

Tempo de detecção e defesa das formigas *Azteca* sp. (Formicidae: Dolichoderinae) contra invasores em diferentes partes da mirmecófita *Tococa bulifera* (Melastomataceae)

Michelle Bicalho Antunes

Introdução

Formigas são insetos dominantes em quase todos os ambientes terrestres, representando 10% ou mais da biomassa animal total (Wilson 2000). Muitas espécies de Formicidae são generalistas e possuem uma grande variedade de dietas e sítios de nidificação, se associando com diferentes espécies de animais e plantas (Hölldobler & Wilson 1990). Relações mutualísticas entre formigas e plantas são particularmente comuns em florestas tropicais (Pickett & Conite 1985). Algumas dessas relações ocorrem via nectários extraflorais (Bentley 1977), que são atrativos para formigas por secretarem substâncias açucaradas (Davidson & Mckey 1993), ou via homópteros (Buckley 1987; Moya-Raygoza e Nault 2000). Outras espécies de plantas, conhecidas como mirmecófitas possuem estruturas especializadas chamadas domáceas que possibilitam a nidificação de colônias de formigas em seu interior (Benson 1985). Porém, mesmo em mirmecófitas, é comum o cultivo de homópteros nas domáceas e inflorescências, os quais sugam a seiva da

planta e secretam açúcares que são utilizados pelas formigas como fonte de alimento (Benson 1985). Devido à oferta de alimento, as formigas passam grande parte do tempo sobre a planta, defendem seu abrigo e recurso alimentar, podendo conferir proteção para a planta contra herbívoros (Janzen 1966; Oliveira *et al.* 1987; Del-Claro & Santos 2000).

Dentre as mirmecófitas encontradas na Amazônia Central, *Tococa bulifera* (Melastomataceae) é uma das espécies mais abundantes, comumente encontrada aos arredores de Manaus, particularmente freqüente em platôs, e geralmente encontrada associada a formigas do gênero *Azteca* (Fonseca 1991; Ribeiro *et al.* 1999). *Tococa bulifera* é um arbusto que cresce no sub-bosque da floresta, apresenta domáceas na base de suas folhas e inflorescências terminais, geralmente racemosas. Suas flores são monóicas, não contém néctar e são polinizadas preferencialmente por insetos (Ribeiro *et al.* 1999). A formiga *Azteca* sp. não realiza castração (corte da flor), como descrito para outras espécies associadas a mirmecófitas (Izzo 2002), e se alimenta de substâncias

secretadas por homópteros que estão nas inflorescências de *T. bulifera* (Benson 1985).

Dado que as formigas que habitam plantas mirmecófitas são geralmente muito agressivas e possuem um comportamento de recrutamento em massa muito efetivo contra herbívoros (Hölldobler & Wilson 1990; Morales 2002; Campos 2003; Montag *et al.* 2003), o objetivo deste estudo foi testar: 1) se cupins (modelo de herbívoro) de tamanhos maiores são detectados e atacados mais rápido do que cupins de tamanhos menores e 2) se existe diferença no tempo até o primeiro ataque das formigas, dependendo se o cupim é colocado na folha de ramo com inflorescência, folha de ramo sem inflorescência ou diretamente na inflorescência. Era esperado que, em época de floração, houvesse mais formigas na inflorescência protegendo os agrupamentos de homópteros, que em outras partes da planta. Ainda, era esperado que cupins maiores fossem mais rapidamente detectados e atacados do que herbívoros menores porque, ao se locomoverem sobre a planta, gerariam mais vibrações e seriam mais rapidamente percebidos pelas formigas.

Material & métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em áreas de platô e bordas de floresta na Reserva do Km

41 (2°24'S; 59°44'O), pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), cerca de 80 km ao norte de Manaus (Oliveira 1987). A vegetação na região é composta por floresta contínua de terra firme (Pires & Prance 1985). A temperatura média anual é de 26,7°C, sendo a variação mensal em torno da média de, no máximo, 2°C (RADAMBRASIL 1978). A pluviosidade na região é 1.900 a 2.500 mm/ano, com uma estação seca compreendida entre os meses de julho e outubro (Rankin-de-Merona *et al.* 1992).

Delineamento amostral

Foram realizadas amostragens em 12 indivíduos de *Tococa bulifera*, sendo utilizados todos os indivíduos com pelo menos duas inflorescências, localizados na sombra, ao longo de 5 km de trilha. Em cada planta foi realizado um experimento com cupins vivos de diferentes tamanhos: (a) grandes, representados por soldados de *Cornitermes* sp. com cerca de 0,85 mm de comprimento total e (b) pequenos, representados por soldados de *Nasutitermes* sp. com cerca de 0,36 mm de comprimento total. Esses gêneros foram escolhidos por serem abundantes no local de estudo.

Em cada planta, foram tomados dois ramos (blocos) apresentando inflorescências, onde foram colocados, em cada um destes

ramos, os cupins grandes e pequenos separadamente. Em cada ramo, foi colocado um cupim ao centro de uma folha com inflorescência, um cupim em folha de ramo sem inflorescência e um diretamente na inflorescência. A seqüência de colocação dos cupins foi sorteada. Procurou-se utilizar folhas jovens, de tamanhos similares e sem marcas de herbivoria. Foi cronometrado o tempo até o primeiro ataque das formigas *Azteca* sp. ao cupim, sendo que o tempo máximo de observação por tratamento foi de 5 min.

Análise dos dados

Os dados foram transformados em log (10) para atender a premissa de normalidade de testes paramétricos e, em seguida, foi utilizada uma ANOVA em blocos com medidas repetidas usando como variável resposta o tempo de ataque e as plantas como blocos. O fator preditor foi o tamanho do cupim e o fator repetição foi a parte da planta onde o cupim foi colocado. Posteriormente, foram utilizados três testes t pareados para

determinar em que lugar na planta o ataque foi mais rápido, independente do tamanho do cupim. Nesse caso, a correção de Bonferroni foi empregada para minimizar o efeito de múltiplos testes utilizando o mesmo conjunto de dados.

Resultados

O tamanho dos cupins não influenciou o tempo para o ataque das formigas ($F=2,133$; g.l.=1,11; $p=0,172$; Figura 1). Por outro lado, houve diferença significativa quanto ao local na planta onde o cupim foi colocado ($F=3,477$; g.l.=2,22; $p=0,04$; Figura 1). As formigas atacaram mais rápido cupins colocados nas inflorescências do que nas folhas de ramos com inflorescência ($t= -2,654$; g.l.=1,23; $p=0,043$). O tempo até o primeiro ataque das formigas não diferiu entre folhas de ramos com inflorescência e folhas de ramo sem inflorescência ($t=1,518$; g.l.=1,23; $p=0,428$), e entre folhas de ramos sem inflorescência e inflorescência ($t= -0,981$; g.l.=1,23; $p=1$) (Figura 1).

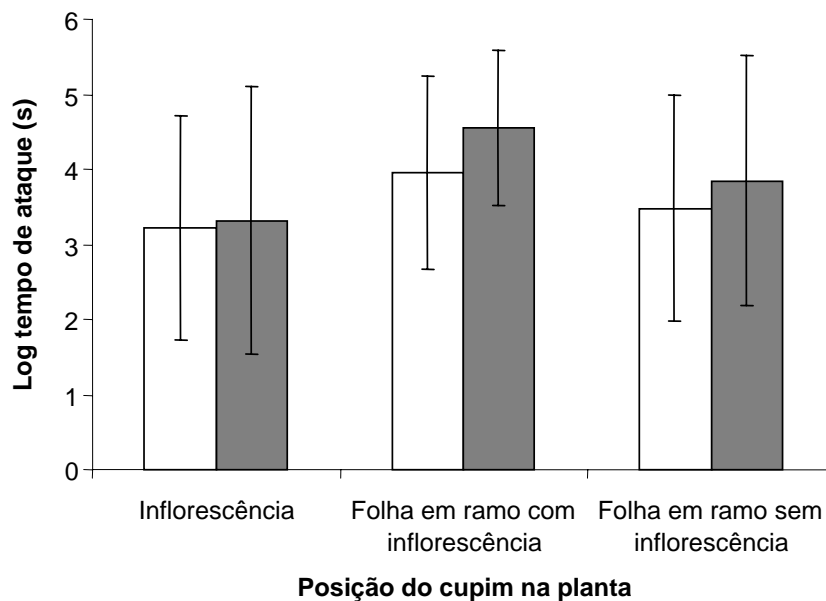


Figura 1. Média do tempo decorrido (\pm amplitude) até o primeiro ataque por formigas *Azteca* sp. em cupins grandes (barras brancas) e pequenos (barras pretas) colocados diretamente na inflorescência, em folhas de ramos com inflorescência e folhas de ramos sem inflorescência em indivíduos de *Tococa bulifera*, encontradas na Reserva do km 41, Manaus, AM.

Discussão

Muitos estudos abordam comportamento de formigas que exercem relação mutualística com plantas. Izzo (2002), por exemplo, observou que as formigas da espécie *Allomerus octoarticulatus* predam insetos herbívoros ativamente nos ramos da planta hospedeira *Hirtella myrmecophila* (Chrysobalanaceae), o que aparentemente é a principal fonte de alimento da colônia. Isso ocorre, pois ao contrário da maioria das outras espécies de mirmecófitas (Janzen 1969; Benson 1985), *H. myrmecophila* não possui nectários extraflorais ou homópteros no interior das domáceas. Operárias de *Azteca* sp., entretanto,

cultivam coccídeos dentro das domáceas de *Tococa bulifera* ou, em época de floração, associados à inflorescência (Buckley 1987; Moya-Raygoza & Nault 2000). Esses coccídeos sugam a seiva da planta e secretam açúcar, que será utilizado como alimento pelas formigas. Nesse sentido, as operárias de *Azteca* sp. protegem mais efetivamente as inflorescências de *T. bulifera*, provavelmente porque esta parte da planta contém um recurso alimentar previsível, i.e., a secreção dos homópteros.

O tempo ataque aos cupins em folhas de ramos com e sem inflorescência não diferiram, provavelmente porque as formigas

estão patrulhando da mesma forma as folhas, independente da presença de inflorescências. Mesmo parecendo ser a inflorescência com homópteros o recurso alimentar principal da *Azteca* sp., elas também podem se valer de presas capturadas em outras partes da planta (obs. pess.). Portanto, apesar da obtenção de alimento proveniente de inseto capturado ser um recurso imprevisível, esta via pode ser uma importante fonte de proteínas para a manutenção da colônia.

Em época de floração, o recurso alimentar (inflorescência associada com homópteros) é previsível, fazendo com que a concentração das formigas seja maior na flor, favorecendo um ataque mais rápido contra herbívoros neste local. Já em épocas sem inflorescência, provavelmente, a distribuição das formigas seja mais homogênea em toda a planta. Oliveira *et al.* (1987) relatam que o tempo de localização de herbívoros potenciais está diretamente relacionado à proximidade destes da fonte de recurso ou do ninho, e que o tempo de encontro das presas pode estar variando meramente em função da densidade de formigas sobre a planta. É interessante que seja desenvolvido um estudo comparando o comportamento de forrageio, recrutamento e defesa, assim como a densidade das formigas em diferentes partes da planta para observar se variam em função das diferentes fases de floração da planta hospedeira.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pelo privilégio da vida... Obrigada mãe e pai pelo amor incondicional e por estarem sempre dispostos a tornar sonhos e desejos em realidade... Obrigada mana e mano por serem tão amorosos... Obrigada amigos eternos do "Instituto de Pesquisas de Planárias" pelo incentivo, confiança, pelas palavras carinhosas... Obrigada especial ao Zé e Glauco por terem me proporcionado conhecer a Amazônia, um lugar antes tão inatingível, dentro da minha realidade. Obrigada aos professores, que sempre muito dispostos e pacientes, possibilitaram uma excepcional melhora nos conhecimentos acadêmicos; em especial ao Glauco, muitas vezes psicólogo, Adal e Thiago Izzo pela imensa paciência e dedicação durante o meu projeto individual. Muito obrigada, também, a Dona Eduarda, ao Luiz "caboclão", ao Léo, seu Cardoso, seu João, e a todo o pessoal do barco Dona Selly II. Obrigada Bráulio por ter sido extremamente atencioso e paciente. Agora, um obrigada especial para os personagens principais... toda a galera que "desenhou" esses dias mais do que especiais e certamente inesquecíveis... Obrigada Alê pela alegria transbordante e por ter proporcionado risadas mesmo em momentos difíceis... Obrigada Tu pelas palavras de incentivo e por ter sido um

exemplo de força e dedicação... Obrigada Taís (Tatá) pela doçura de suas palavras e seus abraços... Obrigada Taíse por ser mega companheira de festa (baiana arreataada!!!) e por ter sido muito carinhosa e preocupada... seu carinho foi extremamente confortante... Obrigada Dani (carioca aê!!!) pelas conversas, conselhos, palavras amigas e de incentivo... Obrigada Rê por ter me ensinado a rir quando as coisas não estão dando muito certo... você é leve e... solta!!! Obrigada, muito obrigada Tiago, você foi fundamental e importante em muitos momentos ao longo do curso... você é simplesmente especial demais... Obrigada Ernane por ter estado sempre disposto a acudir os aflitos, e acalmar os desesperados... Obrigada Daniel pelo convívio "apimentado"... Obrigada André por ter espantado os males da galera através da música... Obrigada Noni por ter me ensinado que viver é arriscar e se aventurar muuuuuiitooo!!! Obrigada Bruno por ter me ensinado a observar natureza com olhos mais atentos e curiosos... Obrigada Jana pelo momento único e inesquecível da quadrilha e casamento caipira... Obrigada Isis por ter me ensinado a gostar muito de briófitas e por ser extremamente paciente e carinhosa... Obrigada Ju e Catá por terem estado sempre preocupadas em ajudar e obrigada pelos olhares amigos, que valeram mais do que muitas palavras... Obrigada Tadeu por ter sido um exemplo de

persistência e dedicação aos trabalhos... Obrigada Rodrigo e Beto pelos dias vividos juntos. Por fim, obrigada a todos que me ensinaram que melhor do que a conquista... é descobrir-se capaz!!!!

Referências bibliográficas

- Benson, W.W. 1985. Amazon ant-plants. In: Amazônia, Prance, G. & Lovejoy, T.E. (eds.), pp. 239-266. Pergamon Press, New York.
- Bentley, B.L. 1977. The protective function of ants visiting extrafloral nectarines of *Bixa orellana* L. (Bixaceae). *Journal of Ecology* 65: 27-38.
- Buckley, R.C. 1987. Ant-plant-homopteran interactions. *Advances in Ecological Research* 16: 53-85.
- Campos, R.I. 2003. Interação formiga-planta: a importância dos exudatos de nectários extraflorais vs. excretas açucaradas de homópteros na defesa contra herbívoros. Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica", PDBFF/INPA, Manaus, AM.
- Davidson, D.W. & Mackey, D. 1993. The evolutionary ecology of symbiotic ant-plant relationships. *Journal of Hymenoptera Research* 2: 13-83.
- Del-Claro, K. & Santos, J.C. 2000. A função de nectários extraflorais em plantas do cerrado. *Revista de Etologia* 3: 10-19.

- Fonseca, C.R.S.D. 1991. Interação entre *Tachigalia myrmecophila* Ducke (Caesalpinaceae) e formigas associadas. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo.
- Hölldobler, B. & Wilson, E.O. 1990. The ants. Springer Verlag, Berlin.
- Izzo, T.J. 2002. Influência de *Allomerus octoarticulatus* (Formicidae; Myrmicinae) sobre a herbivoria e reprodução de *Hirtella myrmecophila* (Chrysobalanaceae). Dissertação de Mestrado, INPA/UA, Manaus, AM.
- Janzen, D.H. 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution* 20: 249-275.
- Janzen, D.H. 1969. Allelopathy by myrmecophytes: the ant *Azteca* as an allelopathic agent of *Cecropia*. *Ecology* 50: 147-153.
- Montag, L.F.A.; Medina, B.O.; Vianna, D.M.; Miranda, J.P. & Rodin, P. 2003. Defesa biótica induzida em *Maieta poeppigii* Cogn. (Melastomataceae), uma mimercófita da Amazônia Central. Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica", PDBFF/INPA, Manaus, AM.
- Morales, C.L. 2002. Defensa biológica en la planta mirmecófita *Maieta guianensis*: respuesta inmediata al daño foliar, y respuesta inducida a corto y largo plazo por parte de la hormiga *Pheidole minutula*. Livro do curso de campo "Ecologia da floresta Amazônica", PDBFF/INPA, Manaus, AM.
- Moya-Raygoza, G. & Nault, L.R. 2000. Obligatory mutualism between *Dalbulus quinquenotatus* (Homoptera: Cicadellidae) and attendant ants. *Annals of the Entomological Society of American* 93: 929-940.
- Oliveira, A.A. 1987. Diversidade, estrutura e dinâmica do comportamento arbóreo de uma floresta de terra firme de Manaus, AM. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Oliveira, P.S.; Oliveira-Filho, A.R. & Cintra, R. 1987. Ant-foraging on ant-inhabited *Triplaris* (Polygonaceae) in western Brazil: a field experiment using live termite baits. *Journal of Tropical Ecology* 3: 195-200.
- Pickett, S.T.A. & White, P.S. 1985. The ecology of natural disturbance and patchy dynamics. Academic Press, Londres.
- Pires, J.M. & Prance, G.T. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: Amazonia, Prance, G. & Lovejoy, T.E. (eds.), pp. 109-145. Pergamon, New York.
- RADAMBRASIL. 1978. Levantamento de recursos naturais, vol. 1-18. Ministério das

- Minas e Energia, Departamento de Produção Mineral, Rio de Janeiro.
- Rankin-de-Merona, J.M.; Prance, G.T.; Hutchings, R.W.; Silva, M.F.; Rodrigues, W.A. & Vehling, M.E. 1992. Preliminary results of large scale tree inventory of upland rain forest in the Central Amazon. *Acta Amazonica* 22: 493-534.
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.; Martins, L.H.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R. & Procópio, L.C. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-Firme na Amazônia Central. INPA, Manaus.
- Wilson, E.O. 2000. Ants Standart Methodos for Measuring and Monitoring Biodiversity In: Agost, D.; Majer, J.D. & Alonso, L.E. (eds.). Smithsonian Institution Press, Washington.