

Investimento em defesa estrutural e em defesa de *Pheidole minutula* (Hymenoptera: Formicidae) diminuem a ação de herbívoros em *Maieta* spp. (Melastomataceae)?

Mônica Alves Mamão

Introdução

Em florestas tropicais a relação entre insetos herbívoros e plantas pode afetar teias alimentares, ciclos de nutrientes e padrões de diversidade (Coley & Barone 1996). É sabido que a herbivoria afeta a aptidão da planta, ocasionando a diminuição das suas taxas de crescimento e reprodução (Coley & Barone 1996). Em resposta a essa pressão, algumas plantas desenvolveram adaptações de defesa contra herbívoros. Tais defesas podem ser indiretas ou diretas (Schaler 2008). As defesas indiretas envolvem relações entre a planta e os predadores de herbívoros, que irão protegê-la ao consumir os herbívoros. As defesas diretas incluem fatores morfológicos para proteção física e/ou componentes para defesa química.

O mutualismo entre formigas e plantas mirmercófitas é um exemplo de defesa indireta comum em florestas tropicais (Benson 1985). Nessa relação, que é obrigatória e específica, a planta oferece abrigo para as formigas, em

estruturas especializadas, chamadas de domáceas, em troca de proteção contra herbívoros e patógenos (Holldobler & Wilson 1990). Isso gera um benefício indireto a planta, gerando aumento da taxa de crescimento, sobrevivência e produção de sementes (Gaume *et al.* 2005, Heil & Mckey 2003). No entanto, a associação com formigas também gera um custo para a planta devido à produção de domáceas para manter as colônias (Heil & McKey 2003).

Entre as defesas diretas estão as características estruturais das folhas. Em particular, a dureza da folha pode impedir a penetração ou ruptura dos tecidos da planta pelo aparelho bucal dos insetos (Sagers & Coley 1995). Isso se deve ao reforço da parede das células das folhas por moléculas como lignina, que são mais resistentes do que a celulose. Portanto, a dureza da folha está frequentemente relacionada com resistência a herbivoria (Coley & Barone 1996).

Apesar do conhecido efeito da presença de formigas sobre a defesa das

plantas mirmercófitas, pouco se sabe sobre o papel de defesas diretas nessa relação. Eventualmente, plantas com defesa física eficiente podem ter redução da herbivoria e, devido à melhora em sua condição, sustentar maiores colônias de formigas. Portanto, é possível que esse tipo de defesa determine parte da variação da herbivoria observada nas plantas.

Com esse estudo procura-se responder qual a relação entre a condição da planta e seu investimento em defesa física e proteção por formigas. A hipótese é que tanto a defesa física quanto a proteção por formigas proporcionam redução da herbivoria nas plantas.

Métodos

Área de estudo

Realizou-se este estudo na ARIE do Km 41 (2°24' S-59°44' O) pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF-INPA) e localizada a cerca de 70 km ao norte de Manaus, Amazonas, Brasil. A precipitação anual na região é de 2.100 mm, com a estação chuvosa entre março e maio e os meses mais secos de julho a outubro (RADAM BRASIL, 1978). A vegetação é formada por florestas de terra firme,

caracterizada como uma área que não está sobre influência de pulsos de inundação durante a cheia sazonal dos grandes rios da região. O relevo local é acidentado, dividido em platôs, vertentes e baixios. As áreas de platô são altas com solos argilosos e bem drenados. As vertentes são áreas inclinadas, na transição entre platôs e baixios, formadas por solos argilosos nas partes altas e arenosos nas partes baixas. Os baixios são planícies aluviais ao longo de igarapés (Ribeiro *et al.* 1999).

Espécies estudadas

As espécies de plantas estudadas foram *Maieta guianensis* e *Maieta poeppigii* (Melastomataceae). Essas espécies são conhecidas pela relação mutualística com formigas da espécie *Pheidole minutula* (Hymenoptera: Formicidae). Essas espécies de *Maieta* possuem domáceas na base da lâmina foliar que conferem abrigo e proteção para a formiga. As formigas, por sua vez, protegem a planta contra herbívoros (Ribeiro *et al.* 1999). Nessa espécie de formiga existe uma variação de tamanho entre as operárias, que são classificadas em duas categorias (Holldöbler & Wilson 1990): operárias grandes e pequenas. No entanto, ainda

não se sabe se as formigas grandes desempenham um papel diferente das pequenas na colônia.

Amostragem e análise dos dados

Trinta e cinco indivíduos de *Maieta* spp. foram amostrados nas vertentes e baixios. Para avaliar a eficiência de proteção pelas colônias de *P. minutula*, contou-se inicialmente o número de formigas que estavam patrulhando a planta. Em seguida, estimulou-se a resposta de defesa das formigas pela inserção de dois pedaços de folha de área média de 1cm² na face adaxial de uma folha apical. Esse procedimento simula um dano foliar, pois libera compostos voláteis que são facilmente percebidos pelas formigas (Christianini & Machado 2004), que serão assim atraídas para o local onde foram posicionados os pedaços foliares. O pedaço de folha foi retirado de outro indivíduo de *Maieta* spp.

Após colocar o pedaço de folha, anotou-se o intervalo de tempo até a detecção do estímulo pela formiga (determinado quando ela tocava no pedaço de folha) e o número de formigas grandes e pequenas que foram recrutadas após 5 min. Para saber quantas formigas foram recrutadas com o estímulo, subtraiu-se o número final

de formigas na folha pelo número de formigas que estavam patrulhando a folha antes do estímulo.

Ainda em campo, estimou-se visualmente o índice de herbivoria de cada folha para posterior cálculo da média de herbivoria da planta (Dirzo & Domingues 1995). Este índice atribui uma categoria de herbivoria para cada uma das folhas de acordo com a porcentagem de área foliar removida: 0% (categoria 0); 1-5% (categoria 1); 6-12% (categoria 2); 13- 24% (categoria 3); 25-50% (categoria 4) e 51-99% (categoria 5). Por fim, coletou-se três folhas de cada indivíduo de *Maieta* spp., sendo uma delas a folha que recebeu o estímulo.

Usando as folhas coletadas calculou-se a massa foliar específica (MFA) que é uma medida indireta de quanto a planta está investindo em defesa estrutural da folha. Calculou-se a MFA pela razão entre a massa seca e a área da folha. Para isso, recortou-se uma área conhecida da folha que foi pesada após secagem. Plantas com maior MFA são menos consumidas por herbívoros devido a um maior investimento em estrutura foliar, tornando suas folhas mais rígidas (Coley 1983). Para avaliar a relação entre os níveis de herbivoria, a resposta das formigas e o investimento

em estrutura foliar, realizou-se uma regressão linear múltipla. Considerou-se como variável resposta o índice médio de herbivoria das folhas e como variáveis predictoras o tempo de resposta da primeira formiga, o número de formigas pequenas, o número de formigas grandes e o MFA de cada planta. Espero que plantas que possuem um menor tempo de resposta, mais formigas recrutadas e/ou maior MFA apresentarão menor índice médio de herbivoria.

Resultados

O tempo de resposta da primeira formiga foi de 29 ± 46 (média \pm desvio padrão, Figura 1). Após 5 min o número de formigas grandes e pequenas recrutadas foi 15 ± 11 e o número de operárias grandes foi de $1,74 \pm 2,10$ (Figuras 2 e 3). A massa foliar específica das *Maieta spp.* foi de $0,003 \pm 0,0009$ (Figura 4) e o índice de herbivoria apresentou valores médios de $2,2 \pm 0,6$. A MFA das *Maieta spp.* e os parâmetros utilizados para inferir a eficiência de resposta das formigas não apresentaram relação com o índice de herbivoria da planta ($r^2=0,05$; $F_{(4,30)}=0,409$; $p=0,80$).

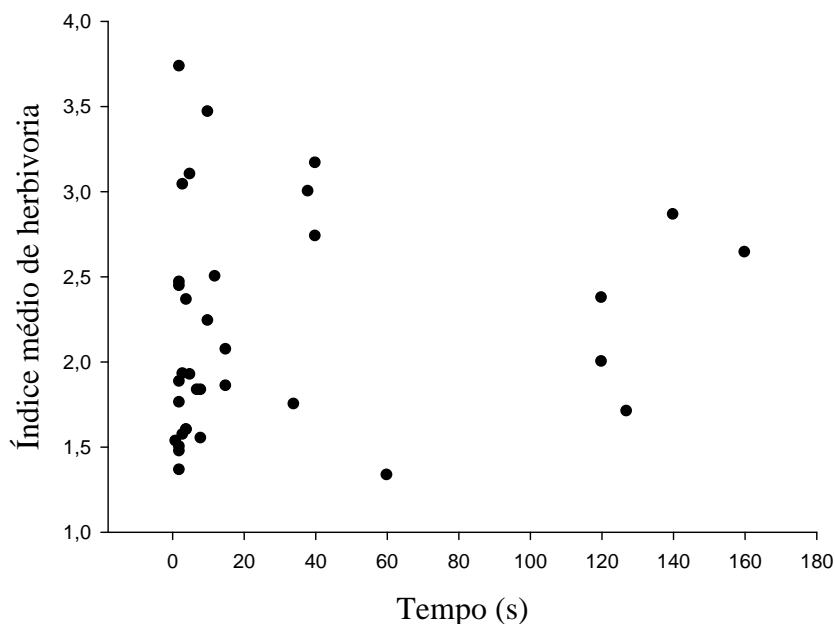


Figura 1. Relação entre o índice médio de herbivoria em *Maieta spp.* e o tempo de resposta da primeira formiga da espécie *Pheidole minutula*, ao estímulo do pedaço foliar, na ARIE do Km 41.

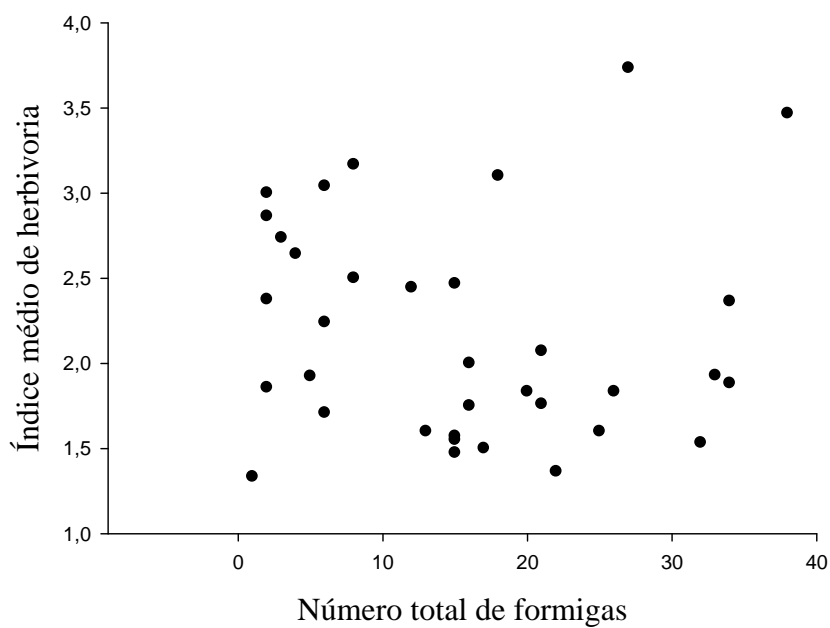


Figura 2. Relação entre o índice médio de herbivoria de *Maieta* spp. e o recrutamento de formigas da espécie *Pheidole minutula*, na ARIE do Km 41.

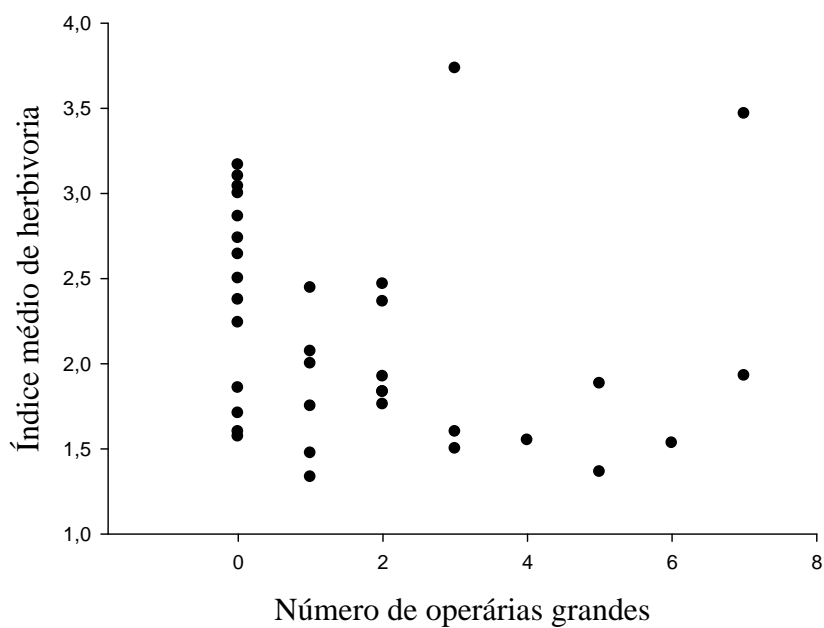


Figura 3. Relação entre o índice médio de herbivoria de *Maieta* spp. e o número de operárias grandes da espécie *Pheidole minutula*, na ARIE do Km 41.

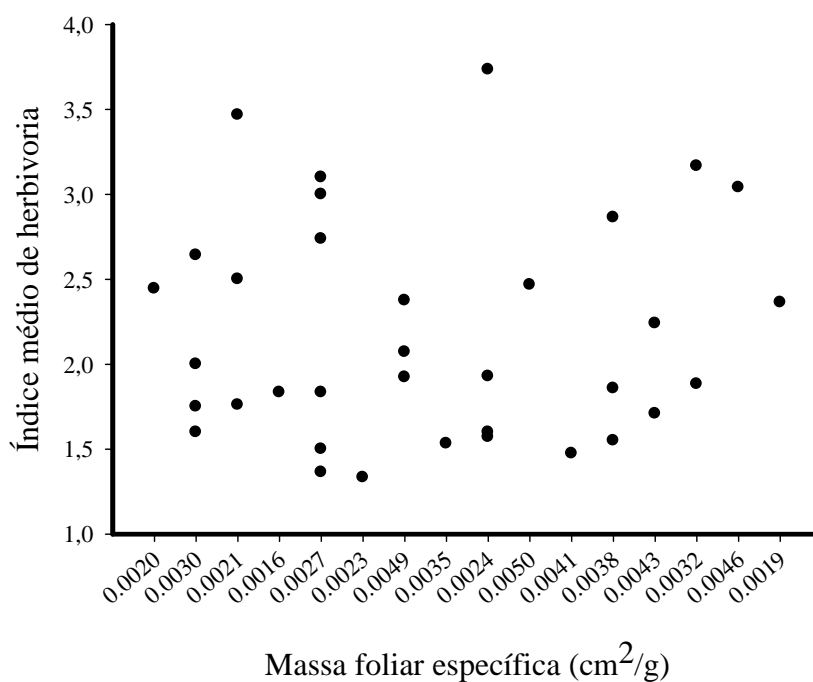


Figura 4. Relação entre o índice médio de herbivoria e a massa foliar específica de *Maieta* spp., na ARIE do Km 41.

Discussão

A ausência de relação entre o índice de herbivoria, os parâmetros usados para inferir a proteção de formigas e a massa foliar específica indica que a herbivoria da planta não é determinada pelo investimento diferencial das formigas em defesa e nem por variações na estrutura física das folhas. No entanto, sabe-se que a presença das formigas confere defesa contra herbivoria (Fonseca 1994). Devido à baixa herbivoria média sofrida pelas duas espécies de *Maieta*, pode-se inferir então que a presença das

formigas na planta seja suficiente para protegê-la da ação de herbívoros, independente da eficiência de resposta da colônia.

Uma vez que a presença das formigas já pode ser suficiente para conferir proteção, resta entender porque variações no tempo de resposta e no número de formigas recrutadas não afetaram a quantidade de área foliar consumida. Folhas de *Maieta* spp. possuem tricomas, que é uma característica morfológica rara em plantas amazônicas (Ribeiro *et al.* 1999). Tricomas agem como fator de

resistência estrutural, impedindo que insetos pequenos entrem em contato com a superfície da folha ou limitando seu movimento (Schaler 2008). Portanto, mesmo que o tempo de recrutamento de *P. minutula* seja longo, a presença de tricomas pode dificultar o acesso do herbívoro à folha. Isso permitiria que as formigas detectassem e respondessem aos herbívoros, mesmo quando o tempo de resposta é maior e o número de formigas é menor (Schaler 2008). Como tricomas podem impedir períodos longos de herbivoria (Schaler 2008), o pouco tempo de acesso do herbívoro à planta não determinaria um período suficiente para que uma eventual defesa física pudesse exercer algum efeito. Nesse contexto, seria improvável que *Maieta* spp. apresente defesas físicas estruturais.

Se manter colônias de formigas é efetivo contra a herbivoria, independentemente do investimento da colônia em defesa, é possível que as espécies de *Maieta* que comportem colônias pequenas sejam favorecidas. Dado que existe um custo associado à manutenção das colônias (Heil & McKey 2003), plantas com colônias pequenas poderiam maximizar o ganho proveniente dessa associação.

Agradecimento

Agradeço em especial ao Paulinho Enrique pelos “sabões”! Foram essenciais para a construção de uma nova pesquisadora. Obrigada pela atenção e pelos vários momentos de descontração. Agradeço também as bonitoras, Dani e Claudinha, Paulinho Estéfano, todos os professores, Junior, João e Dona Eduarda, importantes para que o curso acontecesse! Por fim, agradeço e deixo um abraço aos amigos que conquistei: à confidente selvagem, à companheira efêmera, às emotivas e prestativas pernambucanas, aos conterrâneos, João e Gláucia, pelo entendimento mútuo, aos thiagos pela alegria empolgante, à Fernanda, por sempre dar o exemplo errado e mais divertido, ao Ricardo e Rodrigo, pelo raciocínio científico, às meigas Thalita e Sara, aos vizinhos de rede, Bruno, Pedro e Demétrios, pelas divertidas conversas de fim de noite, ao baiano André, pela tranquilidade, ao típico carioca, Bruno, pelo bom humor. Valeu demais galera do violão, Chico mineiro e Igarafest, me diverti muito com vocês! Sem todos vocês seria impossível suportar esse intenso mês de projetos e relatórios!

Referências

- Benson WW. 1985. Amazon ant-plants. Oxford: 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.
- Coley, P.D. 1983. Herbivory and defenses of tropical trees. *Ecological Monographs*, 53: 211-229.
- Coley, P.D. & J.A. Barone. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27:305–35.
- Fonseca, C.R. 1994. Herbivory and the long-lived leaves of an amazonian ant-tree. *Journal of Ecology*, 82:833-842.
- Gaume, L., M. Zacharias, V. Grobois & R.M. Borges. 2005. The fitness consequences of bearing domatia and having the right ant partner: experiments with protective and non-protective ants in a semi-mymecophyte. *Oecologia*, 145:76-86.
- Heil M. & D. McKey. 2003. Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. *Annual Review of Ecology and Systematics* 34:425–53
- Holldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. The ants. Cambridge: Harvard University Press.
- Ribeiro, J.E.L.S., J.G. Hopkins, C.A. Sothers, M.A.S. Costa, J.M. Brito, M.A.D. Sousa, 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.
- Sagers, C.L. & P.D. Coley. 1995. Benefits and costs of defense in a neotropical shrub. *Ecology*, 76:1835-1843.
- Schaller, A. Induced plant resistance to herbivory. 2008. Springer: Andreas Schaller.