

ELEM FIALHO MARTINS

**INTERAÇÕES ECOLÓGICAS DA ERVA-BALEEIRA  
(*Varronia curassavica* Jacq.) E SEUS ARTRÓPODES VISITANTES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

M386i  
2017  
Martins, Elem Fialho, 1990-  
Interações ecológicas da erva-baleeira (*Varronia  
curassavica* Jacq.) e seus artrópodes visitantes / Elem Fialho  
Martins. – Viçosa, MG, 2017.  
ix, 48f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Madelaine Venzon.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. *Varronia curassavica*. 2. Relação inseto-planta.  
3. Polinização por insetos. 4. Essências e óleos essenciais.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Entomologia. Programa de Pós-graduação em Entomologia.  
II. Título.

CDD 22 ed. 595.7053

ELEM FIALHO MARTINS


**INTERAÇÕES ECOLÓGICAS DA ERVA-BALEEIRA  
(*Varronia curassavica* Jacq.) E SEUS ARTRÓPODES VISITANTES**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de julho de 2017.

  
\_\_\_\_\_  
Maira Queiroz Rezende

  
\_\_\_\_\_  
Angelo Fallini Filho

  
\_\_\_\_\_  
Maira Christina Marques Fonseca  
(Coorientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Madelaine Venzon  
(Orientadora)

À minha amada mãe Selma

Ao meu irmão Evelyn

Ao meu amor e eterno companheiro André

À minha orientadora Madelaine

À minha coorientadora Maira

E a todos os meus amigos

OFEREÇO

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade da realização destes estudos.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais -EPAMIG- Unidade Regional Zona da Mata, pela estrutura oferecida para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio na realização do projeto.

À minha orientadora Madelaine Venzon, pela orientação e apoio imensurável para a realização deste trabalho.

Às minhas coorientadoras Maira e Maria Augusta, pela ajuda em todos os momentos.

Ao professor Sebastião Filho pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao colega Hugo Werneck pela ajuda na identificação das abelhas.

Aos colegas Lucas Paolucci e Júlio pela ajuda na identificação das formigas.

Ao professor Demuner e Zé Luis do departamento de Química da UFV e principalmente ao Adilson da Unicamp pela ajuda com a análise dos compostos da erva-baleeira.

Ao amigo José Geraldo (JG) pelos ensinamentos diários, os quais levarei para toda a vida.

Aos colegas de laboratório (atuais/contemporâneos/agregados) Juliana Martinez, Juliana Maria, Gabriel, Fernanda, Jéssica, Luan, Michela, Máira, Pedro, Dany, Rafael, Marcus Vinícius, Helder, Paulo, Bruno, Eduardo, Erickson e Katinka.

Às Juliana's da minha vida, Juliana Martinez e Juliana Maria, pela amizade que construímos durante estes últimos melhores/difíceis/loucos e inesquecíveis anos. Anos de muitas rizadas e as vezes choro, mas o melhor de tudo, sempre juntas.

À Sarita, pela amizade que construímos e por não medir esforços em me ajudar, principalmente na parte de campo.

A todos os colegas da Epamig de Viçosa, pelos anos de convivência, em especial ao Canuto pelas músicas cantadas na Epamig, trazendo alegria em dias de desânimo (“você sabe mulher, você sabe, o motivo que vivo cantando...”).

Ao “moço dos Biscoitos” (Hélio), pelo exemplo de vida.

Ao meu eterno namorado, amigo e companheiro de todas as horas André, pela ajuda

imensurável em todas as partes deste trabalho. Você foi essencial neste trabalho e sempre será essencial na minha vida. Te amo!

Aos pilares da minha vida, minha mãe Selma e meu irmão Evelyn, pelos ensinamentos diários e pelo apoio em todos os momentos. Eu amo vocês!

A Deus, por ter me dado coragem e força para vencer os obstáculos dessa longa caminhada e por não ter me abandonado se quer por um instante!

“Quem perde seus bens, perde muito; quem perde um amigo, perde mais; mas quem perde a coragem, perde tudo”.

Miguel de Cervantes

## **BIOGRAFIA**

Elem Fialho Martins, filha Selma de Lourdes Martins e Anísio Fialho Martins. Formada em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa no ano de 2015. Durante a graduação foi bolsista de Iniciação Científica (PIBIC/FAPEMIG) no Laboratório de Entomologia da Epamig, sob orientação da Doutora Madelaine Venzon. Em agosto de 2015 iniciou o Mestrado em Entomologia na mesma instituição, sob orientação da doutora Madelaine Venzon, cuja dissertação é aqui apresentada.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>7</b>
<b>Compostos voláteis de óleo essencial de erva-baleeira (<i>Varronia curassavica</i> Jacq.) como possíveis mediadores da atração de polinizadores e outros artrópodes.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
Área de estudo.....	10
Coleta e Identificação de visitantes florais.....	10
Importância da polinização para erva-baleeira.....	11
Rendimento e composição do óleo essencial de erva-baleeira.....	12
Colheita de folhas.....	12
Extração do óleo essencial.....	13
Determinação da composição do óleo essencial.....	14
Análise qualitativa dos constituintes do óleo essencial.....	14
Análise quantitativa dos constituintes do óleo essencial.....	16
Análises estatísticas.....	16
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>38</b>
<b>Formigas interferem no sucesso da polinização em erva-baleeira (<i>Varronia curassavica</i> Jacq.).....</b>	<b>38</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>48</b>

## RESUMO

MARTINS, Elem Fialho, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Interações ecológicas da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) e seus artrópodes visitantes.** Orientadora: Madelaine Venzon. Coorientadoras: Maira Christina Marques Fonseca e Maria Augusta Lima Siqueira.

Os compostos químicos presentes no óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) podem estar envolvidos na defesa constitutiva da planta contra o ataque de fitófagos e a favor de insetos benéficos, como predadores, parasitoides e polinizadores. Neste trabalho estudou-se a possível relação entre a ocorrência de artrópodes visitantes de erva-baleeira e compostos voláteis, bem como o serviço da polinização, visando a possível classificação da erva-baleeira como candidata a planta “companheira” de outras culturas principais. O trabalho foi dividido em dois capítulos. No capítulo 1 avaliou-se os artrópodes visitantes nas inflorescências de erva-baleeira ao longo do dia, bem como a importância da polinização e o teor/composição de óleo essencial de folhas de erva-baleeira coletadas em diferentes horários. No capítulo 2 avaliou-se o efeito de formigas presentes nas inflorescências para a frutificação da erva-baleeira. Os artrópodes encontrados com maior abundância foram predadores, seguido de fitófagos, polinizadores, saprófagos e parasitoides. Com o isolamento das inflorescências, impedindo o acesso de polinizadores, descobriu-se que a erva-baleeira é dependente da polinização, pois não ocorreu formação de frutos. A maioria dos compostos identificados no óleo essencial de erva-baleeira, demonstra frequência entre as amostras coletadas em diferentes horários. Porém, não houve diferença significativa no teor de óleo essencial extraído de folhas de erva-baleeira em diferentes horários, nem mesmo no teor de cada composto identificado. A atratividade de insetos visitantes da erva-baleeira não foi diretamente ligada à variação nas concentrações dos compostos nem mesmo à variação do teor de óleo essencial ao longo do dia. Um maior número de frutos maduros foi coletado em inflorescências sem o acesso de formigas. Porém, não houve diferença significativa no peso dos frutos maduros originados das inflorescências com ou sem acesso às formigas. Conclui-se que a erva-baleeira apresenta uma complexa associação com artrópodes mediada pelo fornecimento de recursos e que estas associações refletem no *fitness* da planta. Além disso, este estudo indica a erva-baleeira como forte candidata para plantio consorciado com outras culturas.

## ABSTRACT

MARTINS, Elem Fialho, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Ecological interactions of the “erva-baleeira” (*Varronia curassavica* Jacq.) and its visiting arthropods.** Adviser: Madelaine Venzon. Co-advisers: Maira Christina Marques Fonseca and Maria Augusta Lima Siqueira.

The essential oil of “erva-baleeira” (*Varronia curassavica* Jacq.) contains chemical compounds that may be involved in the constitutive defense of the plant against phytophagous insects. Also these compounds may attract beneficial insects such as predators, parasitoids and pollinators. In this work we studied the interactions between the visiting arthropods of “erva-baleeira” and its volatile compounds, as well as the pollination, aiming to foment the use of “erva-baleeira” as a companion plant for other main crops. This work was divided into two chapters. In chapter 1, we evaluated the visiting arthropods in the inflorescences of “erva-baleeira” throughout the day, as well as the importance of the pollination and the content/composition of essential oils in the leaves collected at different times of the day. In the Chapter 2 we evaluated the effect of ants visiting the inflorescences over the fruitification of “erva-baleeira”. The most abundant arthropods guild found was predators, followed by phytophagous, pollinators, saprophagous and parasitoids. From the isolation of the inflorescences, preventing the access of pollinators, we found that “erva-baleeira” is dependent on pollination, since no fruit formation occurred. Most of the compounds identified in the essential oil of “erva-baleeira” occurred frequently between samples collected at different times. However, there was no significant difference in the content of essential oil extracted from leaves of “erva-baleeira” at different times, not even in the quantity of each identified compound. The attractiveness of insects visiting “erva-baleeira” not directly linked to the variations in the concentrations of the compounds nor even to the variation of the essential oil content throughout the day. Inflorescences without the access of ants produced more ripe fruits. However, there was no significant difference in the weight of the ripe fruits originated from the inflorescences with or without the access of ants. We concluded that “erva-baleeira” has a complex association with arthropods mediated by the supply of resources and these associations reflect in the plant *fitness*. In addition, this study indicates the “erva-baleeira” as a promising candidate for planting intercropped with other crops.

## INTRODUÇÃO GERAL

A erva-baleeira *Varronia curassavica* Jacq., também conhecida como catinga-de-barão, catinga preta, salicínia ou cordia (LORENZI & MATOS, 2002; GASPARINO & BARROS, 2009) pertencente a família Cordiaceae, é uma planta arbustiva aromática, perene, nativa do Brasil e que apresenta propriedades medicinais, com atividade terapêutica comprovada (ANVISA, 2004). As folhas são utilizadas na medicina popular devido as suas propriedades anti-inflamatória, analgésica e cicatrizante (LORENZI & MATOS, 2008). Delas são extraídos óleos essenciais, que são compostos voláteis e podem também estar presentes nas flores, casca, raízes e sementes. Os óleos essenciais naturais são misturas muito complexas que podem conter vários componentes em concentrações variáveis. São caracterizados por dois ou três componentes majoritários com concentrações bastante elevadas (20 a 70%) quando comparados com os outros componentes minoritários (BAKKALI et al., 2008). Em geral, os óleos voláteis não são muito estáveis, principalmente em presença de O<sub>2</sub>, luz, calor e umidade (SIMÕES & SPITZER, 2004). Seus constituintes podem ter cadeias carbônicas como hidrocarbonetos terpênicos ou funções como aldeídos, fenóis, éteres, óxidos, peróxidos e ácidos orgânicos até compostos com enxofre em diferentes concentrações (COSTA et al., 2008). Os óleos essenciais, também são conhecidos como compostos secundários, que são substâncias que participam diretamente das interações bioquímicas de comunicação entre as plantas e os vários organismos vivos no sistema ambiental (SALISBURY & ROSS, 1992). De acordo com MARTINS et al (2003) atribui-se aos óleos essenciais as atividades de atração de insetos polinizadores, regulação da transpiração, defesa contra herbivoria, dentre outros. Alguns compostos presentes no óleo essencial da erva-baleeira, estão envolvidos na defesa induzida em outras plantas. Esta defesa induzida se dá quando a planta expressa resistência contra o herbívoro somente após a injúria, podendo atuar diretamente sobre os herbívoros

ou inimigos naturais (THALER et al. 1999). Estes mesmos compostos também podem atuar na defesa constitutiva da planta, que se dá quando a planta expressa resistência de forma contínua e não depende da presença ou ação de herbívoros (THALER et al. 1999). O conhecimento sobre a função dos voláteis emitidos em forma constitutiva nas interações planta-herbívoro tem permitido o uso de plantas armadilhas e plantas repelentes na redução da pressão de pragas na cultura principal (ZARBIN et al., 2009). O emprego de culturas companheiras que possam garantir importantes serviços de ecossistema, como a polinização e o controle biológico de populações de herbívoros, através do fornecimento de recursos alimentares para inimigos naturais e polinizadores e que atraíam populações dos insetos herbívoros (cultura armadilha) pode representar uma estratégia efetiva para o controle de pragas nos agroecossistemas (GURR et al., 2012). A seleção de plantas para a diversificação do agroecossistema visando proteger e incrementar a abundância de inimigos naturais específicos a fim de diminuir o efeito das pragas é uma das estratégias utilizadas no controle biológico conservativo (HAJEK, 2004). De acordo com WILBY & THOMAS (2002), em curto prazo, o controle biológico suprime danos causados por pragas e melhora a produção, enquanto a longo prazo mantém um equilíbrio ecológico que impede os herbívoros de atingirem um status de praga. Isso acontece porque a introdução de plantas companheiras no agroecossistema pode fornecer aos inimigos naturais, refúgio contra predadores intraguilda, microclima favorável, maior disponibilidade de presas e alimentos alternativos, tais como pólen e néctar (FINKE & DENNO 2006, ROBINSON et al., 2008).

A polinização é um mecanismo reprodutivo vegetal que envolve o transporte de pólen entre indivíduos de plantas com flores, sendo que este transporte pode ser realizado por mecanismos abióticos, como o vento, e bióticos (SCHOWALTER, 2006). Os mecanismos bióticos de polinização são animais, e os insetos são os principais polinizadores da maioria de espécies de plantas nos trópicos (HERRERA & PELLMYR, 2002). A fecundação

cruzada, também garantida por polinizadores, possibilita a manutenção ou o aumento do vigor híbrido das espécies pela ocorrência de novas combinações de genes codificadores de caracteres de interesse agrônômico, como por exemplo a produção de metabólitos secundários, como os flavonoides (FACANALI et al., 2009). Portanto, a interferência negativa na polinização, pode afetar negativamente no *fitness* da planta. A polinização de plantas cultivadas depende do manejo da cultura e da qualidade dos habitats adjacentes (KLEIN et al., 2003). Logo, a introdução de plantas nativas e culturas companheiras próximas ao plantio principal, por exemplo, pode fornecer os recursos alimentares e a diversidade não contidas em agroecossistemas convencionais. No entanto, faz-se necessário a seleção de plantas adequadas à manutenção de serviços de ecossistema promovidos por inimigos naturais e polinizadores. Para tanto a seleção das plantas deve levar em consideração a adequação ao sistema de cultivo e o fornecimento de recursos para inimigos naturais (AMARAL et al., 2013). O conhecimento das interações entre a planta a ser empregada e os insetos de diferentes guildas garante o sucesso da diversificação do ambiente e o consorciamento de culturas (LANDIS et al., 2000; WÄCKERS et al., 2005).

Visando a geração de informações sobre as interações entre a erva-baleeira e as comunidades de artrópodes em agroecossistemas, neste trabalho foram estudados os visitantes florais da erva-baleeira, o efeito desses visitantes na sua polinização e frutificação, além da análise do seu óleo essencial. No primeiro capítulo, investigou-se em campo a variação da abundância de artrópodes visitantes ao longo do dia nas inflorescências, bem como a importância da polinização para a erva-baleeira. Também foi realizada a quantificação do teor de óleo essencial de erva-baleeira em diferentes horários de coleta, bem como o estudo qualitativo e quantitativo do óleo essencial presente, para estudar a possível ligação entre teor/composição do óleo essencial e atração de artrópodes para as plantas de erva-baleeira. No segundo capítulo, investigou-se a interferência de

formigas na polinização da erva-baleeira.

Os conhecimentos gerados a partir destes estudos podem elucidar as interações entre a erva-baleeira e a comunidade de artrópodes locais. Além disso, estes estudos podem fornecer bases para a otimização do cultivo da erva-baleeira e seu consórcio com outras culturas a fim de auxiliar no controle de pragas em agroecossistemas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Ministério da saúde, 2004. <http://consultas.anvisa.gov.br/#/medicamentos/25351148578200429/>
- AMARAL, D. S.S.L. A, VENZON, M.; DUARTE, M. V. A.; SOUSA, F. F.; PALLINI, A., HARWOOD, J. D. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control**, v. 64, p. 338-346, 2013.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446-475, 2008.
- COSTA, M.A.C.; JESUS, J.G.; FARIAS, J.G.; NOGUEIRA, J.C.M.; OLIVEIRA, A.L.R.; FERRI, P.H.,. Variação estacional do óleo essencial em arnica (*Lychnofora ericoides* Mart.) [Season time scale shifts on arnica's essential oil (*Lychnofora ericoides* Mart.)]. **Revista de Biologia Neotropical**, v.5, p. 53-65, 2008.
- FACANALI, R. et al. Biologia reprodutiva de populações de *Ocimum selloi* Benth. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.2, p.141-46, 2009.
- FINKE, D.L., DENNO, R.F. Spatial refuge from intraguild predation: implications for prey suppression and trophic cascades. **Oecologia**, v. 149, p. 265-275, 2006.
- GASPARINO, E.C., BARROS, M.A.V. Palinotaxonomia das espécies de Cordiaceae (Boraginales) ocorrentes no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, p. 33-55, 2009.
- GURR, G.M., WRATTEN, S.D., SNYDER, W.E. **Biodiversity and insect pests: key issues for sustainable management**. John Wiley & Sons (Eds.), 2012.
- HAJEK, A. E. **Natural enemies: An introduction do biological control**. Cambridge University Press. Cambridge, UK. P 378, 2004.
- HERRERA, C.M., PELLMYR, O. **Plant–Animal Interactions. An Evolutionary Approach**, Blackwell Science, Oxford, 2002.
- KLEIN, A.M., STEFFAN-DEWENTER, I., TSCHARNTKE, T., 2003. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**, v. 40, p.837-845, 2003.
- LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, v. 45, p.175-201, 2000.
- LORENZI, H.E., MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 512 p., 2002.

- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 544p., 2008.
- MARTINS, E.R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, 220p., 2003.
- ROBINSON, K.A, JONSSON, M., WRATTEN, S.D, WADE, M.R., BUCKLEY, H.L. Implications of floral resources for predation by an omnivorous lacewing. **Basic and Applied Ecology**, v. 9, p.172–181, 2008.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4. ed. Belmont: Company, 682p. 1992.
- SCHOWALTER, T. D. **Insect ecology an ecosystem approach**. Academic Press Elsevier, London, 650 p., 2006.
- SIMÕES, C.M.O., SPITZER, V. **Óleos voláteis**. In: Simões, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre: UFRS/UFSC, cap. 18, p. 467-475, 2004.
- WÄCKERS, F.L., VAN RIJN, P.C.J., BRUIN, J.: Plant-provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and its Applications. (Eds.) **Cambridge University Press**, UK.. 2005.
- WILBY, A., THOMAS, M.B. Natural enemy diversity and pest control: patterns of pest emergence with agricultural intensification. **Ecology Letters**, v.5, n.3, p. 353-360, 2002.
- ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M.; LIMA, E. R.; **Quimica Nova**, v.32, 722p., 2009.
- THALER, J.S., A.L. FIDANTSEF, S.S. DUFFEY & R.M. BOSTOCK. Trade-offs in plant defense against pathogens and herbivores: a field demonstration of chemical elicitors of induced resistance. **Journal of Chemical Ecology**, v.25, p. 1597-1609, 1999.

## CAPÍTULO 1

### **Compostos voláteis de óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) como possíveis mediadores da atração de polinizadores e outros artrópodes**

RESUMO – Os compostos químicos presentes no óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica*), podem estar envolvidos na defesa constitutiva da planta contra o ataque de fitófagos e envolvidos na atração de insetos benéficos, como predadores, parasitoides e polinizadores. Para entender a possível correlação entre os compostos químicos presentes no óleo essencial da erva-baleeira e seus artrópodes visitantes, bem como a importância da polinização para a erva-baleeira, foram realizadas coletas de insetos nas inflorescências, bem como colheitas de folhas de erva-baleeira para extração do óleo essencial, no Município de Oratórios-MG, em diferentes horários do dia. Os artrópodes coletados em inflorescências de erva-baleeira e os compostos químicos presentes no óleo essencial foram identificados em laboratório. Os predadores foram os mais abundantes, seguido de fitófagos, polinizadores, saprófagos e parasitoides. Com o isolamento das inflorescências, impedindo o acesso de polinizadores, descobriu-se que a erva-baleeira é dependente da polinização, pois não ocorreu formação de frutos. A maioria dos compostos identificados no óleo essencial de erva-baleeira, demonstrou frequência entre as amostras coletadas em diferentes horários e não houve diferença significativa no teor de óleo essencial extraído das folhas em diferentes horários, nem mesmo no teor de cada composto identificado. A atratividade de artrópodes visitantes da erva-baleeira não foi relacionada diretamente à variação da composição, teor de óleo essencial, nem mesmo à variação do teor de cada composto presente no óleo essencial durante o dia. Este estudo nos permite indicar a erva-baleeira como forte candidata para plantio consorciado com outras culturas.

**Palavras-chave:** óleo essencial, visitantes e inflorescências.

## INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais das plantas são misturas complexas que podem conter de 20 a 60 componentes em concentrações diferentes. São caracterizados por dois ou três componentes principais com concentrações bastante elevadas (20-70%) quando comparados com os outros componentes minoritários (BAKKALI et al., 2008). Dependendo da espécie de planta, os óleos essenciais podem ocorrer em estruturas secretoras especializadas, como por exemplo, pêlos glandulares, células do parênquima diferenciadas e canais oleíferos. Estes metabólitos podem estar estocados nas folhas, flores, cascas do caule, raízes, rizomas, frutos ou sementes. A composição química, bem como caracteres físico-químicos e odores destes óleos, podem ser diferentes em cada órgão da planta (SIMÕES & SPITZER., 2003). De acordo com MARTINS et al. (2003), atribui-se aos óleos essenciais as atividades que envolve a atração de insetos polinizadores, regulação da transpiração, defesa contra herbivoria, entre outros.

A erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) é uma planta nativa do Brasil e que possui em suas folhas óleos essenciais, os quais são utilizados na medicina popular devido as suas propriedades anti-inflamatória, analgésica e cicatrizante (LORENZI & MATOS, 2008). Por ser uma planta ainda não domesticada, a erva-baleeira não possui um padrão de florescimento e floresce o ano inteiro. Tem sido observada a ocorrência de diversos artrópodes em suas inflorescências (FONSECA, M.C.M. observação pessoal, BRANDÃO et al. 2015). No entanto, não se sabe ao certo, quais são os fatores que podem contribuir para a atração de insetos, bem como a importância da polinização por insetos para essa planta.

Os insetos utilizam os odores para desempenhar suas funções vitais como localização de presas, defesa e agressividade, seleção de plantas hospedeiras, escolha dos locais para oviposição, corte e acasalamento (TEGONI et al., 2004). O conhecimento das diferentes

interações mediadas por voláteis pode contribuir para o entendimento da presença da comunidade de artrópodes encontrados nas plantas. VENTRELLA e MARINHO (2008), estudando a morfologia e a histoquímica dos tricomas da erva-baleeira, observaram que esta espécie possui tricomas glandulares e não-glandulares em ambas as superfícies foliares. Em observações feitas em laboratório, com ajuda de estereomicroscópio com aumento de 8x, verificou-se a presença de tricomas também nas sépalas e em todo o eixo onde as inflorescências de erva-baleeira estão inseridas (MARTINS, E.F, obs. pessoal). Os tricomas glandulares são de dois tipos, os secretores globulares e os reniformes, sendo que os tricomas globulares em erva-baleeira armazenam o óleo essencial (VENTRELLA e MARINHO 2008). Os tricomas glandulares são estruturas histológicas de estocagem superficial. Os voláteis contidos nestas estruturas podem ter sua liberação desencadeada por fatores exógenos, tais como, temperatura, umidade relativa, radiação solar, ventos ou pelo simples contato de artrópodes (SIMÕES et al 2001; SIMMONS et al 2004).

Os inimigos naturais respondem aos voláteis de forma específica (CLAVIJO McCORMICK et al., 2012). Possivelmente, a especificidade é mais importante para inimigos naturais especialistas ou oligófagos (CLAVIJO McCORMICK et al., 2012). A mistura de voláteis induzida pode variar quantitativamente (quando há incremento dos mesmos compostos) ou qualitativamente (quando há indução de compostos novos) daquela emitida por plantas danificadas mecanicamente (DICKE et al., 1999).

De acordo com BRANDÃO et al., (2015) a erva-baleeira foi classificada como planta alógama facultativa, a qual possui a combinação de dois sistemas reprodutivos, podendo ser autofecundada ou mesmo produzir frutos por fecundação cruzada. O estudo dos visitantes florais viabiliza o conhecimento da interação planta-polinizador, e a sua relação com mudanças no ambiente abiótico (MOURA et al., 2007). Além disso, o estudo da polinização em plantas alógamas facultativas, é importante para entender o quanto este

serviço de ecossistema pode influenciar no *fitness* destas espécies.

Estudos envolvendo voláteis liberados pela erva-baleeira poderão ajudar a entender a possível relação entre o número e a diversidade de insetos que visitam esta planta. Além disso, o conhecimento referente a variação da abundância e diversidade da comunidade de artrópodes visitantes, bem como as funções que estes artrópodes podem desempenhar no agroecossistema, poderá indicar a erva-baleeira como uma possível candidata para ser utilizada como planta companheira de outras culturas principais. Considerando o exposto, objetivou-se com este trabalho estudar a abundância e diversidade dos visitantes nas inflorescências da erva-baleeira, avaliar a importância da polinização entomófila, verificar se existem diferenças no teor e composição de óleo essencial em diferentes horários de coleta de folhas de erva-baleeira e se essas possíveis diferenças no teor e composição de óleo essencial podem estar relacionadas à variação dos insetos visitantes durante o dia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

As plantas de erva-baleeira (*V. curassavica*) utilizadas no experimento de campo se encontravam estabelecidas, desde 2014, no município de Oratórios-MG (Latitude 20° 25' 50" S e longitude 42° 48' 20" W) no Campo Experimental Vale do Piranga, pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). No total eram 442 plantas inseridas em uma área de 221 m<sup>2</sup> (17 X 13 m) em espaçamento de 1,0 m (entre linhas) x 0,5 m (entre plantas). O experimento teve início em meados de outubro de 2016 e término em maio de 2017, em três estações do ano, compreendendo parte da primavera, todo o verão e parte do outono.

### **Coleta e Identificação de visitantes florais**

Os visitantes florais foram coletados diretamente nas inflorescências da erva-baleeira. A coleta foi feita por dois avaliadores que observaram durante 5 minutos um ramo com

inflorescência aberta, selecionado aleatoriamente dentro da área experimental. O mesmo número de plantas foi observado em cada face do plantio, para que não houvesse interferência da incidência de luz nas coletas. Após a avaliação, a inflorescência avaliada foi marcada com barbante. A cada data de coleta, realizada uma vez por semana, um grupo de plantas foi avaliado e as observações foram feitas em inflorescências diferentes. Após 5 minutos de observação e coleta, cada avaliador selecionava aleatoriamente outro ramo com inflorescência, em outra planta. Cada avaliador observou 10 inflorescências em um intervalo de 2 horas, totalizando 20 inflorescências avaliadas por período. As avaliações foram feitas entre 08:00 e 18:00 horas. Antes das 8:00 da manhã as flores se encontravam fechadas, impossibilitando as coletas antes deste horário. A partir das 17:00 já se observava a senescência de grande parte das flores. Cada horário de coleta representou um tratamento (8:00; 10:00; 12:00; 14:00; 16:00) com 20 repetições. As observações e coletas foram feitas em 10 dias, no período de outubro de 2016 à abril de 2017.

Todos os visitantes florais que apareceram nas inflorescências do ramo selecionado foram capturados com sugador, feito com mangueira transparente, armazenados em potes plásticos e levados para o laboratório de Entomologia da EPAMIG Sudeste, onde foram armazenados em álcool 70%. As abelhas foram congeladas para facilitar a montagem e identificação. Após a identificação os indivíduos foram agrupados nas seguintes guildas: predadores, parasitoides, polinizadores, fitófagos e saprófagos. Esse agrupamento facilita o entendimento dos resultados referentes à interação da erva-baleeira e seus visitantes florais.

### **Importância da polinização para erva-baleeira**

Para avaliar o quanto a polinização entomófila pode influenciar na produção dos frutos de erva-baleeira, 30 ramos com inflorescências foram isolados com um saco de tecido do tipo *voil* (13 x 6,5 cm). Este tecido permite a entrada de luz e ar, mas impede a entrada de insetos. Na mesma planta, foram marcadas com linha colorida duas

inflorescências. Uma inflorescência foi deixada aberta para o livre acesso de polinizadores e a outra foi isolada pelo saco de *voil*. Desta forma o experimento consistiu de dois tratamentos (inflorescência livre e isolada). Ao todo foram selecionadas 30 plantas com duas inflorescências marcadas, totalizando 60 inflorescências. Como a erva-baleeira não apresenta um padrão de florescimento e frutificação, selecionou-se somente as inflorescências que apresentavam formação de botões florais, desta forma garantiu-se a utilização de flores não polinizadas. Avaliações dos ramos contendo inflorescências abertas foram realizadas semanalmente, tanto para ramos livres como para ramos isolados. O desenvolvimento dos frutos de ramos livres e isolados foi visualmente acompanhado semanalmente.

### **Rendimento e composição do óleo essencial de erva-baleeira**

#### **Colheita de folhas**

Para avaliar se o teor e a composição de óleo essencial da erva-baleeira variam durante o dia e se essa variação pode interferir na atração de insetos, foram feitas colheitas de folhas de erva-baleeira para extração do óleo essencial em 10 plantas em três diferentes horários (8:00; 12:00; 16:00), sendo cada horário um tratamento. As colheitas de folhas não puderam ser realizadas em menor intervalo devido à falta de mão-de-obra, pois a cada horário de colheita, era necessário colocar as folhas em estufa, para que os compostos presentes no óleo essencial não fossem perdidos por volatilização e este processo é demorado. As colheitas foram mensais, realizadas em janeiro, fevereiro, março e abril de 2017. Colheita de folhas e coleta de insetos no mesmo dia não eram viáveis, devido à mão-de-obra necessária e à possível interferência na visitação dos insetos, uma vez que as plantas eram manipuladas para que a colheita fosse realizada. As folhas foram coletadas de plantas escolhidas ao acaso, colhendo-se aproximadamente 100 g de folhas por planta. Após cada coleta, as folhas foram pesadas para se obter o peso da matéria fresca. Em

seguida, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel craft e levadas para estufa de secagem onde foram mantidas sob uma temperatura de 40 °C (SILVA & CASALI, 2000). Durante o processo de secagem as folhas foram pesadas diariamente. Quando as amostras registraram um peso constante (perda máxima de água), cada uma foi pesada para se obter o peso do material seco. Logo após, cada saco de papel com as amostras foi embalado separadamente em embalagem de polietileno e vedado. Em seguida, as amostras foram levadas para o Laboratório de Plantas Medicinais da EPAMIG em Viçosa-MG para a extração do óleo essencial da erva-baleeira.

### **Extração do óleo essencial**

A extração foi feita utilizando-se o método de hidrodestilação de arraste a vapor, em sistema do tipo Clevenger adaptado a um balão de fundo redondo de 200 mL (MING et al., 1996). Para cada extração utilizou-se uma amostra composta de 30 g de folhas secas, obtidas de três amostras diferentes de cada tratamento no mesmo dia e horário de coleta (sendo 10 g de cada), acrescidos de 50 mL de água destilada (MING et al., 1996). Neste processo, o material foi imerso em água, aquecido até entrar em ebulição, resultando na formação de vapor d'água e arraste dos compostos voláteis até o sistema de condensação, sendo que o óleo essencial permanece separado da água por diferença de densidade. Cada extração teve duração de 2 horas e 30 minutos após o início da ebulição. O solvente utilizado para as extrações foi o Pentano ( $C_5 H_{12}$ ). Após a extração, cada amostra foi colocada em funil de separação com adição de 20 mL de pentano. O composto obtido pela hidrodestilação consistia de hidrolato e pentano-óleo. As amostras foram agitadas 10 vezes a fim de promover a liberação do gás formado dentro do balão. Essa ação foi repetida três vezes para cada amostra. A separação do hidrolato e do pentano-óleo se deu pela diferença de densidade dos dois compostos. O hidrolato e o pentano-óleo foram recolhidos em diferentes recipientes. O pentano-óleo retirado do funil de separação foi reservado em um

Becker (50 mL). O hidrolato retirado foi retornado ao funil de separação para a adição de 20 mL de pentano, a fim de se extrair quantias residuais de óleo essencial. Após a terceira repetição deste processo o hidrolato foi descartado. Carbonato de sódio anidro em excesso foi adicionado no Becker pentano-óleo até o material deslizar no fundo do recipiente, com a finalidade de retirar qualquer quantidade de água contida nas amostras. Depois de alguns minutos em repouso, a solução foi filtrada e concentrada em evaporador rotativo a 30°C, sob pressão reduzida até a redução expressiva do volume do solvente. O óleo obtido foi transferido para um frasco de 5 mL de peso conhecido, aberto em temperatura ambiente até evaporação total do solvente (aproximadamente 24 horas). Ao final do processo, o frasco foi pesado em balança analítica, sendo os resultados expressos em porcentagem de óleo em relação à matéria seca do produto (% m.s.). Após todo o procedimento de extração, os frascos contendo óleo essencial da erva-baleeira foram devidamente vedados e armazenados freezer (-20 °C) para posterior análise cromatográfica.

#### **Determinação da composição do óleo essencial**

Para a determinação da composição química do óleo essencial da erva baleeira, uma alíquota de 20 mg de óleo essencial de cada amostra foi isolada em frasco de 2 mL, acrescidos de 1,5 mL de diclorometano ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ). Os frascos contendo óleo essencial de erva-baleeira e diclorometano foram enviados ao Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA) da Unicamp, seguindo o procedimento descrito por ADAMS (2007).

#### **Análise qualitativa dos constituintes do óleo essencial**

A identificação dos constituintes do óleo essencial foi realizada em cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massas (GC-MS), em equipamento Shimadzu, modelo QP 5050A, com detector seletivo de massa. Foi utilizada uma coluna cromatográfica SE54 de 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro e 0,25  $\mu\text{m}$  de espessura de poro. O gás

hélio foi utilizado como carreador a um fluxo de 1,8 mL min<sup>-1</sup>. A razão de split utilizada foi de 1:5 e o tempo de corte do solvente de 4 min. A temperatura no injetor foi de 220  C e de 240  C no detector. A temperatura inicial da coluna foi mantida a 40  C por 2 min, sendo programada para ter acréscimos de 3  C a cada min até atingir a temperatura máxima de 240  C, na qual foi mantida por mais 5 min. Foram detectados no espectrômetro de massas somente íons com a razão carga massa m/z entre 40 e 500. O volume da amostra injetado foi de 5  L, na concentra o de 10.000 ppm, utilizando como solvente o diclorometano. Na identifica o dos compostos foi realizada a compara o dos espectros obtidos com os registrados no banco de dados do equipamento e avalia o dos índices de Kovats (IK) calculados e comparados com os descritos na literatura (ADAMS, 2007). Utilizou-se a Equa o 1, descrita por COLLINS et al., (1997), para calcular o IK de cada constituinte do óleo essencial

$$IK = 100 \times NC + 100 \times \frac{\text{Log}t'_{RX} - \text{Log}t'_{RZ}}{\text{Log}t'_{R(Z+1)} - \text{Log}t'_{RZ}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

IK =  ndice de Kovats (adimensional);

NC = número de carbonos do hidrocarboneto, imediatamente, anterior ao componente avaliado;

t'RX = tempo de reten o do componente avaliado;

t'RZ = tempo de reten o do hidrocarboneto, imediatamente, anterior ao componente avaliado; e

t'R(Z+1) = tempo de reten o o hidrocarboneto, imediatamente, posterior ao componente avaliado.

Pode-se observar na (Eq. 1) que, para o cálculo do  ndice de Kovats foi necessária a

injeção de uma mistura de hidrocarbonetos (C7 a C30), em que os respectivos tempos de retenção serviram de base para o cálculo do IK dos componentes dos óleos essenciais.

### **Análise quantitativa dos constituintes do óleo essencial**

Os constituintes do óleo essencial foram analisados quantitativamente utilizando-se cromatógrafo a gás Shimadzu GC-17A acoplado ao detector de ionização de chama (GC-FID), utilizando-se coluna capilar de sílica fundida com fase estacionária SPB5 de 0,25 µm de espessura do poro, 30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno. Foi utilizado o nitrogênio como gás carreador a um fluxo de 1,8 mL min<sup>-1</sup>, temperatura no injetor de 220 °C e temperatura no detector de 240 °C. A temperatura inicial da coluna foi mantida a 40 °C por 4 min, sendo programada para ter acréscimos de 3 °C a cada minuto, até atingir a temperatura máxima de 240 °C, na qual foi mantida por mais 3 min. O volume da amostra injetado foi de 5 µL, na concentração de 10.000 ppm, utilizando como solvente o diclorometano. Utilizou-se o método de normalização em que o valor total das áreas dos picos foi considerado 100% e a porcentagem de cada sinal calculada por meio de sua área.

### **Análises estatísticas**

A variação da abundância de artrópodes de diferentes guildas ao longo dos horários de coleta foi analisada através de Modelos Lineares Generalizados (GLM), ajustado a uma distribuição de Poisson. A abundância de artrópodes coletados nas inflorescências da erva-baleeira foi empregada no modelo como variável resposta. Os horários de coleta representaram as variáveis explicativas do modelo. As médias da abundância de artrópodes nos diferentes horários de coleta, bem como as interações entre as variáveis foram comparadas por meio de Análise de Variância (ANOVA). O teor de óleo das folhas de erva-baleeira coletadas em diferentes horários e datas foi comparado por meio de Análise de Variância (ANOVA). A representação das médias do teor de óleo essencial é dado através da proporção de óleo em relação à matéria seca do produto (% 30 g). O teor de cada

composto identificado no óleo essencial das folhas de erva-baleeira coletadas em diferentes horários e datas foi comparado por meio de Análise de Variância (ANOVA).

## RESULTADOS

### Importância da polinização para erva-baleeira

As inflorescências ensacadas com saco de *voil* não apresentaram formação de frutos enquanto as inflorescências onde foi permitido o livre acesso de polinizadores tiveram frutos formados. Não foram feitas análises estatísticas para esse experimento devido a falta de dados para comparação entre os tratamentos. O desenvolvimento dos frutos, observados apenas nas inflorescências com livre acesso de polinizadores, foram acompanhados visualmente a cada semana, porém o número de frutos formados não foi anotado.

### Visitantes florais da erva-baleeira

No total foram coletados 517 visitantes florais na erva-baleeira, pertencentes à classe Arachnida e Insecta, sendo a última representada por 4 ordens (Tabela 1).

**Tabela 1.** Relação das ordens dos artrópodes coletados com suas respectivas abundâncias em erva-baleeira, Oratórios, 10/2016-04/2017. N= número de indivíduos coletados.

Taxa	Ordens de artrópodes coletadas em diferentes datas										N
	28/10	03/11	10/11	25/11	02/12	07/12	25/01	21/02	08/03	05/04	
Araneae	3	2	3	2	3	1	0	3	3	1	21
Coleoptera	20	15	8	12	13	18	8	4	6	2	106
Diptera	5	5	6	2	1	0	6	13	8	5	51
Hemiptera	3	3	4	3	4	7	2	6	6	5	43
Hymenoptera	28	32	27	52	24	34	38	20	23	18	296
Abundância	59	57	48	71	45	60	54	46	46	31	517

Quase todos os indivíduos foram classificados em nível de família (Tabela 2) e no caso de Formicidae e Apidae, os indivíduos foram identificados em nível de gênero e espécie (Tabelas 3 e 4). O grupo dos predadores foi o que apresentou maior abundância, com um total de 246 indivíduos coletados, sendo que aranhas e formigas também foram inseridas nesta contagem. Os fitófagos somaram 143 indivíduos coletados, seguidos de polinizadores, saprófagos e parasitoides, com respectivamente 70, 39 e 19 indivíduos coletados (Tabela 2).

**Tabela 2.** Relação de ordem e família de artrópodes coletados em erva-baleeira, separados por guildas (N= número de indivíduos coletados).

Ordem	Família	Guildas	N
Araneae	Aranidae	Predadores	3
	Clubionidae	Predadores	1
	Salticidae	Predadores	5
	Thomisidae	Predadores	12
Coleoptera	Chrysomelidae	Fitófagos	20
	Coccinellidae	Predadores	3
	Curculionidae	Fitófagos	19
	Elateridae	Fitófagos	2
	Lagriidae	Fitófagos	2
	Nitidulidae	Fitófagos	1
	Outros	Fitófagos	59
Diptera	Bibionidae	Saprófagos	1
	Bombyliidae	Predadores	1
	Caliphoridae	Saprófagos	3
	Muscidae	Saprófagos	5
	Sarcophagidae	Saprófagos	32
	Stratiomyidae	Saprófagos	1
	Tephritidae	Herbívoros	8
Hemiptera	Anthocoridae	Predadores	2
	Aphididae	Fitófagos	2

	Cicadellidae	Fitófagos	5
	Coreidae	Fitófagos	1
	Miridae	Fitófagos	20
	Pentatomidae	Fitófagos	2
	Reduviidae	Predadores	11
Hymenoptera	Apidae	Polinizadores	70
	Braconidae	Parasitoides	3
	Chalcididae	Parasitoides	2
	Eulophidae	Parasitoides	5
	Eurytomidae	Parasitoides	4
	Evaniidae	Parasitoides	1
	Figitidae	Parasitoides	2
	Formicidae	Predadores	19
	Pteromalidae	Parasitoides	2
	Vespidae	Predadores	17

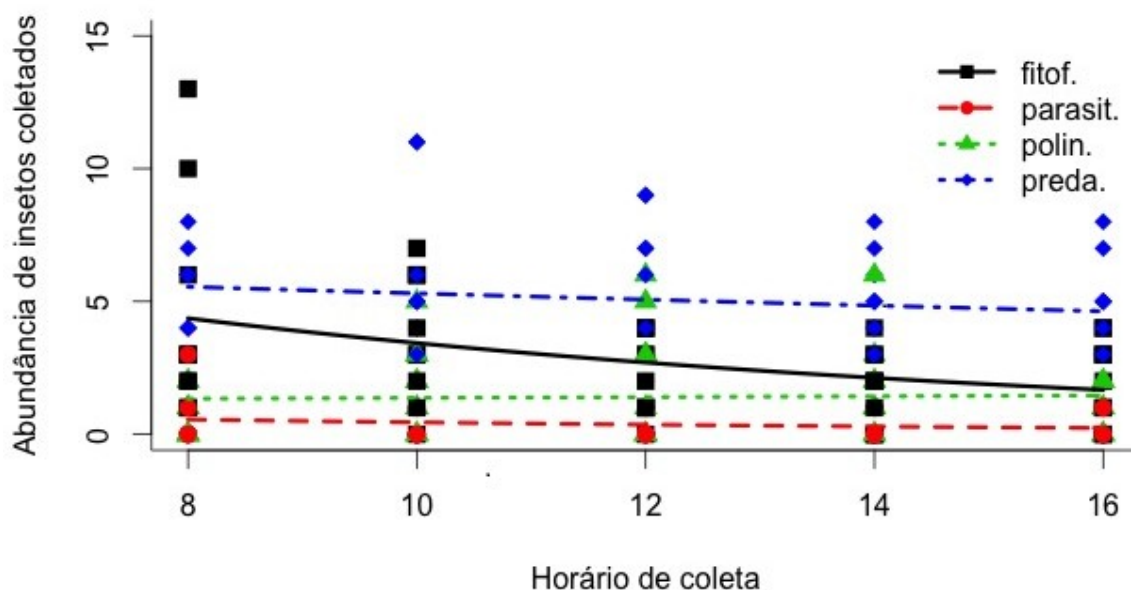
**Tabela 3.** Abundância das espécies de formigas coletadas em erva-baleeira, Oratórios, 2016-2017. N= número de indivíduos.

Espécies de formiga	N
<i>Camponotus</i> sp.1	70
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	69
<i>Crematogaster</i> sp.1	36
<i>Camponotus crassus</i>	7
<i>Camponatus personatus</i>	4
<i>Linepithema neotropicus</i>	3
<i>Cephalotes pusillus</i>	1
Abundância acumulada	190

**Tabela 4.** Abundância de abelhas coletadas em erva-baleeira, Oratórios, 2016-2017. N= número de indivíduos.

Espécies de abelhas	N
<i>Apis mellifera</i>	59
<i>Trigona spinipes</i>	6
<i>Friesella schrottkyi</i>	2
<i>Schwarziana quadripunctata</i>	1
<i>Augochloopsis</i> sp.	1
<i>Augoghloria</i>	1
Abundância acumulada	70

Fitófagos, polinizadores, predadores e parasitoides apresentaram abundâncias diferentes ao longo do dia (Figura 1), quando comparadas umas às outras (Modelo Linear Generalizado;  $t= 5,89$ ;  $p<0,05$ ). A abundância de fitófagos variou ao longo das horas de coleta, sendo que entre oito e 10 horas ocorreram em maior quantidade e diminuíram ao longo do dia (Modelo Linear Generalizado;  $t= 5,89$ ;  $p<0,05$ ). A abundância de polinizadores variou ao longo dia, sendo que a ocorrência de polinizadores foi maior às 12:00 horas em comparação com os demais horários (análise de contraste;  $12h= 2,10$ ;  $[8,10,14,16]=1,25$ ;  $z= 2,25$ ;  $p= 0,01$ ). A abundância de predadores também variou ao longo do dia, sendo que na parte da manhã ocorreu em maior quantidade (Modelo Linear Generalizado;  $t=2,17$ ;  $p= 0,03$ ). A abundância de parasitoides não teve variação ao longo do dia ( $p>0,05$ ).



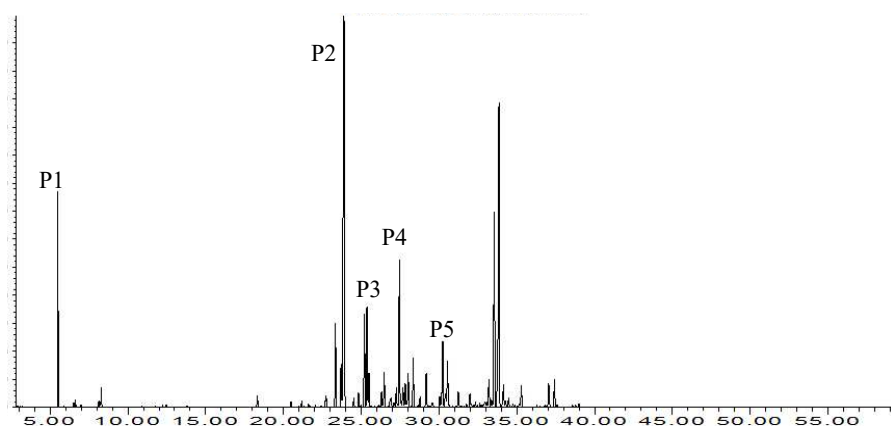
**Figura 1.** Variação da abundância de fitófagos (Modelo Linear Generalizado;  $t = 5,89$ ;  $p < 0,05$ ), polinizadores (Modelo Linear Generalizado;  $t = 0,74$ ;  $p = 0,003$ ; maior abundância de polinizadores às 12:00, análise de contraste;  $12h = 2,10$ ;  $[8,10,14,16] = 1,25$ ;  $z = 2,25$ ;  $p = 0,01$ ) e predadores (Modelo Linear Generalizado;  $t = 2,17$ ;  $p = 0,03$ ) em diferentes horários de coleta. A abundância de parasitoides não variou ao longo do tempo ( $p > 0,05$ ).

### Teor e composição química do óleo essencial nas folhas de erva-baleeira

O teor de óleo essencial de folhas de erva-baleeira coletadas em diferentes horários não variou significativamente ( $F = 0,19$ ;  $GL = 2$ ;  $p = 0,82$ ; Tabela 5). Já, em relação ao teor de óleo essencial de erva-baleeira nos primeiros quatro meses do ano de 2017, houve diferença significativa entre os meses de janeiro e abril (Jan. = 0,11 g vs Abr. = 0,06 g;  $F = 3,42$ ;  $GL = 3$ ;  $p = 0,03$ ; Tabela 5), sendo que janeiro foi o mês com maior produção de óleo. Para a identificação dos compostos presentes no óleo essencial da erva-baleeira, os cromatogramas das amostras foram analisados separadamente (Figura 2).

**Tabela 5.** Média do teor de óleo extraído de erva-baleeira em diferentes horários.

Data	Horário de coleta	Média peso óleo	Média do teor (%)
17/01/17	8-10h	0,11	0,35
	12-14h	0,12	0,39
	16-18h	0,11	0,36
14/02/17	8-10h	0,10	0,32
	12-14h	0,08	0,27
	16-18h	0,12	0,40
13/03/17	8-10h	0,13	0,44
	12-14h	0,10	0,34
	16-18h	0,07	0,23
10/04/17	8-10h	0,06	0,21
	12-14h	0,06	0,21
	16-18h	0,07	0,23



**Figura 2.** Exemplo de cromatograma correspondente ao óleo essencial de *Varronia curassavica* com alguns dos constituintes identificados. Cada pico corresponde a um composto específico. Eixo x= tempo de retenção, que corresponde ao tempo que cada composto demorou para volatilizar completamente (P1= alfa-pineno; P2= alfa-santaleno; P3= alfa-humuleno; P4= trans-beta-farneseno; P5= óxido-de-cariofileno).

Com relação a composição química do óleo essencial de erva-baleeira, foram encontrados 19 compostos no total (Tabela 6), sendo que a maioria dos compostos identificados foram encontrados em quase todos os horários. Com relação ao teor de cada composto identificado no óleo essencial de erva-baleeira ao longo do dia, não houve diferença significativa (F,  $p > 0,05$ ; Tabela 6).

**Tabela 6.** Composição química das amostras do óleo essencial de folhas de erva-baleeira coletadas em diferentes horários (8h, 12h e 16h) e meses. Os valores correspondem à média ( $\pm$  desvio padrão) da concentração (%) dos compostos identificados nas amostras (F,  $p>0,05$ ).

Compostos	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril		
	8h	12h	16h	8h	12h	16h	8h	12h	16h	8h	12h	16h
alfa-pineno	9,14 $\pm$ 5,01	9,06 $\pm$ 1,22	10,86 $\pm$ 5,79	5,18 $\pm$ 0,29	7,56 $\pm$ 3,15	8,54 $\pm$ 2,55	9,43 $\pm$ 3,69	6,33 $\pm$ 3,88	7,17 $\pm$ 2,67	6,77 $\pm$ 3,13	8,15 $\pm$ 4,12	9,9 $\pm$ 0,89
alfa-cis-bergamoteno	0,59 $\pm$ 1,02	1,71 $\pm$ 0,36	1,25 $\pm$ 1,12	1,69 $\pm$ 0,67	1,86 $\pm$ 0,07	1,28 $\pm$ 0,45	1,54 $\pm$ 0,5	1,89 $\pm$ 0,51	1,77 $\pm$ 0,6	1,41 $\pm$ 0,47	1,59 $\pm$ 0,85	1,81 $\pm$ 0,44
alfa-humuleno	6,01 $\pm$ 2,13	3,62 $\pm$ 0,59	5,93 $\pm$ 0,7	5,06 $\pm$ 1,23	4,7 $\pm$ 0,87	5,01 $\pm$ 1,52	5,12 $\pm$ 1,33	4,17 $\pm$ 1,43	4,69 $\pm$ 0,89	4,21 $\pm$ 2,44	4,31 $\pm$ 1,32	3,35 $\pm$ 0,96
alfa-santaleno	4,19 $\pm$ 7,26	14,41 $\pm$ 16,44	30 $\pm$ 6,36	13,33 $\pm$ 14,66	14,23 $\pm$ 18,7	30,21 $\pm$ 4,23	28,51 $\pm$ 4,95	25,67 $\pm$ 10,21	14,32 $\pm$ 15,47	28,61 $\pm$ 5,52	17,55 $\pm$ 10,62	7,62 $\pm$ 6,77
beta-bisaboleno	2,42 $\pm$ 3,13	2,68 $\pm$ 2,42	0,44 $\pm$ 0,76	3,05 $\pm$ 2,64	14,64 $\pm$ 17,99	2,74 $\pm$ 2,4	3,67 $\pm$ 1,61	4,16 $\pm$ 1,54	3,41 $\pm$ 1,75	3 $\pm$ 1,07	3,79 $\pm$ 1,96	3,9 $\pm$ 1,17
beta-santaleno	9,94 $\pm$ 7,45	2,45 $\pm$ 1,8	8,88 $\pm$ 6,27	1,8 $\pm$ 1,61	4,75 $\pm$ 1,86	7,35 $\pm$ 5,85	4,41 $\pm$ 2,57	5,12 $\pm$ 4,52	4,84 $\pm$ 2,68	6,59 $\pm$ 5,67	2,72 $\pm$ 2,43	3,28 $\pm$ 1,22
beta-santalol	0,37 $\pm$ 0,64	0,81 $\pm$ 0,13	-	-	0,27 $\pm$ 0,47	0,68 $\pm$ 0,6	0,62 $\pm$ 0,54	0,39 $\pm$ 0,68	-	-	-	0,3 $\pm$ 0,52
beta-sesquifelandreno	2,26 $\pm$ 1,74	1,69 $\pm$ 0,35	3,08 $\pm$ 1,51	1,02 $\pm$ 0,9	1,77 $\pm$ 0,31	2,83 $\pm$ 2,73	1,21 $\pm$ 0,24	1,45 $\pm$ 0,12	2,03 $\pm$ 0,77	2,72 $\pm$ 2,5	2,5 $\pm$ 2,37	0,88 $\pm$ 0,82
1,8-cineol	0,88 $\pm$ 0,35	0,66 $\pm$ 0,2	0,55 $\pm$ 0,49	0,65 $\pm$ 0,05	0,78 $\pm$ 0,13	0,71 $\pm$ 0,07	0,77 $\pm$ 0,14	0,56 $\pm$ 0,1	0,67 $\pm$ 0,05	0,75 $\pm$ 0,26	0,79 $\pm$ 0,16	0,78 $\pm$ 0,2
cis-beta-fameseno	0,18 $\pm$ 0,31	-	-	-	-	-	0,18 $\pm$ 0,3	0,2 $\pm$ 0,34	-	-	-	0,18 $\pm$ 0,3
cubebol	0,32 $\pm$ 0,56	0,34 $\pm$ 0,6	0,51 $\pm$ 0,88	-	0,65 $\pm$ 0,56	0,89 $\pm$ 0,03	0,63 $\pm$ 0,55	0,78 $\pm$ 0,68	0,6 $\pm$ 0,52	1,06 $\pm$ 0,24	1,08 $\pm$ 0,13	1 $\pm$ 0,22
epóxido-de-humuleno II	0,49 $\pm$ 0,43	0,21 $\pm$ 0,36	0,2 $\pm$ 0,34	-	0,27 $\pm$ 0,47	0,39 $\pm$ 0,67	-	-	-	1,19 $\pm$ 2,07	0,38 $\pm$ 0,67	0,25 $\pm$ 0,43
gemacreno A	2,18 $\pm$ 1,63	0,57 $\pm$ 0,53	1,66 $\pm$ 1,25	0,27 $\pm$ 0,47	1,22 $\pm$ 0,37	1,36 $\pm$ 0,73	1,76 $\pm$ 1,33	0,66 $\pm$ 0,6	1,29 $\pm$ 0,35	0,81 $\pm$ 0,82	1,16 $\pm$ 0,39	0,614 $\pm$ 0,53
gemacreno D	2,28 $\pm$ 1,4	1,07 $\pm$ 0,37	2,56 $\pm$ 1,44	0,62 $\pm$ 0,54	1,19 $\pm$ 0,49	2,18 $\pm$ 1,3	1,58 $\pm$ 0,74	1,11 $\pm$ 1,09	1,49 $\pm$ 0,64	1,48 $\pm$ 1,53	1,09 $\pm$ 1,21	0,71 $\pm$ 0,62
hidrato de 7-epi-cis-sesquisabineno	0,64 $\pm$ 1,11	1,3 $\pm$ 0,33	0,57 $\pm$ 0,5	1,13 $\pm$ 0,97	1,5 $\pm$ 0,26	1 $\pm$ 0,87	1,25 $\pm$ 0,52	1,6 $\pm$ 0,47	0,75 $\pm$ 0,65	1,35 $\pm$ 0,7	1,21 $\pm$ 1,05	0,83 $\pm$ 0,76
óxido de cariofileno	2,06 $\pm$ 1,81	2,48 $\pm$ 0,7	2,55 $\pm$ 0,22	1,11 $\pm$ 1,33	2,31 $\pm$ 2,19	2,82 $\pm$ 0,2	2,25 $\pm$ 0,23	2,24 $\pm$ 0,36	2,64 $\pm$ 0,76	7,9 $\pm$ 8,55	4,24 $\pm$ 1,83	10,72 $\pm$ 13,85
trans-beta-fameseno	1,37 $\pm$ 2,38	3,08 $\pm$ 0,44	1,43 $\pm$ 1,34	2,74 $\pm$ 1,55	3,14 $\pm$ 0,6	2,17 $\pm$ 1,42	2,85 $\pm$ 1,2	3,26 $\pm$ 0,9	2,96 $\pm$ 1,12	2,37 $\pm$ 0,79	2,97 $\pm$ 1,47	3,06 $\pm$ 0,98
trans-cariofileno	23,26 $\pm$ 20,2	13,2 $\pm$ 11,75	-	16,9 $\pm$ 15,26	16,88 $\pm$ 15,25	-	-	4,58 $\pm$ 7,93	6,7 $\pm$ 11,62	-	12,87 $\pm$ 12,12	18,22 $\pm$ 10,54
trans-gama-bisaboleno	0,66 $\pm$ 1,14	1,52 $\pm$ 0,39	0,64 $\pm$ 0,65	1,08 $\pm$ 0,93	1,47 $\pm$ 0,12	1,04 $\pm$ 0,93	1,4 $\pm$ 0,59	1,62 $\pm$ 0,43	1,38 $\pm$ 0,5	0,52 $\pm$ 0,46	0,4 $\pm$ 0,69	0,65 $\pm$ 1,13

## DISCUSSÃO

Foi observada uma grande diversidade de artrópodes visitando as inflorescências de erva-baleeira, pertencentes às ordens Araneae, Diptera, Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera. Dentro dessas ordens estão presentes predadores, polinizadores, parasitoides e fitófagos. Uma das explicações para a grande diversidade de artrópodes encontrados nas inflorescências da erva-baleeira é a constante disponibilidade de recursos florais (néctar e pólen) para seus visitantes. Estes recursos são garantidos devido ao fato da erva-baleeira não ser domesticada e estar constantemente em florescimento.

Indivíduos da ordem Hymenoptera foram os visitantes florais mais abundantes nas inflorescências de erva-baleeira em comparação com os indivíduos das demais ordens, sendo a família Formicidae a mais abundante (Tabela 2 e 3). Entre as formigas coletadas, as espécies *Camponotus* sp.1, *Brachymyrmex* sp.1 e *Crematogaster* sp. 1 foram as mais abundantes. As formigas do gênero *Camponotus* e *Brachymyrmex* são conhecidas como potenciais forrageadoras de néctar (DÍAZ-CASTELAZO et al., 2004). As formigas do gênero *Camponotus* possuem comportamento agressivo sobre os herbívoros, sendo classificadas como “patrulheiras” (SANTOS & DEL-CLARO 2001). Estudos indicam que *Camponotus* spp. seja a mais eficiente na exclusão de potenciais herbívoros em folhas de plantas nativas do Cerrado (*Caryocar brasiliense* e *Tocoyena formosa*) (OLIVEIRA et al., 1987; OLIVEIRA, 1997; DEL-CLARO, 1998). As formigas do gênero *Crematogaster* são encontradas em todos os estratos florestais, desde o solo até a copa das árvores, nidificando em galhos (LONGINO, 2003). JÜRGENS et al. (2006) demonstraram que rainhas fundadoras de colônia do gênero *Crematogaster* utilizam voláteis para a localização e colonização da planta hospedeira. A presença de formigas do gênero *Crematogaster* na erva-baleeira, pode indicar um alto grau de associação formiga-planta, sendo a erva-baleeira uma possível planta hospedeira. As plantas hospedeiras fornecem abrigo e recursos alimentares, em troca, as formigas fornecem defesas

contra herbívoros. Embora as espécies de formigas presentes na erva-baleeira possam desempenhar um papel importante na defesa da planta contra herbívoros, em geral, formigas não são desejáveis como visitantes florais. Características morfológicas específicas, tais como, o tamanho reduzido do corpo e ausência de pelos, limitam o potencial de polinização das formigas. A ausência de asas reduz a probabilidade de formigas realizarem a reprodução cruzada entre plantas, devido a sua baixa mobilidade (WILLMER et al. 2009). Adicionalmente, formigas podem interferir diretamente na polinização, através de seu comportamento agressivo, podem desencorajar ou reduzir o tempo gasto por polinizadores nas flores da planta (JUNKER et al. 2007).

Entre as espécies de polinizadores coletadas nas inflorescências de erva-baleeira, a abelha *Apis mellifera* foi a mais abundante, com 66 indivíduos. Outras espécies de abelhas encontradas neste trabalho, como exemplo *Trigona spinipes* e *Friesella schrottkyi*, ocorreram em menor abundância. Pode-se inferir que a alta abundância de *A. mellifera* em relação às demais espécies encontradas nas inflorescências de erva-baleeira, se deve a maior competitividade de *A. mellifera* por recursos florais e locais de nidificação (PEDRO & CAMARGO, 1991; WILMS et al 1996). Ademais, a dieta de *A. mellifera* abrange um grupo muito diverso de plantas, uma vez que se trata de uma espécie altamente generalista. Soma-se a este fato o elevado número de indivíduos nas colônias de *A. mellifera*, podendo ultrapassar 100 mil indivíduos (WINSTON 1997). Abelhas *A. mellifera* são responsáveis pela polinização em diversas culturas (WATANABE, 1994; ROUBIK, 2002). Embora outros insetos possam estar envolvidos na polinização de certas plantas (eg. Moscas, formigas) as abelhas são consideradas o mais importante grupo de polinizadores (ROUBIK, 2002). Abelhas da espécie *A. mellifera* possuem o comportamento de forrageamento baseado no aprendizado associativo entre a recompensa alimentar (pólen e néctar) e pistas visuais e químicas. Contudo, as pistas químicas são de mais fácil aprendizado para *A. mellifera* (GIURFA et al., 2012). Portanto a

erva-baleeira pode fornecer recursos adequados a *A. mellifera*. Desta forma permitindo a essa espécie o reconhecimento dos voláteis da erva-baleeira como sinais para sua rota de forrageamento.

Baseado na metodologia de isolamento total das inflorescências, este trabalho obteve resultados que indicam a dependência da erva-baleeira por polinizadores, uma vez que, o isolamento das inflorescências resultou na não formação de frutos. Este resultado contrapõe o resultado obtido por BRANDÃO et al. (2015), os quais ao estudarem a biologia floral da erva-baleeira, classificou esta planta como alógama facultativa, podendo se reproduzir pelo intermédio de polinizadores ou por auto-fecundação. Para tal conclusão estes autores empregaram a metodologia de CRUDEN (1977), baseada na razão pólen:óvulo.

Dos grupos de artrópodes coletados neste trabalho, os predadores foram os mais abundantes, seguidos por fitófagos, polinizadores, saprófagos e parasitoides. No grupo dos predadores, formigas e aranhas foram as mais abundantes. As aranhas são predadoras generalistas, porém várias espécies podem se alimentar de néctar, tanto na fase jovem quanto na fase adulta (TAYLOR; PFANNESTIEL, 2008). Aranhas também podem contribuir para o controle biológico, pois podem matar herbívoros, se alimentando ou não deles, já que esses podem ficar presos nas teias produzidas por elas (SUNDERLAND; SAMU, 2000). Outros predadores generalistas coletados foram joaninhas (Coccinellidae), mais precisamente, *Harmonia axyridis*. Esta espécie pode preda uma grande variedade de outros insetos (OBRYCK & KRING 1998), porém demonstra maior associação com pulgões, limitando a herbivoria e aumentando a produção (STEPHENSON, 1982). Outros importantes predadores generalistas coletados nas inflorescências de erva-baleeira são os percevejos da família Reduviidae. Estes percevejos são reportados como predadores de pragas de elevada importância econômica, tais como *Spodoptera litura* e *Helicoverpa* spp. no algodão (MALDONADO-CAPRILES, 1990; GRUND, 2007).

A abundância de todas as guildas de artrópodes coletadas nas inflorescências da erva-baleeira, com exceção dos parasitoides, tiveram variação ao longo das horas do dia. Variações no teor e composição de óleo essencial presentes nas plantas podem ocorrer ao longo do dia, porém não foram observadas mudanças no teor de óleo de erva-baleeira neste trabalho. Logo, infere-se que a variação dos artrópodes visitantes da erva-baleeira não está relacionada com a variação do teor de óleo essencial. Estes resultados corroboram com resultados encontrados por QUEIROZ et al., (2016), os quais também não encontraram diferença no teor de óleo essencial de erva-baleeira em função de coletas em diferentes horários. Porém os mesmos resultados são adversos quando comparados com SOUZA et al (2009), os quais encontraram diferença significativa na produção de óleo essencial da erva-baleeira, sendo os horários de 09:00 às 12:00 horas e próximo às 18:00 horas, os melhores para coletar folhas de erva-baleeira com a finalidade de se obter maior produção de óleo essencial.

A maioria dos compostos presentes no óleo essencial de erva-baleeira identificados neste trabalho, demonstra frequência entre as amostras coletadas em diferentes horários. Ou seja, a variação da abundância dos artrópodes encontrados nas inflorescências de erva-baleeira não é influenciada pela variação qualitativa de compostos voláteis presentes durante o dia, já que a abundância dos insetos variou, enquanto os compostos voláteis permaneceram praticamente estáveis qualitativamente. Estes resultados são contrários quando comparados ao exemplo de defesa induzida relatada por FRITZSCHE HOBALLAH et al., (2002), os quais mostraram que a atração da vespa parasita *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) às plantas de milho (*Zea mays* L.) danificadas, pareciam basear-se mais em diferenças qualitativas dos compostos voláteis presentes nas plantas, do que em diferenças quantitativas. Embora as plantas possam apresentar uma elevada complexidade de óleos essenciais, em geral, artrópodes de diferentes guildas necessitam de um número reduzido de compostos para identificar a assinatura química da planta. Como exemplo, BLIGHT et al,

(1997) identificaram 16 compostos de *Brassica napus* envolvidos na ativação do comportamento alimentar de abelhas. No entanto, os autores concluíram que somente três compostos (fenilacetaldéido, linalol e [E,E] alpha-farneseno) são utilizados por *A. mellifera* para a identificação de *B. napus*.

A não diferença significativa entre o teor de cada composto identificado no óleo essencial da erva-baleeira nos mostra que não há relação direta entre a variação quantitativa de voláteis isolados presentes no óleo essencial da erva-baleeira durante o dia, com a visitação dos insetos. Porém, de acordo com estudos anteriores, uma vez que diferentes espécies de plantas podem emitir os mesmos compostos, tem-se proposto que a orientação olfativa dos insetos está baseada em variações quantitativas, geralmente de uns poucos compostos (BRUCE et al., 2005 & DE BOER et al., 2005), dentre as centenas que podem ser emitidos pelas plantas (DUDAREVA et al., 2006).

Na literatura encontra-se relatos de compostos voláteis presentes no óleo essencial das plantas como mediadores da atração e/ou repelência de comunidades de artrópodes. O alpha-pineno, composto presente no óleo essencial de erva-baleeira, foi relatado como responsável pela atração da broca da laranjeira *Cratosomus flavofasciatus* Guérin (Coleoptera: Curculionidae) (SERTIÉ et al., 1991; ARAB & BENTO, 2006; MICHIELIN et al., 2009). Quando a erva-baleeira libera alpha-pineno, as fêmeas adultas são atraídas para a planta e, conseqüentemente, os machos também. Antes do sinal de dispersão da colônia o citricultor tem a chance de eliminar os insetos, cortando assim o ciclo reprodutivo e evitando o ataque futuro da praga às laranjeiras (NASCIMENTO et al., 1986). Outros compostos como beta-farneseno e alpha-bergamoteno encontrados no óleo essencial de erva-baleeira e que estão presentes nas amostras de óleo essencial deste trabalho porém em outras conformações, como alfa-cis-bergamoteno, cis-beta-farneseno e trans-beta-farneseno, estão envolvidos na defesa indireta de plantas através da atração de predadores, sendo que a liberação dos voláteis ocorre

a partir do ataque de herbívoros (SCHNEE et al., 2006). Outro exemplo de composto volátil que atua na defesa da planta, refere-se às plantas modificadas que expressam constitutivamente o feromônio de alerta de muitos afídeos, o composto (E)- $\beta$ -farneseno, o qual não só repele pulgões da espécie *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), mas também atrai vespas parasitas como *Diaeretiella rapae* (M'Intosh, 1855) (Hymenoptera: Braconidae) (BEALE et al., 2006). Na erva-baleeira os dois sesquiterpenos, beta-farneseno e alpha-bergamoteno, estão presentes de forma constitutiva, ou seja, poucos estímulos são necessários para a liberação e conseqüente volatilização destes compostos, que também podem atuar na atração ou repelência dos artrópodes associados.

Cada espécie de artrópode pode apresentar um alto grau de especificidade para determinados grupos de compostos. Ademais, a erva-baleeira, como exemplo de outras plantas altamente associadas com artrópodes, pode empregar seus compostos voláteis na manipulação do comportamento destes artrópodes (THEIS 2007). Não baseada nas variações qualitativas e quantitativas ao longo do dia, mas sim baseada na presença de certos compostos, os quais podem estar envolvidos em processos de atratividade ou repelência pelo simples fato de estar presente na planta. Para tanto, estudos futuros voltados à atratividade dos insetos a cada composto específico ou a uma mistura de compostos, poderá ajudar a entender se algum composto específico, presente no óleo essencial da erva-baleeira, é responsável pela atração dos insetos relatados neste trabalho. Estes estudos de atratividade de insetos aos compostos presentes na erva-baleeira, poderão contribuir para melhor compreensão do sistema artrópode-planta em questão.

A atração de insetos benéficos, como polinizadores, predadores e parasitoides (visto neste trabalho) somada à eficiência da erva-baleeira como planta armadilha para a broca da laranjeira devido atuação de compostos voláteis, contribuem para indicação da erva-baleeira como forte candidata para ser utilizada como planta companheira de outras culturas. Para

tanto, é necessário o emprego da erva-baleeira como cultura companheira de outras culturas principais, para que assim seu emprego possa ser avaliado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by Gas Chromatography mass spectroscopy**. DuPage: Allured Publishing Corporation, 469 p., 2007.
- AMBROSE, D. P. Assassin Bugs (Reduviidae excluding Triatominae). pp.695-712. In: SCHAEFER; C.W. & PANIZZI, A.R.(eds.). Heteroptera of economic importance. Boca Raton, CRC Press. 828p., 2000.
- ARAB, A., BENTO, J. M. S. Plant volatiles: new perspectives for research in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 151-158, 2006.
- BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., Idaomar, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446–475, 2008.
- BEALE, M. H.; BIRKETT, M. A.; BRUCE, T. J. A.; CHAMBERLAIN, K.; FIELD, L. M.; HUTTLY, A. K.; MARTIN, J. L.; PARKER, R.; PHILLIPS, A. L.; PICKETT, J. A.; PROSSER, I. M.; SHEWRY, P. R.; SMART, L. E.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M.; ZHANG, Y. **Aphid alarm pheromone produced by transgenic plants affects aphid and parasitoid behavior**. Proceedings of the National Academy of Sciences. U.S.A., v. 103, p. 10509-10513, 2006.
- BLIGHT, MA. M., MARTINE L. M., MINH-HÀ. D., PICKETT J. A., MARION-POLL, F.; WADHAMS, L. J. Identification of floral volatiles involved in recognition of oilseed rape flowers, *Brassica napus* by honeybees, *Apis mellifera*. **Journal of Chemical Ecology**, v.23, n. 7, p. 1715-1727, 1997.
- BRANDÃO, D.; MENDES, A.; SANTOS, R.; ROCHA, S.; LEITE, G.; MARTINS, E. Biologia floral e sistema reprodutivo da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.).

- Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 562-569, 2015.
- BRUCE, T. J. A.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M.; Trends in Plant Science. 2005, 10, 269; TOOKER, J. F.; CRUMRIN, A. L.; HANKS, L. M.; **Chemoecology**, v.15, 85p., 2005.
- CLAVIJO MCCORMICK, A.; UNSICKER, S. B.; GERSHENZON, J.; **Trends in Plant Science**, v. 17, 303p., 2012.
- COLLINS, C.H.; BRAGA, G.L.; BONATO, P.S. **Introdução a métodos cromatográficos**. 7. ed. Campinas: Editora UNICAMP, 279 p. 1997.
- CRUDEN, R. W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v.31, n.1, p.32-46, 1977.
- DEL-CLARO, K. 1998. A importância do comportamento de formigas e interações: formigas e tripes em *Peixotoa tomentosa* (Malpighiaceae), no cerrado. **Revista de Etologia**. ed. especial, p. 3-10, 1998.
- DÍAZ-CASTELAZO, C.; RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, P. S.; CUAUTLE, M. Extrafloral nectary-mediated ant-plant interactions in the coastal vegetation of Veracruz, Mexico: richness, occurrence, seasonality, and ant foraging patterns. **Écoscience**, Québec, v. 11, p. 472-481, 2004.
- DICKE, M. Em *The Ecology and Evolution of Inducible Defenses*; TOLLRIAN, R.; HARVELL, C. D., eds.; **Princeton University Press**, New Jersey, cap. 4, 1999.
- DUDAREVA, N.; NEGRE, F.; NAGEGOWDA, D. A.; ORLOVA, I.; **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 25, 417 p., 2006.
- FRITZSCHE HOBALLAH, M. E.; TAMO, C.; TURLINGS, T. C. J.; **J. Chemistry and Ecology**, v.28, 951 p., 2002.
- GIURFA, M., SANDOZ, J. C. Invertebrate learning and memory: fifty years of olfactory

- conditioning of the proboscis extension response in honeybees. **Learning & memory**, v.19, p. 54-66, 2012.
- GRUNDY, P. R. Utilizing the assassin bug, *Pristhesancus plagipennis* (Hemiptera: Reduviidae), as a biological control agent within an integrated pest management programme for *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) and *Creontiades* spp. (Hemiptera: Miridae) in cotton. **Bulletin of entomological research**, v. 97, n. 3, 281-290, 2007.
- JUNKER, R., CHUNG, A.Y.C. & BLÜTHGEN, N. Interactions between flowers, ants and pollinators: additional evidence for floral repellence against ants. **Ecological Research**, v. 22, p. 665–670, 2007.
- JÜRGENS, A.; FELDHAAR, H.; FELDMEYER, B.; FIALA, B. Chemical composition of leaf volatiles in *Macaranga* species (Euphorbiaceae) and their potential role as olfactory cues in host-localization of foundress queens of specific ant partners. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 34, p. 97-113, 2006.
- LONGINO, J. T. The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica, **Zootaxa**, v. 151, p. 1-150, 2003.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 544 p., 2008.
- MALDONADO-CAPRILES, J. **Systematic Catalogue of the Reduviidae of the World (Insecta: Heteroptera)**. Caribbean Journal of Science, ed. especial694 p., 1990.
- MARTINS, E. R., CASTRO, D. M., CASTELLANI, D. C., DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. 1.ed. Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa, 220 p., 2003.
- MICHELIN, E. M. Z., SALVADOR, A. A., RIEHL, C. A. S., SMÂNIA JUNIOR, A., SMÂNIA, E. F. A., FERREIRA, S. R. S. Chemical composition and antibacterial activity

- of *Cordia verbenacea* extracts. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 6615-6623, 2009.
- MING, L. C., FIGUEIREDO, R. O., MACHADO, S. R., ANDRADE, R. M. C. Yield of essential oil and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf – Poaceae. **Acta Horticulturae**, v. 426, P. 555-9, 1996.
- MOURA, D.C.; MELO, J.I.M.; SCHLINDWEIN, C. Visitantes Florais de Boraginaceae A. Juss. no Baixo Curso do Rio São Francisco: Alagoas e Sergipe. **Revista Brasileira de Biociências**, n. 5, p. 285-287, 2007.
- NASCIMENTO, A. S., MESQUITA, A. L. M., CALDAS, E. R. C. Flutuação populacional e Manejo da broca da laranjeira, *Cratosomus flavofasciatus* Guerrin, 1844 (Coleoptera: Curculionidae) com "maria preta" *Cordia verbenaceae* (Borraginaceae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, p. 125-134, 1986.
- NASCIMENTO, R. R.; SANT'ANA, A. E. G. Feromônios de insetos: Biologia, química e emprego no manejo de pragas (2. ed) **Holos**, p. 65-71, 2001.
- OBRYCKI, J. J.; KRINNG, T. J. Predaceous coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v.43, p. 295-321.
- OLIVEIRA, P.S. & H.F. LEITÃO-FILHO. Extrafloral nectaries: their taxonomic distribution and abundance in the woody flora of cerrado vegetation in Southeast Brazil. **Biotropica**. v. 19,p. 140 – 148, 1987.
- OLIVEIRA, P.S. The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). **Functional Ecology** v. 11,p. 323 – 330, 1997.
- PEDRO, S. R.; CAMARGO, J. M. F. Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L and the native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a

- natural "cerrado" ecosystem in southeast Brazil. **Apidologie**, Paris, França, v. 22, p. 397-415, 1991.
- QUEIROZ, T. B.; MENDES, A. D. R.; SILVA, J. C. R. L.; FONSECA, F. S. A.; MARTINS, E. R. Teor e composição química do óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) em função do horário de coleta. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 18, p. 356-362, 2016.
- ROUBIK, D.W. Feral African bees augment neotropical coffee yield. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. Brasília: **Ministry of Environment**, p.255-266, 2002.
- SANTOS, J. C. DEL-CLARO, K. Interação entre formigas, herbívoros e nectários extraflorais em *Tocoyena formosa* (Cham. & Schlechtd.) K. Schum. (Rubiaceae) na vegetação do cerrado. **Revista Brasileira de Zoociências**. Juiz de Fora, v. 3, p. 77-92, 2001.
- SCHNEE, C.; KÖLLNER, T. G.; HELD, M.; TURLINGS, T. C.; GERSHENZON, J.; DEGENHARDT, J. The products of a single maize sesquiterpene synthase form a volatile defense signal that attracts natural enemies of maize herbivores. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. USA, v.103, p.1129–1134, 2006.
- SERTIÉ, J. A. A.; BASILE, A. C.; PANIZZA, S.; OSHIRO, T. T.; AZZONINI, C. P.; PENNA, S.C. Pharmacological assay of *Cordia verbanacea* III: Oral and topic anti-inflammatory and gastrotoxicity of a crude leaf extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 31, p. 239-247, 1991.
- SILVA, F.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais**. Viçosa, MG, 135 p., 2000.
- SIMMONS A.T., GURR G.M., MCGRATH D., MARTIN P.M., NICOL H.I. Entrapment of *Helicoverpa armigera*(Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on glandular trichomes of

- Lycopersicon* species. **Australian Journal Entomology**, v. 43, p.196–200, 2004.
- SIMÕES, C. M. O., SCHENKEL, E. P., GOSMANN, G., MELLO, J. C. P., MENTZ, L. A., PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3.ed. Porto Alegre - Florianópolis: UFRGS - UFSC, 833 p. 2001.
- SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. **Óleos voláteis**. In: SIMÕES, C.M.O; SCHENKEL, E. P., GOSMANN, G., MELLO, J. C. P., MENTZ, L. A., PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFRGS/ Editora UFSC, 1102 p. 2003.
- SOUZA, M.F.; NERY, P.S.; MANGANOTTI, S.A.; MATOS, C.C.; MARTINS, E.R. Conteúdo de óleo essencial de *Cordia verbenacea* em diferentes horários de coleta. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 2672-2675. Resumos VI CBA e II CLAA, 2009.
- STEPHENSON, A. G. The role of the extrafloral nectarines of *Catalpa speciosa* in limiting herbivory and increasing fruit production. **Ecology**, v.63, p.663-669.
- SUNDERLAND, K.; SAMU, F. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. **Entomologia Experimentalis et applicata**, v. 95, p. 1-13, 2000.
- TAYLOR, R. M.; PFANNENSTIEL, R. S. Nectar feeding by wandering spiders on cotton plants. **Environmental Entomology**, v37, p. 996-1002, 2008.
- TEGONI, M.; CAMPANACCI, V.; CABBILLAU, C. Structural aspects of sexual attraction and chemical communication in insects. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 29, p. 257-264, 2004.
- THEIS, N., LERDAU, M. & RAGUSO, R.A. The challenge of attracting pollinators while

- evading floral herbivores: patterns of fragrance emission in *Cirsium arvense* and *Cirsium repandum* (Asteraceae). **International Journal of Plant Sciences**, v. 168, p. 587–601, 2007.
- VENTERELLA, M. C. MARINHO, C. R. Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, p.457-467, 2008.
- WATANABE, M.E. **Pollination worries rise as honey bees decline**. *Science*, v. 265, 1170 p., 1994.
- WILLMER, P. G., NUTTMAN, C. V., NIGEL, R. E.; GRAHAM, S. N., PATTRICK, J. G., HENSON, K.; STILLMAN, P.; MCILROY, L.; POTTS, S. G., KNUDSEN, J. T. Floral volatiles controlling ant behaviour. **Functional Ecology**, v.23, n. 5, p. 888-900, 2009.
- WILMS, W.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L.; ENGELS, W. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic Rainforest. **Studies on the Neotropical Fauna Environmental**, Tübingen, Alemanha, v. 31, p. 137-151, 1996.
- WINSTON, Mark L. **The biology of the honeybee**. Cambridge: Harvard University Press, 281p., 1987.

## CAPÍTULO 2

### **Formigas interferem no sucesso da polinização em erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.)**

Resumo – A interação formiga-planta é considerada um exemplo de mutualismo em que os organismos envolvidos são beneficiados, sendo que as plantas disponibilizam recurso às formigas e as formigas conferem proteção às plantas. A erva-baleeira *Varronia curassavica* é uma planta que depende da polinização para a sua reprodução. Essa planta atrai insetos de várias ordens e famílias, sendo que um dos grupos de insetos mais abundantes encontrados nas inflorescências dessas plantas são as formigas. Objetivou-se com este trabalho investigar as formigas visitantes da erva-baleeira, que muitas vezes são classificadas como “patrulheiras” e consideradas benéficas para as plantas, mas podem interferir negativamente na polinização devido à agressividade. O experimento foi conduzido em Oratórios-MG, em plantio de erva-baleeira pré estabelecido. As inflorescências de erva-baleeira foram isoladas de formigas com cola entomológica e lanolina e outras ficaram livres para o acesso das mesmas. Os resultados mostraram que um maior número de frutos maduros foi coletado em inflorescências sem o acesso de formigas. Para peso de frutos maduros não houve diferença significativa. Conclui-se que as formigas podem interferir negativamente no sucesso da polinização e posterior reprodução de erva-baleeira.

**Palavras-chave:** Cordiaceae, inflorescência, interação inseto-planta

## INTRODUÇÃO

Plantas e insetos coexistem há milhares de anos e evoluíram uma ampla variedade de interações positivas e negativas (STOTZ et al., 1999; DEL-CLARO, 2012). O mutualismo, por exemplo, é uma interação interespecífica positiva na qual os indivíduos associados são beneficiados (HOWE & WESTLEY, 1988). A associação de certas espécies de formigas e plantas é um exemplo bem estudado de mutualismo. Como consequências dessa interação tem-se a proteção da planta contra herbívoros, disseminação de propágulos e auxílio na fecundação cruzada através da polinização, enquanto as formigas se beneficiam do fornecimento de recursos, como alimento e abrigo pela planta (BAWA & HADLEY, 1990). Formigas conhecidas como “patrulheiras” se beneficiam dos recursos oferecidos pelas plantas, fornecendo em troca proteção através do ataque e remoção de herbívoros (HOWE & WESTLEY, 1988). Porém, em algumas situações, essa proteção pode interferir na atividade de outras espécies de insetos, como os polinizadores, causando alterações nas suas comunidades, afetando assim a interação de várias espécies de insetos que interagem com estas plantas (KOPTUR et al., 2010). Plantas que estabelecem mutualismo com formigas são divididas em dois grupos: mirmecófitas e mirmecófilas. As mirmecófitas possuem cavidades, chamadas domácias, as quais servem como abrigo para formigas (DAVIDSON & MCKEY 1993; OLIVEIRA & PIE 1998; GOITÍA & JAFFÉ 2009). Esses abrigos podem estar localizados em troncos, espinhos ou bolsas nas folhas. Além da moradia, as plantas mirmecófitas podem oferecer também alimentos (DAVIDSON & MCKEY 1993). O fato dessas plantas fornecerem abrigo e alimento, pode proporcionar uma maior proteção contra insetos herbívoros, pois essas plantas e as formigas mantêm uma relação obrigatória (BRONSTEIN 2006). As plantas mirmecófilas, por sua vez, não necessariamente abrigam formigas, entretanto, todas produzem substâncias que podem ser utilizadas como recursos alimentares para as formigas como, por exemplo, nectários extraflorais (NEFs) e outros corpúsculos alimentares (BENTLEY 1977). Outra estrutura também conhecida por secretar

substâncias que podem atrair formigas e outros insetos, são os tricomas secretores ou também chamados, tricomas glandulares. Tais estruturas estão envolvidas nas secreções de substância de naturezas diversas, como soluções salinas, soluções de açúcares, mucilagens e materiais lipofílicos (FAHN, 1979). Estes tricomas possibilitam a interação com predadores ou parasitoides de herbívoros, além de oferecerem abrigo ou alimento às formigas que ao utilizarem estes recursos, podem oferecer proteção contra a herbivoria em suas plantas hospedeiras (SCHOONHOVEN et al., 2005).

A erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.), é uma planta medicinal pertencente a família Cordiaceae, que apresentam dois tipos de tricomas glandulares, os globulares e os reniformes. Os tricomas secretores globulares em erva-baleeira armazenam óleo essencial e os reniformes armazenam basicamente compostos fenólicos, tais como os flavonóides (VENTRELLA & MARINHO 2008). A erva-baleeira além de apresentar propriedades medicinais, com atividade terapêutica comprovada, também apresenta registros relacionados a atração de insetos pragas (SERTIÉ et al., 1991; SCHROTH et al., 2000; ARAB & BENTO, 2006; MICHIELIN et al., 2009) e visitantes florais (BRANDÃO, 2015; Capítulo 1). Dentre os insetos que visitam as inflorescências da erva-baleeira estão as formigas (Capítulo 1). É possível que estas formigas estejam se beneficiando de secreções liberadas por tricomas presentes nas bases das inflorescências. Esta inferência é devido à observações de formigas nas bases das inflorescências, quando essas apresentam somente botões, ou seja, não estão se alimentando de recursos florais nesta fase de desenvolvimento da planta. Sabendo-se que a erva-baleeira é dependente da polinização para a produção de frutos (Capítulo 1), faz-se necessário o estudo para investigar se as formigas presentes nas inflorescências de erva-baleeira podem interferir no sucesso da polinização. A hipótese para este trabalho é que as formigas interferem negativamente na polinização e, conseqüentemente, na produção de frutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

As plantas de erva-baleeira (*V. curassavica*) utilizadas no experimento de campo se encontravam estabelecidas, desde 2014, no município de Oratórios-MG (Latitude 20° 25' 50" S e longitude 42° 48' 20" W) no Campo Experimental Vale do Piranga, pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). As plantas, no total de 442, ocupavam uma área de 221 m<sup>2</sup> (17 x 13 m) em espaçamento de 1,0 m (entre linhas) x 0,5 m (entre plantas). O experimento teve duração de três meses, de março a maio de 2017.

Para testar se a presença de formigas que patrulham as plantas interfere na polinização, 30 inflorescências de erva-baleeira, foram isoladas com cola entomológica e lanolina (1:1) e marcadas com linha. Todas as inflorescências marcadas apresentavam somente botões, para garantir que as flores não tivessem sido polinizadas. Para o controle, outras 30 inflorescências foram marcadas somente com linha, permitindo que as formigas tivessem livre acesso às inflorescências. No total foram 60 inflorescências marcadas, sendo duas por planta, uma com cola e outra sem cola. Como o experimento foi feito nas bordas do plantio de erva-baleeira, pois o tamanho e porte das plantas impediam a entrada nas entrelinhas, as marcações das inflorescências foram distribuídas de forma equivalente nas quatro faces do plantio da erva-baleeira. As duplas de inflorescências marcadas sempre estavam na mesma altura na planta. A lanolina misturada com a cola entomológica conferiu à mistura um aspecto maleável, uma vez que a cola entomológica é muito densa, dificultando a montagem do experimento. Essa mistura foi aplicada em uma camada nos ramos logo abaixo da inflorescência, com ajuda de uma seringa, sendo que a cada semana, quando necessário, a mistura com cola e lanolina era reaplicada. Após marcar as inflorescências, com e sem cola, o número de botões de cada inflorescência foi contabilizado. As inflorescências foram observadas semanalmente até a formação e o amadurecimento dos frutos. A partir do surgimento do primeiro fruto maduro, foram feitas avaliações semanais para contagem e coleta dos frutos maduros. Após a coleta, os frutos maduros foram levados para o laboratório de Entomologia da Epamig em Viçosa-MG

para pesagem.

O número de botões florais, número de frutos maduros e o peso dos frutos maduros, foram utilizados como variáveis resposta para a comparação entre as inflorescências isoladas com cola e sem cola (variáveis explicativas). Os valores de cada um dos parâmetros avaliados foram submetidos ao teste “t” para comparação de duas médias pareadas. As análises estatísticas foram calculadas no software estatístico R (R Development Core Team, 2017).

## RESULTADOS

Com relação ao número inicial de botões nas inflorescências marcadas no início do experimento, não houve diferença significativa para os dois tratamentos ( $90,5 \pm 4,96$  com cola vs  $92,8 \pm 6,04$  sem cola;  $t = 0.30561$ ,  $df = 46.223$ ,  $p = 0.7613$ ; Tabela 1). Esse resultado é importante para comprovar que o número de frutos maduros formados de cada tratamento (com cola e sem cola) não foi influenciado pelo número de botões marcados no início do experimento. Para número de frutos maduros coletados em ramos com e sem acesso das formigas houve diferença significativa (Tabela 1). Foi encontrado um maior número de frutos maduros em ramos onde as formigas não tinham acesso. Para peso de frutos maduros obtidos de inflorescências com e sem acesso às formigas, não houve diferença significativa ( $0,243 \pm 0,032$  com cola vs  $0,174 \pm 0,045$ ,  $t = -0,90185$ ,  $df = 55$ ,  $p = 0,3711$ ; Tabela 1).

**Tabela 1.** Produção de frutos de erva-baleeira em inflorescências isoladas ou com livre acesso de formigas.

	Inflorescências acessíveis (n=30)	Inflorescências isoladas (n=30)	t-value	P
Número inicial de botões florais	$92,8 \pm 6,04$	$90,5 \pm 4,96$	0,305	0,761(ns)
Número de frutos maduros	$2,03 \pm 0,44$	$3,4 \pm 0,05$	-2,169	0,03 *
Peso de frutos maduros/ inflorescência (g)	$0,17 \pm 0,05$	$0,24 \pm 0,03$	-0,901	0,371 (ns)

## DISCUSSÃO

Inflorescências com adição de cola entomológica em sua base, ou seja, isoladas de formigas, obtiveram maior número de frutos maduros em relação aos ramos livres ao acesso de formigas. Assim, pode-se inferir que esse grupo de insetos interfere no sucesso reprodutivo da erva-baleeira. A diferença não significativa entre número de botões de ramos de inflorescências escolhidos aleatoriamente e marcados no início do experimento (com cola ou sem cola) nos assegura que a diferença encontrada no número de frutos maduros formados nos ramos sem acesso às formigas não seja decorrente de um maior número de botões das inflorescências marcadas. Na presença de organismos polinizadores, principalmente insetos, algumas espécies vegetais, aumentam sua produção não só em quantidade, mas também em qualidade dos seus frutos (NASCIMENTO et al., 2012; TOLEDO et al., 2013). Um trabalho feito com pimentão mostrou que frutos polinizados por *Melipona quadrifasciata* tiveram peso, comprimento, diâmetro e peso de sementes aumentados quando comparados aos frutos que se desenvolveram de flores que não receberam a visita do agente polinizador (ROSELINO et al., 2010). Porém, este padrão é observado em frutos com múltiplas sementes, denominados polispérmicos. O fruto da erva-baleeira apresenta apenas uma semente (monospérmicos). Portanto, pode ser que o efeito observado da polinização em plantas com múltiplas sementes não seja equivalente ao resultado em plantas com semente única. Ou seja, para uma planta que possui formação de fruto polispérmico, a polinização efetiva aumenta o número de sementes e por consequência aumenta o peso dos frutos (ROSELINO 2009). Já para plantas com formação de frutos monospérmicos, a polinização efetiva garante a formação da semente. O contrário disso, ou seja, o insucesso da polinização na erva-baleeira, resultaria na não formação do fruto.

A maioria dos estudos com formigas se alimentando de recursos derivados da planta envolvem nectários extraflorais, estruturas secretoras de néctar e que não possuem relação direta com a polinização (KOPTUR 1992). Esse não é o caso da erva-baleeira, pois esta planta

não possui nectários extraflorais estruturados (MEIRA, R.M.S.A. informação pessoal). Adicionalmente, em observações feitas em inflorescências em estereomicroscópio de 8x não foi encontrada nenhuma secreção em formato de gota, a qual poderia ser um indicativo da presença da estrutura citada. O que se sabe, através de observações feitas em campo, é que há uma grande quantidade de formigas nas bases das inflorescências, mesmo quando os ramos apresentam somente botões florais. Com isso, acredita-se que pode se tratar de alguma secreção produzida pelos tricomas da sépala e/ou pelos tricomas do próprio eixo onde as inflorescências estão inseridas que podem atuar na atração das formigas. Para a confirmação dessa última inferência, faz-se necessário o estudo completo da histoquímica dos tricomas presentes neste local da planta.

Nossos resultados demonstram que a erva-baleeira não dispõe de tais estratégias, visto que apresenta visita constante de formigas em suas inflorescências. Embora a erva-baleeira possa se beneficiar das interações com formigas “patrulheiras”, o custo destas interações se mostra na redução da eficiência de polinizadores, podendo refletir no *fitness* da planta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAB, A.; BENTO, J.M.S. Plant volatiles: new perspectives for research in Brazil. **Neotropical Entomology**, v.35, n.2, p.151-158, 2006.
- BAWA, K.; HADLEY, M. **Reproductive ecology of tropical forest plants**. UNESCO, Paris. 421p. 1990.
- BENTLEY, B. R. The protective function of ants visiting the extrafloral nectaries of *Bixa orellana* (Bixaceae). **Journal of Ecology**, v. 65, p. 27-38, 1977.
- BRANDÃO, D. S.; MENDES, A. D. R.; SANTOS, R. R.; ROCHA, S. M. G.; LEITE, G. L. D.; MARTINS, E. R. Biologia floral e sistema reprodutivo da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 562-569, 2015.
- BRONSTEIN, J. L., ALÁRCÓN, R., GEBER, M. The evolution of plant-insect mutualisms. **New Phytologist**, v. 172, p. 412-428, 2006.
- DAVIDSON, D. W.; MCKEY, D. The evolutionary ecology of symbiotic ant-plant relationships. **Journal of Hymenoptera Research**, v.1, p. 13-83, 1993.
- DEL-CLARO, K. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. In: Del-Claro, K.; Torenzan-Silingard, H. M. (Eds). **Ecologia de interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro, Techinal Books, p. 37-50, 2012.
- FAHN, A. **Secretory Tissues in Plants**. London: Academic Press, 302 p., 1979.
- GOITÍA, W.; JAFFÉ, K. Ant-plant associations in different forests in Venezuela. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 007-031, 2009.
- HOWE, H. F.; WESTLEY, L. C. **Ecological relationships of plants and animals**. Oxford University Press, New York. 273p., 1990.
- KOPTUR, S. Extrafloral nectary-mediated interactions between insects and plants. In: Bernays, E. (Ed). **Insect-Plant Interactions**. Boca Raton, CRC Press, p. 81-129, 1992.

- KOPTUR, S.; WILLIAM, A.; OLIVE, Z. Ants and plants with extrafloral nectaries in fire successional habitats on Andros (Bahamas). **Florida Entomologist**, v. 93, n.1, p. 89-99, 2010.
- MICHIELIN, E.M.Z.; SALVADOR, A.A.; RIEHL, C.A.S.; SMÂNIA JUNIOR, A.; SMÂNIA, E.F.A.; FERREIRA, S.R.S. Chemical composition and antibacterial activity of *Cordia verbenacea* extracts. **Bioresource Technology**, v.100, p.6615-6623, 2009.
- NASCIMENTO, W.M.; GOMES, E. M. L.; BATISTA, E. A.; FREITAS, R. A. Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.494-498, 2012.
- OLIVEIRA, P.S.; PIE, M.R. Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectaries in Cerrado vegetation. **Annals Social Entomological**, v. 27, p. 161-176, 1998.
- R Development Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org/>.
- ROSELINO, A.C.; BISPO DOS SANTOS, S.A.; BEGO, L.R. Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille 1811) sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Biociência**, v. 8, p. 154-158, 2010.
- ROSELINO, A.C., SANTOS, S.B., HRNCIR, M. & BEGO, L.R. Differences between the quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*) pollinated by the stingless bees *Scaptotrigona aff. depilis* and *Nannotrigona testaceicornis*. **Genetic Molecular Research (Online)**, v. 8, n. 2, p. 539-545, 2009.
- SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A; DICKE, M. **Insect-plant biology**. Oxford: Oxford University Press. 421p. 2005.
- SCHROTH, G.; KRAUSS, U.; GASPAROTTO, L.; AGUILAR, J.A.D.; VOHLAND, K. Pests

and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. **Agroforestry Systems**, v.50, p.199-241, 2000.

SERTIÉ, J.A.A.; BASILE, A.C.; PANIZZA, S.; OSHIRO, T.T.; AZZOLINI, C.P.; PENNA, S.C. Pharmacological assay of *Cordia verbanacea* III: Oral and topic anti-inflammatory and gastrotoxicity of a crude leaf extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v.31, p.239-247, 1991.

STOTZ, H. U.; KROYMANN, J.; MITCHELL-OLDS, T. Plant-insect interations. **Current Opinion in Plant Biology**, v.2, p. 268-272, 1999.

TOLEDO, V.A.A.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; BAITALA, T. V.; COSTA-MAIA, F. M.; PEREIRA, H. L.; HALAK, A. L.; CHAMBÓ, E. D.; MALERBO-SOUZA, D. T. Polinização por abelhas (*Apis mellifera* L.) em laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, p.236-246, 2013.

VENTERELLA, M. C. MARINHO, C. R. Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, p.457-467, 2008.

## CONCLUSÕES GERAIS

A polinização entomófila é um serviço essencial para a reprodução da erva-baleeira, uma vez que a ausência de insetos visitando as flores teve como consequência a não formação de frutos. Além disso, a erva-baleeira associa-se a uma diversa comunidade de artrópodes, entre os quais estão importantes promotores de serviço de ecossistema, tais como predadores, parasitoides e polinizadores. Os artrópodes de diferentes guildas associadas a erva-baleeira apresentam variações na visitação às inflorescências em diferentes horários do dia, porém este fato não está relacionado diretamente à variação da composição, teor do óleo essencial da erva-baleeira, nem mesmo à variação do teor de cada composto presente no óleo essencial durante o dia. Porém, a existência de certos compostos no óleo essencial da erva-baleeira, ou mesmo a junção de todos os compostos, podem estar ligados à atratividade dos insetos associados. A presença de formigas nas inflorescências de erva-baleeira compromete o serviço de polinização, impactando a produção de frutos. A partir deste fato fica evidente que, embora a erva-baleeira possa se beneficiar das interações com formigas “patrulheiras”, o custo destas interações se mostra na redução da eficiência de polinizadores, podendo refletir no *fitness* da planta. Por fim, a atratividade de insetos benéficos, bem como a presença de compostos voláteis já descritos em outros trabalhos como responsáveis por atrair insetos benéficos e/ou repelir insetos praga, indica que a erva-baleeira soma características relevantes para ser cultivada como cultura companheira de outras culturas principais.