

# Estímulos químicos induzem recrutamento de formigas na mirmecófito *Maieta guianensis* (Melastomataceae)

Simone B. Vosgueritchian, Adaisés Simone M. da Silva, Daniel M.G. Tokman & Thiago Santos

---

## Introdução

Estratégias de defesa em plantas evoluíram a partir de pressões seletivas impostas por herbívoros (Karban *et al.* 1999). As plantas apresentam dois tipos básicos de estratégias de defesa contra herbivoria: defesas constitutivas e induzidas. Defesas constitutivas são mecanismos de proteção que inibem a ação de herbívoros e as induzidas são desencadeadas a partir da ação dos herbívoros (Coley & Barone 1996). As defesas induzidas, por sua vez, podem ser divididas em três grupos: de origem química, mecânica e biótica (Mello & Silva-Filho 2002).

Na Amazônia Central, 1 ha de floresta pode abrigar cerca de 380 plantas mirmecófitas compreendendo cerca de 16 espécies associadas a 25 espécies de formigas (Benson 1985). Espécies mirmecófitas desenvolveram estruturas complexas, denominadas mirmecodomáceas, cuja principal função conhecida é hospedar formigas (Hölldobler & Wilson 1990). Além disso, tricomas glandulares podem ser produzidos na face abaxial das folhas e dentro das domáceas, com a função de oferecer alimento às formigas (Vasconcelos & Davidson 2000). As plantas, por sua vez, são protegidas contra possíveis herbívoros e, em alguns casos, são nutridas pelos dejetos produzidos pelas formigas (Vasconcelos & Davidson 2000). Geralmente, relações formigas-mirmecófitas são obrigatórias e ocorrem frequentemente em florestas tropicais úmidas (Hölldobler & Wilson 1990).

As formigas que habitam plantas mirmecófitas podem responder a sinais associados à herbivoria, como defesa biótica

induzida, reconhecendo e defendendo sítios específicos de ataque (Agrawal & Dublin-Thaler 1999). As colônias de formigas alocam mais operárias para defender folhas novas do que velhas, provavelmente porque as folhas jovens contribuem mais para a produtividade da planta, o que pode beneficiar as formigas (Agrawal & Rutter 1998).

Visto que foi demonstrado que há recrutamento de formigas na mirmecófito amazônica *Maieta guianensis* (Melastomataceae) como defesa biótica induzida contra herbívoros (Vasconcelos 1991, Christianini *et al.* 2001), o objetivo deste estudo foi demonstrar qual é o estímulo que induz o recrutamento de *Pheidole minutula* diante de danos à planta hospedeira. Mais especificamente, pretende-se responder às seguintes perguntas: (1) indivíduos de *P. minutula* respondem a danos físicos na planta hospedeira?; (2) a resposta das formigas é induzida por estímulos químicos?; (3) em caso afirmativo, essa resposta é espécie-específica?

## Material & métodos

### Área de estudo

Este estudo foi realizado na Fazenda Dimona (2°20'N; 60°06'O), uma área pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA; Smithsonian Institution), localizada a aproximadamente 80 km de Manaus. A temperatura média anual é de 26,7°C e as médias mensais flutuam na faixa de 2°C (Gentry 1990). A vegetação da Fazenda Dimona é caracterizada por floresta de terra-firme, composta de três formações

definidas pelo tipo de solo e relevo: platô, vertente e baixo.

#### *Modelo de estudo*

A mirmecófita *Maieta guianensis* (Melastomataceae) é um arbusto muito abundante em áreas de baixios em florestas de terra firme da Amazônia Central (Fowler 1993). Suas mirmecodomáceas localizam-se na base foliar e possuem duas câmaras onde a colônia das formigas é abrigada. Cerca de 95% dos indivíduos de *Maieta guianensis* são ocupados pela formiga *Pheidole minutula*, que apresenta um evidente dimorfismo da casta operária, com operárias menores e operárias maiores, estas especializadas em defesa (Hölldobler & Wilson 1990; Christianini & Machado 2004). *Pheidole minutula* só coloniza plantas do gênero *Maieta*, composto exclusivamente por espécies mirmecófitas (Vasconcelos 1991; Christianini & Machado 2004).

#### *Coleta de dados*

Para responder às perguntas, foram realizados dois experimentos, com três tratamentos cada um, em 15 plantas de *M. guianensis* usadas como bloco e escolhidas ao azar. Os ramos de cada planta foram numerados e um foi sorteado para receber o primeiro tratamento. Os experimentos foram feitos na folha mais jovem expandida de cada ramo.

No primeiro experimento, a folha sorteada foi cortada a 1 cm do ápice (tratamento experimental “corte”). Outra folha, pertencente ao ramo oposto, foi somente tocada com um lápis a 1 cm do ápice, (grupo experimental “toque”). A terceira folha, no ramo perpendicular às outras duas, não foi manipulada (controle). Após 8 min das manipulações experimentais, foi contado o número total de formigas recrutadas na face adaxial de cada folha. Foi registrada separadamente a presença de operárias menores e maiores.

No segundo experimento, sobre pistas químicas, a folha sorteada recebeu 0,2 ml de um extrato de folhas de *M. guianensis* diluído em 5 ml de água. Outra folha, pertencente ao ramo oposto, recebeu 0,2 ml de um extrato de folhas de *Miconia phanerostila* diluído em 5 ml de água, esta espécie foi escolhida pois trata-se de um arbusto da família Melastomataceae comum no sub-bosque de florestas de baixo e que não possui domáceas. A terceira folha, no ramo perpendicular às outras duas, recebeu 0,2 ml de água, funcionando como controle. Visto que as formigas se comunicam quimicamente através de feromônios, as folhas utilizadas para fazer os extratos de *M. guianensis* foram coletadas em plantas jovens ainda não colonizadas, pois as operárias de *P. minutula* poderiam responder a substâncias químicas liberadas por formigas co-específica. Após 8 min das manipulações experimentais foi contado o número total de formigas recrutadas na face adaxial de cada folha. Foi registrada separadamente a presença de operárias menores e maiores.

#### *Análises estatísticas*

Para testar as diferenças na quantidade total de formigas recrutadas (menores + maiores) entre cada tratamento nos dois experimentos foi utilizada a análise de variância em blocos aleatorizados, em que os indivíduos de *M. guianensis* formaram os blocos. A seguir, foi realizado um teste *a posteriori* de Tukey para identificar quais tratamentos diferiam entre si.

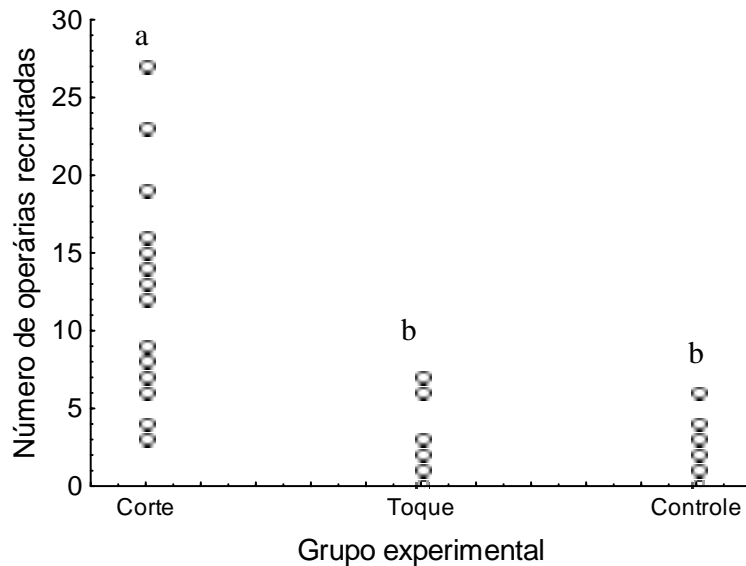
### **Resultados**

No experimento de dano físico foram recrutadas, em média, 12 operárias nas folhas cortadas e 2,7 operárias nos grupos experimentais “toque” e controle (Tabela 1). As diferenças foram estatisticamente significativas (Tabela 1). O teste Tukey demonstrou que o recrutamento das formigas nas folhas que sofreram os cortes diferiu dos outros dois grupos experimentais ( $p < 0,001$ , para ambas comparações), mas não entre os

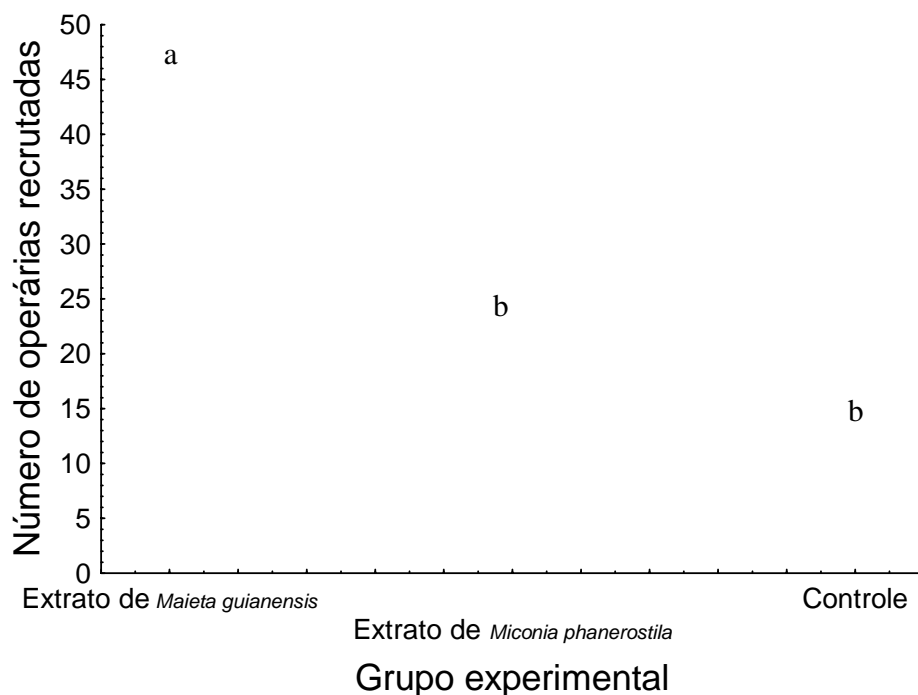
controles ( $p = 0,983$ ). Operárias maiores foram recrutadas em 73% das folhas cortadas, e não foram recrutadas nos grupos-controle (Tabela 2).

No experimento sobre pistas químicas, o número médio de formigas recrutadas nas folhas que receberam o extrato de *M. guianensis* foi de 11,5, nas folhas que receberam o extrato de *Miconia phanerostila* foi de 3,4 e no grupo controle foi de 2,7 (Figura 2).

O teste Tukey demonstrou que o recrutamento nas folhas com extrato de *M. guianensis* diferiu dos outros grupos experimentais ( $p = 0,007$ ), porém não houve diferença entre *M. phanerostila* e o controle ( $p = 0,775$ ). Não houve recrutamento de operárias maiores nas folhas que receberam extrato de *M. phanerostila* e, em apenas uma folha controle, houve recrutamento de operárias maiores (Tabela 2).



**Figura 1.** Número total de operárias de *Pheidole minutula* submetidas a três tratamentos experimentais: corte, toque e folha sem perturbação (controle). Letras diferentes sobre os pontos indicam diferenças significativas (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Número de operárias de *Pheidole minutula* recrutadas em três folhas de *Maieta guianensis* submetidas a três tratamentos experimentais: extrato de *Maieta guianensis*, extrato de *Miconia phanerostila* e água (controle). Letras diferentes sobre os pontos indicam diferenças significativas (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ ).

**Tabela 1.** Resultados das análises de variância em bloco realizadas para testar diferenças no recrutamento de operárias de *Pheidole minutula* em resposta ao corte das folhas de *Maieta guianensis* (experimento de dano físico) e em resposta a substâncias voláteis presentes no extrato de folhas de *Maieta guianensis* (pistas químicas).

Tratamento	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	P
<b>Experimento de dano físico</b>				
Grupo experimental	2	429,6	24,4	<0,001
Bloco	14	25,0	1,4	0,207
Erro	28	17,6		
<b>Experimento de pistas químicas</b>				
Grupo experimental	2	326,3	8,9	0,001
Bloco	14	83,5	2,3	0,032
Erro	28	36,9		

**Tabela 2.** Frequência de operárias maiores de *Pheidole minutula* recrutadas após 8 min em folhas de *Maieta guianensis* cortadas e em folhas que receberam extrato da planta hospedeira em comparação com outros grupos experimentais.

Experimentos	% de operárias maiores de <i>P. minutula</i>		
<b>Experimento de dano físico</b>	Corte	Toque	Controle
	73,3	0	0
<b>Experimento de pistas químicas</b>	Extrato de <i>Maieta guianensis</i>	Extrato de <i>Miconia phanerostila</i>	Controle
	46,6	0	6,6

## Discussão

A resposta das colônias da formiga *Pheidole minutula* frente à herbivoria pode ser considerada uma defesa biótica induzida, pois o número de formigas recrutadas aumentou rapidamente na área danificada (cortada) das folhas. As formigas também foram recrutadas em resposta ao extrato de folhas de *Maieta guianensis*, sugerindo que a indução é mediada quimicamente. Adicionalmente, o experimento de pistas químicas mostrou que a resposta das operárias de *P. minutula* é espécie-específica, ou seja, apenas as substâncias voláteis de *M. guianensis* estimulam a defesa das formigas. Esse resultado contrasta com aquele observado no sistema *Pheidole minutula* – *Maieta poeppigii*, no qual as formigas também responderam agressivamente ao extrato de uma outra espécie de Melastomataceae (Christianini & Machado 2004). O comportamento das formigas recrutadas com o corte ou com o

extrato sugere que as formigas podem estar liberando substâncias químicas de alarme (Agrawal & Dublin-Thaler 1999) para informar às outras formigas da colônia sobre o dano às folhas (Christianini & Machado 2004).

Espaço para nidificação é um recurso essencial para formigas e, em geral, cada indivíduo de *M. guianensis* é ocupado por uma única colônia de formigas (Vasconcelos 1993). Assim, o espaço é considerado como fator limitante do crescimento da colônia, sendo que, plantas com maior número de folhas intactas representam uma maior disponibilidade de domáceas para crescimento da colônia (Fonseca 1999). Provavelmente por isso, a colônia recruta suas operárias para defesa apenas quando a folha for danificada efetivamente, defendendo a planta hospedeira de forma eficiente.

## Referências bibliográficas

- Agrawal, A.A. & Dubin-Thaler, B.J. 1999. Induced responses to herbivory in the Neotropical ant-plant association between *Azteca* ants and *Cecropia* trees: response of ants to potential inducing cues. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 45: 47-54.
- Agrawal, A.A. & Rutter, M.T. 1998. Dynamic anti-herbivore defense in ant plants: the role of induced responses. *Oikos*, 83: 227-236.
- Benson, W.W. 1985. Amazon ant-plant. In: Amazonia, Prance, G. & Lovejoy, T. (eds.), pp. 239-266. Pergamon Press, New York.
- Christianini, A.V.; Lambers, A.; Aguiar, A.J.C.; Ferreira, K. & Timo, T. 2001. Reações anti-herbívoros da formiga *Pheidole minutula* Mayr (Formicidae: Myrmecinae) em uma planta mirmecófito *Maieta guianensis* (Melastomataceae). Livro do "Curso Ecologia da Floresta Amazônica". INPA/PDBFF, Manaus, AM.
- Christianini, A.V. & Machado, G. 2004. Induced biotic responses to herbivory and associated cues in the Amazonian ant-plant *Maieta poeppigii*. *Entomologica Experimentalis et Applicata*, 110: 333-357.
- Coley, P.D. & Barone, J.A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 305-335.
- Gentry, A.H. 1990. Four Neotropical Rainforests. Yale University Press, New Haven.
- Fonseca, C.R. Amazonian ant-plant interactions and the nesting space limitation hypothesis. *Journal of Tropical Ecology*, 15: 807-825.
- Fowler, H.G. 1993. Herbivore and assemblage structure of a myrmecophytous understory plants and their associated ants in the Central Amazon. *Insect Societaux*, 40: 137-145.
- Hölldobler, B. & Wilson, E.O. 1990. The ants. Springer Verlag, Berlin.
- Karban, R.; Agrawal, A.A.; Thaler, J.S. & Adler, L.S. 1999. Induced plant responses and information content about risk of herbivory. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 443-447.
- Mello, M.O. & Silva-Filho, M.C. 2002. Plant-insect interactions: an evolutionary army race between two distinct defense mechanisms. *Brazilian Physiology*, 14: 71-81.
- Vasconcelos, H.L. 1991. Mutualism between *Maieta guianensis* Aubl., a myrmecophytic melastome, and one of its ant inhabitants: ant protection against herbivores. *Oecologia*, 87: 295-298.
- Vasconcelos, H.L. 1993. Ant colonization of *Maieta guianensis* seedlings, an Amazon ant-plant. *Oecologia*, 95: 439-443.

Vasconcelos, H.L. & Davidson, D.W. 2000.  
Relationship between plant size and ant

associates in two Amazonian ant-plants.  
*Biotropica*, 32: 100-111.

**Orientação:** Glauco Machado