

## Respostas de defesa de *Pheidole minutula* (Hymenoptera: Formicidae) à herbivoria em *Maieta* sp. (Melastomataceae)

---

Fábio Toshio T. Hanashiro, Lilian T. Manica, Luana Lins & Oswaldo Cruz Neto

### Introdução

Interações mimercofíticas são um tipo de mutualismo entre formigas e plantas (Bronstein 1998, Davidson & Mckey 1993). Algumas plantas mirmecófitas possuem estruturas ocas nos pecíolos ou folhas, denominadas domáceas, onde formigas estabelecem suas colônias (Schoonhoven *et al.* 2005). Além de disponibilizarem abrigo, as plantas fornecem nutrientes às formigas residentes, tanto diretamente, por meio de nectários extra-florais, como indiretamente, servindo como local de forrageamento das formigas (Hölldobler & Wilson 1990). As formigas também beneficiam as plantas, pois protegem suas folhas contra danos causados por herbívoros ou disponibilizam nutrientes para a planta (Hölldobler & Wilson 1990, Agrawal & Rutter 1998, Sagers *et al.* 2000).

A indução de comportamentos defensivos nas formigas mimercofíticas ocorre em resposta à presença do herbívoro na planta e à detecção de

compostos voláteis liberados durante o consumo foliar (Agrawal 1998). A herbivoria prejudica o desenvolvimento das plantas e, portanto, impõe riscos às formigas residentes, uma vez que reduz a área disponível para o forrageamento e aumenta o risco da perda de abrigo para a colônia. Assim, é possível que colônias de formigas em plantas com maior herbivoria tenham respostas de defesa mais eficientes.

Um exemplo de relação mirmecofítica ocorre entre as plantas *Maieta guianensis* e *M. poeppigii* e a formiga *Pheidole minutula*. Em um estudo prévio foi demonstrado que o número de formigas responsáveis pela defesa da colônia de *P. minutula* não se relacionou ao nível de herbivoria da planta (Queiroz 2008). Nesse caso, é possível que o comportamento de defesa das formigas seja mais importante na proteção contra a herbivoria do que o número de formigas defensoras da colônia. Nesse contexto, nosso objetivo foi entender a relação entre os níveis de herbivoria nas

espécies de *Maieta guianensis* e *poepigii* e as respostas de defesa na formiga *Pheidole minutula*. Nossa hipótese é que altos níveis de herbivoria em *Maieta* spp. induzem um aumento na resposta de defesa de colônias de *P. minutula*.

## Métodos

### *Organismos de estudo*

*Pheidole minutula* possui associação obrigatória com plantas mirmecófitas, colonizando várias espécies de melastomatáceas, sendo a principal espécie associada à *Maieta guianensis* e *M. poepigii* (Hölldobler & Wilson 1990, Vasconcelos 1991, Christianini & Machado 2004). As formigas estabelecem seus ninhos em domáceas das folhas de *Maieta* e protegem a planta contra o ataque de herbívoro. *Pheidole minutula* apresenta dois tamanhos de operárias: uma pequena, responsável pelo forrageamento, fornecimento de alimento para a colônia e recrutamento das outras operárias em caso de herbivoria; e uma grande, com função principal de defesa da colônia contra herbívoros (Hölldobler & Wilson 1990).

### *Coleta dos dados*

Desenvolvemos o estudo na Fazenda Dimona (2°20'S, 60°06'O) em uma floresta de terra firme na Amazônia Central a 80 km de Manaus, Amazonas. Estimamos a área foliar removida de cada folha de *Maieta* spp. com o índice proposto por Dirzo & Domingues (1995). Nesse método, as folhas são classificadas visualmente em seis categorias de acordo com a porcentagem de área consumida. As folhas com consumo de 0%, 1-6%, 7-12%, 13-25%, 26-50% e 51-100% receberam os valores de 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente. Para estimar o índice médio de herbivoria de uma planta, calculamos a média dos valores atribuídos a cada folha daquela planta.

Selecionamos indivíduos das duas espécies de *Maieta* ao longo de uma área de baixio, onde as espécies são abundantes. Padronizamos o tamanho das plantas amostrando indivíduos com 10 a 20 folhas com domáceas. Realizamos o experimento de simulação de herbivoria entre 8:00 e 11:30 h. Em cada planta, selecionamos a primeira folha apical com domácea totalmente expandida do ramo principal e cortamos uma seção de aproximadamente 10% do ápice da folha. Iniciamos o experimento apenas

quando não havia nenhuma operária grande na superfície adaxial da folha para padronizar o tempo de chegada ao corte.

Para avaliar o tempo de resposta da colônia a um ataque de herbívoro, registramos o tempo de chegada ao corte da primeira operária grande e registramos a ausência ou presença na superfície adaxial da folha dessas formigas 3 min após o início do experimento. Se a hipótese de que a herbivoria induz um aumento na resposta de defesa das formigas for verdadeira, esperamos encontrar um menor tempo de chegada e uma maior probabilidade de ocorrência das operárias grandes na superfície das folhas em plantas com maior herbivoria

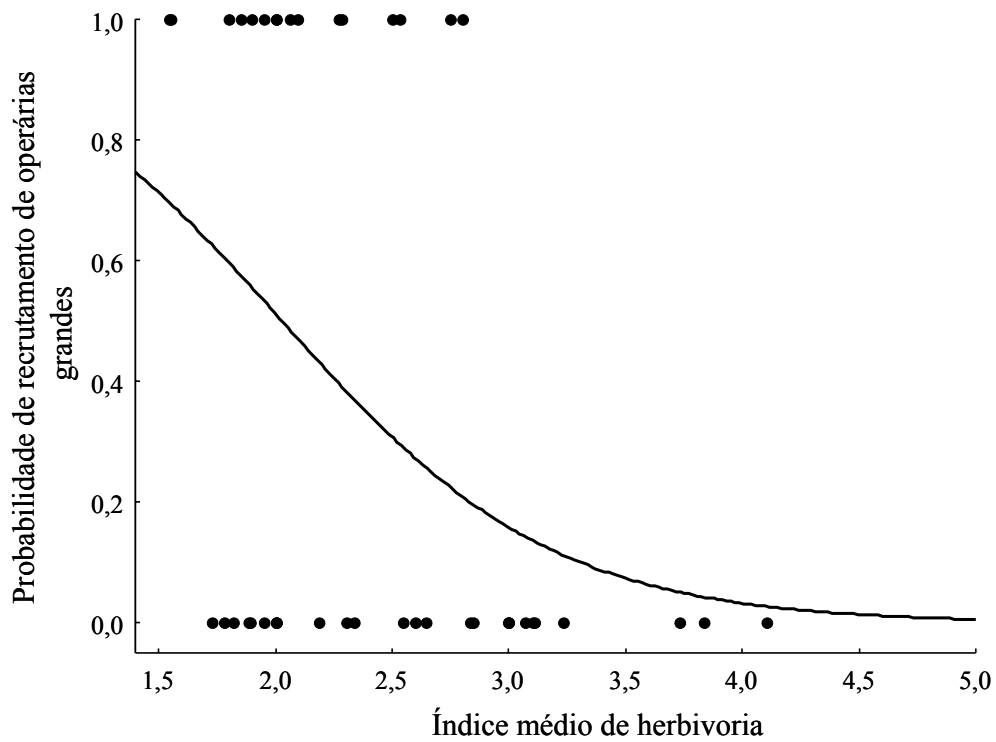
#### *Análises estatísticas*

Para avaliar a relação entre a presença de operárias grandes na folha que sofreu o corte (variável resposta) e o índice médio de herbivoria (variável preditora), utilizamos uma regressão logística. Para testar a relação entre o tempo de chegada das operárias grandes

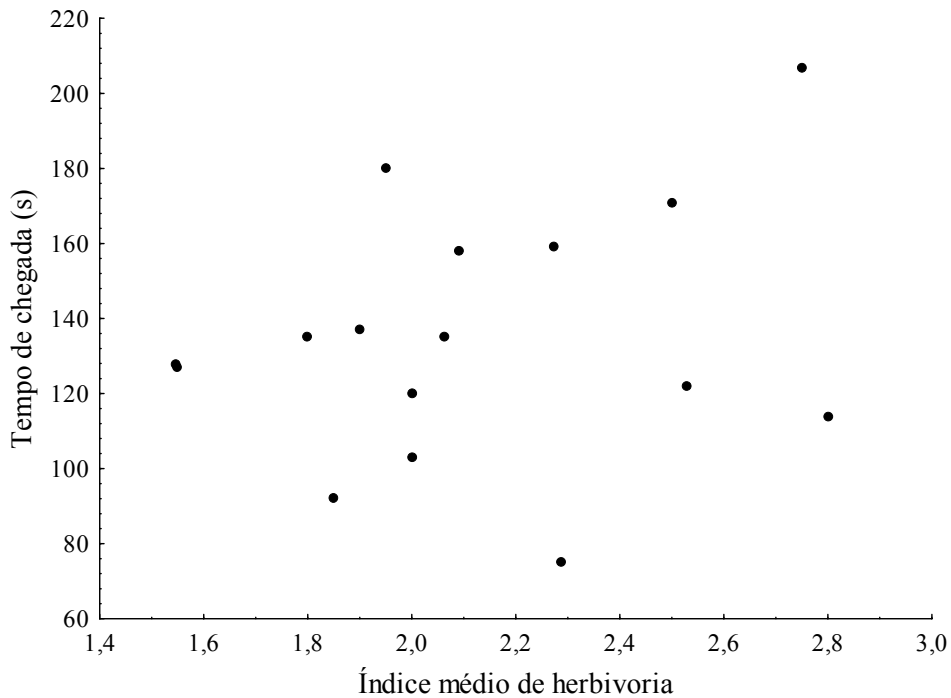
ao corte (variável resposta) e o índice médio de herbivoria (variável preditora), utilizamos uma regressão linear.

#### **Resultados**

Ao simular o evento de herbivoria, o recrutamento de operárias grandes ocorreu em 16 das 43 plantas estudadas. Das plantas onde registramos a presença da operária grande, o recrutamento médio foi de 2 indivíduos ( $dp = 1$ ) e o tempo médio de chegada ao corte foi de 135 s ( $dp = 33,7$ ). O índice médio de herbivoria das plantas amostradas foi em média de 2,42 ( $dp = 0,62$ ), que representa a classe 1 - 6% de dano foliar. O aumento da herbivoria na planta reduziu a probabilidade de recrutamento de operárias grandes na superfície adaxial da folha ( $\chi^2 = 7,51$ ;  $n = 43$ ;  $p = 0,006$ ; Figura 1) e não esteve relacionado com o tempo de chegada das operárias grandes no corte ( $F_{(1,14)} = 1,03$ ;  $r^2 = 0,07$ ;  $p = 0,33$ ; Figura 2) após a simulação da herbivoria.



**Figura 1.** Probabilidade de recrutamento de operárias grandes de *Pheidole minutula* em folhas de *Maieta guianensis* e *M. poeppigii* cortadas experimentalmente. A presença e ausência de operárias grandes são indicadas por 1 e 0, respectivamente.



**Figura 2.** Relação entre o tempo de chegada da primeira operária grande de *Pheidole minutula* no corte experimental de folhas de *Maieta guianensis* e *M. poeppigii* e o índice médio de herbivoria registrado na planta.

## **Discussão**

As operárias grandes não responderam mais rapidamente em plantas com maiores índices de herbivoria, indicando que não há uma mudança comportamental da colônia relacionada com a diminuição da área foliar média da planta. Diferentes níveis de herbivoria entre as folhas, no entanto, podem ser mais importantes do que os níveis de herbivoria da planta na determinação das respostas comportamentais das operárias grandes (Brouat *et al.* 2000). Talvez as operárias grandes protejam de forma mais eficiente folhas ainda não consumidas em comparação com folhas mais consumidas, pois folhas mais íntegras poderiam ser importantes no forrageamento devido à maior área foliar.

O fato de que houve redução na probabilidade de recrutamento de operárias grandes em plantas com maior índice de herbivoria pode indicar uma limitação na quantidade de recursos disponíveis para a colônia, sendo que o forrageamento de *P. minutula* depende da área foliar e do número de domáceas da planta (Agrawal 1998). Como a herbivoria diminui a disponibilidade desses recursos, a estrutura das colônias

pode ser prejudicada, uma vez que a criação de operárias grandes demanda maior investimento de energia (Hölldobler & Wilson 1990). Em condições de recurso escasso, como em plantas com altos índices de herbivoria, a produção de operárias grandes representaria maior investimento das colônias. No entanto, como o número de operárias grandes não é influenciado pelo nível de herbivoria (Queiroz 2008), a explicação alternativa é que operárias grandes são recrutadas apenas em casos de ataques severos à folha, uma vez que a produção desses indivíduos é custosa para a colônia.

Concluimos que os níveis de herbivoria nas plantas não causam o aumento do investimento em defesa em *P. minutula*. Uma vez que a planta parece ser um recurso limitante para a colônia, entender a relação entre o desenvolvimento da planta e a organização e funcionamento das colônias de formigas dentro das domáceas pode revelar as relações funcionais pelas quais as plantas afetam as colônias de *P. minutula*.

## **Agradecimentos**

Agradecemos aos orientadores do projeto Flávia + PE = Mario pelas

idéias, ajuda em campo e paciência ao longo da realização do projeto. Agradecemos à Flávia, amigo Adal e ao Rainbow Master (Paulinho) pela revisão do trabalho e ao Musguinho pelas sugestões.

## Referências

- Agrawal, A.A. 1998. Leaf damage and associated cues induce aggressive ant recruitment in a Neotropical ant-plant. *Ecology*, 79:2100–2112.
- Agrawal, A.A. & M.T. Rutter. 1998. Dynamic anti-herbivore defense in ant-plants: the role of induced responses. *Oikos*, 83:227–236.
- Bronstein, J.L. 1998. The contribution of ant-plant protection studies to our understanding of mutualism. *Biotropica*, 30:150-161.
- Brouat, C., D. McKey, J. Bessièrè, L. Pascal & 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 Oecologica*, 21:349-357.
- 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.
- Davidson, D.W. & D. McKey. 1993. The evolutionary ecology of symbiotic ant-plant relationships. *Journal of Hymenoptera Research*, 2:13-83.
- Dirzo, R. & C. Domingues. 1995. Plant-animal interactions in Mesoamerican tropical dry forest, pp. 305-325. In: Seasonally dry tropical forests (S.H. Bullock, H.A. Mooney & E. Medina, eds.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. The ants. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Queiroz, T.L. 2008. A intensidade de herbivoria na mirmecófita *Maieta guianensis* (Melastomataceae) afeta a proporção de soldados da formiga *Pheidole minutula* (Myrmicinae)? Livro do curso de campo: "Ecologia da Floresta Amazônica" (J.L.C. Camargo & G. Machado, eds.). PDBFF/INPA, Manaus.
- Sagers C.L., S.M. Ginger & R.D. Evans. 2000. Carbon and nitrogen

isotopes trace nutrient exchange in an ant-plant mutualism. *Oecologia*, 123:582-586.

Schoonhoven, L.M., J.J.A. van Loon & M. Dicke. 2005. *Insect-plant biology*. New York: Oxford University Press.

Vasconcelos, H.L. 1991. Mutualism between *Maieta guianensis* Aubl., a myrmecophytic melastome, and one of its ant inhabitants: ant protection against insect herbivores. *Oecologia*, 87:297-298.