

Interações entre formigas e *Chamaecrista ramosa* (Vogel.) H.S. Irwin e Barneby var. *Parviflora* (Fabaceae-Caesalpinioideae), uma planta com nectários extraflorais do cerrado

Interactions between ants and *Chamaecrista ramosa* (Vogel.) H. S. Irwin and Barneby var. *Parviflora* (Fabaceae-Caesalpinioideae), a plant with extrafloral nectarines of the Brazilian savanna

**João Paulo Raimundo Borges^{1*}, Fernanda Pimenta Diniz Vieira¹,
Lindalva Maria da Cruz¹**

1 Universidade Estadual de Goiás – UEG, Departamento de Ciências Biológicas - R. Quatorze, 327 - Jd. América, Morrinhos - GO, 75650-000, e-mail: jpaulorbio@gmail.com, fernandapdiniz15@gmail.com, lindalvamacruz@hotmail.com

*Autor para correspondência: jpaulorbio@gmail.com

Resumo O Cerrado apresenta uma grande diversidade de espécies, porém poucos estudos sobre os mecanismos de seu funcionamento. Neste contexto o estudo da biodiversidade interativa inseto-planta é de suma importância para a conservação do bioma. O presente estudo teve por objetivo analisar a influência das formigas associadas à *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora* (Vogel) Irwin Barneby em seu fitness, por meio de experimento manipulativo, onde cada arbusto serviu ao mesmo tempo como grupo controle – com visitação de formigas e tratamento – sem visitação de formigas. Herbívoros e formigas foram coletados para identificação. As formigas encontradas pertencem ao gênero *Camponotus* e estas influenciaram significativamente a produção de sementes pelo arbusto, porém não alterou a taxa de folivoria. Mostrando, assim, que as formigas são importantes para a continuidade da espécie em estudo.

Palavras-Chave: herbivoria, formigas, mutualismo, Cerrado.

Abstract The Brazilian savanna has presents biodiversity of species, but few studies on the mechanisms

of its functioning in this context the study of interaction biodiversity insect-plant is very important importance for the conservation of the biome. This study aimed to analyze the influence of ants associated with *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora* (Vogel) Irwin Barneby on its fitness, by means of manipulative experiment, where each bush at the same time served as a control group-with visitation of ants and treatment - without visitation of ants. Herbivores and ants were collected for identification. Ants found belong to the genus *Camponotus*, and that these ants have significantly influenced the production of seeds in the bush, but did not alter the rate of folivory. That is, ants are important for the continuity of the species under study.

Keywords: herbivore, ants, mutualism, Brazilian savanna.

Introdução

No bioma Cerrado encontramos uma grande biodiversidade (Pires, 1999), porém pouca informa-

ção sobre seu funcionamento (Oliveira, 2006), uma vez que são poucos os pesquisadores que tem se dedicado ao estudo da biodiversidade interativa entre animais e plantas nesse ambiente (veja Del-Claro, 1996).

A despeito da biodiversidade interativa podemos enfatizar o mutualismo que é caracterizado como uma interação entre dois ou mais níveis tróficos (Stachowicz, 2001). Neste contexto destacam-se as interações formigas-plantas-herbívoros que constantemente ocorrem por busca de alimentos (Buchner, 1965 apud Boursaux-Eude e Gross, 2000) ou abrigo pelas formigas que em troca oferecem proteção contra inimigos naturais à planta (Oliveira et al., 2015; Del-Claro & Marquis, 2015).

Muitas formigas mantêm uma relação íntima com as plantas, forrageando sobre suas partes aéreas em busca de alimentos, sejam, os produzidos pela própria planta ou por animais que ali estejam como os exsudatos liberado por hemípteros (Carroll e Janzen, 1973). Dentre os alimentos encontrados por formigas forrageadoras nas plantas está o néctar que é um líquido adocicado constituído por carboidratos, aminoácidos, vitaminas e água (Bentley, 1977; Baker et al., 1978).

Os nectários que não estão envolvidos diretamente com a polinização das plantas são denominados de Nectários Extraflorais (NEFs) (Ruhren e Handel, 1999). Em troca dos produtos alimentares oriundos dos NEFs, as formigas disponibilizam proteção contra herbívoros, reduzindo assim os danos causados por estes às plantas (Junqueira et al., 2001).

De acordo com Beattie e Hughes (2002), as formigas são os animais mais diversificados e abundantes no mundo; dentre estas as mais comumente encontradas forrageando sobre as diversas partes das plantas estão as espécies pertencentes ao gênero *Camponotus* (Santos e Del-Claro, 2001, Fernandes et al. 2005, Junqueira et al., 2001; Knoechelmanne Moraes, 2008; Del-Claro et al., 1996; Del-Claro, 1998).

Os estudos de interações entre formigas e plantas são relevantes para o conhecimento da diversidade de espécies de uma região (Loyola et al. 2006), levando-se em consideração que as formigas representam grande parte da fauna de artrópodes encontrados sobre a vegetação (Del-Claro, 2004). Pelo exposto, percebe-se que a interação planta-animal mostra-se importante para a diversidade vegetal dos trópicos, uma vez que os artrópodes formam forças moldadoras do reino vegetal (Loyola et al. 2006).

Atualmente a biodiversidade tem sido estu-

dada não somente ao nível de relações tróficas, mas também comum foco na “biodiversidade interativa” entre animal-planta (Price, 2002). Neste sentido, plantas com NEFs são bons modelos para se estudar os efeitos multitróficos sobre mutualismo e biodiversidade (Del-Claro, 2004), uma vez que plantas portadoras de NEFs atraem formigas forrageadoras que podem exibir comportamentos agressivos contra herbívoros, podendo assim, alterar seu fitness por diminuir a herbivoria sobre suas diversas partes (Oliveira e Pie, 1998).

A influência de outras espécies e níveis tróficos sobre os mutualismos tem recebido pouca atenção (Bronsteine Barbosa, 2002), especialmente no Cerrado pouco se conhece sobre interações entre os seres vivos. Assim sendo, o impacto real das formigas sobre a “biodiversidade interativa” é ainda muito pouco conhecido (Del-Claro et al., 2008).

Tendo em vista a falta de informações a respeito das interações insetos - *Chamaecrista ramosa*, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de formigas associadas a esta espécie em relação à herbivoria foliar, produção de frutos e semente, além de testar se estas são viáveis e identificar as formigas e herbívoros que interagem com a planta.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em uma área de cerrado *strictu sensu* pertencente ao Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN), Caldas Novas– Goiás (17°47’34,7”S, 48°40’24”W), Centro Oeste do Brasil.

A influência das formigas sobre *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora* foi acompanhada entre os meses de janeiro à agosto de 2009. Foram escolhidos aleatoriamente 26 indivíduos com porte físico semelhante, os quais serviram ao mesmo tempo como grupo controle e tratamento. Para o tratamento foi escolhido um ramo de cada arbusto do qual se excluiu manualmente as formigas e posteriormente adicionou-se na base do galho a resina Tangle foot a fim de se evitar a passagem das formigas. Para tal envolveu-se um ramo de *C. ramosa* var. *parviflora* com uma fita para a aplicação da resina. Esta é uma resina atóxica, não prejudicando o fitness do arbusto, que atua como uma barreira física contra formigas (Del-Claro et al. 1996). Para o lado controle, manteve-se o acesso das formigas naturalmente. Mensalmen-



Figura 1 Parque Estadual Caldas Novas – PESCAN, Caldas Novas, Goiás, Brasil.

te foram coletadas formigas e herbívoros associados às plantas para classificação, chegando-se a espécie quando possível.

Mensuração da produção de sementes

Para o cálculo da produção de sementes por frutos foram coletados todos os frutos do arbusto, de janeiro a março, e quantificado as sementes produzidas pelo lado controle e tratamento por indivíduo envolvido no estudo.

Herbivoria foliar

A herbivoria foliar foi calculada na própria planta sem remoção das folhas, sendo 3 do ápice, 3 do meio e 3 da base, segundo o método Dirzo e Domingues (1999) de avaliação da parte danificada versus a área total da folha.

Identificação de herbívoros

Empregou-se a coleta manual ativa para a captura de insetos herbívoros em plantas. Após a coleta, os animais foram colocados em álcool 70GL para posterior identificação em laboratório.

Identificação de formigas associadas

Em cada área foram realizadas visitas diurnas mensais, a fim de se coletar exemplares das espécies de formigas visitantes dos arbustos, principalmente as visitantes de NEFs. As coletas foram manuais (com pinça e com auxílio de rede entomológica) e acondicionadas em álcool 70GL. As espécies de formigas foram identificadas até morfoespécies.

Teste germinativo

As sementes foram coletadas no campo e levadas ao laboratório. Estas foram lavadas com água destilada por um minuto, escarificadas e em seguida colocadas na Câmara de Emanuelli®. Durante 15 dias esta foi monitorada e ao final foi contabilizado o número de sementes que germinaram e que não tiveram germinação. Os dados foram analisados através do programa Estatística®, pelo teste G.

Análises estatísticas

Para verificar se as formigas influenciaram na produção de sementes em *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora* foi utilizado o teste de Mann-Whitney, pois os dados sobre produção de sementes, entre o lado controle e tratamento não apresentaram normalidade estatística, permitindo assim, comparar o número médio de sementes produzidas por fruto entre os dois

tratamentos. Para verificar se houve diferença estatística na herbivoria foliar entre o grupo controle e tratamento em *C. ramosa* var. *parviflora* e se a taxa de germinação deste arbusto foi influenciada pela presença ou ausência de formigas, utilizou-se o teste G que é uma prova não-paramétrica de aderência, sendo este teste utilizado pois os dados foram mensurados em escala nominal e dispostos em mais de duas categorias mutuamente exclusivas (Ayres et al., 2007).

Resultados e Discussão

Foram identificadas três espécies de formigas interagindo com *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora* sendo *Camponotus crassus* Mayr 1887, *Camponotus rufipes* Fabricius 1775 e *Camponotus* sp.1, todas pertencentes ao gênero *Camponotus* (Formicidae). Vários estudos vêm demonstrando que este gênero de formiga é o mais frequentemente encontrado forrageando sobre a vegetação com NEFs do Cerrado (Ferreira, 1994; Del-Claro et al. 1996, Del-Claro, 1998, Santos e Del-Claro, 2001, Junqueira et al. 2001; Fernandes et al. 2005, Knoechelmann e Morais, 2008, Byk, 2006, Byk e Del-Claro, 2009), sendo que a despeito da herbivoria foliar e/ou floral esse grupo é o mais eficiente em sua diminuição, uma vez que são formigas ágeis, agressivas e permanecem mais tempo forrageando sobre as folhas quando comparado com outros gêneros e há espécies diurnas e noturnas, fazendo com que uma espécie comece o patrulhamento logo após a saída de outra (Santos e Del-Claro, 2001).

Das quatro ordens de insetos encontrados (Hemiptera, Mantódea, Coleoptera, Himenóptera), duas (Hemiptera e Coleoptera) são de insetos fitófagos que podem trazer danos tanto foliares como florais à *C. ramosa* var. *parviflora*, fato que pode diminuir o fitness da espécie. As demais ordens (Mantodea e Hymenoptera) consistem em remover as partes foliares e florais por completo. Sabe-se que a herbivoria sofrida pode desviar o recurso energético que seria destinado à reprodução para, então, promover a restauração das partes danificadas (Mothershead e Marquis, 2000), o que pode prejudicar a perpetuação da espécie, uma vez que esta poderá produzir menos sementes. Fernandes e Bicalho (1995) estudando herbivoria sofrida pela espécie *Chamaecrista dentata* verificaram que os insetos herbívoros frequentemente encontrados interagindo com a espécie pertencem a ordem dos

coleópteros e afirmam ainda que estes podem causar tanto danos foliares como florais, atacando também as sementes.

O presente estudo mostrou que a presença ou ausência de formigas associadas a *C. ramosa* var. *parviflora* não influenciou significativamente a taxa de herbivoria no decorrer dos meses de pesquisa entre os grupos controle e tratamento (Figura 2).

Dados estes contrários aos encontrados por Ferreira (1994) em seu estudo com comunidade de formigas associadas aos NEFs de *Ouratea spectabilis*, no qual o pesquisador verificou que as formigas associadas a planta promovem a proteção da mesma contra herbívoros, uma vez que as plantas que tiveram as formigas excluídas apresentaram uma maior área foliar consumida. As formigas também se mostraram eficientes na redução significativa da herbivoria na pesquisa desenvolvida por Del-Claro (1998), promovendo a redução dos danos causados às folhas de *Peixoto atomentosa*.

Santos e Del-Claro (2001) estudando *Tocoyena formosa* e seus herbívoros associados em uma área de Cerrado, defenderam a ideia de que as formigas visitantes dos NEFs estão forrageando mais frequentemente próximo a botões florais, protegendo mais essa estrutura relacionada a reprodução, deixando assim, as partes foliares a mercê dos herbívoros.

Dados estes que podem ajudar a explicar a diferença na proteção despendidos pelas formigas a despeito da não redução significativa da herbivoria ao longo dos meses e produção significativamente maior de sementes pelo lado controle em *C. ramosa* var. *parviflora* (Figura 2). No entanto, de acordo com Del-Claro (1998) o gênero *Camponotus* tem preferência por buscar alimentos nas partes foliares, deixando assim as peças florais desprotegidas em detrimento da proteção das folhas, podendo, desse modo, alterar negativamente a produção de sementes.

No que diz respeito à produção de sementes (Figura 3) por *C. ramosa* var. *parviflora* os resultados mostraram diferença entre grupos, onde ramos controle, com visitação de formigas, produziram significativamente mais sementes que o tratamento, sem presença de formigas, ao longo dos meses de estudo.

Esses dados podem ser explicados pelos comportamentos agressivos das formigas que visitam a planta em busca de alimentos e em consequência, afugentam insetos causadores de danos foliares ou a partes florais (Del-Claro, 1998) de *C. ramosa* var.

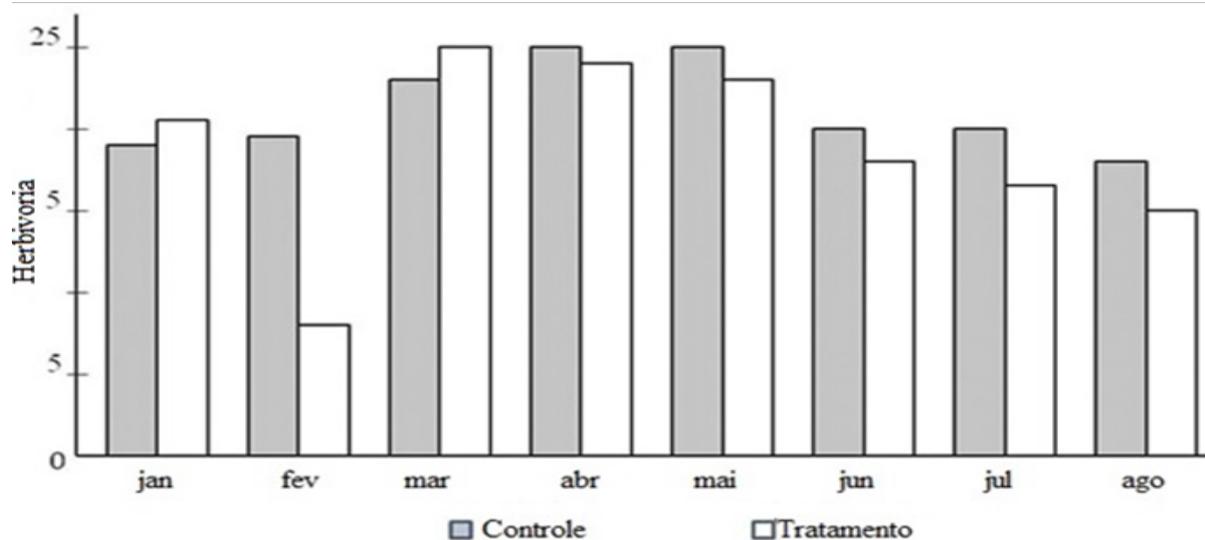


Figura 2 Comparação entre média de herbivoria em ramos controle e tratamento de *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora* entre os meses de janeiro à março de 2009 no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN), Caldas Novas – Goiás. ($p=0.1169$) Análise por teste-G: independente.

parviflora. Fato importante uma vez que a herbivoria foliar provoca a diminuição da área fotossintetizante da planta diminuindo, assim, os recursos que seriam dirigidos à produção de sementes (Mothershead e Marquis, 2000). Os dados do presente estudo são contrários aos resultados obtidos por Del-Claro (1998) que ao estudar interações entre formigas e tripes em *Peixoto atomentosa* verificou que as formigas não influenciaram significativamente na reprodução da planta.

A despeito do teste germinativo (Figura 4), não houve diferença significativa da germinação das sementes de *C. ramosa* var. *parviflora* entre os grupos tratamento, controle e arbustos sem manipulação experimental, ou seja, as sementes uma vez desenvolvidas independem da presença ou ausência das formigas para serem viáveis.

As formigas podem interferir na reprodução do arbusto em estudo no período em que a flor está sendo polinizada, impedindo os herbívoros florais de atacá-la, enquanto a semente está sendo formada afastando os insetos que se alimentam da mesma ou mesmo depois que a semente já estiver completamente formada im-

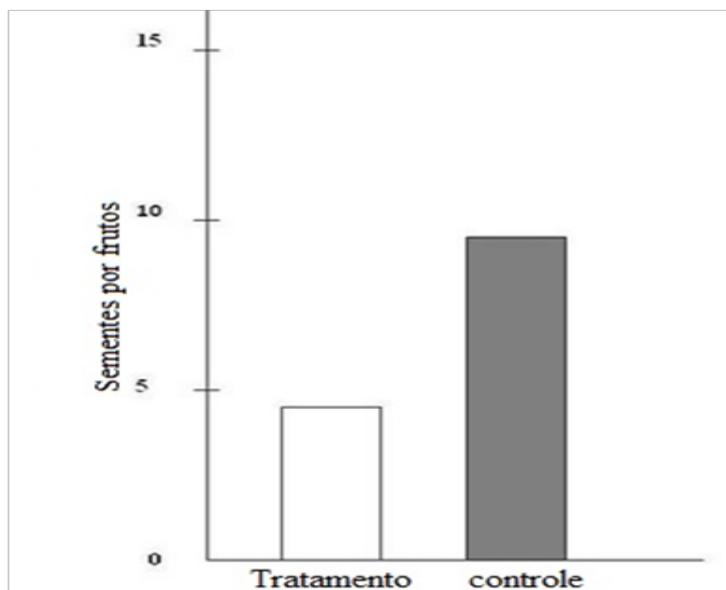


Figura 3 Comparação entre o número médio de sementes produzidas por fruto de *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora*, $N=26$ entre os lados tratamento e controle. ($p=0.0004$; $U=153$) Análise por Mann-Whitney. Dados são média \pm SE.

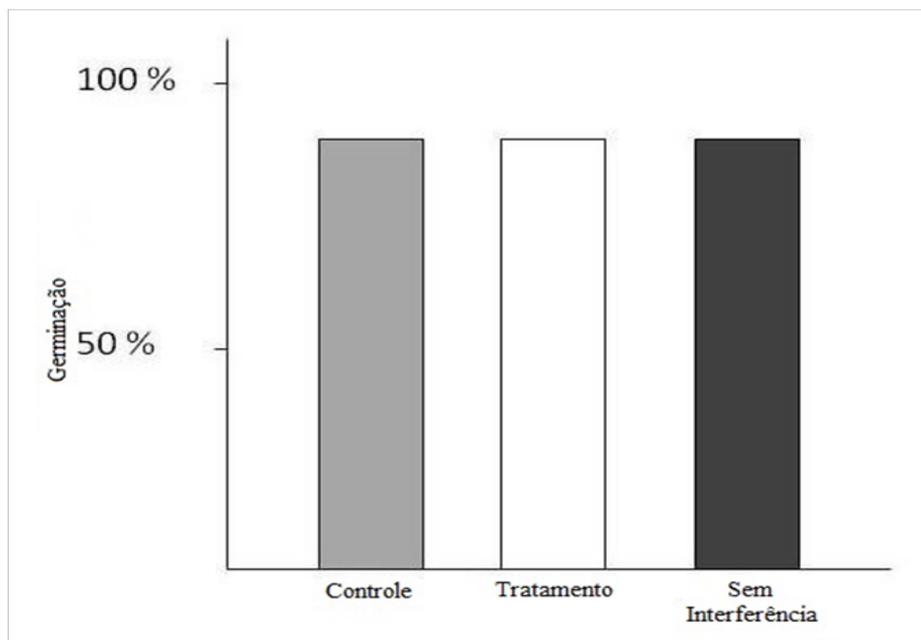


Figura 4 Taxa de germinação em *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora* (média de 0,94). Barra cinza para grupo CT, barra branca para ST e barra enegrecida para planta seminterferência ($p=0.0893$; $U=1643$) Teste G independente.

pedindo que esta seja usada como alimento por outros insetos.

Os benefícios restringidos oferecidos a *C. ramosa* var. *parviflora* talvez possam ser explicados pelo fato deste arbusto ter um tempo de vida anual, não apresentando estruturas de reservas como é verificado em plantas de vida longa, o que faz com que as mesma gaste sua energia na produção de substâncias como o néctar que promoverá a atração de formigas que irão apresentar um comportamento agressivo contra possíveis herbívoros florais.

Considerações Finais

Nota-se que a associação entre formigas e *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora* é um caso de mutualismo, uma vez que as formigas, em troca de alimentos, estão oferecendo proteção contra ataques de inimigos naturais a partes reprodutivas da planta.

Neste sentido, para uma melhor compreensão do real impacto das formigas no fitness de *Chamaecrista ramosa* var. *parviflora*, vê-se a necessidade de estudos mais detalhados a respeito do assunto, como por exemplo, quais os insetos estão promovendo a polinização e quais os herbívoros são causadores de danos aos botões florais, além de verificar se os necários extraflorais estão ativos durante todo o ano ou apenas no período reprodutivo.

Referências

- Ayres M, Ayres Jr M, Ayres DL, Santos dos Santos AA (2007) **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. 380 páginas.
- Barton AM (1986) Spatial variation in the effect of ants on an extrafloral nectary plant. **Ecology** 67 (2): 322-332.
- Baker HG, Opler PA, Baker I (1978) A comparison of the amino acid complements of floral and extrafloral nectars. **Botanical Gazette** 139(3): 322-332.
- Beattie AJ, Hugges L (2002) Ant-Plant Interactions. pp211-235 In, Herrera CM, Pellmyr O. **Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach**. Oxford, Blackwell Science, 425p.
- Bennett, FD, Hughes, IW (1959) Biological control of insects pests in Bermuda. **Bull of Entomol** 50:423-36.
- Bentley BL (1977) Extrafloral nectaries and protection by pugnacious body guards. **Ann. Ver. Ecol. Syst.** 8:407-428.
- Bentley BL, Elias T (1983) **The biology of nectarines**. Columbia University Press, New York.
- Bertuol TJ, Galbiat C, Pereire MJB, Amaral AD (2008) Avaliação de mutualismo entre *Acacia mangium Willd* (Mimosaceae) e formigas (Hymenoptera: Formicidae). **Rev. Bras. de Agroecologia** 3 (1): 41-47.
- Bortoluzzi RLC, Camargo RA, Miotto STS (2002) **O gênero *Chamae* (Breyne) Moench (Leguminosae-Caesalpinioidea) na região Sul do Brasil**. In:

- resumos, 53° Congr. Nac. Bot., Recife-PE, p.454.
- Boursaux-Eude C, Gross R (2000) New insights into symbiotic associations between ants and bacteria. **Res. Microbiol.** 151:513-519.
- Boucher DH, James S, Keeler KH (1982) The ecology of mutualism. **Ann. Ver. Ecol. Syst** 13:315-347.
- Bronstein JL (1999a) Our current understanding of mutualism. **Q. Rev. Biol** 69:31-51.
- Bronstein JL (1999b) Conditional outcomes in mutualistic interactions. **Trends Ecol. Evol** 9:214-217.
- Bronstein JL, Barbosa P (2002) Multitrophic/multispecies mutualistic interactions: the role of non-mutualist in shaping and mediating mutualisms, pp 44-46. In, Tschamntke, T. e Hawkins, B. A. (eds.), **Multitrophic Level Interactions**. Cambridge University Press, 587p.
- Carroll CR, Janzen DH (1973) Ecology of foraging by ants. **Annual Review of Ecology and Systematics** 4:231-257.
- Carvalho FA, Rodrigues VHP, Kilca RV, Siqueira AS, Araújo GM, Schiavini I (2007) Composição florística, riqueza e diversidade de um Cerrado sensu stricto no sudoeste do estado de Goiás. **Biosci. J** 24(4): 64- 72.
- Cotarelli VM, Vieira AOS (2009) Herbivoria floral em *Chamaecrista rachycarpa* (Vog.) H.S. Irwin Barneby, em uma área de campo natural (Telêmaco Borba, PR, Brasil). **Semina** 30(1):91-98.
- Conceição AS (2006) **Filogenia gênero *Chamaecrista* (Leguminosae- Caesalpinioidea) e taxonomia do Grupo Baseophyllum**. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Estadual Feira de Santana, Feira de Santana.
- Del-Claro K (2004) Multitrophic relationships, conditional mutualisms, and the study of interaction biodiversity in tropical savannas. **Neotropical Entomology** 33(6):665-672.
- Del-Claro K, Berto V, Réu W (1996) Effect of herbivore deterrence by ants increase fruit set in an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). **J. Trop.Ecol.** (12):887-892.
- Del-Claro K (1998) A importância do comportamento de formigas em interações formigas e tripés em *Peixota tomentosa* (Malpighiaceae), no cerrado. **Revista de Etologia** (n. especial):3-10.
- Del-Claro K, Byk J, Silingardi HMT (2008) **Formigas e a biodiversidade interativa do Cerrado**. pp 276-284. In, Insetos Sociais: da biologia à conservação / Evaldo Ferreira Vilela [et al.], editores. – Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 442.
- Del-Claro K, Marquis RJ (2015) Ant species identity has a greater effect than fire on the outcome of an ant protection system in Brazilian Cerrado. **Biotropica** 47(4): 459–467.
- Delpino F (1975) Rapporti tra insetti e tra nettari estranuziali in alcune piante. **Boll. Soc. Entomol.** 7:69-90.
- Dirzo R, Domingues C (1999) **Plant-herbivore interactions in mesoamerican tropical dry forests**. pp 304-325. In, Bullock SH, H.A. Mooney HA, Medina E (editors). *Seasonally Dry tropical forests*. Cambridge University Press.
- Fernandes GW, Bicalho JA (1995) Herbivoria por insetos em *Chamaecrista dentata* (Leguminosae). **Ver. Bra. Ent.** 39 (4):725-731.
- Fernandes GW, Fagundes M, Greco MKB, Barbeitos MS, Santos JC (2005) Ants and their effects on an insect herbivore community associated with the inflorescences of *Bysonima crassifolia* (Linnaeus) H.B.K. (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Entomologia** 49(2):264-269.
- Ferreira SO (1994) **Nectários extraflorais de *Ouroateia spectabilis* (Ochnaceae) e a comunidade de formigas associadas: um estudo em uma vegetação de cerrado, no sudeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Campinas, Campinas.
- Fiedler NC, Azevedo INC, Rezende AV, Medeiros MB, Venturoili F (2004) Efeito de incêndios florestais estrutura e composição florística de uma área de cerrado sensu stricto na fazenda água limpa - DF. **Rev. Árvore** 28:129-138.
- Fonseca CRS. D (1991) **Interação entre *Tachigalia myrmecophila* Ducke (Caesalpinaceae) e formigas associadas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Fuentes MAS, Marquis R (1999) The role of ant-tended extrafloral nectar in the protection and benefit of a Neotropical rain forest tree. **Oecologia** 118:192-202.
- Holldobler B, Wilson EO (1990) **The Ants**. H.U. Press, Cambridge, USA.
- Irwin HS, Barneby RC (1982) **The American Cassiinae – Asynoptical revision of Leguminosae – Tribe Cassiinae subtribe Cassiinae in the New World**. Mem. New York Bot. Gard. 35:1-918.
- Janzen DH (1966) Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. **Evolution** 20:249-275.

- Junqueira LK, Diehl E, Diehl-Fleig E (2001) Formigas (hymenoptera: Formicidae) Visitantes de *Ilexparaguariensis* (Aquifoliaceae). **Neotropical Entomology** 30 (1):161-164.
- Klink CA, Machado RB (2005) A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade** 1(1).
- Knoechelmann CM, Morais HC (2008) Visitas de formigas (Hymenoptera, Formicidae) a nectários extra-florais de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Cov. (Fabaceae, Mimosoidae) em uma área de cerrado frequentemente queimada. **Revista Brasileira de Zoociências** 10(1):35-40.
- Lightfoot, DC, Whitford WG (1987) Variation in insect densities on desert Creosote bush: is nitrogen a factor. **Ecology**. 68(3): 547-557.
- Loyola RD, Kubota U, Lewinsohn TM (2007) O estudo de interações entre insetos e frutos em ecossistemas florestais. In: Ricardo R. Rodrigues et al. (Org.) **Quatro florestas do Estado de São Paulo: experiência multidisciplinar de avaliação e monitoramento simultâneo em parcelas permanentes**. Disponível em: http://avispa.googlepages.com/Loyola_et_al_PP2007.pdf. Acesso em 12/04/2009.
- Machado RB, Neto MBR, Pereira PG, Caldas EF, Gonçalves DA, Santos NS, Tabor K, Steininger M (2004) Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. **Conservation International do Brasil, Brasília, DF**. Disponível em: <http://cmbbc.cpac.embrapa.br/RelatDesmatamCerrado%20CIBrasil%20JUL2004.pdf>. Acesso em: 15/08/2016.
- Machado SR, Morellato LPC, Sajo MG, Oliveira OS (2008) **Morphological patterns of extrafloral nectaries in woody plant species of the Brazilian cerrado**. *Plant Biology*.
- Madureira M, Sobrinho TG (2002) Evidência de mutualismo entre *Qualea cordata* (Vochysiaceae) e *Cephalotes sp.* (Hymenoptera: Formicidae). **Acad. Insecta** 2(1): 1-4.
- Mothershead K, Marquis RJ (2000) Fitness impacts of herbivory through indirect effects on plant-pollinator interactions in *Oenothera macrocarpa*. **Ecology** 81:30-40.
- Oliveira OS, Leitão-Filho HF (1987) Extrafloral nectaries: their taxonomic distribution and abundance in the Woody flora of cerrado vegetation in South east Brazil. **Biotropica** 9:140-148.
- Oliveira PSMC (1988) **Sobre a interação de formigas com Pequi do Cerrado, *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae): o significado ecológico de nectários extraflorais**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Oliveira OS, Pie MR (1998). Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectarines in cerrado vegetation. **An. Soc. Entomol. Brasil**. 27(2):161-176.
- Oliveira MC (2006) **Avaliação dos impactos de sistemas de manejo sustentável na diversidade e estrutura da flora de um cerrado sensu stricto**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Oliveira RS (1997) Predação, parasitismo e defesa de flores de *Passiflora coccinea* (Passifloraceae). In: Ecologia da Floresta Amazônica. **Curso de Campo**. PDBF/INPA: Manaus. 325p. Disponível em: <http://pdbff.inpa.gov.br/cursos/efa/livro/2004/PDFs/po3g1.pdf>. Acesso em: 10/06/2009.
- Oliveira GV, Correa MM, Delabie JH (2015) Interações Planta-Inseto: Aspectos Biológicos e Ecológicos do Mutualismo Cecropia-Azteca. **Entomo Brasilis** 8(2): 85-90.
- Pires MO (1999) Cerrado: Sociedade e biodiversidade. Pag. 155-173. In: IORIS, E(Org). **Plantas Medicinais do Cerrado: perspectivas comunitárias para a saúde, o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável**. Mineiros/GO. Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior: Projeto Centro Comunitário de Plantas Medicinais 155-173.
- Price PW (2002) **Species interactions and the evolution of biodiversity**, In: Herrera CM, Pellmyr O (eds), **Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach**. Oxford, Blackwell Science, 425p.
- Price PW, Bouton CE, Gross P, Mc Pheron BA, Thompson JN, Weis AE (1980) Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** vol. 11, 41 -65.
- Queiroz JM (1996) **Interações tritróficas de insetos e plantas: efeitos do tamanho de mancha de *Hyptis suaveolens* poit. (Lamiaceae) e da complexidade ambiental sobre agromizídeos de folhas e seus parasitóides**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP.
- Ribeiro JF, Sano SM, Silva JA (1981) Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado. Pag. 124-133 In: **Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica**. Sociedade de Botânica do Brasil, Teresina, Brasil.
- Ricklefs RE (2003) **A economia da natureza**. 5º ed.

Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan.

Rico-Gray V (1981) Use of plant-derived food resources by ants in the dry tropical lowlands of coastal Veracruz, Mexico. **Biotropica** 25:301-315.

Ruhren S, Handel SN (1999) Jumping spiders (Salticidae) enhance the seed production of a plant with extra floral nectaries. **Oecologia** 119:227-230.

Santos JC, Del-Claro K (2001) Interação entre formigas, herbívoros e nectários extraflorais em *Tocoyena formosa* (Cham. e Schlecht.) K. Schum. (Rubiaceae) na vegetação do cerrado. **Rev. Bras. Zootecnia** 3(1), 77-92.

Silva Jr MC, Bates JM (2002) Biogeographic patterns and conservation in South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **Bioscience** 52(3): 225-233.

SILVALO, Costa DA, Santo Filho KE, Ferreira HD, Brandão D (2002) Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado *sensu stricto* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta. Bot. Bras** 16(1): 43-53.

Silva SR, Silva AP, Munhoz CM, Silva Júnior MC, Medeiros MB (2001) **Guia de plantas do cerrado utilizadas na Chapada dos Veadeiros**. Brasília, WWF-Brasil.

Simão RN (2005) **Herbivoria e Fogo: seus efeitos em *Chamaecrista neesiana* (Mart. Ex. Benth.) I. e B. (Cae. salpinoidea) na vegetação de Cerrado**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Styrsky JD, Eubanks MD (2006) Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. **Proceedings of the Royal Society** 274:151-164.

Stachowicz JJ (2001) Mutualism, facilitation, and the structure of ecological communities. **Bio Science** 51, 235-246.

Varanda EM (2000) **Compostos secundários como mediadores das Relações entre Plantas e Insetos**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade de São Paulo, São Paulo.