



DESENVOLVIMENTO FOLIAR E SEUS EFEITOS NAS INTERAÇÕES ENTRE FORMIGAS E HERBÍVOROS ASSOCIADOS A *COPAIFERA LANGSDORFFII*

A. C. M. Queiroz

F. V. Costa; M. L. B. Maia; L. Q. Oliveira; F. S. Neves; M. Fagundes

Universidade Estadual de Montes Claros, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Biologia da Conservação, Av. Ruy Braga S/N, Vila Mauricéia, Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro, Montes Claros, MG, Brasil-antcmqueiroz@gmail.com

INTRODUÇÃO

Danos foliares causados por herbívoros ocorrem, em sua grande maioria, quando as folhas são jovens e estão em processo de expansão (Marquis *et al.*, 2001). A maior vulnerabilidade neste estágio de desenvolvimento pode ser devido à menor esclerofilia foliar (Loyola & Fernandes 1993) e menor concentração de compostos de defesa (Cornelissen & Fernandes 2001). Segundo Kursar e Coley (2003), as plantas podem defender folhas jovens através de duas estratégias: (1) produzindo folhas sincronicamente e de forma rápida para que escapem do ataque dos herbívoros e (2) produzindo folhas continuamente, mas que apresentam estruturas como nectários extraflorais (NEFs) que são ativos somente em folhas novas.

Desde que Janzen (1966) propôs que a presença de formigas poderia ser uma efetiva defesa biótica para as plantas, muitos trabalhos demonstraram que as formigas são importantes agentes na promoção de defesas contra insetos herbívoros (Oliveira 1997; Oliveira *et al.*, 1999). Ao forragearem pela planta à procura de exsudatos e, conseqüentemente visitarem nectários extraflorais (Jolivet 1996), as formigas afugentam e predam outros organismos presentes nas plantas (Fagundes *et al.*, 2005, Rosumek *et al.*, 2009). A relação entre formigas e plantas deve - se em grande parte à dieta das formigas ser composta por recursos derivados dos vegetais (Rico - Gray 1993). Embora a maioria dos resultados seja similar ao padrão observado por Janzen, outros estudos também mostram que a as formigas também afetam negativamente as plantas hospedeiras (Ruhren 2003; Renault *et al.*, 2005).

A evolução da interação entre insetos e plantas proporcionou o desenvolvimento de diversas estratégias de defesa nas plantas como características morfológicas, químicas, nectários extraflorais e qualidade nutricional (Coley *et al.*, 2005). A presença de formigas associadas à espécies vegetais pode exercer grande influência na comunidade de artrópodes (Fagundes *et al.*, 2005, Rosumek *et al.*, 2009). *Copaifera langsdorffii* é uma espécie ideal para estudos dessa

natureza, pois possui alta diversidade de insetos herbívoros (Almeida *et al.*, 2006) e formigas associadas (observações pessoais). Além disso, possui folhas com crescimento lento e nectários extraflorais na base de cada folíolo que são ativos somente em folhas novas (observações pessoais).

OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo responder as seguintes perguntas: 1) A abundância de formigas diminui à medida que as folhas se desenvolvem e os nectários tornam - se inativos? 2) As formigas que visitam os nectários exercem defesa efetiva contra os herbívoros durante o período de maturação das folhas?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: este estudo foi realizado numa área de Cerrado sentido restrito (16° 40'26" S e 43° 48'44" W) localizada em Montes Claros, norte de Minas Gerais. A região está inserida na área de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga. O clima local é semi - árido, com estações secas e chuvosas bem definidas. A temperatura média anual é de 23° C e a precipitação é de aproximadamente 1.000 mm/ano, com chuvas concentradas principalmente no final do ano (Santos *et al.*, 2007).

Sistema estudado: *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae), conhecida popularmente como copaíba ou pau d'óleo, é uma espécie arbórea tropical que atinge até 12 m de altura. A árvore possui folhas compostas, paripinadas, alternas, espiraladas com 4 a 12 folíolos alternos ou opostos (Almeida *et al.*, 1998). A espécie ocorre em áreas de cerrado, matas de galeria e matas secas (Floresta Estacional Decidual) que se estendem desde o Estado do Tocantins ao Paraná (Almeida *et al.*, 1998). Em épocas de estresse hídrico, no final da estação seca (julho - agosto), a caducifolia é facilmente observada. Contudo, as copas não costumam apresentar de-

cidade completa (Pedroni *et al.*, 2002). O brotamento das folhas ocorre nos meses de setembro a outubro, nesse período as folhas novas podem ser facilmente observadas pelo aspecto avermelhado das copas (Pedroni *et al.*, 2002).

Amostragem: nesta área foram marcados 25 indivíduos de *C. langsdorffii* com 1,5 a 2,5 metros de altura. Esses indivíduos foram monitorados quinzenalmente durante o período de expansão e desenvolvimento foliar, que correspondeu a setembro de 2008 a janeiro de 2009. Dois ramos jovens, em expansão e com aproximadamente três folhas, foram selecionados em cada planta e submetidos a dois tratamentos: ramo com acesso livre para formigas (controle) e ramos em que as formigas foram excluídas. As formigas foram excluídas deste tratamento com a aplicação de resina atóxica na base destes ramos (Tanglefoot, Empresa Uísque, MI, EUA). Em cada coleta, esses ramos foram observados nos períodos de 08h00min às 11h00min e 20h00min às 23h00min para amostragem dos insetos herbívoros e formigas. Amostras dos insetos observados foram encaminhadas ao laboratório para triagem e identificação até o menor nível taxonômico possível.

Análise estatística: Para verificar o efeito dos tratamentos na abundância de insetos herbívoros e formigas foram construídos modelos lineares de efeitos mistos (LME) (Crawley 2007). Os dados foram coletados de forma repetida nas mesmas plantas ao longo da amostragem e a autocorrelação temporal das amostragens em datas subsequentes viola o pressuposto da independência das amostras (Crawley 2007). Para contornar este problema, os dados podem ser agrupados por planta e as variâncias dos erros calculadas para cada grupo diferente. Neste caso, a resposta não é a medida individual e sim a seqüência de medidas em um indivíduo (Crawley 2007). A abundância de herbívoros e formigas foram utilizadas como variáveis respostas e as variáveis explicativas foram os tratamentos, datas de amostragem e as interações entre estas variáveis. Os modelos foram comparados com o modelo nulo, sendo que o modelo mínimo foi ajustado com a omissão dos termos não significativos. As análises foram realizadas através do software R 2.3.1 (R Development Core Team 2008).

RESULTADOS

1) *A abundância de formigas diminui à medida que as folhas se desenvolvem e os nectários tornam-se inativos?*

A frequência de formigas observadas visitando os nectários e forrageando nos ramos amostrados não diferiu entre folhas novas e velhas ($p > 0,05$). Esse fato pode ser explicado por esses insetos utilizarem o néctar como recurso (Koptur 1979) em folhas novas e se comportarem como predadoras oportunistas (Davidson *et al.*, 2003) em folhas velhas, pois a abundância de formigas não variou à medida que ocorreu a expansão foliar. No entanto as observações de campo indicam maior atividade de formicídeos forrageando no período que as plantas estão com folhas novas e nectários extraflorais ativos.

2) *As formigas que visitam os nectários exercem defesa efetiva contra os herbívoros durante o período de maturação das folhas?*

A presença de formigas não afetou a abundância de insetos herbívoros no sistema estudado ($p > 0,05$). Era esperado uma menor abundância de insetos herbívoros no início do desenvolvimento da folha, devido à defesa efetiva exercida pelas formigas. Esse período corresponde à época em que as folhas estão mais suscetíveis à herbivoria, pois possuem folhas mais palatáveis (Loyola & Fernandes 1993), menor quantidade de compostos de defesa (Cornelissen & Fernandes 2001) e nectários extraflorais ativos. Esse resultado não segue os padrões encontrados em diversos trabalhos publicados com esse tipo de observação (Janzen 1966; Oliveira 1997; Oliveira *et al.*, 1999). Entretanto, esse resultado é plausível, uma vez que, o forrageamento das formigas pode afetar o sistema biológico dos herbívoros e plantas com conseqüências positivas, negativas e neutras (Bronstein 1994; Rosumek *et al.*, 2009). Pode ser que em uma escala maior, o efeito neutro observado seja substituído por uma relação positiva ou negativa. Alternativamente, as características comportamentais e preferências alimentares das espécies de formigas associadas à *C. langsdorffii* não causem efeito na herbivoria, pois pode haver uma mudança na composição das espécies entre o início e o fim do desenvolvimento foliar.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento das folhas não afeta a abundância de formigas e herbívoros associados a *Copaifera langsdorffii*. (Agradecemos: A Unimontes e ao Laboratório de Biologia da Conservação pelo apoio técnico e logístico, ao CNPq, a FAPEMIG e a UNIMONTES pela concessão de bolsas aos autores.)

REFERÊNCIAS

- Almeida, G.I.D.; Leite, G.L.D.; Rocha, S.L.; Machado, M.M.L.; Maldonado, W.C.H. Fenologia e artrópodes de *Copaifera langsdorffii* Desf. no Cerrado. *Rev. Bras. de Plantas Mediciniais*. 8(2): 64 - 70. 2006.
- Almeida, S. P.; Proença, C. E. B.; Sano, S. M.; Ribeiro, J. F. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: Embrapa. 1998. 464 p.
- Bronstein, J.L. Conditional outcomes in mutualistic interactions. *Trends Ecol. Evol.* 9:214-217. 1994.
- Coley, P.D.; Lokvam, J; Rudolph, K.; Bromberg, K.; Sackett, T.E.; Wright, L.; Brenes - Arguedas, T.; Dvoretz, D.; Ring, S.; Clark, A.; Baptiste, C.; Pennington, R. T. & Kursar, T.A. Divergent defensive strategies of young leaves in two species of *Inga*. *Ecology*. 86: 2633 - 2643. 2005.
- Cornelissen, T.G. & Fernandes, G.W. Defence, growth and nutrient allocation in the tropical shrub *Bauhinia brevipes* (Leguminosae). *Austral Ecology*. 26: 246 - 253. 2001.
- Crawley, M. J. *The R Book*. John Wiley & Sons. 2007. 942p.
- Davidson, D.W.; Cook, S.C.; Snelling, R.R.; Chua, T.H. Explaining the abundance of ants in lowland tropical rainforest canopies. *Science*. 300:969 - 972. 2003.

- Fagundes, M.; Neves, F.; Fernandes, G.W. Direct and indirect interactions involving ants, insect herbivores, parasitoids, and the host plant *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). *Ecol. Entomol.* 30: 28 - 35. 2005.
- Janzen, D.H. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution.* 20: 249 - 275. 1966.
- Jolivet, P. *Ants and Plants: An Example of Coevolution.* Backhuys Publishers Leiden. 1996. 303p.
- Koptur, S. Facultative mutualism between weedy vetches bearing extrafloral nectaries and weedy ants in California. *Am. J. Bot.* 66: 1016 - 1020. 1979.
- Kursar, T.A. & Coley, P.D. Convergent defense syndromes of young leaves in tropical rainforests. *Biochem. Syst. Ecol.* 21: 929 - 949. 2003.
- Loyola, R. & Fernandes, G.W. Herbivoria em *Kielmeyra coriacea* (Guttiferae): Efeitos da idade da planta, desenvolvimento e aspecto qualitativo de folhas. *Rev. Bras. Biol.* 53: 295 - 304. 1993.
- Marquis, R.J.; Diniz, I.R.; Morais, H.C. Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. *J. Trop. Ecol.* 17:127 - 148. 2001.
- Oliveira, P. S. The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Cariocaraceae). *Funct. Ecol.* 11: 323 - 330. 1997.
- Oliveira, P.S.; Rico - Gray, V.; Díaz - Castelazo, C.; Castillo - Guevara, C. Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical coastal sand dunes: herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in *Opuntia stricta* (Cactaceae). *Funct. Ecol.* 13: 623 - 631. 1999.
- Pedroni, F.; Sanchez, M.; Santos A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 25(2): 183 - 194. 2002.
- R Development Core Team. *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.Rproject.org>. 2008.
- Renault, C.K.; Buffa, L.M.; Delfino, M.A. An aphid - ant interaction: effects on different trophic levels. *Ecol. Res.* 20: 71 - 74. 2005.
- Rico - Gray, V. Use of plant - derived food resources by ants in the Dry Tropical Lowlands of Coastal Veracruz, Mexico. *Biotropica.* 25: 301 - 315. 1993.
- Rosumek, F.; Silveira, F.A.O.; Neves, F.S.; Barbosa, N.P.U.; Diniz, L.; Oki, Y.; Pezzini, F.; Fernandes, G.W.; Cornelissen, T. Ants on plants: A meta - analysis of the role of ants as plant biotic defenses. *Oecologia.* 160:537 - 549. 2009.
- Ruhren, S. Seed predators are undeterred by nectar - feeding ants on *Chamaecrista nictitans* (Caesalpineaceae). *Plant Ecol.* 166: 189 - 198. 2003.
- Santos, R.M.; Vieira, F.A.; Fagundes, M.; Nunes, Y.R.F.; Gusmão, E. Riqueza e Similaridade Florística de Oito Remanescentes Florestais no Norte de Minas Gerais. *Rev. Árvore.* 31:135 - 144. 2007.
- Silva - Júnior, M. C. *100 Árvores do Cerrado: Guia de Campo.* Brasília: Rede de Sementes do Cerrado. 2005. 278p.