

Efeito de *Pheidole minutula* no sucesso reprodutivo de *Maieta guianensis*: Uma relação (des)harmônica entre formigas e mimercófitas?

Caroline Corrêa Nóbrega

Introdução

De maneira geral, o mutualismo é definido como uma interação, obrigatória ou não, entre indivíduos de espécies diferentes que vivem juntos e se beneficiam mutuamente (Begon, Harper, & Townsend 1996). Ainda que a importância ecológica e evolutiva do mutualismo seja reconhecida, é limitado o conhecimento acerca de seus mecanismos de manutenção e evolução (Bronstein 1994). No mutualismo, mesmo que cada parceiro seja um beneficiário líquido, a interação pode ser entendida como casos de exploração recíproca (Herre & West 1997). Isto porque o ganho líquido de cada participante é positivo, maximizando-se o benefício recebido e/ou minimizando o investimento fornecido (Bronstein 2001).

Um tipo de relação mutualística comum em florestas tropicais é a interação entre formigas e plantas (Pickett & White 1985). Um caso particular são as espécies de plantas conhecidas como mirmecófitas. Estas

plantas possuem estruturas especializadas, chamadas domáceas, que servem de abrigo para colônias de formigas (Benson 1985); Beattie 1985). Cada mimercófito abriga uma colônia de formigas e a morte da planta leva a destruição da colônia. Este tipo de interação evoluiu independentemente diversas vezes, e possui representantes em mais de 65 gêneros de plantas fanerógamas (Davidson & McKey 1993).

Existem evidências de que a associação com formigas aumenta a sobrevivência e aptidão das mimercófitas associadas a elas (Janzen 1966; Oliveira, Silva, & Martins 1987). Nestas associações, as formigas protegem a planta hospedeira contra herbivoria (Vasconcelos 1991; Fonseca 1994), cortam a vegetação competidora que cresce ao redor da planta (Janzen 1966) e/ou provém nutrientes à planta, através de detritos acumulados dentro das domáceas (Solano & Dejean 2004). As mirmecófitas, ao serem protegidas contra o ataque de herbívoros,

minimizam gastos com a produção de novas folhas, além de permanecerem com maior área foliar para realização de fotossíntese. Deste modo, podem investir maior quantidade de recursos disponíveis em reprodução.

Ainda que a aptidão da mimercófitas aumente com a interação com as formigas, não necessariamente devem existir apenas ganhos para a planta. Apesar das formigas protegerem a mimercófitas contra herbívoros, é possível que as formigas também ataquem potenciais visitantes florais. Nesta situação, os visitantes florais podem ser repelidos, prejudicando assim a reprodução da planta ao diminuir a eficiência de polinização.

Este estudo teve por objetivo avaliar se formigas associadas à mimercófitas interferem no seu sucesso reprodutivo. A primeira hipótese é de que as formigas permitem maior investimento da planta em reprodução ao protegerem a planta contra a ação de herbívoros. A previsão é de que mimercófitas com menores taxas de herbivoria produzem maior número de frutos. A segunda hipótese é que as formigas interferem negativamente na reprodução da mimercófitas ao afastarem os polinizadores das flores, reduzindo

assim a eficiência da polinização. A previsão é de que mimercófitas que abrigam colônias que respondem mais rapidamente à simulação de ataque às folhas e com maior número de formigas possuem menor quantidade de sementes em cada fruto.

Métodos

Este trabalho foi desenvolvido na Reserva do km 41 (2°24'S; 59°44'O), da Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), na Amazônia Central. A reserva encontra-se em uma área de floresta contínua de terra firme, localizada a 80 km ao norte de Manaus. O objeto de estudo utilizado foi a espécie *Maieta guianensis* (Melastomataceae), selecionada por ser uma mimercófitas abundante na área de estudo e por ela estar no início do período de frutificação no mês de agosto.

Maieta guianensis é uma planta arbustiva e abundante em baixios. A polinização das flores é realizada por insetos, principalmente por abelhas, e a dispersão dos frutos é realizada, sobretudo, por aves (Ribeiro *et al.* 1999). *Maieta guianensis* apresenta relações mutualistas com formigas,

Crematogaster sp. e *Pheidole minutula*, que recebem proteína e açúcares fornecidos pela planta, além de usarem as domáceas como ninho para a colônia (Vasconcelos 1991).

Para seleção das plantas a serem amostradas foi realizada uma procura ativa por indivíduos de *M. guianensis* que estavam com frutos e que apresentavam associação com a espécie de formiga *P. minutula*. Nessa espécie, a colônia é composta por operárias pequenas e grandes, as operárias pequenas patrulham constantemente a folha e as grandes podem ser recrutadas pelas pequenas ou responder a estímulos químicos oriundos de danos à folha (Christianini & Machado 2004).

Para estimar o consumo das folhas por herbívoros, a proporção de área foliar removida foi avaliada em todas as folhas de 17 indivíduos de *M. guianensis*, seguindo o índice de herbivoria proposto por Dirzo & Domingues (1995). Este índice atribui um valor para cada uma das folhas de acordo com a porcentagem de área foliar removida, estimada visualmente, sendo: 0% (categoria 0); 1-5% (categoria 1); 6-12% (categoria 2); 13-24% (categoria 3); 25-50% (categoria 4) e 51-99% (categoria 5). Para cada

indivíduo de *M. guianensis* foi calculado uma média do índice de herbivoria por folha amostrada. O número de frutos em cada planta foi contado, considerando também os frutos que estavam em início de desenvolvimento. Como os frutos não haviam começado a amadurecer, não foi necessário contar cicatrizes de frutos dispersos.

A agressividade da colônia foi obtida seguindo protocolo utilizado por Vosgueritchian e colaboradores (2006) com algumas modificações. Em cada planta foi escolhido ao acaso um ramo no qual era cortada a folha mais jovem expandida, simulando a ação de um herbívoro. Só foram utilizadas folhas que não estavam sendo patrulhadas pelas formigas no momento que antecedeu o corte. Após o corte, foi calculado o tempo necessário para a chegada da primeira formiga e o número de operárias pequenas e grandes recrutadas até oito minutos após o corte. O número de sementes por fruto foi estimado a partir dos valores médios de dois frutos de cada planta. As sementes de cada fruto foram espalhadas em lâmina d'água em placa de petri de 55,42 cm² sobre papel milimetrado. Em uma amostra de 5 cm² desta área, foi

contado o número de sementes presentes, e posteriormente extrapolou-se esse valor para a área total.

Plantas com muitas domáceas produziram mais frutos que plantas com poucas domáceas ($F=14,72$; g.l.=16; $p=0,04$; Figura 1). Assim, para avaliar se a quantidade de herbivoria influenciou o número de frutos produzidos em cada planta, o número de folhas com domáceas foi utilizada como uma co-variável na regressão entre o número de frutos e o índice de

herbivoria da planta. Para avaliar se plantas que abrigavam formigas mais agressivas (menor tempo de resposta e maior número de formigas pequenas e grandes recrutadas) produziam menores quantidades de sementes por fruto, foram realizadas regressões lineares. Uma vez que tempo de resposta esteve correlacionado com o número de formigas grandes, foi utilizado apenas o número de formigas grandes nas análises.

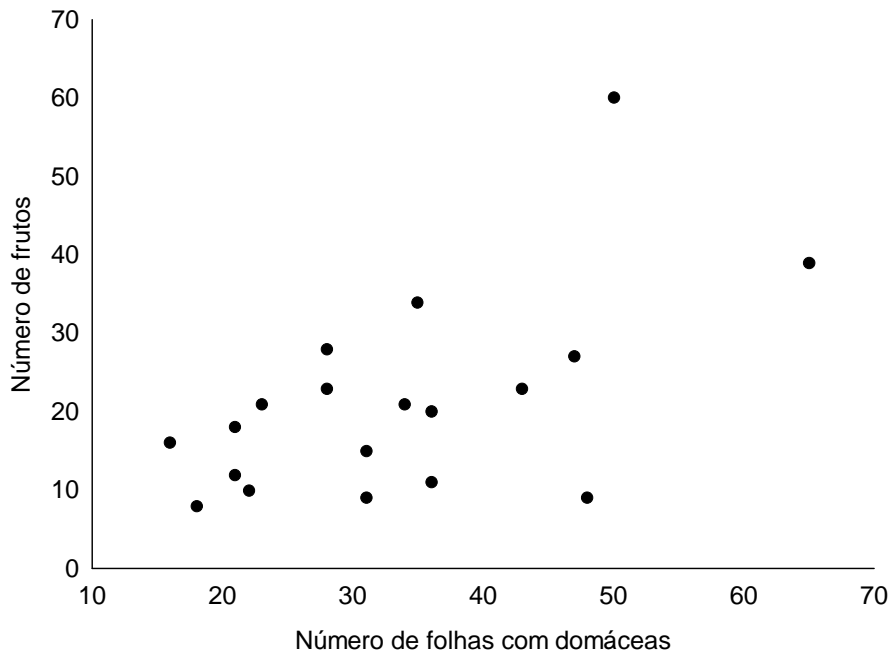


Figura 1. Número de frutos produzidos com relação à quantidade de folhas com domáceas de cada indivíduo de *Maieta guienensis* na Reserva do Km 41, Amazonas.

Resultados

Nos indivíduos de *Maieta guianensis* amostrados, foram encontrados em média 16,9 frutos por planta, variando de oito a 60 frutos. O número estimado de sementes por fruto em cada planta variou de 637 a 4439 sementes (média de 2006 sementes). O tamanho da planta, estimado pelo

número de folhas com domáceas, foi em média de 30,8 folhas (mínimo de 16 e máximo de 65 folhas com domáceas). O número de frutos produzidos em *M. guianensis* não está relacionado a proporção de consumo das folhas de cada planta (Regressão Múltipla: $F=0,01$; $gl=16$; $p=0,94$; Figura 2).

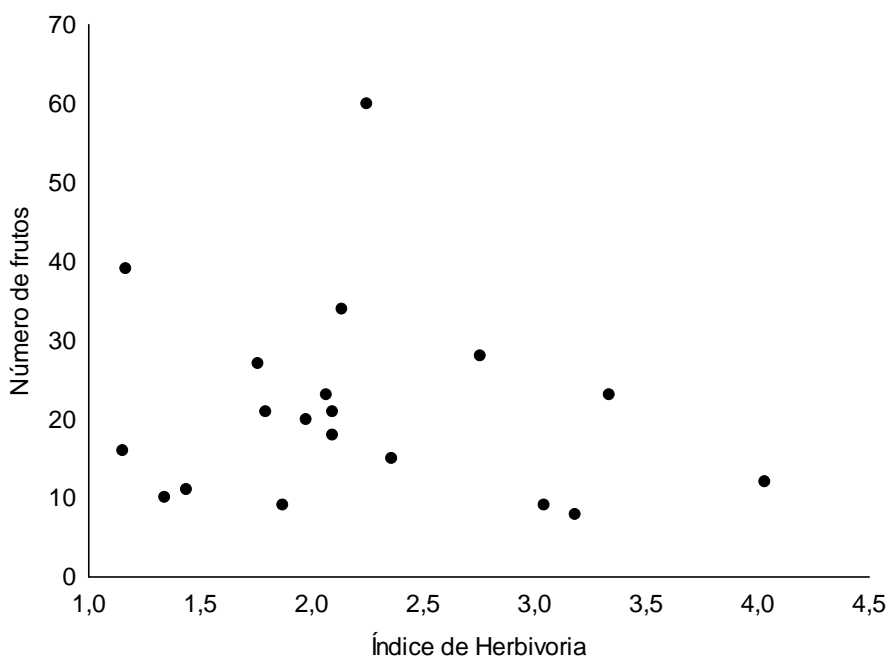


Figura 2. Número de frutos produzidos com relação ao índice de herbivoria da planta *Maieta guianensis*. O índice de herbivoria foi calculado pelo método proposto por Dirzo & Domingues (1995).

A agressividade das colônias também foi muito variável, com o tempo para o primeiro ataque variando de 8 a 231 segundos (média de 80 segundos), a quantidade de operárias pequenas recrutadas variando de 4 a 73 indivíduos (média de 28 operárias) e de operárias grandes variando de 0 a 7

indivíduos (média de 2 soldados). Uma vez que o tempo necessário para a realização do primeiro ataque esteve correlacionado com a quantidade de formigas grandes recrutadas ($F=5,34$; $gl=16$; $p=0,03$), o tempo de ataque não foi utilizado na análise. Não foi encontrada relação entre a quantidade

de sementes produzidas por fruto e a quantidade de operárias pequenas (F=0,65; gl=14; p=0,43; Figura 3) e grandes (F=0,65; gl=14; p=0,58; Figura 4) recrutadas em cada planta. Foram

desconsideradas da análise as amostras nas quais não houve recrutamento de formigas nas folhas cortadas, uma vez que não foi possível quantificar a resposta das formigas.

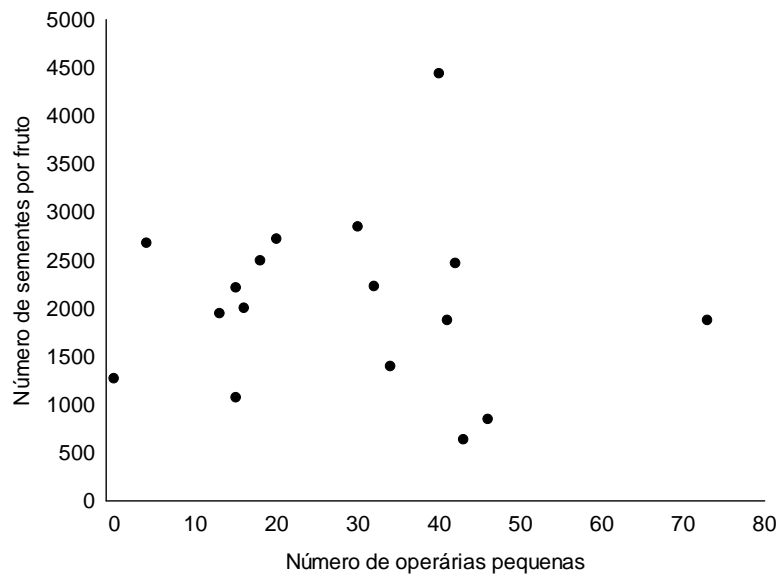


Figura 3. Número de sementes estimado por planta da espécie *Maieta guienensis* com relação ao número de operárias pequenas da formiga *Pheidole minutula* recrutadas após corte da folha.

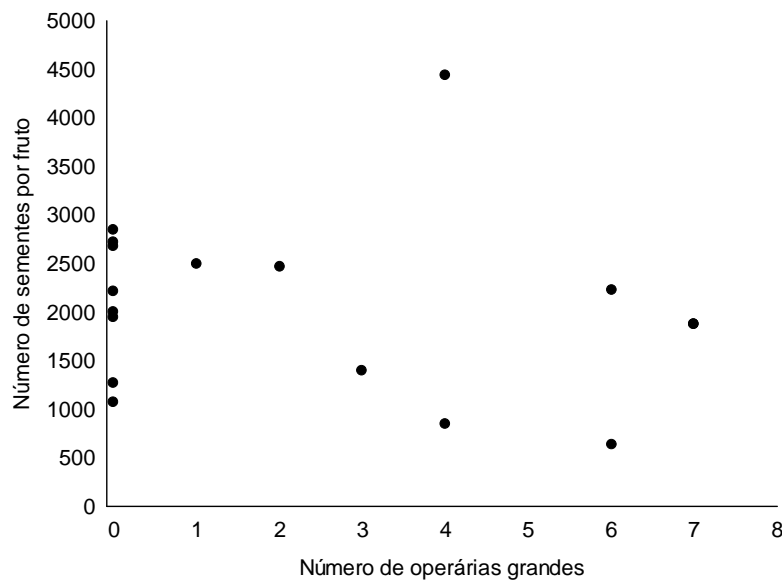


Figura 4. Número de sementes estimado por planta da espécie *Maieta guienensis* com relação ao número de operárias grandes da formiga *Pheidole minutula* recrutadas após corte da folha.

Discussão

Não foram encontrados indícios da interferência das formigas no sucesso reprodutivo da *M. guianensis*. A hipótese de que formigas ao protegerem melhor as folhas possibilitariam maior investimento da planta em reprodução não foi corroborada. Assim, os níveis de herbivoria observados não afetaram o investimento reprodutivo da planta. Apesar da produção de frutos ter variado muito entre plantas, isso ocorreu principalmente para indivíduos com até 21% da área foliar consumida (índice de herbivoria de 2,5, ver detalhes nos métodos) (Figura 2). Desta forma, a produção de frutos para estes indivíduos deve ser influenciada principalmente por outros fatores que não as taxas de herbivoria, como por exemplo, o tamanho da planta, como observado neste estudo (Figura 1).

O fato da agressividade das formigas não estar relacionada com a quantidade de sementes produzidas por fruto indica que a efetividade com que as colônias afastam ou removem os herbívoros pode não ser capaz de afastar polinizadores. É possível que o tempo gasto para o recrutamento das formigas (em média 80 segundos), seja maior que o tempo necessário para o polinizador

realizar a troca de pólen entre plantas, ou que o polinizador não seja detectado pelas formigas, ou ainda, os polinizadores sejam muito grandes para serem repelidos por operárias de *P. minutula*. Talvez os polinizadores de *M. guianensis*, tenham sido selecionados no sentido de não serem afetados pela presença das formigas. Assim, futuros trabalhos poderiam avaliar quais espécies polinizam *M. guianensis* e se as formigas afetam a taxa de visitação e o tempo de cada visita dos polinizadores.

Agradecimentos

A todos que contribuíram para que este trabalho fosse realizado, seja com idéias, correções ou com auxílio em campo. Certamente as indicações dos locais onde encontrar as plantas foi indispensável! Agradeço a Paulinho, mestre e amigo em todas as horas, você foi incrível. A todos, alunos, professores e demais funcionários que participaram do curso e que contribuíram de diversas formas para o meu crescimento pessoal e profissional. A Du por me apoiar nos momentos de dificuldade e por compartilhar comigo tantos momentos felizes. Finalmente, agradeço a meus pais, que estiveram comigo sempre, ainda que em pensamento.

Referências Bibliográficas

- Beattie, A.J. 1985. The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms. Cambridge: Cambridge University Press.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. Ecology: Individuals, Populations and Communities. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science.
- Benson, W.W. 1985. Amazon ant-plants, pp. 239-266. In: Amazonia (G.T. Prance & T.E.C.P. Lovejoy, eds). New York: Pergamon Press.
- Bronstein, J.L. 1994. Our current understanding of mutualism. *The Quarterly Review of Biology*, 69:31-51.
- Bronstein, J.L. 2001. The exploitation of mutualisms. *Ecological Letters*, 4:77-87.
- 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 Hymenopteran Research*, 2:13-23.
- Dirzo, R. & C. Domingues. 1995. Plantanimal interactions in Mesoamerican tropical dry forest. In: Seasonally Dry Tropical Forests (S.H. Bullock, S.H. Money & H.A. Medina, eds). Cambridge: Cambridge University Press.
- Fonseca, C.R. 1994. Herbivory and the longlived leave of an Amazonian ant-tree. *Journal of Ecology*, 82:833-42.
- Herre, E.A. & S.A. West. 1997. Conflict of interest in a mutualism: documenting the elusive fig wasp-seed trade-off. *Proceedings of the Royal Society of London*, 264: 1-7.
- Janzen, D.H. 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution*, 20:249-75.
- Oliveira, P.S., A.F. Silva & A.B. Martins. 1987. Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in cerrado vegetation: ants as potential anti-herbivore agents. *Oecologia*, 74:228-230.
- Pickett, S.T.A. & P.S. White. 1985. The ecology of natural disturbance and

- patchy dynamics. Orlando: Academic Press.
- Ribeiro, J.E.L., M.J.G. Hopkins, A. Vicentini, C.A. Sothers, M.A.S. Costa, J.M. Brito, M.A.D. Souza, L.H.P. Martins, L.G. Lohmann, P.A.C.L. Assunção, E.C. Pereira, C.F. Silva, M.R. Mesquita & L.C. Procópio. 1999. Flora da reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA-DFID.
- Solano, P.J. & A. Dejean. 2004. Ant-fed plants: comparison between three geophytic myrmecophytes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 83:433-439.
- Vasconcelos, H.L. 1991. Mutualism between *Maieta guianensis* Aubl., a myrmecophytic melastome, and one of its ant inhabitants: ant protection against insect herbivores. *Oecologia*, 82:295-298.
- Vosgueritchian, S.B., A.S.M. Silva, D.M.G. Tokman & T. Santos. 2006. Estímulos químicos induzem recrutamento de formigas na mirmecófita *Maieta guianensis* (Melastomataceae). In: Curso Ecologia da Floresta Amazônica (G. Machado & J.L.C. Camargo, eds). Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, Manaus.