinae). *Acta Oecol.*, 21: 349-357.
- Fonseca, C.R. 1994. Herbivory and the long-lived leaves of an Amazonian ant-tree. *J. Ecol.*, 82:833-842.
- Izzo, T.J. 2002. Influência de *Allomerus octoarticulatus* (Formicidae; Myrmicinae) sobre a herbivoria e reprodução de *Hirtella myrmecophila* (Chrysobalanaceae). Dissertação de Mestrado, INPA – UA
- Romero, G. Q. & T. J. Izzo. 2004. Leaf damage induces ant recruitment in the Amazonian ant-plant *Hirtella myrmecophila*. *J. Trop. Ecol.*, (no prelo).