

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CAMILLA CRISTINA TELES MARRA

INFLUÊNCIA DO MUTUALISMO FORMIGA-HEMIPTERA NA FRUTIFICAÇÃO
DE *Byrsonima intermedia* (A. Juss.; Malpighiaceae)

Uberlândia
2019

CAMILLA CRISTINA TELES MARRA

**INFLUÊNCIA DO MUTUALISMO FORMIGA-HEMIPTERA NA FRUTIFICAÇÃO
DE *Byrsonima intermedia* (A. Juss.; Malpighiaceae)**

Monografia apresentada ao Instituto de
Biologia, da Universidade Federal de
Uberlândia, como exigência para
obtenção do grau de Bacharelado.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Del Claro

Uberlândia

2019

INFLUÊNCIA DO MUTUALISMO FORMIGA-HEMIPTERA NA FRUTIFICAÇÃO DE
Byrsonima intermedia (A. Juss.; Malpighiaceae)

Aprovado pela Banca Examinadora em 18 de junho de 2019.

Isamara Mendes da Silva

Doutoranda em Entomologia na USP
(FFCLRP/USP).

Membro da banca

Renan Fernandes Moura

Doutorando Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais – UFU

Membro da banca

Kleber Del Claro

Orientador

Uberlândia

2019

AGRADECIMENTOS

Aos familiares que me apoiaram sem questionar minha escolha de me tornar cientista. Ao meu companheiro Matheus por ter vivenciado todas as etapas comigo, principalmente as mais desgastantes e decisivas, já que sabemos ao que renunciamos em favor desta formação. Às minhas amigas, que entenderam as minhas ocupações e me motivaram. Aos estudantes que foram abertos a vislumbrar o coletivo e prezar pelo benefício mútuo. A todos que reconhecem o mérito desta formação, dedico.

Aos professores Kleber Del Claro e Helena Maura Torezan Sillingardi por coordenarem o Laboratório de Ecologia Comportamental e de Interações, conjuntamente a outros exímios profissionais, na nobre ambição de ampliar o caminho para o progresso. Enquanto a educação for um privilégio, seu altruísmo e resiliência ao persistirem como educadores fundamentam o esforço daqueles que anseiam segui-los nessa perspectiva.

Ao Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia pelo acesso à reserva, à FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica, também ao CNPq pelo apoio aos projetos dos professores, e aos colegas Vitor M. C. Silva e Marcellus H. M. Lera pelo auxílio em campo.

Ao Programa de Educação Tutorial Biologia, pela responsabilidade de ter sido bolsista, aos tutores, aos integrantes e aos colaboradores e participantes das atividades. Apresento minha gratidão e esperança de que mais estudantes vivenciem experiências enriquecedoras.

À Universidade Federal de Uberlândia, como entidade representativa do Instituto de Biologia, técnicos, docentes, discentes e servidores que atuam na comunidade UFU, e fortemente pela Assistência Estudantil (PROAE), substancial para a conclusão desta graduação.

RESUMO

As interações insetos-plantas são derivadas da sobreposição do período de radiação adaptativa de ambos os grupos, estabelecendo benefícios mútuos (polinização e dispersão) ou atuando como pressão de seleção (herbivoria e defesa biótica). Comumente surgem estratégias que alteram os custos e benefícios, como nos mutualismos facultativos em que hemípteros excretam *honeydew* (derivado da seiva rico em açúcares e aminoácidos) e atraem formigas, obtendo defesa contra predadores além de afugentar herbívoros da planta hospedeira. Logo, interações tritróficas contém artifícios para sobrepujar os danos à planta por meio de vantagens associadas. Assim, objetivou-se verificar se o mutualismo facultativo pode interferir na produção de frutos na Malpighiaceae *Byrsonima intermedia*. Para avaliar o efeito dos hemípteros e do par formiga-hemíptero na produção de frutos, foram escolhidas 40 plantas em estágio reprodutivo, em uma reserva de Cerrado, que foram divididas por manipulação experimental em três grupos: i) controle, com livre acesso a formigas e hemípteros; ii) tratamento exclusão, remoção dos hemípteros e impedimento do acesso às formigas; iii) tratamento com infestação de hemípteros, sem acesso às formigas. Os resultados mostraram que a razão entre número de botões e frutos formados foi maior no tratamento hemípteros que nos grupos controle e tratamento exclusão, que não diferiram entre si. Esse efeito pode decorrer da presença da formiga, que possibilita proteção indireta contra herbívoros à planta. Adicionalmente, sugere-se que há compensação na produção de frutos, devido ao envio extra de nutrientes às inflorescências, que resultou em uma melhor proporção de frutos formados em inflorescências infestadas pelos hemípteros isoladamente.

Palavras-chave: Interação tritrófica; Herbivoria; Resposta fenológica.

ABSTRACT

The insect-plant interactions are derived from the overlap of the adaptive radiation period of both groups, establishing mutual benefits (pollination and dispersion) or acting as selection pressure (herbivory and biotic defense). Usually cost-altering strategies arise, such as in facultative mutualisms in which Hemiptera excrete honeydew (derived from the sap rich in sugars and amino acids) and attract ants, obtaining protection against predators as well as drive off herbivores of the host plant. Therefore, tritrophic interactions contain artifacts to overcome plant damage by associated advantages. Thus, the objective was to verify if the voluntary mutualism can interfere in the fruits set in the Malpighiaceae *Byrsonima intermedia*. To evaluate the effect of the Hemiptera and the ant-Hemiptera pair on fruit set, 40 reproductive stage plants were chosen in a Cerrado reserve, which were divided by experimental manipulation into three groups: i) control, with free access to ants and hemipterans; (ii) exclusion treatment, removal of hemipterans and prevention of access to ants; iii) treatment with infestation of hemipterans, without access to the ants. The results showed that the ratio between number of buds and fruits formed was higher in the treatment of hemipters than in the control and treatment groups, which did not differ. This effect may result from the presence of the ant, which allows indirect protection against herbivores to the plant. Additionally, it is suggested that there is compensation in the fruits set, due to the extra sending of nutrients to the inflorescences, which resulted in a better proportion of fruits in inflorescences infested only by the hemipterans.

Keywords: Tritrophic interaction; Herbivory; Phenological response.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1 Local de estudo	3
2.2 Objeto de estudo	3
2.3 Manipulação experimental	4
2.4 Análises estatísticas	5
3 RESULTADOS	6
4 DISCUSSÃO	7
5 CONCLUSÃO	8
REFERÊNCIAS	9

1 INTRODUÇÃO

As interações bióticas refletem a estruturação entre as espécies de uma comunidade, assim as interações inseto-planta são uma fonte de informações sobre a diversificação, evolução e estratégias desses organismos (DEL-CLARO, 2012). Essas relações decorrem da sobreposição do período de radiação adaptativa das angiospermas e dos insetos (LABANDEIRA; SEPKOSKI, 1993), que estabeleceram interações harmônicas, como mutualismos de dispersão de sementes e polinização, e antagonistas, como a herbivoria (WAR et al., 2012).

Dessa forma, plantas e insetos podem possuir mecanismos intrincados para sobrepujar as estratégias um do outro (TOREZAN-SILINGARDI 2012), e as plantas podem responder aos estímulos de forma a desenvolver resistência ou tolerância. Quando as características afetam a preferência ou desempenho do consumidor caracteriza-se a resistência, e a tolerância ocorre enquanto é suportado um dado número de herbívoros sem redução da aptidão (HOWE; SCHALLER, 2008; FORNONI, 2011).

Também, as plantas podem apresentar mecanismos de defesa constitutiva física e/ou química (CALIXTO et al., 2015), e biótica com formigas atraídas por néctar extrafloral (PIRES et al., 2017). Ao destacar a interação mediada pela oferta de néctar extrafloral, observa-se um benefício direto para plantas que são protegidas por formigas que utilizam o recurso e afugentam herbívoros (VILELA et al., 2014). Entretanto, também se observa que as formigas podem afugentar ou preda polinizadores, o que gera um custo indireto ao mutualismo de proteção (ASSUNÇÃO et al., 2014).

Por outro lado, em plantas sem néctar extrafloral, alguns herbívoros sugadores (Hemiptera: Aphididae; Membracidae) podem explorar a seiva em grande quantidade, assim excretam o *honeydew* (açucarado e nutritivo) que atrai formigas, e estas os protegem de predadores (WAY, 1963; MOREIRA; DEL-CLARO, 2005; DEL-CLARO, 2012; FAGUNDES et al., 2016; VILELA; DEL-CLARO, 2018). Nesse caso, trata-se de uma interação tritrófica formiga-hemíptero-planta, em que o mutualismo defensivo é facultativo e mediado pela oferta e consumo do *honeydew* (DEL-CLARO; OLIVEIRA, 2000).

Nesse contexto, ao proteger e permitir a sobrevivência dos hemípteros as formigas poderiam aumentar a perda de seiva da planta, porém controlam sua população ao predá-los (WAY, 1954; 1963), além de reduzir a perda de área foliar ao diminuir a ação de outros herbívoros (MOREIRA; DEL-CLARO, 2005; OLIVEIRA; DEL CLARO, 2005). Isso

significa que a interação é positiva para a planta hospedeira se a proteção biótica compensar os prejuízos causados pelos hemípteros (DEL-CLARO, 2004).

Visto o sistema de interação tritrófica constituída por um mutualismo facultativo, o objetivo foi avaliar se há efeitos ou respostas à pressão de herbivoria por meio da produtividade de frutos na planta hospedeira. Acredita-se que a interação possa diminuir o sucesso reprodutivo, como efeito da exploração contínua de seiva pela população de hemípteros protegidos, em contraste com os benefícios indiretos da repulsão de herbívoros. É esperado um equilíbrio na presença de hemípteros não atendidos por formigas, já que os prejuízos podem ser compensados por respostas à herbivoria.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

O estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), localizada no município de Uberlândia (18° 59' S e 48° 18' O), ao longo da porção de cerrado sensu stricto, onde foram encontradas e marcadas 40 plantas.

2.2 Objeto de estudo

A Malpighiaceae tem como característica diagnóstica as cinco pétalas unguiculadas e as glândulas de óleo dispostas aos pares nas sépalas (VOGEL, 1990). O gênero *Byrsonima* contém cerca de 150 espécies, desde plantas frutíferas às fitoterápicas, e mostra-se importante em áreas de regeneração (EITEN, 1972; SAPORETTI JR. et al., 2003; NOGUEIRA et al., 2004; ASSUNÇÃO; FELFILI 2004; VALE et al., 2009; GONÇALVES-ESTEVEZ et al., 2007). Dentro do gênero *Byrsonima* poucos são os estudos que avaliam a influência de interação sobre a taxa de visitação floral ou frutificação (DEL-CLARO et al., 2016). O modelo de estudo foi *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae, Figura 1), é um arbusto lenhoso comum nos cerrados de Minas Gerais, conhecido por suas propriedades medicinais antimicrobiana e adstringente (NOGUEIRA et al., 2004; MICHELIN et al., 2008).

A espécie tem arquitetura que permite a manipulação experimental, além de ser infestada por fitófagos sugadores de seiva (Hemiptera: Aphididae, Membracidae), cujo exsudato (*honeydew*) atrai formigas que utilizam esse recurso e os protegem de predadores (VELASQUE; DEL-CLARO, 2016). A *B. intermedia* apresenta inflorescências terminais cujas flores pentâmeras têm cálice amarelado (Figura 1), com um par de glândulas de óleo por sépala, corola amarela com uma pétala superior diferenciada (OLIVEIRA et al., 2007). A *B. intermedia* é polinizada por abelhas coletoras de óleo (Figura 2), principalmente, dos gêneros *Epicharis* e *Centris* (OLIVEIRA et al., 2007). O fruto maduro é do tipo drupa (Figura 3), amarelado, carnoso e de sabor adocicado, um atrativo para aves e outros herbívoros, demonstrando o potencial da planta para a recuperação de áreas degradadas e ornamentação (SOUTO; OLIVEIRA, 2005).

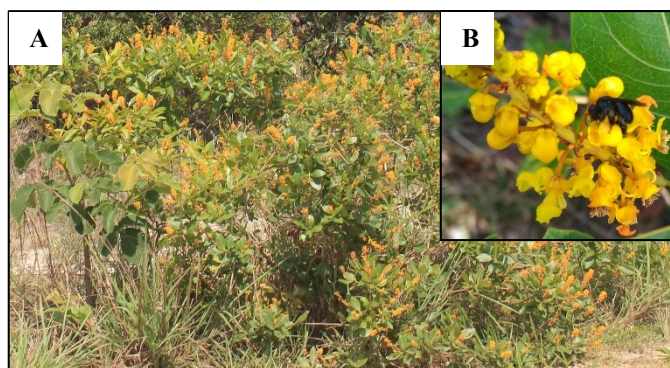


Figura 1 – A. Arbusto de *B. intermedia*. B. Inflorescência em detalhe.

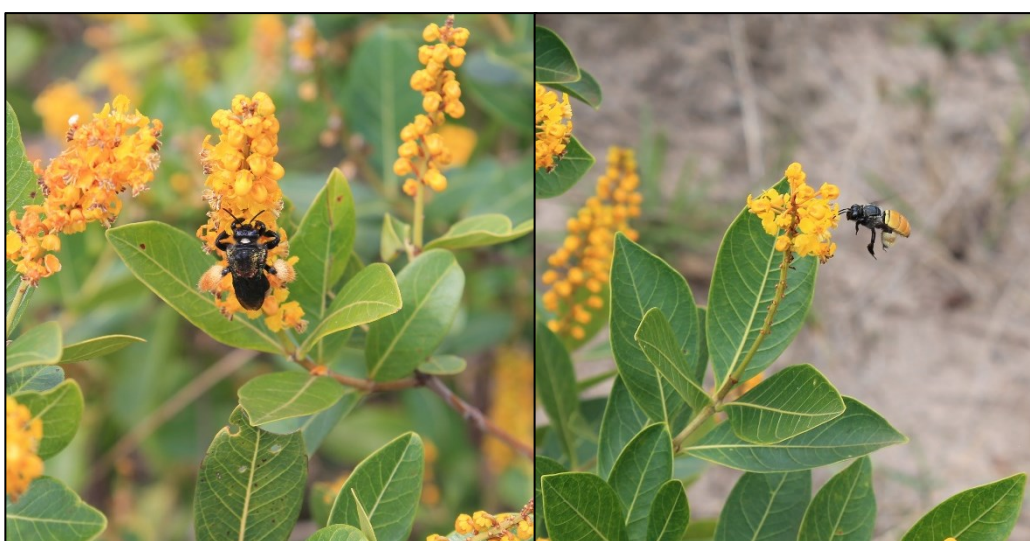


Figura 2 – Abelhas nas inflorescências de *B. intermedia*.

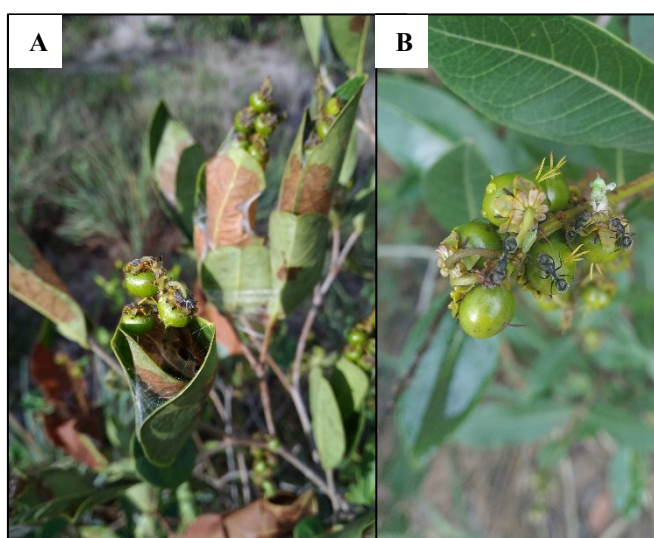


Figura 3 – A. Frutos de *B. intermedia* envolvidos por folhas com seda de *Cerconota achatina* Zeller, conforme descrito por Velasque e Del-Claro 2016. B. Frutos com infestação formigas e membracídeos.

2.3 Manipulação experimental

Foram escolhidas 40 plantas no mesmo estágio fenológico e aparência (altura, número de ramos), com distância mínima de 5 metros entre cada. Cada planta era adequada a um grupo experimental, preferencialmente de acordo com seu estado natural, com ou sem a infestação. Em cada planta foram escolhidas três inflorescências, contava-se os botões no dia inicial e o número de frutos formados ao final do experimento. A presença de formigas e hemípteros foi verificada constantemente, a fim de assegurar que os grupos permaneciam distintos entre si, além de acompanhar a formação de frutos. A coleta aconteceu entre novembro de 2016 e abril de 2017, que é o período em que a planta floresce na região.

Foram estabelecidos os grupos experimentais:

- I. **Controle.** As plantas com infestação por hemípteros atendidos por formigas, e recebiam uma pequena quantidade de tanglefoot* em apenas um lado do caule, que não impedia o acesso das formigas.
- II. **Tratamento exclusão.** As plantas não possuíam hemípteros ou estes eram removidos, recebiam uma faixa de fita adesiva revestida por tanglefoot na base do caule (a 20 cm do solo), que impedia o acesso das formigas à planta.
- III. **Tratamento hemípteros.** As plantas estavam infestadas por hemípteros, e recebiam uma faixa de fita adesiva revestida por tanglefoot na base do caule (a 20 cm do solo), que impedia o acesso das formigas à planta.

*The Tanglefoot Company®, Rapids, MI, USA.

2.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram transformados em uma razão entre frutos e botões. A comparação entre os grupos foi feita por meio do teste Kruskal-Wallis, no software Statistica. O gráfico foi elaborado no software GraphPad 5.0.

3 RESULTADOS

Os grupos Controle e Exclusão não apresentaram diferenças estatísticas quanto a produção de frutos, enquanto o grupo Hemiptera diferiu de ambos. A análise revelou maior sucesso na condução dos botões até frutos no tratamento Hemiptera (Tabela 1; Figura 4).

Tabela 1 – Comparação múltiplas dos valores de “p” (bicaudal) para a razão frutos/botões por tratamento.

Tratamentos comparados*	Valor de “p”
Controle x Exclusão	1,000
Exclusão x Hemiptera	0,019
Hemiptera x Controle	0,024

*Proporção de frutos/botões de *Byrsonima intermedia* para o teste Kruskal-Wallis: $H(N=120)=9,377536$ $p=0,0092$.

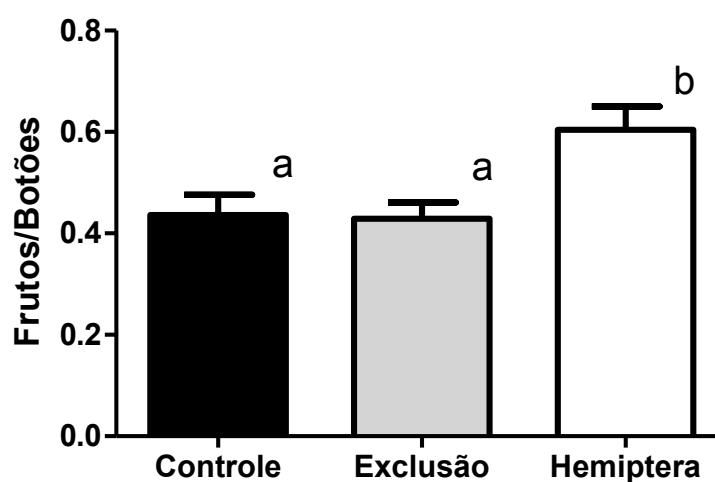


Figura 4 – Razão do número de frutos por botões da *Byrsonima intermedia* por tratamento. Letras diferentes indicam diferença estatística ($p<0.05$, teste de Kruskal-Wallis).

4 DISCUSSÃO

O incremento na produção de frutos na presença apenas dos fitófagos pode ser derivado de uma indução à resposta fenológica, em que a planta detecta o extravio de seiva e reforça o envio para as inflorescências, a fim de sobrepujar o dano (AGRAWALL, 1998; MCNAUGHTON, 1983). Assim, a produtividade pode estar atrelada à intensidade da herbivoria, uma vez as formigas mantêm um número de hemípteros constante (WAY, 1954), e na ausência destas a sua sobrevivência é diminuída (MOREIRA; DEL-CLARO, 2005).

Nesse estudo, por não haver diferença entre os grupos controle e exclusão, sugere-se que os custos de perda de seiva e o benefício de proteção biótica equilibram a interação. Esses resultados corroboram outros estudos como Moreira & Del-Claro (2005), indicando que quando há benefícios que compensam os custos, logo uma interação inicialmente considerada negativa para a planta pode apresentar resultados positivos. É possível ainda que inflorescências com formigas sejam menos visitadas (ASSUNÇÃO et al., 2014), reforçando a menor produtividade nas plantas do grupo Controle. Cabe ressaltar que Ibarra-Isassi e Oliveira (2018), avaliando este mesmo sistema, encontraram maiores proporções de produção de frutos e sementes na exclusão da interação, sem correlação entre o número de frutos produzidos e número de hemípteros.

Ao considerar a premissa de proteção biótica provida por formigas em comparação à plantas que apresentam nectários extraflorais, Vilela e Del Claro (2018) avaliaram a interação hemíptero-formiga em *Banisteriopsis campestris* (Malpighiaceae), na qual a proporção de produção de frutos foi menor na presença da interação com o par *Camponotus crassus* e cochonilha, mas não apresentou diferença para o par *Ectatomma tuberculatum* e cochonilha. Isso indica que os resultados dessas interações também podem depender de características morfológico-comportamentais das formigas associadas (DEL-CLARO; MARQUIS, 2015).

5 CONCLUSÃO

A planta *Byrsonima intermedia* possui uma guilda de herbívoros e predadores associados que estabelecem interações ambíguas, nas quais o custo gerado pelo consumo pode ser revertido, mediante resposta fenológica, em um benefício mútuo na interação da planta com os mutualistas. Diante da indiferença na produtividade em relação à interação tritrófica, pode-se compreender que exista um nível de tolerância dentro do qual não ocorre redução da frutificação. Nesse caso, a herbivoria pode ser vista como um estímulo à frutificação se causar uma resposta que incremente o número final de frutos formados.

REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, A. A. Induced responses to herbivory and increased plant performance. **Science**, v. 279, n. 5354, p. 1201-1202, 1998.
- ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J. M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta botanica brasílica**, v. 18, n. 4, p. 903-909, 2004.
- ASSUNÇÃO, M.A.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; DEL-CLARO, K. Do ant visitors to extrafloral nectaries of plants repel pollinators and cause an indirect cost of mutualism? **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 209, n. 5, p. 244-249, jun. 2014.
- CALIXTO, E.S.; LANGE, D.; DEL-CLARO, K. Foliar anti-herbivore defenses in *Qualea multiflora* (Vochysiaceae): changing strategy according to leaf development. **FLORA**, v. 212, p.19-23, 2015.
- DEL-CLARO, K. et al., Ecologia Comportamental: Uma ferramenta para a compreensão das relações animais-plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 1, p. 16-26, 2009.
- DEL-CLARO, K. Multitrophic relationships, conditional mutualisms, and the study of interaction biodiversity in tropical savannas. **Neotropical Entomology** (Impresso), v. 33, n.6, p. 665-672, 2004.
- DEL-CLARO, K. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. In: DEL-CLARO, Kleber; TOREZAN-SILINGARDI, Helena Maura (Orgs.). **Ecologia das Interações Plantas-Animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. Cap. 1, p. 37-50.
- DEL-CLARO, K; et al., Loss and gains in ant-plant interactions mediated by extrafloral nectar: Fidelity, cheats, and lies. **Insectes Sociaux** (2016). DOI: 10.1007/s00040-016-0466-2
- DEL-CLARO, K; MARQUIS, R.J. Ant Species Identity has a Greater Effect than Fire on the Outcome of an Ant Protection System in Brazilian Cerrado. **Biotropica**, v. 47, n. 4, 459-467, 2015.
- DEL-CLARO, K; OLIVEIRA, P. S. Conditional outcomes in a neotropical ant-homoptera mutualistic association. **Oecologia**, Copenhagen, v. 124, n. 2, p. 156-165, 2000.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.
- FAGUNDES, R. et al. Food source availability and interspecific dominance as structural mechanisms of ant-plant-hemipteran multitrophic networks. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 10, n. 3, p. 207-220, 2016.

FORNONI, J. Ecological and evolutionary implications of plant tolerance to herbivory.

Functional Ecology, v. 25, n. 2, p. 399-407, 2011.

GONÇALVES-ESTEVEZ, V.; JÚNIOR, E. F. S.; MENDONÇA, C. B. F. Palinologia de espécies de Malpighiaceae Juss. ocorrentes nas restingas do Estado do Rio de Janeiro.

Hoehnea, v. 34, n. 4, p. 519-529, 2007.

HOWE, G. A.; SCHALLER, A. Direct defenses in plants and their induction by wounding and insect herbivores. In: Induced plant resistance to herbivory. **Springer Netherlands**, 2008. p. 7-29.

IBARRA-ISASSI, J. & OLIVEIRA, P. S. Indirect effects of mutualism: ant–treehopper associations deter pollinators and reduce reproduction in a tropical shrub. **Oecologia**, v. 186, n. 3, p. 691-701, 2018.

LABANDEIRA, C. C. & SEPKOSKI, J. J. Insect diversity in the fossil record. **Science**, v. 261, n. 5119, p. 310-315, 1993.

MCNAUGHTON, S. J. Compensatory plant growth as a response to herbivory. **Oikos**, p. 329-336, 1983.

MICHELIN, D. C. et al., Antimicrobial activity of Byrsonima species (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 690-695, 2008.

MOREIRA, V. S. S.; Del-Claro, K. The outcomes of an Ant-Treehopper Association on Solanum lycocarpum St. Hill: Increased membracid fecundity and Reduced Damage by Chewing Herbivores. **Neotropical Entomology** (Impresso), Itabuna, v. 34, n.6, p. 881-888, 2005.

MYERS, N. et al., Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NOGUEIRA, R. C. et al., Germinação in vitro de murici-pequeno (Byrsonima intermedia A. Juss.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1053-1059, 2004.

OLIVEIRA, M. I. B. et al., Sistema reprodutivo e polinização de Byrsonima intermedia A. Juss. (Malpighiaceae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. pg. 756-758, 2007.

OLIVEIRA, P.S. & DEL CLARO, K. Multitrophic interactions in a neotropical savanna: ant-hemipteran systems, associated insect herbivores and a host plant. In: D.R.F.P. Burslem, M.A. Pinard & S.E. Harley (eds). **Biotic interactions in the tropics: their role in the maintenance of species diversity**, Universidade de Cambridge (Impresso), p. 414-438, 2005.

- PIRES, M.S.; CALIXTO, E.S.; OLIVEIRA, D.C.; DEL-CLARO, K. A New Extrafloral Nectary-Bearing Plant Species in the Brazilian Savanna and its Associated Ant Community: Nectary Structure, Nectar Production and Ecological Interactions. **Sociobiology**, v. 64, n. 3, p. 228-236, 2017.
- SAPORETTI JR, A. W.; MEIRA NETO, J. A. A.; ALMADO, R. P. Fitossociologia de cerrado sensu stricto no município de Abaeté-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 413-419, 2003.
- SOUTO, L. S.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 4, p. 697-712, 2005.
- TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Flores e animais: uma introdução à história natural da polinização. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. (Orgs.). **Ecologia das Interações Plantas-Animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. Cap. 5, p. 113-139.
- VALE, V. S. do; CRESPILO, R. F.; SCHIAVINI, I. Análise da regeneração natural em uma comunidade vegetal de cerrado no parque Victório Siquierolli, Uberlândia-MG. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, 2009.
- VELASQUE, M.; DEL-CLARO, K. Host plant phenology may determine the abundance of an ecosystem engineering herbivore in a tropical savanna. **Ecological Entomology**, 2016.
- VILELA, A. A.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; DEL-CLARO, K. Conditional outcomes in ant-plant-herbivore interactions influenced by sequential flowering. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 209, n. 7, p. 359-366, 2014.
- VILELA, A. A. & DEL-CLARO, K. Effects of different ant species on the attendance of neighbouring hemipteran colonies and the outcomes for the host plant. **Journal of natural history**, 52(7-8), 415-428, 2018.
- VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 55, p. 130-142, 1990.
- WAR, A. R. et al. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant signaling & behavior**, v. 7, n. 10, p. 1306-1320, 2012.
- WAY, M. J. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. **Annual review of entomology**, v. 8, n. 1, p. 307-344, 1963.
- WAY, M. J. Studies of the life history and ecology of the ant *Oecophylla longinoda* Latreille. **Bulletin of Entomological Research**, v. 45, n. 01, p. 93-112, 1954.