



LIVIA APARECIDA DE SOUZA

**RELAÇÕES MUTUALÍSTICAS E
ANTAGÔNICAS ENTRE INSETOS E *Byrsonima
verbascifolia* (L.) Rich (MALPIGHIACEAE) EM
ÁREA DE CERRADO**

**LAVRAS - MG
2015**

LIVIA APARECIDA DE SOUZA

**RELAÇÕES MUTUALÍSTICAS E ANTAGÔNICAS ENTRE INSETOS E
Byrsonima verbascifolia (L.) Rich (MALPIGHIACEAE)
EM ÁREA DE CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora
Dra. Brígida Souza

**LAVRAS – MG
2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados
informados pelo (a) próprio(a) autor(a).**

Souza, Livia Aparecida de.

Relações mutualísticas e antagônicas entre insetos e (L.) Rich
(Malpighiaceae) em área de Cerrado / Livia Aparecida de Souza. –
Lavras: UFLA, 2015.

80 p.: il

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientadora: Brígida de Souza.

Bibliografia.

1. Frugívoros. 2. Visitantes. 3. Inflorescências. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

LIVIA APARECIDA DE SOUZA

**RELAÇÕES MUTUALÍSTICAS E ANTAGÔNICAS ENTRE INSETOS E
Byrsonima verbascifolia (L.) Rich (MALPIGHIACEAE)
EM ÁREA DE CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de junho de 2015.

Dr. Marco Aurélio Leite Fontes	UFLA
Dr. Marconi Souza Silva	UFLA
Dr. Fernando Antônio Frieiro-Costa	UNILAVRAS

Dra. Brígida Souza
Orientadora

**LAVRAS – MG
2015**

Dedico esta dissertação ao meu amado pai, João Batista de Souza, que por sua trajetória de vida, me ensinou que devemos ser humildes e honestos acima de tudo. Com esse mestre eu aprendi que o sucesso começa de baixo e sobe aos poucos, com a nossa fé e força de vontade, sem nunca esquecer quem realmente somos. O exemplo que me dá é o que me faz seguir em frente e ter coragem de enfrentar os desafios. Dedico a meu mestre, meu orgulho e meu amigo Pai.

A minha querida e amada mãe, Luzia Helena de Souza, por me ajudar a encarar os medos e me mostrar que Deus está acima de tudo e sabe o que é melhor para mim sempre.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Entomologia, pelos ensinamentos e amizade que construímos.

À minha orientadora, Prof^ª. Dra. Brígida Souza, por ter me ajudado quando mais precisei e acima de tudo, pela paciência e compreensão. Agradeço pelos conselhos e por ter me ensinado a ter foco e força de vontade.

Ao meu amigo, Prof. Dr. Fernando Antônio Frieiro-Costa, por estar junto em todas as etapas do mestrado e pela companhia durante os trabalhos de campo. Agradeço imensamente por me auxiliar, não somente nas pesquisas, mas na minha vida, pelos conselhos e companhia. Sou eternamente grata a esse mestre, pois muito do que sei hoje, devo a ele.

Ao Dr. Ricardo Tanque, pelas identificações dos himenópteros parasitoides e ao Ms. Epifânio Pires, pelo auxílio na identificação das abelhas e vespas. Ao Prof. Dr. Marconi Souza Silva, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos meus pais, João Batista de Souza e Luzia Helena de Souza, por me apoiarem durante o mestrado, sem jamais medir esforços para a realização dos meus sonhos e pelas orações concedidas a mim.

Aos meus irmãos, Reginaldo Jesus de Souza e Aline Helena de Souza, por acreditarem em minha capacidade e me encorajar a continuar lutando pelos meus sonhos.

Aos meus amigos, Anderson, Brenda, Camila, Caroline, Daniel, Gabriela, Igor, Ivana, Luiza Akemi, Mariana Cuzzo, Sandra e Antônio Mendes, pela amizade, pelas palavras de carinho, consolo, por estarem ao meu lado em

um dos momentos mais difíceis que enfrentei, e por me ajudarem nos trabalhos de campo.

À minha querida amiga Evanise Penido, por estar presente em todos os momentos importantes na minha vida; por ter me auxiliado neste trabalho, com sugestões e apoio, e acima de tudo, pela nossa eterna amizade.

Agradeço aos meus animais de estimação, aos quais tenho grande consideração, pois, suas companhias me ajudaram em muitos momentos de estudo.

Enfim, agradeço a Deus por ter me dado saúde para conseguir enfrentar minhas dificuldades, meus medos e inseguranças, e finalizar com muito orgulho esta etapa importante da minha vida.

“Não é o mais forte quem sobrevive, nem o mais inteligente, mas aquele que melhor se adapta às mudanças.”

Leon Megginson

RESUMO

O Cerrado abriga enorme diversidade de espécies e, em consequência, apresenta amplo conjunto de interações planta-animal que assumem importância na formação e na estrutura desse bioma. Entre as principais famílias vegetais presentes, destaca-se a Malpighiaceae, conhecida pela diversidade de espécies e, principalmente, pela produção de frutos, muito utilizados na alimentação de várias espécies animais, sobretudo os insetos. *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich, conhecida popularmente como murici, exibe interações multitróficas envolvendo plantas, formigas e outros visitantes florais. Embora seja um vegetal de grande importância ecológica e econômica, poucas são as informações sobre sua fenologia e, especialmente, sobre as interações que mantém com outros organismos. A pesquisa teve como objetivos descrever a fenologia dessa espécie durante um ciclo biológico, avaliar a taxa de visitação floral na presença e ausência de formigas e relacionar os insetos visitantes florais e frugívoros. Os experimentos foram conduzidos em área de cerrado *stricto sensu*, em uma Reserva Biológica ao sul de Minas Gerais. No estudo da fenologia, as plantas foram acompanhadas quinzenalmente durante doze meses visando à quantificação das folhas, botões florais, inflorescências, infrutescências e altura das mesmas. Para avaliação do efeito das formigas na visitação floral foram realizadas observações de espécimes visitantes em botões florais e inflorescências, com e sem a exclusão dos formicídeos. Observou-se que as plantas apresentaram crescimento contínuo ao longo do período de produção de folhas e de botões florais, inflorescências e infrutescências. Houve maior número de visitantes florais nas plantas onde as formigas foram excluídas. Os visitantes florais mais frequentes foram representados por espécies de Hymenoptera, principalmente abelhas sem ferrão (*Trigona* sp.), as quais frequentemente foram observadas raspando as glândulas produtoras de óleo floral. Em associação direta com os frutos foram encontrados imaturos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Diptera. Himenópteros parasitoides e representantes de Blattodea, Hemiptera e Thysanoptera também foram observados no interior das gaiolas de coleta. Com esta pesquisa pode-se conhecer a fenologia de *B. verbascifolia*, demonstrar a influência das formigas sobre a taxa de visitação floral e conhecer diversos grupos de Insecta associados à fase reprodutiva dessa malpighiácea.

Palavras-chave: Biologia reprodutiva. Fenologia. Inflorescências. Visitantes florais. Parasitoides.

ABSTRACT

The Brazilian Savannah hosts a wide diversity of species that shows wide range of plant-animal interactions which take importance in the formation and structure of this biome. Among the main plant families present, there is the Malpighiaceae, known for the diversity of species and especially for fruit production, widely used in feed for various animal species, particularly insects. *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich, popularly known as *murici*, displays multitrophic interactions involving plants, ants and other floral visitors. Although it is a vegetable of great ecological and economic importance, few are the information about its phenology and, specially, about the interactions that maintains with other organisms. This research had as objectives to describe this specie's phenology during one biological cycle, evaluate the floral visitation rate in the presence and absence of ants and relate the floral visiting insects and frugivores. The experiments were performed in *strict sensu* Brazilian Savannah area, in a Biological Reserve in southern of *Minas Gerais* State. In the phenology study, the plants were monitored fortnightly during twelve months aiming the quantification of leafs, flower buds, inflorescences, infructescences, and plants' height. It was observed visitor specimens in flower buds and inflorescences for the ants' effect evaluation in the floral visitation, with and without exclusion of ants. It was observed that the plants presented continuous growth along production period of leafs, flower buds, inflorescences and infructescences. There was a higher number of floral visitors in plants where the ants were excluded. The most frequent floral visitors were represented by Hymenoptera species, mainly stingless bees (*Trigona* sp.), which were frequently observed rasping the floral oil-producing glands. In direct association with the fruits were found immature of the orders Lepidoptera, Coleoptera and Diptera. Parasitoid Hymenoptera and representatives of Blattodea, Hemiptera and Thysanoptera were also observed inside of the cages. With this research it is possible to know the phenology of *B. verbascifolia*, demonstrate the ants' influence over the floral visitation rate and know several Insecta groups associated to the reproductive phase of this Malpighiaceae.

Keywords: Reproductive biology. Phenology. Inflorescences. Floral visitors. Parasitoids.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Exemplar de *Byrsonima verbascifolia*. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO, Lavras, MG.....29
- Figura 2 Variáveis envolvidas no levantamento dos insetos para determinação da taxa de visitação floral em *Byrsonima verbascifolia*.....31
- Figura 3 Número médio de folhas de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) por planta, ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....37
- Figura 4 Número médio de botões florais de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....38
- Figura 5 Número médio de inflorescências de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....39
- Figura 6 Número médio de infrutescências de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....41
- Figura 7 Relação entre a altura da planta (metro) e o número de folhas (a), botões florais (b), inflorescências (c) e infrutescências (d) de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG43
- Figura 8 Número médio de folhas, botões florais, inflorescências e infrutescências de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG44
- Figura 9 Abundância de visitantes em botões florais e inflorescências de *Byrsonima verbascifolia* ao longo de treze dias de observações diárias realizadas no período de outubro a novembro de 2014.

	Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....	47
Figura 10	Correlação de Spearman entre Umidade relativa do ar (%) e a Riqueza de espécies visitantes florais de <i>Byrsonima verbascifolia</i> ao longo de treze dias de observações diárias realizadas no período de outubro a novembro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....	50
Figura 11	Número de visitantes em botões florais (a) e em inflorescências (b) de <i>Byrsonima verbascifolia</i> (n=10), nos períodos manhã/tarde e na presença/ausência de formigas, ao longo de treze dias de observações diárias realizadas no período de outubro e novembro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....	55
Figura 12	Abundância de insetos frugívoros constatados nos estágios ES1= 1 a 20 dias; ES2= 21 a 40 dias; ES3= 41 a 60 dias; ES4= 61 a 80 dias de desenvolvimento dos frutos de <i>Byrsonima verbascifolia</i> (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....	60
Figura 13	Abundância de larvas, ninfas e adultos de insetos frugívoros constatados nos estágios ES1= 1 a 20 dias; ES2= 21 a 40 dias; ES3= 41 a 60 dias; ES4= 61 a 80 dias de desenvolvimento dos frutos de <i>Byrsonima verbascifolia</i> (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....	63
Figura 14	Número de larvas, ninfas e adultos de insetos frugívoros, conforme a Ordem, constatados nos estágios ES1= 1 a 20 dias; ES2= 21 a 40 dias; ES3= 41 a 60 dias; ES4= 61 a 80 dias de desenvolvimento dos frutos de <i>Byrsonima verbascifolia</i> , (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG....	64
Figura 15	Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard entre os estágios ES1= 1 a 20 dias; ES2= 21 a 40 dias; ES3= 41 a 60 dias; ES4= 61 a 80 dias de desenvolvimento dos frutos de <i>Byrsonima verbascifolia</i> (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Identidade de táxons de insetos visitantes em botões florais e inflorescências de <i>Byrsonima verbascifolia</i> ao longo de treze dias de observações diárias realizadas entre outubro e novembro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/ BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....	46
Tabela 2	Insetos relacionados aos frutos nos estágios ES1= primeiro estágio; ES2= segundo estágio; ES3= terceiro estágio; ES4= quarto estágio de desenvolvimento dos frutos de <i>Byrsonima verbascifolia</i> (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG.....	58
Tabela 3	Teste t para médias de abundâncias de insetos frugívoros nos estágios ES1= primeiro estágio; ES2= segundo estágio; ES3= terceiro estágio; ES4= quarto estágio de desenvolvimento dos frutos de <i>Byrsonima verbascifolia</i> (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG. (em vermelho: combinações dos estágios que apresentaram diferenças significativas)	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Interações planta-inseto	17
2.1.1	Interações planta-herbívoro	18
2.1.2	Interações planta-visitante floral	19
2.1.3	Interações planta-frugívoro	20
2.1.4	Interações planta-formiga	21
2.2	Interações formigas-visitantes florais	22
2.3	O bioma Cerrado	23
2.4	A família Malpighiaceae e o gênero <i>Byrsonima</i>	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Área de estudo	28
3.2	Espécie vegetal	28
3.3	Estudo da fenologia de <i>Byrsonima verbascifolia</i>	29
3.4	Taxa de visitação floral e identificação dos visitantes florais	30
3.5	Avaliação dos insetos frugívoros	32
3.6	Análise de dados	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	Fenologia de <i>Byrsonima verbascifolia</i>	36
4.2	Levantamento dos visitantes florais	44
4.3	Taxa de visitação floral influenciada por formigas	51
4.4	Fenologia da reprodução e horário de visitação floral	53
4.5	Levantamento dos insetos frugívoros	57
5	CONCLUSÕES	66
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

O sucesso da vida na Terra e a diversidade biológica são resultados da diversificação das espécies e das interações que ocorrem naturalmente (GOMÉZ; VERDU; PERFECTTI, 2010; PEREIRA et al., 2014). Os organismos não ocorrem em isolamento total e contínuo, haja vista realizarem pelo menos algum tipo de interação, inter ou intraespecífica (CHAMBERLAIN; BRONSTEIN; RUDGERS, 2014). Várias dessas relações ocorrem entre plantas e animais, tendo sido apontadas como as principais responsáveis pelo funcionamento e manutenção de cadeias tróficas em todos os ecossistemas, além de serem responsáveis pelos padrões e processos que estruturam a biodiversidade na Terra (DEL-CLARO et al., 2013). O estudo do inter-relacionamento nas redes tróficas é apontado como básico para alavancar os conhecimentos sobre a importância das interações ecológicas, especialmente as que envolvem insetos e plantas (DEL-CLARO; TOREZAN-SILINGARDI, 2012).

Os estudos sobre interações que ocorrem entre plantas e insetos nos ambientes naturais são de elevada importância por permitirem compreender como os organismos são capazes de se estabelecer e criar mecanismos de adaptações e, assim, formarem complexas redes ecológicas (DEL-CLARO; TOREZAN-SILINGARDI, 2012). Um dos inter-relacionamentos mais estudados é o que ocorre entre plantas e formigas, pois apresentam elevada singularidade, especialmente nas regiões tropicais. Pesquisas relacionadas ao tema voltam à atenção para a importância dos processos evolutivos que regem o estabelecimento dessas relações (BUCHANAN; UNDERWOOD, 2013).

Formigas são importantes para as plantas, positiva ou negativamente. Embora algumas espécies sejam causadoras de danos, várias outras oferecem alguma proteção contra herbivoria, além de atuarem

como polinizadoras e dispersoras de sementes (TRAGER et al., 2010). A atuação benéfica das formigas pode, porém, conter algum grau de antagonismo, uma vez que visitantes de outras espécies que seriam também, úteis ao vegetal, podem ser desestimulados pela presença desses insetos (HANNA et al., 2015).

Uma das mais importantes famílias de plantas do Cerrado brasileiro, em número de espécies é Malpighiaceae com 77 gêneros e aproximadamente 1300 espécies descritas para a região Neotropical (DAVIS; ANDERSON, 2010). As flores são atrativas aos visitantes e utilizadas na alimentação de alguns insetos, o que, igualmente, acontece com os frutos (FERREIRA; TOREZAN-SILINGARDI, 2013). Além de permitir a compreensão do desenvolvimento reprodutivo da planta em ambiente de Cerrado, desde a formação dos botões florais até os frutos, o conhecimento da fenologia das espécies dessa família em ecossistemas preservados é necessário para manutenção das taxocenoses que utilizam esses ambientes naturais (BENEZAR; PESSONI, 2006).

Os visitantes florais são atraídos às flores de malpighiácea pelo odor e, principalmente, pelo óleo floral, que é produzido por 97% das espécies e considerado o principal recurso oferecido por representantes dessa família (SAZAN; BEZERRA; FREITAS, 2014). Abelhas das tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapedini compõem a gama de insetos melhor adaptados à coleta desse recurso (CAPPELARI et al., 2012; POSSOBOM; GUIMARÃES; MACHADO, 2015), que é utilizado na alimentação de imaturos e de alguns machos adultos, além de servir para construção de ninhos (OLLERTON et al., 2011; WILLMER, 2011).

Dessa forma, o estudo das interações envolvendo diversas espécies no Cerrado se faz necessário para a conservação da biodiversidade como uma parte integral das estratégias para a manutenção da viabilidade das

comunidades e também a compreensão da ecologia das interações multitróficas em comunidades naturais.

A pesquisa teve como objetivos: descrever a fenologia de *Byrsonima verbascifolia* durante um ciclo biológico; avaliar a taxa de visitação floral em dois períodos do dia, na presença e ausência de formigas; identificar os insetos visitantes florais e frugívoros dessa espécie vegetal, e ainda, verificar se há preferência dos insetos frugívoros por alguma fase do período de frutificação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Interações planta-inseto

Há aproximadamente 425 milhões de anos, com o surgimento da vida no ambiente terrestre, começou-se a estabelecer interações entre organismos por meio das primeiras plantas terrestres (DEL-CLARO et al., 2013). Essas plantas tornaram-se a base das comunidades por serem responsáveis por toda energia que entra nos ecossistemas (SCHOONHOVEN; LOON; DICKE, 2005). Das espécies vegetais conhecidas, as angiospermas dominam os ecossistemas há pelo menos 150 milhões de anos, e até hoje é o grupo mais diverso e abundante nos ambientes naturais (JORDANO, 2010; LANGE; DÁTILLO; DEL-CLARO, 2013).

As interações exercidas pelas plantas envolvem uma série de organismos, desde grandes vertebrados, invertebrados, até microrganismos, como fungos e bactérias (VILELA; TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 2014). Contudo, a principal interação realizada pelas plantas é com os insetos, variando de associações antagônicas a neutras (neutralismo) ou de benefício mútuo (mutualismo) (PRICE et al., 2011). O antagonismo ocorre quando apenas uma das espécies envolvidas é beneficiada. A herbivoria de sementes, botões florais ou o consumo de todas as partes da planta são exemplos deste processo (SCHOWALTER, 2011). Na interação mutualística, os dois indivíduos possuem vantagens, ou seja, há maior valor adaptativo, portanto, trata-se de uma relação harmônica e positiva para ambos. São exemplos: a polinização e dispersão de sementes (DAVIS et al., 2014).

As relações planta-inseto são importantes na dinâmica e estruturação das comunidades terrestres (BRONSTEIN; ALARCÓN; GEBER, 2006; LANGE; DÁTILLO; DEL-CLARO, 2013). Essas têm sido

apontadas como as principais responsáveis pelo funcionamento dos ecossistemas, manutenção de cadeias tróficas e para os padrões e processos que estruturam a biodiversidade na Terra (DEL-CLARO et al., 2013; FERREIRA; TOREZAN-SILINGARDI, 2013; THOMPSON, 2005).

2.1.1 Interações planta-herbívoro

A herbivoria é o consumo de qualquer parte da planta, incluindo folhas, caules, raízes, flores, frutos ou sementes, por animais. Coley e Barone (1996) usaram o termo herbivoria (lat. *herba*, grama, erva + *vorare*, comer) para designar danos por insetos, mamíferos e patógenos. Os insetos herbívoros podem ser desfolhadores, minadores, broqueadores ou sugadores (SCHOWALTER, 2011). Nos ecossistemas naturais, as relações evolutivas entre plantas e insetos herbívoros resultaram em uma grande variedade de adaptações e interações (COLEY; BARONE, 1996).

O efeito da herbivoria e a pressão causada pelos herbívoros geram custos para as plantas, os quais dependem da intensidade de consumo dos tecidos vegetativos e/ou reprodutivos (SCHOONHOVEN; LOON, DICKE, 2005). Dessa maneira, essa relação pode afetar o crescimento, as formas de sobrevivência e produtividade das plantas, diminuindo a acumulação de energia que, muitas vezes, influencia a floração, polinização e produção de sementes (QUESADA; BOLLMAN; STEPHENSON, 1995), podendo comprometer seu sucesso reprodutivo (SCHOONHOVEN; LOON; DICKE, 2005).

Em função da atividade dos herbívoros, evolutivamente as plantas desenvolveram mecanismos de defesa, podendo ser constitutiva, presente na planta antes do ataque, e/ou induzida, a qual é produzida ou translocada somente diante de um dano ou situação de estresse (SCHOONHOVEN; LOON; DICKE, 2005). As defesas induzidas são, portanto, aquelas que aparecem depois que as

plantas são atacadas pelos herbívoros. Tais defesas têm sido objeto de um número considerável de estudos por impactar de forma significativa os níveis de herbivoria, não só por ocasião do consumo dos tecidos vegetais, mas por poder se estender por vários anos após sua indução (SCHOONHOVEN; LOON; DICKE, 2005).

2.1.2 Interações planta-visitante floral

Ao longo do processo evolutivo, as plantas adquiriram adaptações morfológicas e fisiológicas de modo a atrair insetos visitantes florais capazes de transportar o pólen e conceder-lhes a reprodução (BUCHMANN, 1987; FAEGRI; PIJL, 1980). Muitas dessas adaptações envolvem modificações nas estruturas florais, como tamanho e forma da corola e arranjo das pétalas e botões florais (SAZAN; BEZERRA; FREITAS, 2014).

As recompensas florais representam um custo direto em termos de metabólitos investidos pelas plantas, no entanto, são superadas pelos benefícios que alcançam com a polinização, potencialmente promovida pelos visitantes florais (WACKERS; RIJN, 2007). Grande parte das relações de polinização é mutualística devido ao benefício mútuo das espécies envolvidas (DEL-CLARO; TOREZAN-SILINGARDI, 2012). É vantajosa para as plantas por ampliar o número de sementes formadas e, especialmente, por acarretar maiores taxas de fecundação cruzada. Como custo, há o gasto energético da produção de néctar e de uma grande quantidade de pólen ou outros recursos florais, como óleo e perfume (PROCTOR; YEO; LACK, 1996). O maior benefício para os insetos, geralmente, consiste na obtenção de alimento para o adulto e sua prole. Mas há vários outros, como locais de desenvolvimento da prole, obtenção de materiais para revestimento do ninho e, até mesmo, de substâncias precursoras de feromônios sexuais de atração (DEL-CLARO; TOREZAN-SILINGARDI, 2012).

O inter-relacionamento entre plantas e visitantes florais pode envolver o consumo de partes reprodutivas, como flores e frutos (ALMEIDA-SOARES et al., 2010). Quando a parte danificada compreende estruturas diretamente ligadas à reprodução tem-se a herbivoria floral e frugivoria (FERREIRA; TOREZAN-SILINGARDI, 2013). Nesse caso, o comprometimento da reprodução é muito maior e afeta diretamente a aptidão da planta, já que alterações morfológicas causadas por danos nas pétalas, sépalas, pistilos, anteras ou na inflorescência como um todo, podem afetar direta e negativamente a polinização e, em consequência, a produção de sementes (JUNKER; CHUNG; BLÜTHGEN, 2007). A frutificação também pode ser afetada quando a herbivoria acontece além dos tecidos da flor, atingindo áreas produtoras de recursos como aroma, néctar, óleos e resinas, pois a atração fica prejudicada (CANELA; SAZIMA, 2003). Sendo assim, a qualidade da polinização biótica tende a cair, comprometendo a produção de frutos e sementes (ALMEIDA-SOARES et al., 2010).

2.1.3 Interações planta-frugívoro

Os insetos frugívoros se inter-relacionam com as plantas a fim de obter os frutos para alimentação e/ou desenvolvimento da prole, o que é comum entre os parasitoides. Geralmente, os insetos frugívoros não danificam a semente, sendo, portanto, capazes de depositá-las no ambiente em condições viáveis de germinação. O benefício para a planta é ter sua semente dispersa, aumentando suas chances de sobrevivência pelo escape da predação e competição intraespecífica. O benefício para o inseto frugívoro é obter energia da parte comestível do fruto, geralmente a polpa ou o arilo que reveste as sementes (UCHÔA-FERNANDES et al., 2002).

A frugivoria muitas vezes é praticada por larvas de coleópteros e dípteros, como Lonchaeidae e Tephritidae (CAIRES et al., 2009). Esses insetos

podem ocasionar prejuízos quando acarretam perda significativa na qualidade dos frutos, impedindo o seu comércio (ZUCCHI et al., 2004). Além disso, comumente observam-se muitos parasitoides, principalmente aqueles da família Braconidae, relacionados a frutos de plantas no Cerrado (CAIRES et al., 2009; GUIMARÃES et al., 1999).

2.1.4 Interações planta-formiga

As formigas desempenham importantes atividades nos ecossistemas por serem herbívoras, catadoras, predadoras, coletoras de sementes e consumidoras de pólen e néctar (WARD, 2014). De maneira geral, verifica-se uma associação mutualística das formigas sobre a biologia das plantas (RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007). Nesse caso, as formigas protegem a planta contra herbívoros e outros inimigos, dispersam sementes e frutos e podem realizar a polinização (LEAL, 2003). As recompensas produzidas pelas plantas são, principalmente, o fornecimento de locais para nidificação (domácias, ramos ocos ou mortos) ou recursos alimentares, como nectários extraflorais e exsudados (BEATTIE, 1985; JANZEN, 1966; WARD, 2014).

Apesar dos recursos fornecidos pelas plantas constituírem o principal item alimentar das formigas, muitas espécies podem, também, se comportar como predadoras, afetando diretamente os insetos herbívoros (BEATTIE, 1985; FERNANDES et al., 2005). Assim, a atividade das formigas pode influenciar a biologia e composição da fauna de insetos herbívoros e afetar seus efeitos sobre as plantas (KAMINSKI; FREITAS; OLIVEIRA, 2010). Existem evidências de que o comportamento agressivo e predatório das formigas que utilizam recursos fornecidos por plantas pode reduzir a abundância e a atividade alimentar dos herbívoros, e em muitos casos, esse efeito aumenta o sucesso reprodutivo das

plantas (OLIVEIRA, 1997; RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007; GUERRA SOBRINHO et al., 2002).

As formigas realizam a polinização, no entanto, essa interação não é frequente, porque seu tamanho relativamente pequeno lhes permite forragear em flores sem tocar estigmas ou anteras. Além disso, o grão de pólen não adere bem ao tegumento liso das formigas e é, muitas vezes, removido por elas próprias (JUNKER; BLUTHGEN, 2008; SCHURCH; PFUNDER; ROY, 2000). Sendo assim, muitas plantas desenvolveram estratégias para evitar que as formigas visitem suas flores, tais como, tricomas, secreções viscosas e nectários extraflorais (PEAKALL; HANDEL; BEATTIE, 1985). Outra alternativa utilizada pelas plantas é tornar seus recursos florais, como o néctar, menos acessíveis, direcionando os polinizadores a realizarem um trajeto mais efetivo na coleta de pólen (PELLMYR, 2002).

2.2 Interações formigas-visitantes florais

As formigas protegem as plantas contra herbívoros e outros inimigos, no entanto, quando interagem com os mutualistas das plantas, como os visitantes florais, a relação passa de mutualística para antagônica (RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007). As visitas das formigas às flores têm sido consideradas prejudiciais para a aptidão das plantas por consumirem o néctar floral e danificarem as peças florais, que supostamente seriam utilizadas na atração dos reais polinizadores (ASHMAN; KING, 2005). Além disso, a presença das formigas pode comprometer a reprodução, já que são capazes de dissuadir outros visitantes florais e impedi-los de entrar em contato com as partes reprodutivas da planta (JUNKER; CHUNG; BLUTHGEN, 2007).

A redução da taxa de visitação, aliada à interrupção da polinização pelo consumo do pólen, também afetam de forma negativa de reprodução das plantas

(HANNA et al., 2015). É provável que o contato com barreiras mecânicas, tais como tricomas e espinhos (JANZEN, 1966), ou químicas, incluindo o perfume floral (SCHOONHOVEN; LOON; DICKE, 2005), sejam responsáveis pelo afastamento dos formicídeos das flores de algumas espécies botânicas. Dessa maneira, as plantas atraem os potenciais polinizadores com o uso dos aromas florais, enquanto visitantes facultativos, como as formigas, são repelidos (SCHOONHOVEN; LOON; DICKE, 2005).

Os conhecimentos que se têm sobre as interações entre formigas e visitantes florais são escassos, especialmente no que diz respeito aos efeitos dessa interação sobre a reprodução das plantas. Alguns trabalhos têm mostrado a influência das formigas na visitação floral (CARROLL; JANZEN, 1973; HANNA et al., 2015; SCHURCH; PFUNDER; ROY, 2000). No entanto, a gama de espécies de plantas-alvo de tais estudos é pequena e as causas da repelência ocasionada pelas formigas aos visitantes florais são mal compreendidas (BALLANTYNE; WILLMER, 2012).

Resultados de pesquisas desenvolvidas por Levan e Holway (2015) evidenciaram que a duração do período de permanência dos visitantes em flores de algodoeiro diminui com a presença das formigas, e que um maior número desses insetos nas plantas de algodão está associado com a presença de afídeos. As abelhas, por exemplo, reduziram a duração de suas visitas às flores de algodoeiro em cerca de 60%.

2.3 O bioma Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro em extensão, ocupando cerca de 204 milhões de hectares, que correspondem a 24% do território nacional (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE, 2004; ROCHA et al., 2009). Corresponde a um complexo vegetacional

com grande diversidade de fauna e flora e estreitas relações ecológicas entre suas espécies (CIELO FILHO et al., 2012; DEL CLARO; TOREZAN SILINGARDI, 2012). Sua vegetação compreende ampla variação de fitofisionomias, desde campos abertos com arbustos esparsos e árvores pequenas, até grandes formações florestais (PINHEIRO; DURIGAN, 2012). O Cerrado *stricto sensu* é uma fitofisionomia desse bioma, constituindo 70% da área total (FIDELIS; GODOY, 2003). É caracterizado pelo predomínio de árvores pequenas, arbustos e subarbustos tortuosos espalhados ao longo da vegetação (OLIVEIRA FILHO; RATTER, 2002).

Embora seja um dos biomas mais ricos em biodiversidade (JEPSON, 2005; RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2006; RIBEIRO; WALTER, 1998; SANO et al., 2007), as espécies do cerrado estão entre as mais ameaçadas e menos estudadas no Brasil (MAYERS et al., 2000). Da sua área total, somente cerca de 20% permanecem intocados e aproximadamente 2,2% estão protegidos como áreas de conservação (RIBEIRO et al., 2011). As pesquisas sobre a fauna e flora desse bioma têm avançado, contudo, imensas áreas sequer foram inventariadas, sendo necessário muito estudo para melhor compreensão da dinâmica e dos processos ecológicos que ocorrem nesse sistema (JEPSON, 2005).

O clima na região do Cerrado é tropical quente e úmido, com geadas raras em algumas áreas, estação chuvosa no verão e invernos secos, até quatro meses sem chuva, que variam em função da distribuição geográfica. A temperatura média anual está entre 22 °C e 23 °C e a pluviosidade média anual fica entre 1.200 e 1.800 mm (OLIVEIRA FILHO; RATTER, 2002). Os solos, em geral, são distróficos, com pH baixo e pouca disponibilidade de cálcio e magnésio e alto teor de alumínio (LOPES; COX, 1977). A presença de fogo e a herbivoria são aspectos ambientais comuns, o que pode determinar características adaptativas em plantas nativas (DELGADO et al., 2014).

Com relação às fitofisionomias do bioma, sua classificação tem se constituído em desafio para os pesquisadores (COUTINHO, 1978; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 2002; RIBEIRO; WALTER, 1998). Tal dificuldade é decorrente da falta de nitidez em sua separação, ou das alterações que a vegetação sofre ao longo do tempo em um mesmo local (alterações sucessionais), oriundas da frequência e intensidade de impactos, como o fogo e o pastoreio (PINHEIRO; DURIGAN, 2012).

Embora haja divergências entre os autores, no que tange às fitofisionomias do cerrado, a classificação de Ribeiro e Walter (1998) é a mais aceita e utilizada. Esses autores descrevem doze tipos principais de vegetação para o bioma, os quais são enquadrados em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado *stricto sensu*, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre).

O cerrado *stricto sensu* apresenta árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações retorcidas e irregulares (RIBEIRO; WALTER, 1998). Como exemplo de planta do cerrado *stricto sensu* pode-se citar *B. verbascifolia*, cujos arbustos e subarbustos encontram-se distribuídos na vegetação (BARBOSA; MENDONÇA; RODRIGUES, 2014).

2.4 A família Malpighiaceae e o gênero *Byrsonima*

A família Malpighiaceae, pertencente à Ordem Rutales, é caracterizada por espécies herbáceas, arbustivas, arbóreas e lianas. Concentra cerca de 1300 espécies e 77 gêneros na região Neotropical (DAVIS; ANDERSON, 2010), os quais se distribuem em regiões tropicais e subtropicais de ambos os hemisférios. No Brasil, são registrados 45 gêneros e aproximadamente 300 espécies (COSTA; COSTA; RAMALHO, 2006; SOUZA; LORENZI, 2008).

No Cerrado, Malpighiaceae é a segunda família com maior diversidade de espécies (FERREIRA; TOREZAN-SILINGARDI, 2013), as quais apresentam grande variedade morfológica quanto ao pólen e aos frutos, ao passo que as flores possuem organização floral uniforme. Possuem arranjo regular e as cinco pétalas são separadas, sendo que uma delas é mais alta, chamada de pétala padrão ou guia, que se distingue das demais por ser menor, mais espessa e distendida (FERREIRA; TOREZAN-SILINGARDI, 2013). Essa adaptação morfológica nas flores de Malpighiaceae promove a facilitação da coleta de pólen e óleo floral aos seus visitantes (ALVES-SILVA et al., 2013).

Segundo Costa, Costa e Ramalho (2006), o óleo e pólen são os recursos florais disponíveis para os visitantes e/ou polinizadores das Malpighiaceae neotropicais. O óleo floral é produzido nos elaióforos, que são glândulas localizadas no cálice das flores, e é coletado principalmente por abelhas (POSSOBOM; GUIMARÃES; MACHADO, 2015). Esses insetos conseguem acessar o óleo facilmente porque a pétala guia, que se dispõe em forma de garra, permite que fêmeas de Anthophorinae, da tribo Centridini, alcancem o elaióforo (ANDERSON, 1990).

O maior gênero da família é *Byrsonima* (GENTRY, 1993), com 35 espécies registradas para a flora do cerrado brasileiro (SILVEIRA et al., 2011), as quais constituem-se em árvores ou arbustos, nenhuma caracterizada como liana. Muitas espécies são dependentes de grupos especialistas de polinizadores (GIANNINI et al., 2013), no entanto, existem poucos trabalhos na literatura científica relacionados à ecologia e biologia de *Byrsonima* spp. (FLINTE et al., 2006).

Popularmente conhecidas como murici ou muricizeiro, as espécies de *Byrsonima* são encontradas nas regiões Norte e Nordeste e, também, podem ocorrer em regiões serranas do Sudeste do Brasil (ROLIM; WANDERLEY; CUNHA, 2013). Os frutos são amarelos, carnosos e com odor agradável e adocicado, consumidos *in natura* de dezembro a março (GUIMARÃES;

SEBASTIANA, 2008), ou na produção de doces, sucos, geleias e sorvetes. Por serem diversificados morfológicamente, os frutos de Malpighiaceae fornecem as bases mais importantes para o reconhecimento dos gêneros, tribos e subfamílias (ANDERSON, 1990).

Segundo Alberto et al. (2011) as plantas desse gênero não têm o fruto como única utilização popular. Apesar de não haver relatos de produção comercial dessa árvore, a madeira, que apresenta cor amarelada ou avermelhada, é utilizada em alvenaria, sendo adequada para construção de habitações. O córtex é utilizado na medicina popular para o controle da febre, e por ser adstringente (15 a 20% de taninos), pode ser utilizada em fábricas de curtumes.

Além de murici, *B. verbascifolia* é conhecida popularmente como murici doce (GUIMARAES; SEBASTIANA, 2008) e é encontrada, principalmente, em Cerrado *stricto sensu*. Compreendem arbustos com altura entre 1 a 5m, com caules lenhosos e tortuosos, de coloração escura (BATISTA; PACHECO; SANTOS, 2005) e galhos longos com ramificações foliares terminais. As flores são amarelas a alaranjadas e seus frutos carnosos e com aroma adocicado (ADAIME et al., 2012). As sementes apresentam vida curta e são sensíveis a dessecação e baixas temperaturas (ARAÚJO et al., 2009a).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada em área de Cerrado *stricto sensu* da Reserva Biológica Unilavras/BOQUEIRÃO (REBUB), propriedade particular do Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS). A Reserva compreende cerca de 160 ha e está localizada no município de Ingaí, sul de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 21° 20' 47" Sul e 44° 59' 27" Oeste.

As fitofisionomias da Reserva incluem o Cerrado *stricto sensu*, Campo Rupestre e Mata de Galeria (PEREIRA; VOLPATO, 2005). A precipitação pluvial média anual é de 1411 mm, com chuvas mal distribuídas durante o ano, predominando no verão, com cerca de 70% incidindo entre novembro e fevereiro. O inverno tem cerca de quatro meses com déficit hídrico, entre 10 mm e 30 mm. A temperatura média anual situa-se em torno de 19,3°C (NOVELLI et al., 2012).

3.2 Espécie vegetal

A espécie vegetal estudada foi *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich, pertencente à família Malpighiaceae. Os exemplares foram constituídos por arbustos, os quais foram selecionados para acompanhamento ao longo de todo o período de estudo. Os caules se encontravam lignificados, tortuosos e escuros, e os galhos possuíam folhagem terminal. Como é característico das malpighiáceas, os botões florais e as flores se organizam em inflorescências. As flores apresentavam coloração amarela ou alaranjada e os frutos eram carnosos e com aroma adocicado, como descrito por Adaime et al. (2012) (Figura 1).



Figura 1 Exemplar de *Byrsonima verbascifolia*. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO, Lavras, MG

3.3 Estudo da fenologia de *Byrsonima verbascifolia*

O estudo fenológico foi realizado durante um ciclo biológico da espécie, compreendendo o período de novembro de 2013 (início da fase reprodutiva) a outubro de 2014. Para avaliação dos eventos fenológicos foram utilizados 100 arbustos, os quais foram marcados com fitas de tecido vermelho. Em cada uma das 100 plantas foram avaliadas, quinzenalmente, as variáveis: altura, número de folhas, número de inflorescências na fase de botões florais, número de inflorescências na fase de flores abertas e número de infrutescências. Convencionou-se aqui denominar como botões florais as inflorescências com flores ainda fechadas e inflorescências aquelas cujas flores já estavam abertas.

A altura dos exemplares foi estimada utilizando-se como referência a altura de um único observador, que foi comparada com a altura das plantas. Sabendo-se que os ramos de *B. verbascifolia* normalmente apresentam entre sete e nove folhas (ARAÚJO, 2009b), para a estimativa do número de folhas de toda

a planta foram contados os ramos terminais e esse número foi multiplicado por sete. Para a avaliação do número de botões florais, inflorescências e infrutescências, procedeu-se à contagem direta desses órgãos reprodutivos presentes em cada uma das 100 plantas.

3.4 Taxa de visitação floral e identificação dos visitantes florais

Para avaliação da taxa de visitação por insetos em botões florais e inflorescências, selecionou-se uma área próxima à utilizada na pesquisa envolvendo a fenologia da espécie. Essa área continha dez espécimes de *B. verbascifolia*, os quais foram todos utilizados nos estudos por encontrarem-se na fase reprodutiva. Da mesma forma descrita anteriormente, cada exemplar foi marcado com fita de tecido vermelho e identificado por número.

O levantamento foi desenvolvido considerando-se duas variáveis: sem impedimento de acesso/com impedimento de acesso por formigas e períodos de coleta: manhã/tarde (Figura 2). Para avaliação dos visitantes florais visando à determinação da taxa de visitação selecionou-se uma inflorescência com botões florais e outra com flores já abertas em cada exemplar de *B. verbascifolia*. Para avaliar a visitação na ausência de formigas, inicialmente procedeu-se à remoção, com o uso de pinça, de todos os exemplares presentes nos botões e inflorescências. Posteriormente, aplicou-se pasta *Formifuu*® na base de cada uma delas, visando impedir o acesso desses insetos às partes reprodutivas.

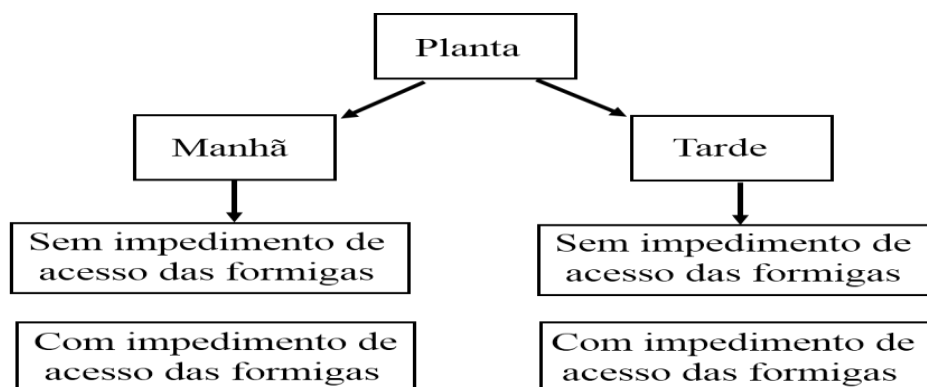


Figura 2 Variáveis envolvidas no levantamento dos insetos para determinação da taxa de visitação floral em *Byrsonima verbascifolia*

As partes vegetativas do ramo, circundantes às inflorescências, foram removidas de modo a impedir que as formigas as usassem como ponte para acesso às mesmas. Para certificar-se de que a pasta não interferiria nos resultados, foram colocadas pequenas porções ao longo do ramo das plantas do tratamento sem impedimento de acesso por formigas (metodologia adaptada de VILELA; TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 2014). A pasta era colocada no dia anterior à avaliação dos visitantes florais para que as formigas pudessem, nesse intervalo de tempo, voltar ao comportamento normal de colonização da planta após a intervenção metodológica.

As observações foram efetuadas durante 60 minutos em botões florais e 60 minutos em inflorescências, sendo 30 minutos em cada botão floral e cada inflorescência, sem impedimento de acesso e com impedimento de acesso por formigas, totalizando duas horas de observação por planta. As avaliações foram realizadas nos períodos matutino e vespertino, ao longo de treze dias de observação. A cada dia eram analisadas quatro plantas, sendo duas no período matutino e duas no vespertino. Optou-se por não proceder às avaliações vespertinas nas mesmas plantas analisadas no período matutino com o intuito de se evitar a possível influência das coletas sobre o comportamento de forrageio

dos insetos. Durante os trinta minutos de observação em botões florais e nas inflorescências foram coletados todos os insetos que pousavam nessas estruturas reprodutivas. Para isso fez-se uso de um frasco de PVC de 15 cm de diâmetro x 20 cm de altura, e rede entomológica com abertura de 50 cm de diâmetro e cabo com 1 m de comprimento.

Os espécimes coletados foram acondicionados em frascos de vidro contendo álcool 70% e encaminhados ao laboratório de Taxonomia de Insetos da Universidade Federal de Lavras (UFLA) para quantificação e identificação ao nível taxonômico de família. Para identificação dos exemplares pertencentes às ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera (Apidae e Vespidae), Lepidoptera, Hemiptera e Thysanoptera utilizaram-se as chaves apresentadas em Rafael et al. (2012). Os himenópteros parasitoides foram identificados pelo especialista Dr. Ricardo Lima do Tanque. Os formicídeos encontrados tanto nos botões florais quanto nas flores abertas foram identificados ao nível genérico por meio da chave constante em Baccaro (2006).

3.5 Avaliação dos insetos frugívoros

Esta etapa foi conduzida na área utilizada no estudo da fenologia de *B. verbascifolia*. Caracterizaram-se como insetos frugívoros todos aqueles que interagiram com a planta estudada durante o período de frutificação (desde o início do aparecimento dos frutos até a queda). Foram escolhidas, arbitrariamente, 20 plantas com a mesma idade fenológica e que apresentavam infrutescência em estágios de desenvolvimento diferentes.

Além do aspecto fenológico *per si*, o acompanhamento do desenvolvimento dos frutos visou o estudo da associação com os insetos frugívoros. Assim, foram definidos quatro estágios em função da resistência estrutural (dureza) que apresentavam, a qual foi tomada usando apenas critérios

visuais e táteis (apalpamento dos frutos). Tais estágios corresponderam aos períodos de 1 a 20 dias (ES1), 21 a 40 dias (ES2), 41 a 60 dias (ES3) e 61 a 80 dias (ES4) após o início do desenvolvimento.

Além da densidade, a definição desses estágios também foi alicerçada nas alterações na coloração dos frutos durante a maturação. Os estágios foram caracterizados pelo verde intenso, presente nas primeiras semanas de frutificação, quando apresentam maior quantidade de tanino (ES1), passando pela coloração verde com leves tons amarelados (ES2), amarela com tons ainda esverdeados (ES3) e amarela intensa, que se prolongou até a senescência (ES4). Esses estágios corresponderam, aproximadamente, aos períodos de formação, crescimento, maturação e senescência dos frutos.

Para definição da duração de cada estágio de desenvolvimento dos frutos (20 em 20 dias) também se considerou o período de desenvolvimento de dois espécimes de insetos associados aos frutos de *B. verbascifolia*. A duração da fase larval de espécies de Tephritidae e Lonchaeidae, em laboratório, foi próxima a 20 dias, conforme Bisognin et al. (2013) e Facholi-Bendassolli e Uchôa-Fernandes (2006), respectivamente.

O levantamento dos insetos frugívoros foi realizado com o uso de gaiolas confeccionadas em tecido *voile* (18 cm de comprimento x 8 cm de diâmetro), as quais foram colocadas de modo a envolver toda a infrutescência. Amostrou-se uma infrutescência de cada uma das 20 plantas, em cada estágio de desenvolvimento dos frutos. Para isso, a cada 20 dias, 20 gaiolas eram colocadas em frutos em diferentes estágios, as quais permaneciam até o final da frutificação. Assim, ao final do período avaliativo foram vistoriadas 80 gaiolas. A cada sete dias as gaiolas eram abertas para coleta dos exemplares presentes. Esse procedimento foi conduzido sucessivamente, ao longo de todo o período de levantamento, até a queda dos frutos.

Os insetos coletados foram armazenados em álcool 70% e encaminhados ao laboratório de Taxonomia de Insetos da UFLA, para identificação ao nível de ordem e/ou família. As identificações foram realizadas utilizando a chave apresentada por Rafael et al. (2012). Os parasitoides da ordem Hymenoptera foram identificados pelo Dr. Ricardo Lima do Tanque e os tisanópteros pelo Prof. Dr. Luís Claudio Paterno Silveira. Esse experimento permitiu quantificar a relação de *B. verbascifolia* com insetos frugívoros.

3.6 Análise de dados

Para o trabalho envolvendo a fenologia foram calculadas as médias por planta para todas as variáveis estudadas (número de folhas, botões florais, inflorescências e infrutescências) visando compreender o desenvolvimento da espécie estudada, e realizadas regressões entre essas variáveis e a altura das plantas. Com os dados de altura das plantas foi calculado o crescimento relativo médio ao longo dos doze meses. Também foi estudada a relação entre o número de folhas, botões florais, inflorescências e infrutescências do longo de doze meses a fim de compará-los conjuntamente. Utilizou-se o programa SigmaPlot 12.0.

Os dados referentes à taxa de visitação floral e determinação da influência da presença das formigas e horário de avaliação sobre a frequência dos visitantes florais foram submetidos à análise de variância, por meio da ANOVA, com o uso do programa SigmaPlot 12.0. Para o levantamento dos visitantes florais foram determinados os índices ecológicos: dominância, equitabilidade, similaridade e diversidade. O teste t foi utilizado na análise da abundância dos visitantes em botões florais e inflorescências. Foram efetuadas análises de correlação entre abundância e riqueza de visitantes com a temperatura e a umidade relativa do ar. Os valores da temperatura e umidade

relativa do ar para o período estudado foram obtidos pelo Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para analisar a relação entre os insetos frugívoros e os estágios de frutificação de *B. verbascifolia* foi utilizada a similaridade quantitativa da fauna por meio do índice de Jaccard. O teste t foi utilizado no estudo das relações entre abundância dos insetos nos quatro estágios de desenvolvimento dos frutos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fenologia de *Byrsonima verbascifolia*

No início do estudo, vários espécimes de *B. verbascifolia* apresentavam botões florais (n=56), enquanto os demais ainda não haviam atingido o período reprodutivo (n=44). Em alguns exemplares, os primeiros botões florais começaram a aparecer no início de outubro, contudo, houve plantas que não atingiram a fase reprodutiva durante o período das avaliações. A altura média dos exemplares no início das avaliações era de 2,1 m, e atingiram 2,9 m no final dos doze meses de estudo, com crescimento médio (n=100) de 0,80 m (dp=±0,49m) e crescimento relativo médio de 36,3%. A variação na altura das plantas foi de 0,70 m a 4,2 m no primeiro dia de observação e de 0,70 m a 4,9 m no último dia.

As folhas de *B. verbascifolia* são órgãos simples, subsésseis, coriáceos, vilosos em ambas as faces, e mediram de 12 a 20 cm de comprimento por 6 a 11 cm de largura (n=100), conferindo com as dimensões obtidas por Araújo (2009a), que verificou um comprimento de até 20 cm e largura de até 10cm, para folhas de espécimes amostrados em Alagoas.

Este vegetal apresenta, em média, sete folhas concentradas nas extremidades dos ramos, com variação de 6 a 900 folhas por planta. A grande diferença no número de folhas entre plantas foi, especialmente, devido aos diferentes tamanhos dos espécimes amostrados. O número médio de folhas por planta (n=100), em doze meses de estudo, foi 264,38 (dp=±194,38), e o número por dia de amostragem variou entre 105 e 337. Observaram-se picos de produção de folhas em março/abril e em junho/início de julho de 2014. A queda das folhas senescentes de algumas plantas começou no final de julho desse ano (Figura 3).

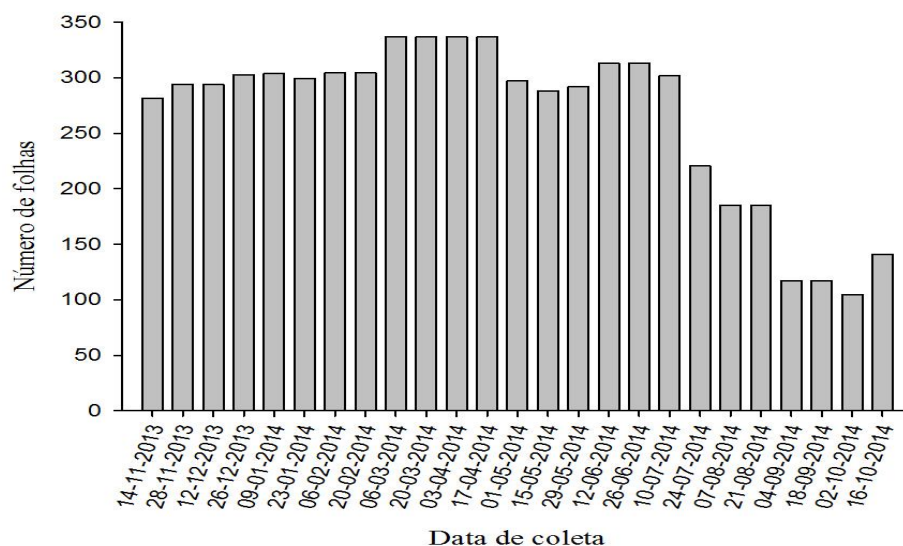


Figura 3 Número médio de folhas de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) por planta, ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

Os botões florais de *B. verbascifolia* são terminais, do tipo rácemo e arranjados em inflorescências. Considerando-se o número de botões produzidos ao longo dos doze meses de estudo, obteve-se a média de 12,3 (dp= \pm 0,79) por planta (Figura 4).

Ocorreu um pico de produção de botões florais entre dezembro de 2013 e início de janeiro de 2014 (Figura 4) e, a partir de maio desse ano, a média caiu drasticamente, o que pode ter sido decorrente da comum ausência de visitantes florais na estação seca (SILVA; FRIZZAS; OLIVEIRA, 2011). O menor número de organismos responsáveis pela polinização nessa época do ano pode acarretar menor produção de frutos nos meses subsequentes. Essa hipótese destaca a importância dos agentes polinizadores na fenologia reprodutiva de *B. verbascifolia* no local de estudo. As plantas amostradas apresentaram diferenças quanto ao número

de botões florais produzidos, já que algumas delas atingiram elevado crescimento e, mesmo na época da emissão de estruturas reprodutivas, não formaram nenhum botão floral.

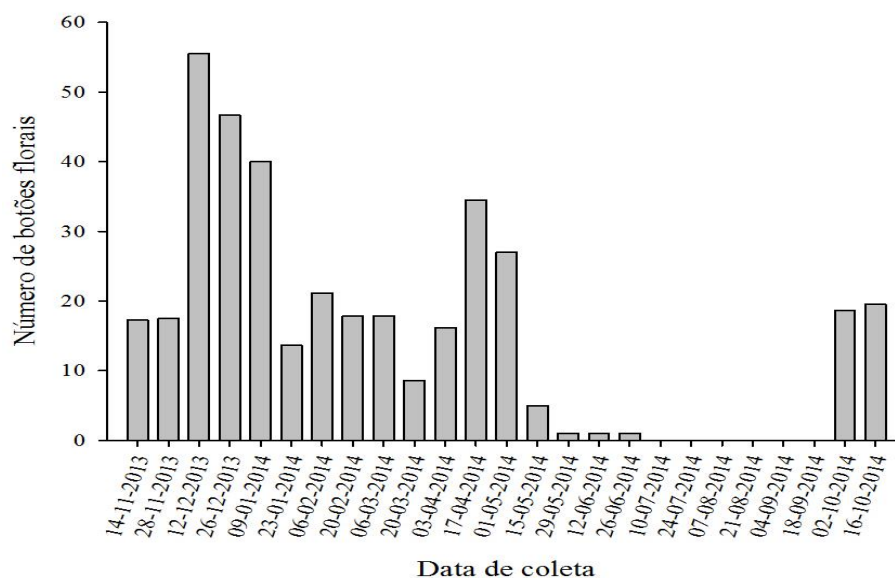


Figura 4 Número médio de botões florais de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

As flores de *B. verbascifolia* são amarelas e no final da floração tomam a coloração alaranjada e, depois, marrom. O período de abertura das flores iniciou-se em novembro de 2013 (n=50) e apenas uma planta permaneceu florida até maio. O pico de produção de inflorescências ocorreu em novembro e no final de março, com média de 13 por planta (dp=+/-23,9) (Figura 5). A média durante todo o período de estudo foi de 6,03 inflorescências por planta (dp=+/-9,8), e a média por dia de amostragem foi de 92 (dp=+/- 180). Como as médias de inflorescências (Figura 5) foram calculadas com base nos dados obtidos para todas as plantas (n=100), e algumas delas não estavam floridas, elas foram

subestimadas. Assim, considerando-se somente os espécimes com flores, a média passa de 6,03 para 7,92 inflorescências por planta ($dp=+/- 8,4$). Usando a mesma metodologia e trabalhando com *B. gardnerana*, Bezerra, Lopes e Machado (2009) também relataram sobre a subestimação das médias de inflorescências, quando contabilizadas todos os espécimes amostrados no estudo.

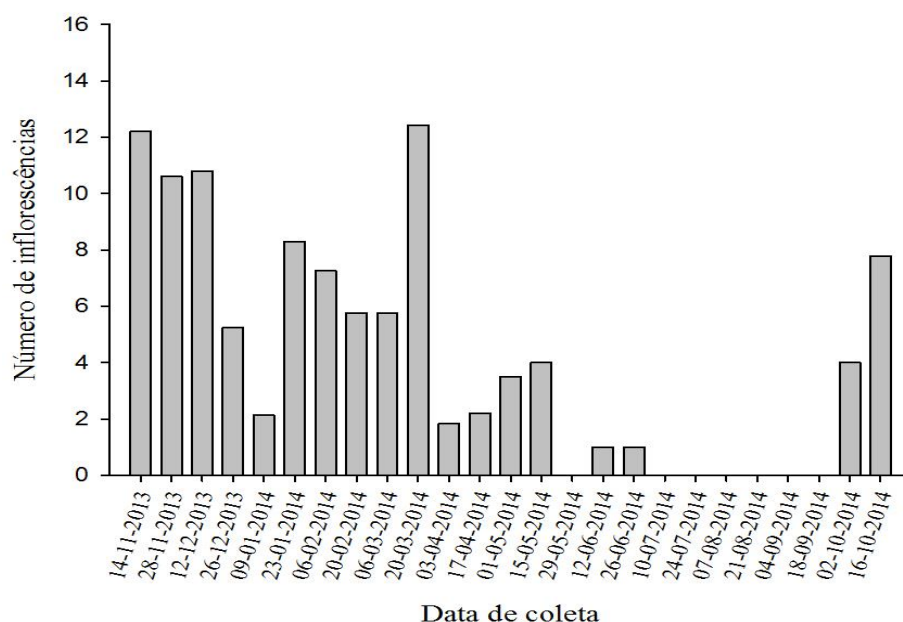


Figura 5 Número médio de inflorescências de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

Constatou-se que, embora exista um padrão fenológico da espécie, alguns exemplares não acompanharam esse padrão, havendo, inclusive, sobreposição de fases fenológicas. Após o mês de junho de 2014, as plantas já não estavam mais floridas e muitas delas já haviam iniciado a fase de frutificação, ao passo que outras ainda se encontravam na fase de frutificação

anterior, e outras, inclusive, com queda de frutos senescentes ou em período vegetativo.

O período de florescimento de *B. verbascifolia* assemelhou-se ao de outra espécie do mesmo gênero, *B. intermedia*, em área de Cerrado no Estado do Mato Grosso do Sul, que ocorreu durante nove meses (agosto a abril) (VILAS BOAS et al., 2013). Assemelhou-se, também, ao período de florescimento de *Byrsonima sericea* em área de restinga, no Rio de Janeiro, verificado de setembro a maio (DUNLEY; FREITAS; GALETTO, 2009), próximo ao período constatado neste trabalho, que foi de novembro a maio. Em algumas espécies de plantas tropicais, o período padrão de floração é mantido sob uma larga gama de condições ambientais, enquanto o de outras espécies pode ser alterado entre os ecossistemas (SOUSA SOBRINHO et al., 2013). Trabalhando com duas espécies de *Byrsonima* em Cerrado, Mendes, Rêgo e Albuquerque (2011) observaram maior produção de inflorescências em março, e todos os indivíduos floridos de junho a julho, com o período de florescimento se estendendo de março a outubro.

O padrão de floração sequencial de *B. verbascifolia* se manteve ao longo do período de estudo, como também verificado por Torezan-Silingardi (2007), para seis espécies de *Byrsonima* estudadas entre os anos de 2005 e 2006. Essa estratégia reprodutiva pode ser um fator de importância para o compartilhamento da guilda de insetos polinizadores, por fornecer recursos florais por períodos mais longos no ano, gerando condições para manutenção desses organismos na área (FERREIRA; TOREZAN-SILINGARDI, 2013).

A fase final do desenvolvimento fenológico de *B. verbascifolia* correspondeu à produção de frutos, os quais se arranjam em infrutescências, são carnosos e com aroma adocicado. Essa fase teve duração entre 80 e 90 dias.

Observaram-se infrutescências ao longo de dez meses (Figura 6) e, durante os doze meses de estudo, a média por planta foi de 5,97 (dp= \pm 10,5). O

maior número delas foi verificado no mês de maio, com média de 18 por planta (dp= \pm 7,0). Considerando-se somente os espécimes com infrutescências, a média obtida foi de 7,92 (dp= \pm 8,4) por planta.

Os elevados valores verificados para os desvios padrão nas análises dos parâmetros fenológicos de *B. verbascifolia* se explica pelas diferenças marcantes constatadas entre as características dos espécimes estudados.

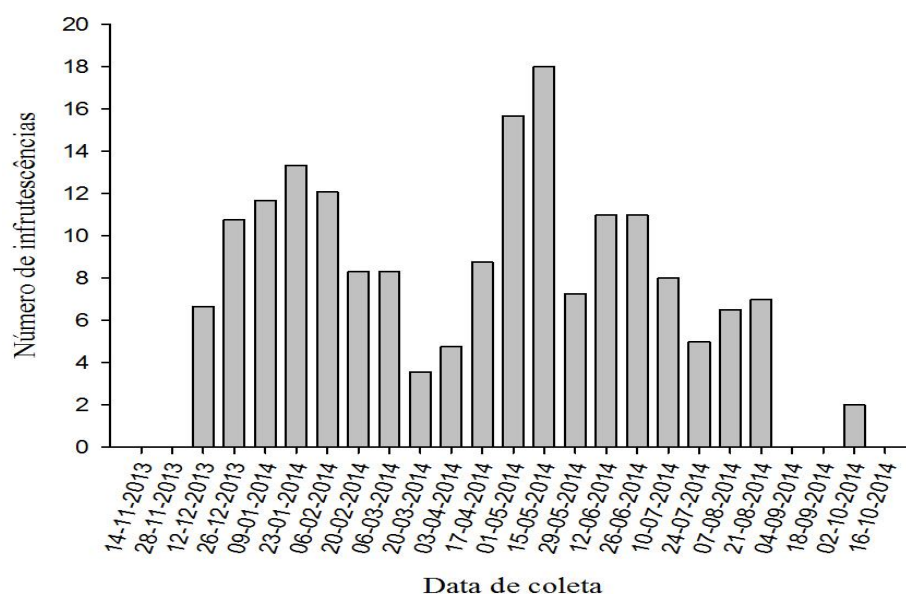


Figura 6 Número médio de infrutescências de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

O número de frutos produzidos foi semelhante ao constatado em *B. intermedia* e *B. pachyphylla* por Vilas Boas et al. (2013), que também observaram valores entre 0 e 20 no estudo de fenologia das espécies. Contudo, Vilela, Torezan-Silingardi e Del-Claro (2014), trabalhando com quatro espécies de Malpighiaceae em uma área de Cerrado, observaram maior número de botões

florais, inflorescências e infrutescências (109, 90 e 88, respectivamente) ao longo de um ano de estudo.

Por meio das análises de regressão evidenciou-se relação positiva significativa entre a altura das plantas e o número de folhas ($F=150,26$, $gl=1$, 97 , $P<0,001$, $r^2= 61,0\%$) (Figura 7a), botões florais ($F=25,17$, $gl=1$, 97 , $P<0,001$, $r^2= 21,0\%$) (Figura 7b), inflorescências ($F=16,59$, $gl=1$, 97 , $P<0,001$, $r^2=15,0\%$) (Figura 7c) e infrutescências ($F=10,7$, $gl=1$, 97 , $P<0,001$; $r^2=10,0\%$) (Figura 7d). Esses resultados correlacionam o aumento na altura das plantas com o aumento no número de folhas, botões florais, inflorescências e infrutescências nos doze meses de avaliação.

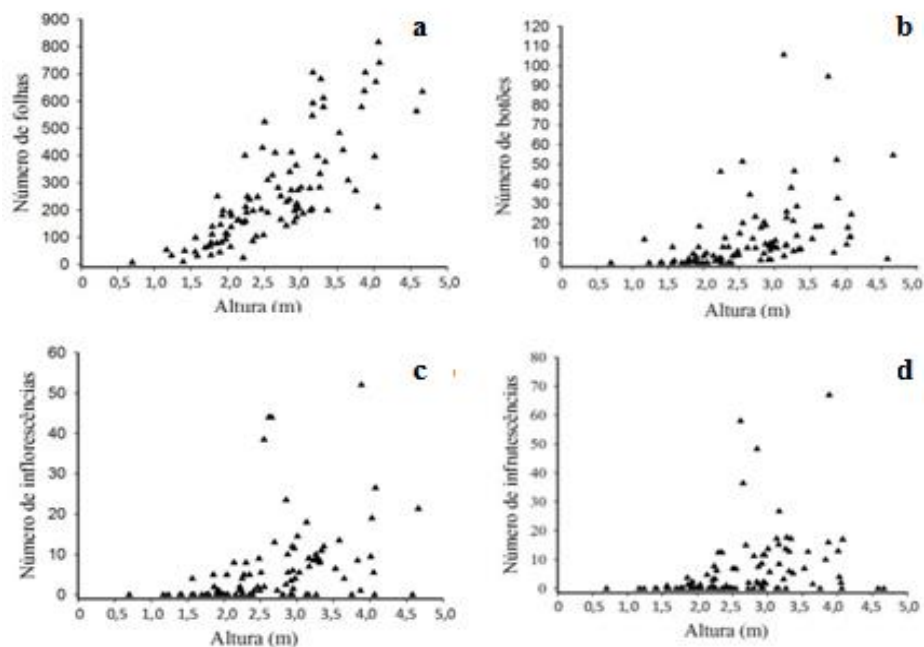


Figura 7 Relação entre a altura da planta (metro) e o número de folhas (a), botões florais (b), inflorescências (c) e infrutescências (d) de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

No estudo da fenologia de *B. verbascifolia*, ainda se comparou o número de folhas, botões florais, inflorescências e infrutescências entre si. Constatou-se que o número de folhas se manteve constante no início das observações, mas houve uma redução relativamente elevada a partir de julho. Essa relação também foi constatada para as estruturas reprodutivas (botões florais, inflorescências e infrutescências), que diminuiriam no período seco do ano (Figura 8).

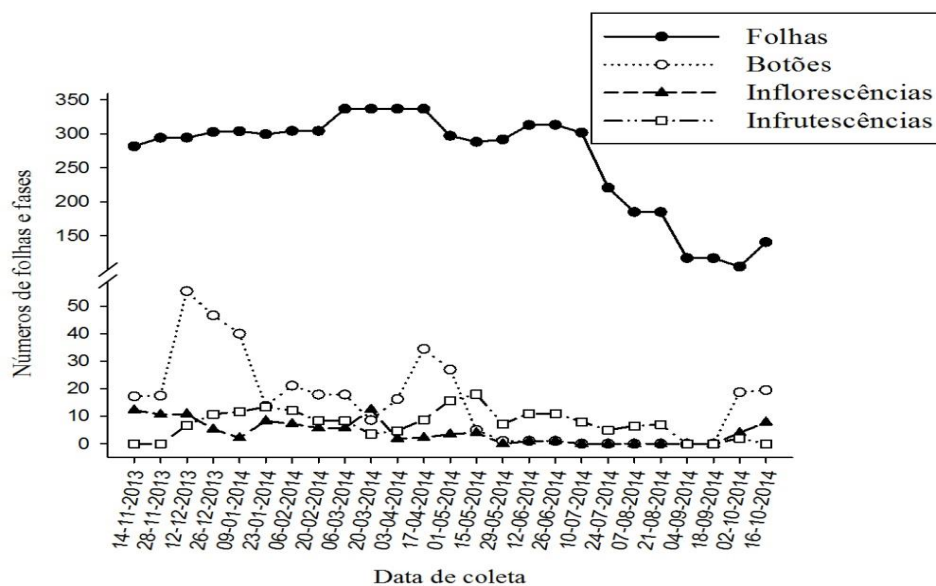


Figura 8 Número médio de folhas, botões florais, inflorescências e infrutescências de *Byrsonima verbascifolia* (n=100) ao longo de doze meses de observações quinzenais realizadas no período de novembro de 2013 a outubro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

Os estudos de fenologia de uma planta são importantes e necessários para se entender o desenvolvimento, a biologia e as interações com outros organismos (KLINK; MACHADO, 2005). Devido às espécies de *Byrsonima* apresentarem-se como elementos de importância nas funções ecológicas do Bioma Cerrado, esses estudos servirão de base para o conhecimento das interações envolvendo os visitantes florais e frugívoros nesse ecossistema.

4.2 Levantamento dos visitantes florais

Foram coletados e identificados 137 exemplares de insetos em botões florais e flores de *B. verbascifolia*, os quais se distribuíram entre as ordens Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hemiptera e Thysanoptera

(Tabela 1). Hymenoptera foi a mais abundante (n=76), sendo representada, principalmente, por espécies de Apidae (n=36 indivíduos), seguida das ordens Diptera (n=33), Coleoptera (14), Hemiptera (n=8), Lepidoptera (n=4) e Thysanoptera (n=2). Nas inflorescências com flores já abertas constataram-se 82 exemplares, e 55 foram verificados nos botões (Tabela 1).

Mendes, Rêgo e Albuquerque (2011) também encontraram maior abundância de himenópteros da família Apidae (n=40) entre os táxons coletados em *Byrsonima umbellata* e *B. rotunda* no Cerrado, no nordeste do Maranhão. Além dessa família, que incluiu representantes do gênero *Centris*, os autores também constataram exemplares de Halictidae, comuns nas flores de *B. verbascifolia*. Os resultados obtidos neste trabalho também vão ao encontro de outros constatados em estudos com espécies de plantas distintas, nos quais se verificou maior abundância de himenópteros na coleta de recursos florais. Trabalhando com visitantes florais em *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae), Almeida-Soares et al. (2010) verificaram que 81% dos espécimes coletados eram himenópteros, e Apidae foi a família mais frequente, como constatado nesta pesquisa.

Tabela 1 Identidade de táxons de insetos visitantes em botões florais e inflorescências de *Byrsonima verbascifolia* ao longo de treze dias de observações diárias realizadas entre outubro e novembro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/ BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

Táxon	Número de visitantes		
	Botão Floral	Inflorescência	
Hymenoptera	Apidae	15	21
	Braconidae	0	1
	Eucharitidae	0	1
	Eulophidae	0	4
	Formicidae	5	0
	Halictidae	6	3
	Hymenoptera sp1	3	0
	Platygastridae	0	2
	Pompilidae	0	1
	Pteromalidae	2	1
	Vespidae	6	5
Total	37	39	
Diptera	Anthomyiidae	0	2
	Calliphoridae	2	0
	Cecidomyiidae	1	1
	Dolichopodidae	3	2
	Ephydriidae	0	1
	Lauxaniidae	0	1
	Muscidae	0	3
	Platystomatidae	0	8
	Sarcophagidae	1	0
	Sciaridae	0	3
	Tachinidae	1	0
	Tephritidae	2	2
	Total	10	23
Coleoptera	Cerambycidae	1	0
	Cetoniinae	3	0
	Chrysomelidae	1	0
	Coleoptera sp1	1	1
	Coleoptera sp2	0	3
	Elateridae	0	2
	Rutelinae	0	1
	Scarabaeinae	0	1
Total	6	8	

Tabela 1, conclusão

Táxon		Número de visitantes	
		Botão Floral	Inflorescência
Hemiptera	Anthocoridae	0	2
	Membracidae	0	4
	Pentatomidae	0	2
Total		0	8
Lepidoptera	Noctuidae	2	2
Total		2	2
Thysanoptera	Phlaeothripidae	0	2
Total		0	2
Total geral		55	82

Não foi encontrada diferença significativa entre as médias de abundância dos visitantes em botões florais e flores totalmente abertas (Figura 9).

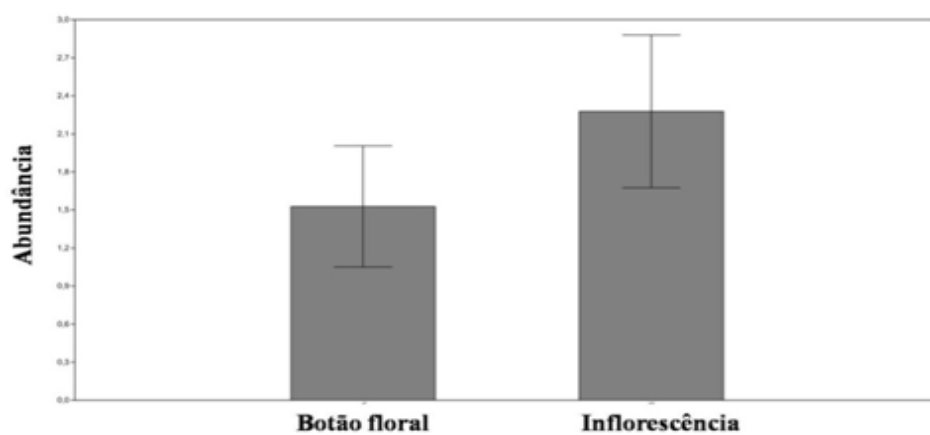


Figura 9 Abundância de visitantes em botões florais e inflorescências de *Byrsonima verbascifolia* ao longo de treze dias de observações diárias realizadas no período de outubro a novembro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

A diversidade de visitantes nas inflorescências ($H' = 2,878$) foi superior à verificada em botões florais ($H' = 2,451$). Os altos valores obtidos para a diversidade em ambos os estágios de floração, ainda que em um período amostral relativamente curto, destacam a importância dessas flores como fontes de recursos para uma ampla gama de visitantes presentes na área amostrada.

A dominância de visitantes foi maior em botões florais ($D = 0,1226$) do que em flores abertas ($D = 0,0958$), haja vista grupos como Formicidae, Sarcophagidae, Tachinidae, Cerambycidae, Cetoniinae e Chrysomelidae terem explorado apenas os botões florais. Além disso, algumas espécies de Apidae, Halictidae e Vespidae estiveram presentes nos botões florais, uma vez que, nessa fase, esses insetos são capazes de explorar o óleo floral presente nos elaióforos.

A similaridade entre os táxons que visitam os botões e as flores foi baixa (0,46), resultante do pequeno número de espécies que compartilharam os mesmos recursos, haja vista, apenas nove terem explorado tanto os botões florais como as flores já abertas. Assim, as guildas de visitantes amostradas em ambas as fases de desenvolvimento das inflorescências de *B. verbascifolia* foram representadas, majoritariamente, por diferentes grupos de insetos. Alguns himenópteros parasitoides, como Braconidae, Eucharitidae, Eulophidae e Platygasteridae, e dípteros da família Platystomatidae, por exemplo, visitaram somente flores abertas, o que se deve à busca direta pelo pólen disponível nessas estruturas e não pelos óleos florais protegidos nos elaióforos.

Essas constatações podem indicar algum grau de especificidade dos visitantes na medida em que alguns deles apresentaram preferência por explorar somente botões florais ou inflorescências. Além da baixa similaridade, esses resultados são corroborados pelas diferenças na composição e riqueza de espécies amostradas em cada uma. A equitabilidade em botões foi maior ($J = 0,8651$) do que em inflorescências ($J = 0,8636$).

Houve correlação negativa significativa entre a riqueza de espécies que visitaram as inflorescências (botões e flores abertas) de *B. verbascifolia* e a umidade relativa do ar ($R_s=0,57$, $p \leq 0,05$). Em períodos com umidade relativa mais baixa constatou-se maior riqueza de espécies, o que pode ser devido à maior dificuldade de voo dos insetos sob condições de umidade mais elevada (Figura 10). Marinoni, Miranda e Thompson (2004), trabalhando em Floresta Úmida Temperada no Paraná, também observaram menor riqueza de espécies de Diptera com o aumento da umidade relativa do ar. Outros relatos sobre a relação inversa entre essas variáveis são encontrados na literatura científica, demonstrando a interferência desse fator climático sobre a comunidade de visitantes (GILBERT, 1985; MARINONI; BONATTO, 2002). No entanto, podem ocorrer diferenças nessas correlações. Por exemplo, em uma área de sucessão vegetacional no Pará, Silva et al. (2009) verificaram correlação positiva entre o número de visitantes em flores de uma espécie de Solanaceae e a umidade relativa do ar, contrastando com os resultados obtidos neste estudo. Essas diferenças podem estar relacionadas, além da espécie botânica, às características do local do estudo, incluindo o tipo de clima, vegetação, bem como, fotoperíodos distintos resultantes da localização geográfica das regiões estudadas.

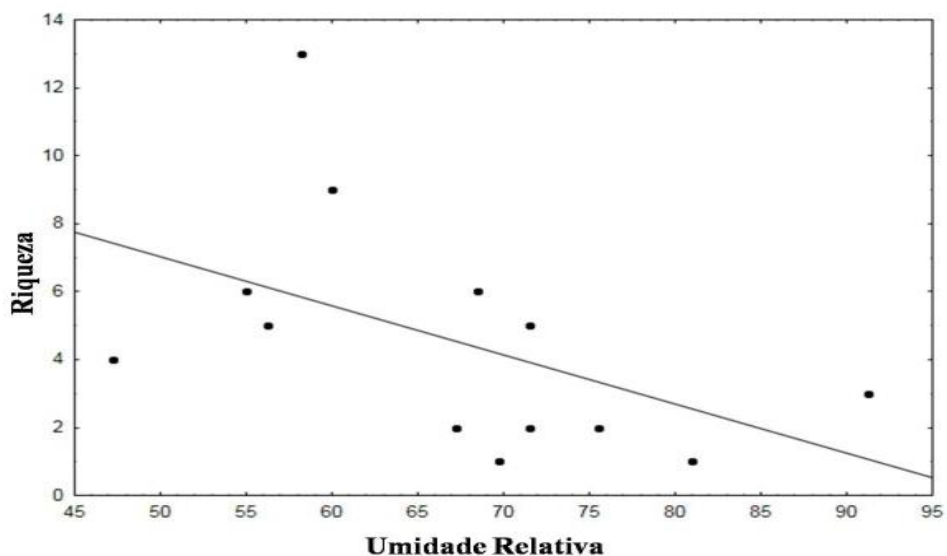


Figura 10 Correlação de Spearman entre Umidade relativa do ar (%) e a Riqueza de espécies visitantes florais de *Byrsonima verbascifolia* ao longo de treze dias de observações diárias realizadas no período de outubro a novembro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

O número de visitantes por inflorescência de *B. verbascifolia* variou de 2 a 13 por período de amostragem. Esses valores aproximaram-se daqueles obtidos em outros estudos com espécies de Malpighiaceae. Assunção, Torezan-Silingardi e Del-Claro (2014), por exemplo, constataram uma variação de 1 a 17 espécimes de visitantes florais por dia de coleta em *Heteropterys pteropetala*. As diferenças que ocorrem nesses resultados podem estar relacionadas às variações nos padrões fenológicos das plantas, as quais são decorrentes da diversidade do ambiente onde se desenvolvem, bem como da época de coleta. Ressalta-se, também, a peculiaridade das condições climáticas de cada região, as quais, além de afetarem a planta, afetam a comunidade de visitantes florais como um todo. No ano de realização deste trabalho, a umidade relativa do ar foi muito mais baixa que a média típica para o período, e quase não houve chuvas na região.

Os resultados obtidos mostraram que as flores de *B. verbascifolia* são atrativas a uma diversidade de visitantes florais, o que pode ser devido ao principal recurso oferecido por esta espécie, o óleo floral (ALVES-SILVA et al., 2013; BEZERRA; LOPES; MACHADO, 2009; CAPPELARI et al., 2012; FERREIRA; TOREZAN-SILINGARDI, 2013). Mendes, Rêgo e Albuquerque (2011), trabalhando com duas espécies de *Byrsonima* em Cerrado no Nordeste brasileiro, verificaram abelhas da tribo Centridini coletando óleo floral, tanto em flores quanto em botões. Para a coleta do óleo, as abelhas se posicionam na base dos botões florais e raspam as glândulas produtoras (ALVES-SILVA et al., 2013). Esse óleo atua como atrativo já na fase inicial do florescimento, aumentando as chances de visitação após a antese, pois as abelhas retornam dias seguidos aos mesmos arbustos à procura dos recursos florais (ASSUNÇÃO; TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 2014).

Não houve correlação significativa entre a riqueza de espécies e a abundância com a temperatura e, tampouco, entre a abundância e a umidade relativa do ar.

4.3 Taxa de visitação floral influenciada por formigas

Verificou-se que as plantas oferecem abrigo para as formigas, principalmente aquelas dos gêneros *Cephalotes* e *Camponotus*, que foram vistas construindo ninhos e forrageando nos troncos das árvores. Foram observadas colônias de *Cephalotes* nos troncos ocos de *B. verbascifolia*. Encontraram-se formigas tanto em botões florais (n=72) quanto em inflorescências (n=126), nos 13 dias de análise da visitação floral. Em botões florais foram constatados os gêneros *Camponotus* (n=49), *Cephalotes* (n=16), *Crematogaster* (n=6) e *Pheidole* (n=1), e nas inflorescências foram encontrados *Camponotus* (n=59), *Cephalotes* (n=57) e *Pseudomyrmex* (n=10).

A frequência das visitas dos insetos, principalmente abelhas, aos botões e flores de *B. verbascifolia* diminuiu com a presença dos formicídeos (Figura 16a). Nos botões florais, o número total de visitantes foi de 11 espécimes quando houve acesso livre para as formigas, e de 42 espécimes quando houve impedimento de acesso ($F_{1,27}=26,346$, $P<001$). O número total de visitantes em flores já abertas foi de 14 espécimes com livre acesso dos formicídeos e de 70 onde haviam sido excluídas ($F_{1,27}= 44,038$, $P< 0,001$).

Os resultados obtidos evidenciam potenciais interações negativas entre as formigas e *B. verbascifolia* por envolverem a redução do número de visitantes florais, muitos dos quais constituem-se em polinizadores dessas plantas. Nos ambientes naturais, as formigas frequentemente atuam em benefício das plantas, contribuindo para reduzir a herbivoria causada por outros insetos. Entretanto, podem ocorrer efeitos antagônicos quando elas afastam os visitantes florais, pois estes passam a evitar as flores onde elas estão presentes (HANNA et al., 2015; NASCIMENTO; DECLARO, 2010; SCHURCH; PFUNDER; ROY, 2000; TABATINGA FILHO; LEAL, 2007). Nesse caso, as formigas interferem na atração dos potenciais polinizadores pelas flores, podendo afetar o sucesso reprodutivo da planta devido ao menor número de sementes produzidas. No entanto, conforme Levan e Holway (2015), essa hipótese ainda não foi comprovada, sendo necessários estudos específicos de avaliações quantitativas e qualitativas das sementes produzidas para que possa ser concretizada.

Observou-se que os formicídeos apresentam um comportamento agressivo e, muitas vezes, os visitantes florais sobrevoavam os botões florais e flores e terminavam por não pousar devido às formigas. Pode-se observar muitas abelhas da tribo Meliponini e outros himenópteros pousando apenas nas inflorescências onde não haviam formigas. Observações sobre o comportamento agressivo das formigas reiteram aquelas feitas por outros autores, que também constataram a agressividade desses insetos e seu efeito negativo sobre a taxa de

visitação (ALMEIDA-SOARES et al., 2010; FERNANDES et al., 2005; GONZÁLVEZ et al., 2013; HANNA et al., 2015).

Assunção, Torezan-Silingardi e Del-Claro (2014) testaram a hipótese da visitação em inflorescências de Malpighiaceae ser afetada pela presença de formigas. Com o uso de formigas confeccionadas em plástico, observaram que as abelhas evitaram se aproximar das flores onde esses supostos formicídeos estavam presentes, especialmente *Camponotus* e *Cephalotes*.

Espécies de plantas de outras famílias botânicas também são afetadas pela presença das formigas, as quais inibem a visita de outros insetos às suas flores, uma vez que os visitantes não se aproximam ou tocam as flores quando esses insetos estão forrageando nas plantas. Em estudo realizado por Levan e Holway (2015) visando determinar se as formigas afetariam as visitas em flores do algodoeiro *Gossypium hirsutum* (Malvaceae), observou-se que a duração das visitas feitas por todos os visitantes diminuiu na presença das formigas. As abelhas, por exemplo, reduziram o tempo de visita em 56,3%.

Dessa forma, constata-se a importância das formigas na manutenção e dinâmica dos ambientes naturais, como o bioma Cerrado, onde desempenham um papel ecológico significativo (ALVES-SILVA et al., 2013; GONZÁLVEZ et al., 2013).

4.4 Fenologia da reprodução e horário de visitação floral

Houve várias interações durante o período de florescimento de *B. verbascifolia*. Como já relatado, o número de visitantes aos órgãos da reprodução dessa Malpighiaceae diferiu conforme o desenvolvimento das estruturas reprodutivas, constatando-se um total de 55 exemplares de visitantes aos botões florais e de 82 exemplares visitantes às flores completamente abertas.

O número de espécimes que visitaram os botões e flores de *B. verbascifolia* diferenciou conforme o horário de amostragem. Aqueles que buscaram os botões florais totalizaram 20 exemplares nas coletas efetuadas pela manhã (entre 08h e 12h) e 35 exemplares naquelas efetuadas no período da tarde (entre 13h e 17h) ($F_{1,27}=6,586$, $P=0,016$) (Figura 11a). Quando as flores já se encontravam abertas, o número de visitantes florais foi maior nas coletas efetuadas pela manhã, somando-se 60 espécimes, enquanto à tarde somaram-se 22 espécimes ($F_{1,27}=12,662$, $P=0,0014$). Observou-se, portanto, um comportamento oposto dos visitantes florais quanto ao horário de visitação, em função da fenologia da planta (Figura 11b).

Essa diferença pode estar associada ao comportamento dos diferentes grupos de insetos, os quais podem apresentar preferência pelo forrageamento no período da manhã ou da tarde. Algumas famílias como Noctuidae, Chrysomelidae, Cerambycidae, Tephritidae, e alguns representantes de Vespidae, como *Polistes* e *Brachygastra*, foram observados visitando botões e flores apenas no período matutino. Por outro lado, abelhas pertencentes aos táxons Halictidae, *Bombus* e Meliponini tiveram ocorrência registrada somente à tarde. *Bombus* esteve presente somente em flores abertas, e Halictidae e Meliponini tanto em botões quanto em flores, indicando que espécimes dessa família e tribo podem explorar recursos disponíveis em ambos os estágios de desenvolvimento das inflorescências. Os representantes de Apidae visitaram as estruturas florais tanto no período da manhã quanto da tarde.

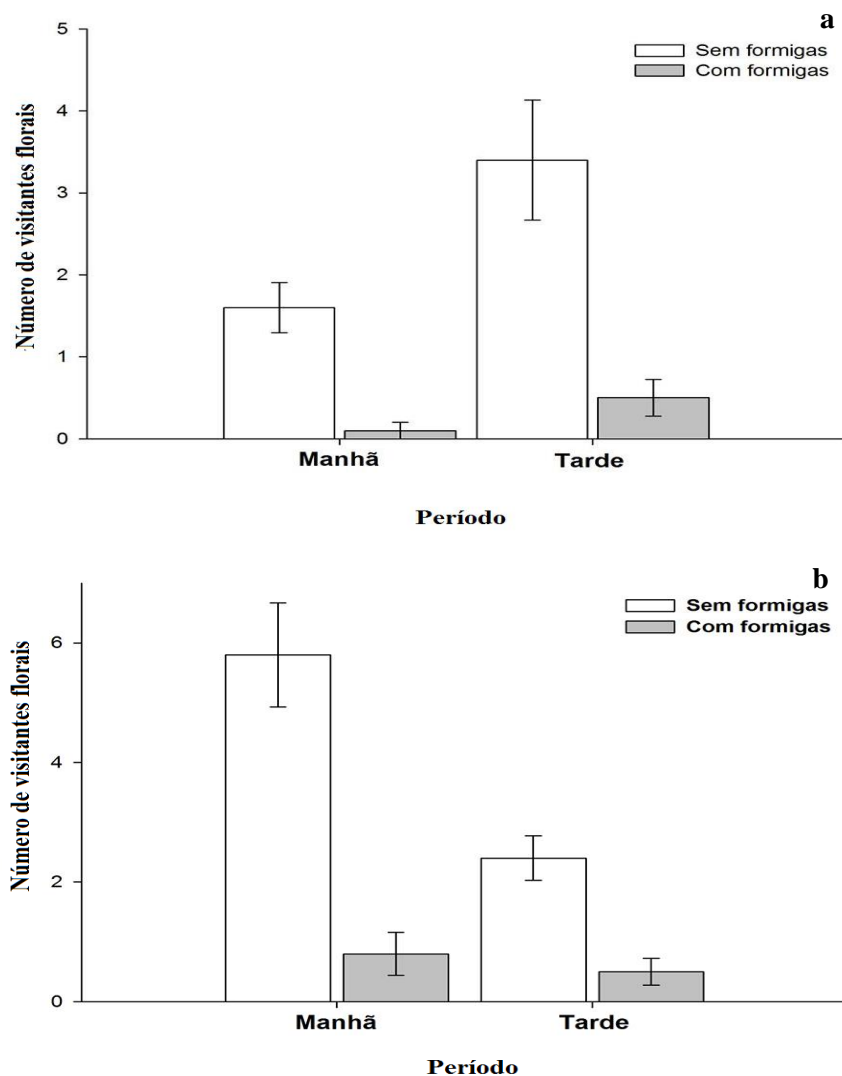


Figura 11 Número de visitantes em botões florais (a) e em inflorescências (b) de *Byrsonima verbascifolia* (n=10), nos períodos manhã/tarde e na presença/ausência de formigas, ao longo de treze dias de observações diárias realizadas no período de outubro e novembro de 2014. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

Esses resultados reiteram aqueles de Silva et al. (2009) que relataram que alguns representantes de Hymenoptera iniciam o forrageamento por volta das 8h e o

intensificam entre 12h e 15h. Taura e Laroca (2004) também observaram que a frequência de abelhas nas flores no período da manhã e ao final da tarde era menor. Esse comportamento foi atribuído à temperatura mais baixa e à umidade mais elevada no início da manhã e à queda da temperatura e da luminosidade ao entardecer.

Contudo, os resultados obtidos neste trabalho divergiram daqueles constatados na região sul do país, por Lenzi, Orth e Laroca (2003), que relataram que a visita de abelhas, como *Trigona spinipes*, começou a ser mais intensa e crescente a partir das 8h, com uma atividade máxima de forrageio em torno das 10h, decrescendo, em seguida, até 12h. A partir das 13h, as atividades de forrageio foram mais discretas e estáveis. Mendes, Rêgo e Albuquerque (2011), trabalhando com duas espécies de *Byrsonima* em Cerrado da região nordeste do Brasil, observaram maior atividade dos visitantes florais no período da manhã, principalmente entre 7 e 10 horas.

As diferenças no número de visitantes florais entre os períodos da manhã e da tarde podem ser devidas à identidade dos espécimes. Espécies de Apidae e Vespidae não visitam plantas na fase de botão floral pela manhã, mas saem à tarde, quando a temperatura e luminosidade são maiores (SAZAN; BEZERRA; FREITAS, 2014; VILAS BOAS et al., 2013). Na fase de flores abertas, observou-se maior número de visitas por espécimes desses táxons pela manhã. Muitas outras espécies de Hymenoptera também foram encontradas visitando as flores apenas nas primeiras horas do dia. Essas observações divergem daquelas feitas por Sazan, Bezerra e Freitas (2014), em estudo desenvolvido no Pantanal, onde foram verificadas mais visitas por abelhas nas inflorescências de *Byrsonima cydoniifolia* no final da tarde, principalmente entre 17h e 18h.

As divergências verificadas quanto aos horários de visita podem ser, ainda, decorrentes das diferenças entre os ambientes de estudo, os quais possuem características peculiares. Assim, o horário de visita dos diferentes grupos de insetos pode diferenciar conforme o local onde ocorrem e, também, entre gama de

espécies visitantes florais características de cada região. Desse modo, ainda que Mendes, Rêgo e Albuquerque (2011) tenham trabalhado com visitantes florais associados a espécies de *Byrsonima*, o estudo foi conduzido em Cerrado no Nordeste brasileiro, onde observaram maior atividade dos visitantes florais no período da manhã, principalmente entre 7 e 10 horas.

Um aspecto que deve ser considerado refere-se à presença de formigas, as quais, em função do seu horário de forrageamento, podem afetar o número de visitantes florais. A análise conjunta dos dados referentes ao número de exemplares coletados em botões florais não mostrou interação significativa entre o horário de coleta e a presença/ausência de formigas ($F_{1,27}=2,667$, $P=0,114$). Contudo, para o número de exemplares coletados em flores já abertas, houve interação significativa entre o período de coleta e a presença/ausência de formigas ($F_{1,27}=8,889$, $P=0,006$). Tanto no período matutino quanto vespertino, o número de visitantes foi maior quando houve o impedimento de acesso das formigas, e maior número de insetos saíram para forragear pela manhã. Tais resultados podem estar associados ao hábito das formigas em iniciarem as atividades um pouco mais tarde.

4.5 Levantamento dos insetos frugívoros

Imaturos de Lepidoptera (n=36), Blattodea (n=7), Diptera (n=3) e Coleoptera (n=2), e adultos de Hymenoptera (n=21), Thysanoptera (n=11) e Hemiptera (n=8), foram encontrados associados aos quatro estágios de desenvolvimento das oitenta infrutescências de *B. verbascifolia* (Tabela 2). Algumas larvas foram encontradas dentro dos frutos, observadas inicialmente através das perfurações que realizavam em frutos ainda verdes. Os himenópteros parasitoides, as ninfas de baratas e os hemípteros foram detectados dispersos nas gaiolas que envolviam as infrutescências.

Tabela 2 Insetos relacionados aos frutos nos estágios ES1= primeiro estágio; ES2= segundo estágio; ES3= terceiro estágio; ES4= quarto estágio de desenvolvimento dos frutos de *Byrsonima verbascifolia* (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

Estágio de desenvolvimento do fruto*	Táxon identificado	Fase de desenvolvimento do inseto	Número de exemplares
ES1	Blattodea: sp1	Ninfa	2
	Coleoptera: sp1	Larva	1
	Lepidoptera: sp1	Larva	19
	Hemiptera: Membracidae	Adulto	1
	Hymenoptera: Braconidae	Adulto	3
	Hymenoptera: Eulophidae	Adulto	1
	Hymenoptera: Formicidae	Adulto	5
	Hymenoptera: Pteromalidae	Adulto	1
	Thysanoptera: Phlaeothripidae: <i>Haplothrips gowdeyi</i>	Adulto	2
	Total		35
ES2	Blattodea: sp1	Ninfa	5
	Hemiptera: Membracidae	Adulto	3
	Hemiptera: Pentatomidae	Adulto	1
	Hymenoptera: Braconidae	Adulto	1
	Hymenoptera: Formicidae	Adulto	1
	Hymenoptera: Platygasteridae	Adulto	1
	Lepidoptera: sp1	Larva	13
	Lepidoptera: sp2	Pupa	1
	Thysanoptera: Phlaeothripidae: <i>Haplothrips gowdeyi</i>	Adulto	8
Total		34	
ES3	Coleoptera: sp2	Larva	1
	Diptera: sp1	Larva	1
	Hemiptera: Membracidae	Adulto	1
	Hemiptera: Pentatomidae	Adulto	2
	Hymenoptera: Eucharitidae	Adulto	4
	Hymenoptera: Formicidae	Adulto	2
	Hymenoptera: Platygasteridae	Adulto	1
	Hymenoptera: Pteromalidae	Adulto	1
	Lepidoptera: sp1	Larva	2
	Thysanoptera: Phlaeothripidae: <i>Haplothrips gowdeyi</i>	Adulto	1
Total		16	
ES4	Diptera	Larva	2
	Lepidoptera	Larva	1
	Total		3
Total Geral			88

*Os estágios de desenvolvimento ES1, ES2, ES3 e ES4 correspondem, respectivamente, aos períodos de 1 a 20, 21 a 40, 41 a 60 e 61 a 80 dias após o início do desenvolvimento dos frutos

Torezan-Silingardi (2007), trabalhando com frutos de *B. intermedia*, também encontraram larvas de lepidópteros, coleópteros e ninfas de hemípteros consumindo frutos, além de adultos de himenópteros parasitoides. Representantes de Diptera, Coleoptera, Hemiptera e Lepidoptera também foram encontrados por outros pesquisadores, desenvolvendo-se em frutos de Loranthaceae e Myrtaceae. Larvas de Diptera, Coleoptera e Lepidoptera foram observadas alimentando-se da polpa, enquanto espécimes de outros grupos, como Hemiptera e Hymenoptera, foram encontrados predando sementes (CAIRES et al., 2009; RODRIGUES et al., 2006). Em pesquisas com insetos frugívoros associados a uma espécie de Myrtaceae, Souza - Silva e Ferreira (2011) encontraram maior abundância de larvas de Diptera. Pereira, Félix e Uchôa-Fernandes (2005) também observaram infestação de frutos de Myrtaceae por larvas de moscas-das-frutas (Tephritidae) e lonqueídeos (Lonchaeidae), além de coleópteros e parasitoides (Braconidae). As diferenças entre os táxons de frugívoros representados nos levantamentos efetuados podem ser atribuídas, especialmente, às distintas espécies vegetais, características das regiões estudadas e a consequente alteração da entomofauna local.

Embora tenham sido observadas diferenças entre as médias de abundância dos insetos frugívoros em relação ao estágio de frutificação (Figura 12), essas diferenças não foram significativas entre os três primeiros estágios, os quais somente diferiram significativamente do quarto (ES4) (Tabela 3).

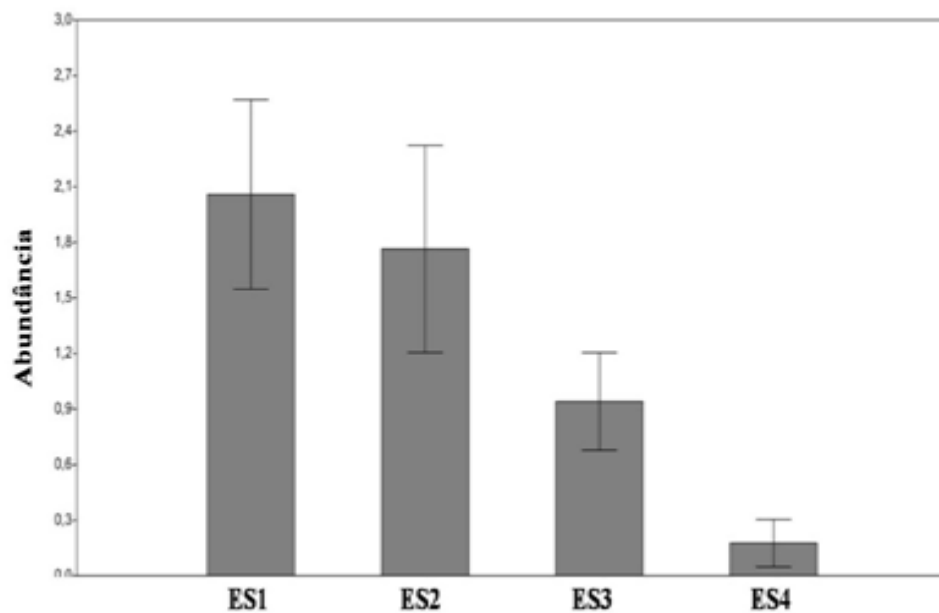


Figura 12 Abundância de insetos frugívoros constatados nos estágios ES1= 1 a 20 dias; ES2= 21 a 40 dias; ES3= 41 a 60 dias; ES4= 61 a 80 dias de desenvolvimento dos frutos de *Byrsonima verbascifolia* (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

Tabela 3 Teste t para médias de abundâncias de insetos frugívoros nos estágios ES1= primeiro estágio; ES2= segundo estágio; ES3= terceiro estágio; ES4= quarto estágio de desenvolvimento dos frutos de *Byrsonima verbascifolia* (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG. (em vermelho: combinações dos estágios que apresentaram diferenças significativas)

Interação	Média 1	Média 2	T	Desvio	P	N1	N2	Std.Dev Grupo1	Std.Dev Grupo2	F-ratio Variâncias	p Variâncias
ES1 vs. ES2	1,76	2,06	-0,39	32,00	0,700	17	17	2,31	2,11	1,20	0,72
ES1 vs. ES3	0,94	2,06	-1,94	32,00	0,061	17	17	1,09	2,11	3,75	0,01
ES1 vs. ES4	2,06	0,18	3,57	32,00	0,001	17	17	2,11	0,53	15,87	0,00
ES2 vs. ES3	1,76	0,94	1,33	32,00	0,192	17	17	2,31	1,09	4,49	0,00
ES2 vs. ES4	1,76	0,18	2,77	32,00	0,009	17	17	2,31	0,53	19,03	0,00
ES3 vs. ES2	0,94	1,76	-1,33	32,00	0,192	17	17	1,09	2,31	4,49	0,00
ES3 vs. ES4	0,94	0,18	2,61	32,00	0,014	17	17	1,09	0,53	4,24	0,01

O estágio de desenvolvimento dos frutos que proporcionou o maior número de insetos foi o primeiro (ES1), quando os frutos ainda estavam verdes (n=35). Nesse estágio, observou-se alta abundância de larvas de Lepidoptera (n=19) e de ninfas de hemimetábolos, essas últimas também constatadas no estágio 2 (ES2) (Figura 13). Esses resultados são coincidentes com aqueles de Torezan-Silingardi (2007) que também observou maior predação de frutos de *B. verbascifolia* no início do desenvolvimento. Os frutos jovens (pertencentes ao estágio ES1 deste estudo) geralmente recebem um afluxo de água e metabólitos maior que os tecidos maduros (VARANDA et al., 2005). Essa característica fisiológica lhes confere uma baixa resistência estrutural a danos físicos que, em meio a altas taxas de nutrientes, os torna atraentes aos insetos fitófagos. Isso se deve ao fato dos insetos otimizarem o metabolismo do nitrogênio em meios com teores de água mais elevados (ao redor de 90%) (ARAÚJO, 2002).

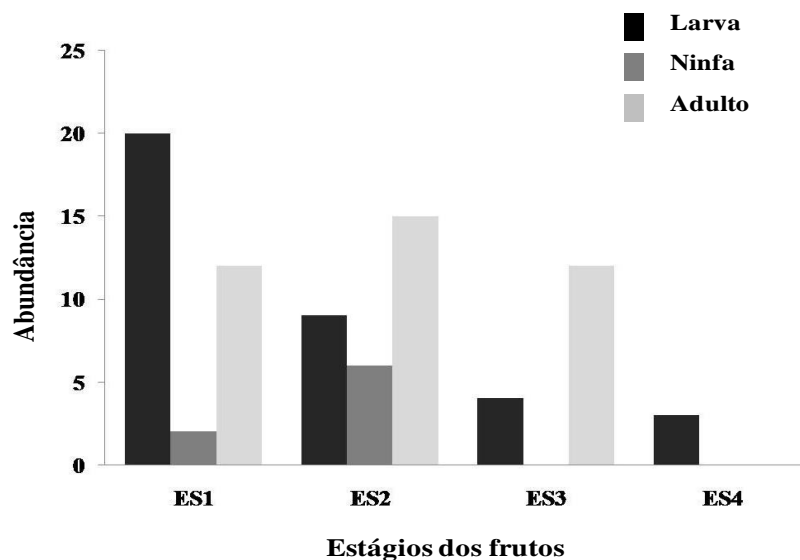


Figura 13 Abundância de larvas, ninfas e adultos de insetos frugívoros constatados nos estágios ES1= 1 a 20 dias; ES2= 21 a 40 dias; ES3= 41 a 60 dias; ES4= 61 a 80 dias de desenvolvimento dos frutos de *Byrsonima verbascifolia* (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

No estágio ES2, Lepidoptera também foi o táxon com maior abundância (n=14). No estágio ES3 foram contabilizados 16 exemplares, com a maior abundância registrada para Hymenoptera (n=8). O último estágio (ES4) foi o que apresentou menor abundância de insetos (n=3), os quais foram representados por espécimes de Diptera e Lepidoptera (Tabela 2). Observou-se que quando os frutos atingiram o início do ES3, aos 40 dias do início do desenvolvimento, o número de frugívoros diminuiu, no entanto, ainda foram constatados representantes de cinco ordens (Figura 14).

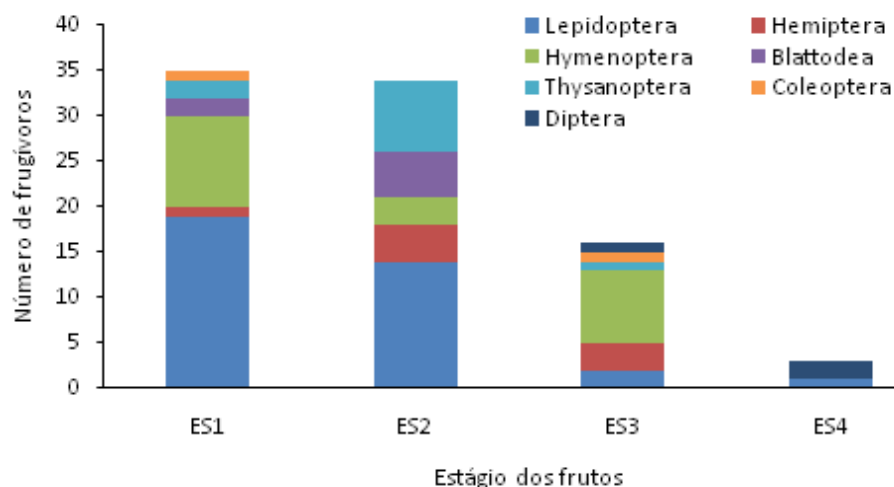


Figura 14 Número de larvas, ninfas e adultos de insetos frugívoros, conforme a Ordem, constatados nos estágios ES1= 1 a 20 dias; ES2= 21 a 40 dias; ES3= 41 a 60 dias; ES4= 61 a 80 dias de desenvolvimento dos frutos de *Byrsonima verbascifolia*, (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

O índice de similaridade evidenciou maior semelhança entre os estágios ES1 e ES2; o ES4 foi o mais diferente de todos (Figura 15). Esse dendrograma pode ser explicado pela redução gradativa da atratividade dos frutos aos insetos fitófagos à medida que se desenvolvem, conforme discutido anteriormente. Assim, no final do amadurecimento, já não são tão atrativos a esses consumidores quando comparado aos estágios iniciais (TOREZAN-SILINGARDI, 2007).

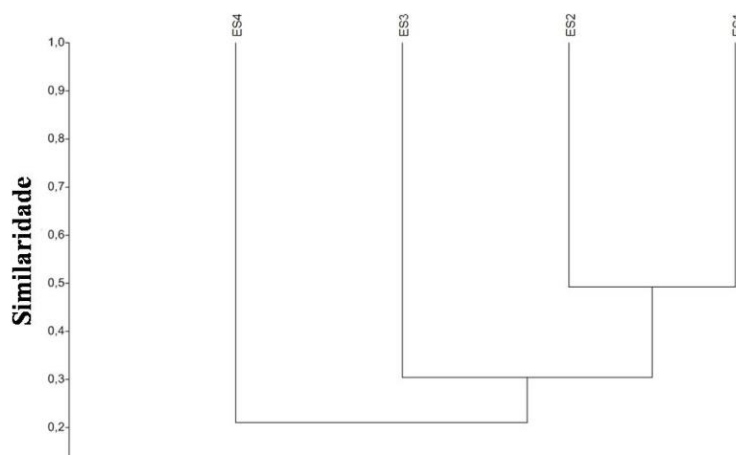


Figura 15 Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard entre os estágios ES1= 1 a 20 dias; ES2= 21 a 40 dias; ES3= 41 a 60 dias; ES4= 61 a 80 dias de desenvolvimento dos frutos de *Byrsonima verbascifolia* (n=80), amostrados semanalmente ao longo de oitenta dias. Reserva Biológica UNILAVRAS/BOQUEIRÃO (REBUB), Lavras, MG

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram que os estudos de interações entre *B. verbascifolia* e insetos visitantes florais e frugívoros contribuem para a compreensão da estrutura dos ecossistemas e da dinâmica dos processos ecológicos que ocorrem em ambientes naturais. Além disso, como discutido por Del-Claro (2004), Del-Claro et al. (2013), Ferreira e Torezan-Silingardi (2013) e Vilela, Torezan-Silingardi e Del-Claro (2014), o estudo das interações permite conhecer, não apenas os benefícios que as espécies envolvidas compartilham, mas, também, as relações antagônicas e as consequências sobre a dinâmica das espécies envolvidas.

5 CONCLUSÕES

A espécie *B. verbascifolia* produz folhas ao longo de todo ano, com maior densidade nos meses de março/abril e junho.

A floração se inicia em outubro e a maior produção de inflorescências ocorre em março, tendo duração de oito meses. Não há florescimento na estação seca do ano.

O período de frutificação se estende por dez meses, durante o qual podem ser encontrados frutos em pelo menos algumas plantas.

Os insetos visitantes florais associados aos botões florais e inflorescências de *B. verbascifolia* estão incluídos nas ordens Hymenoptera, Hemiptera, Diptera, Coleoptera, Thysanoptera e Lepidoptera.

A maior abundância e diversidade de visitantes florais estão incluídos em Hymenoptera, que estão representados, especialmente, por abelhas da família Apidae.

O número de visitas por insetos nos botões florais e inflorescências foi menor na presença de formigas. Estas, quando presentes, afastaram os potenciais polinizadores da espécie vegetal estudada.

Os visitantes relacionados aos botões florais tiveram maior ocorrência no período vespertino; na fase de flores abertas eles foram encontrados em maior abundância no período matutino.

Os insetos frugívoros associados à *B. verbascifolia* abrangeram tanto larvas, quanto ninfas ou adultos de Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Thysanoptera.

A maior abundância dos insetos associados aos frutos de *B. verbascifolia* ocorreu nos primeiros 40 dias do período de desenvolvimento dos frutos.

Por meio dos resultados deste trabalho constatou-se que a espécie de *Byrsonima* estudada é de grande importância no ambiente Cerrado, por apresentar diferentes estratégias de adaptação às condições ambientais e por atrair grande diversidade insetos que visitam suas flores e frutos à procura de recursos alimentares.

REFERÊNCIAS

ADAIME, R. et al. First report of Lonchaeidae (Diptera) infesting fruits of *Byrsonima crassifolia* in Brazil. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafe de Bogotá, v. 38, p. 363-364, 2012.

ALBERTO, P. S. et al. Methods to overcome of the dormancy in murici seeds (*Byrsonima verbascifolia* Rich). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, p. 1015-1020, 2011.

ALMEIDA-SOARES, S. et al. Ecology, behavior and bionomics pollination of *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae): floral biology and visitors. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, p. 941-948, 2010.

ALVES-SILVA, E. et al. Foraging behavior of *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera: Vespidae) on *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae): Extrafloral nectar consumption and herbivore predation in a tending ant system. **Entomological Science**, Tifton, v. 16, p. 162-169, 2013.

ANDERSON, W. R. The origin of the Malpighiaceae: the evidence from morphology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, New York, v. 64, p. 210-224, 1990.

ARAÚJO, E. L. **Dípteros frugívoros (Tephritidae e Lonchaeidae) na região de Mossoró/ASSU, Estado Do Rio Grande do Norte**. Tese. 2002. 112 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

ARAÚJO, R. R. et al. Caracterização biométrica de frutos e sementes de genótipos de murici (*Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich) do tabuleiro costeiro de Alagoas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, p. 224-228, 2009a.

ARAÚJO, R. R. **Fenologia e morfologia de plantas e biometria de frutos e sementes de muricizeiro (*Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich.) do tabuleiro costeiro de Alagoas, Mossoró-RN.** 2009. 89 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009b.

ASHMAN, T. L.; KING, E. A. Are flower-visiting ants mutualists or antagonists? A study in a gynodioecious wild strawberry. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 92, p. 891-895, 2005.

ASSUNÇÃO, M. A.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; DEL-CLARO, K. Do ant visitors to extrafloral nectaries of plants repel pollinators and cause an indirect cost of mutualism? **Flora**, Jena, v. 209, p. 244-249, 2014.

BACCARO, F. B. **Chave para as principais subfamílias e gêneros de formigas (HYMENOPTERA: FORMICIDAE).** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2006.

BALLANTYNE, G.; WILLMER, P. Nectar theft and floral ant-repellence: between nectar volume and ant-repellent traits? **PlosOne**, San Francisco, v. 7, 2012. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0043869#references>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

BATISTA, J. A.; PACHECO, J. F. M.; SANTOS, L. M. Biologia reprodutiva de três espécies de *Byrsonima* Rich. ExKunth (Malpighiaceae) em um cerrado sensu stricto no campus da Universidade Estadual de Goiás. **Revista de Biologia Neotropical**, Goiânia, v. 2, p. 109–122, 2005.

BEATTIE, A. J. **The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms.** Cambridge: Cambridge University, 1985. 385 p.

BENEZAR, R. M. C.; PESSONI, L. A. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. **Acta amazônica**, Manaus, v. 36, p. 159-168, 2006.

BEZERRA, E. S.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas *Centris* (Centridini) no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, p. 95-108, 2009.

BISOGNIN, M. et al. Biology of South American fruitfly in blueberry, blackberry, strawberry guava, and Surinam cherry crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, p. 406-412, 2013.

BRONSTEIN, J. L.; ALARCÓN, R.; GEBER, M. The evolution of plant-insect mutualisms. **New Phytologist**, Cambridge, v. 172, p. 412-428, 2006.

BUCHANAN, A. L.; UNDERWOOD, N. Attracting pollinators and avoiding herbivores: insects influence plant traits within and across years. **Oecologia**, Berlin, v. 173, p. 473-482, 2013.

BUCHMANN, S. L. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 18, p. 343-369, 1987.

CAIRES, C. S. et al. Frugivoria de larvas de *Neosilba* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae) sobre *Psittacanthus plagiophyllus* Eichler (Santalales, Loranthaceae) no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, p. 272-277, 2009.

CANELA, M. B. F.; SAZIMA, M. Florivory by the crab *Armases angustipes* (Grapsidae) influence shunning bird visits to *Aechmea pectinata* (Bromeliaceae). **Biotropica**, Washington, v. 35, p. 289-294, 2003.

CAPPELLARI, S. C. et al. Floral oil collection by male *Tetrapedia* bees (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Apidologie**, Versailles, v. 43, p. 3-11, 2012.

CHAMBERLAIN, S. A.; BRONSTEIN, J. L.; RUDGERS, J. A. How context dependent are species interactions? **Ecology Letters**, Oxford, v. 17, p. 881-890, 2014.

CIELO FILHO, R. et al. Aspectos florísticos da estação ecológica de Itapeva, SP: uma unidade de conservação no limite meridional do Bioma Cerrado. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 12, p. 1-20, 2012.

COLEY, P. D.; BARONE, J. A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 27, p. 305-335, 1996.

COSTA, C. B. N.; COSTA, J. A. S.; RAMALHO, M. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, p. 103-114, 2006.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, p. 17-24, 1978.

DAVIS; C. C.; ANDERSON, W. R. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 97, p. 2031-2048, 2010.

DAVIS, C. C. et al. Long-term morphological stasis maintained by a plant pollinator mutualism. **PNAS**, Washington, v. 111, p. 5914–5919, 2014.

DEL-CLARO, K. et al. The importance of natural history studies for a better comprehension of animal-plant interaction networks. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 439-448, 2013.

DEL-CLARO, K. Multitrophic relationships, conditional mutualisms, and the study of interaction biodiversity in tropical savannas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, p. 665-672, 2004.

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. **Ecologia das interações plantas-animais**: uma abordagem ecológico-evolutiva. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. 333 p.

DELGADO, M. N. et al. Extrafloral nectary morphology and the role of environmental constraints in shaping its traits in a common Cerrado shrub (*Maprounea brasiliensis* A. St.-Hill: Euphorbiaceae). **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 37, p. 495-504, 2014.

DUNLEY, B. S.; FREITAS, L.; GALETTO, L. Reproduction of *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae) in restinga fragmented habitats in Southeastern Brazil. **Biotropica**, Washington, v. 41, p. 692-699, 2009.

FACHOLI-BENDASSOLLI, M. C. N.; UCHÔA-FERNANDES, M. A. Sexual behavior of *Anastrepha sororcula* Zucchi (Diptera, Tephritidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 50, p. 141-147, 2006.

FÆGRI, K.; PIJL, V. D. **The principles of pollination ecology**. 3rd ed. New York: Pergamon, 1980. 244 p.

FERNANDES, G. W. et al. Ants and their effects on an insect herbivore community associated with the inflorescences of *Byrsonima crassifolia* (Linnaeus) H. B. K. (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 49, p. 264-269, 2005.

FERREIRA, C. A.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Implications of the floral Herbivory on Malpighiaceae plant fitness: visual aspect of the flower affects the attractiveness to pollinators. **Sociobiology**, Chico, v. 60, p. 323-328, 2013.

FIDELIS, A. T.; GODOY, S. A. P. Estrutura de um cerrado *stricto sensu* na Gleba Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 17, p. 531-539, 2003.

FLINTE, V. et al. Insetos fitófagos associados ao murici da praia *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae), na Restinga de Jurubatiba (RJ). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 50, p. 512-523, 2006.

GENTRY, A. **A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa.** Washington: Conservation International, 1993. 895 p.

GIANNINI, T. C. et al. Interactions at large spatial scale: the case of *Centris* bees and floral oil producing plants in South America. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 258, p. 74-81, 2013.

GILBERT, F. S. Diurnal activity patterns in hoverflies (Diptera, Syrphidae). **Ecological Entomology**, London, v. 10, p. 385-292, 1985.

GÓMEZ, J. M.; VERDÚ, M.; PERFECTTI, F. Ecological interactions are evolutionarily conserved across the entire tree of life. **Nature**, London, v. 465, p. 918-921, 2010.

GONZALVEZ, F. G. et al. Flowers attract weaver ants that deter less effective pollinators. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 101, p. 78-85, 2013.

GUERRA SOBRINHO, T. et al. Ant visitation (Hymenoptera: Formicidae) to extrafloral nectaries increases seed set and seed viability in the tropical weed *Triumfetta semitriloba*. **Sociobiology**, Chico, v. 39, p. 353-368, 2002.

GUIMARÃES, J. A. et al. Espécies de Eucoilinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) parasitoides de larvas frugívoras (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) no Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, p. 263-273, 1999.

GUIMARÃES, M. M.; SEBASTIANA, M. Nutritional value and chemical and physical characteristics of dried murici fruits (*Byrsonima verbascifolia*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 817-821, 2008.

HANNA, C. et al. Floral visitation by the Argentine ant reduces bee visitation and plant seed set. **Ecology**, Durham, v. 96, p. 222-230, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, 2004.

JANZEN, D. H. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 2, p. 465-492, 1966.

JEPSON, W. A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. **The Geographical Journal**, Malden, v. 171, p. 99-111, 2005.

JORDANO, P. Coevolution in multispecific interactions among free-living species. **Evolution: Education and Outreach**, Heidelberg, v. 3, p. 40-46, 2010.

JUNKER, R. R.; BLUTHGEN, N. Floral scents repel potentially nectar thieving ants. **Evolutionary Ecology Research**, Tucson, v. 10, p. 295-308, 2008.

JUNKER, R. R.; CHUNG, A. Y. C.; BLUTHGEN, N. Interactions between flowers, ants and pollinators: additional evidence for floral repellence against ants. **Ecological Research**, Tsukuba, v. 22, p. 665-670, 2007.

Kaminski LA, Freitas AVL, Oliveira PS. 2010. Interaction between mutualisms: ant-tended butterflies exploit enemy-free space provided by ant-treehopper associations. *Am. Nat.* 176:322-334.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, p. 147-155, 2005.

LANGE, D.; DATTILO, W.; DEL-CLARO, K. Influence of extrafloral nectary phenology on ant-plant mutualistic networks in a neotropical savanna. **Ecological Entomology**, London, v. 38, p. 463-469, 2013.

LEAL, I. R. Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: UFPE, 2003.

LENZI, M.; ORTH, A. I.; LAROCCA, S. Associação das abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), na Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 32, p. 107-127, 2003.

LEVAN, K. E.; HOLWAY, D. Ant-aphid interactions increase ant floral visitation and reduce plant reproduction via decreased pollinator visitation. **Ecology**, Durham, v. 96, n. 6, p. 1620-1630, 2015.

LOPES, A. S.; COX, F.R. Cerrado vegetation in Brazil: an edaphic gradient. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, p. 828-831, 1977.

MARINONI, L.; BONATTO, S. R. Sazonalidade de três espécies de Syrphidae (Insecta, Diptera) capturados com armadilha Malaise no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 10, p. 95-104, 2002.

MARINONI, L.; MIRANDA, G. F. G.; THOMPSON, F. C. Abundância e riqueza de espécies de Syrphidae (Diptera) em áreas de borda e interior de floresta no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 48, p. 553-559, 2004.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae) em área de cerrado no nordeste do Brasil. **Biota Neotrópica**, Campinas, v. 11, p. 103-115, 2011.

MYERS, N. et al. Biodiversity hot spots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, E. A.; DEL-CLARO, K. Ant visitation to extrafloral nectaries decreases herbivory and increases fruit set in *Chamaecrista debilis* (Fabaceae) in a Neotropical savanna. **Flora**, Jena, v. 205, p. 754-756, 2010.

NOVELLI, I. A. et al. Lagartos de áreas de cerrado na Reserva Biológica Unilavras-Boqueirão, Ingaí, sul de Minas Gerais, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 12, n. 3, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032012000300017>. Acesso em: 23 jan. 2015.

OLIVEIRA FILHO, A. R.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University, 2002. p. 91-120.

OLIVEIRA, P. S. The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). **Functional Ecology**, Oxford, v. 11, p. 323-330, 1997.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, Buenos Aires, v. 120, p. 321-326, 2011.

PEAKALL, R.; HANDEL, S. N.; BEATTIE, A. The evidence for, and importance of ant pollination. In: BEATTIE, A. J. **The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms**. New York: Cambridge University, 1985. p. 421-429.

PELLMYR, O. Pollination by insects. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. (Ed.). **Plant Animal Interactions: an evolutionary approach**. Oxford: Blackwell Science, 2002. p. 157-184.

PEREIRA, A. C. F. et al. Ecological interactions shape the dynamics of seed predation in *Acrocomia aculeate* (Arecaceae). **PlosOne**, São Francisco, v. 9, 2014. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0098026>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

PEREIRA, G. J. M.; VOLPATO, M. M. L. Levantamento das características bióticas e abióticas da área do Boqueirão. **Pro Homine**, Lavras, v. 3, p. 27-34. 2005.

PEREIRA, L.; FÉLIX, C. S.; UCHÔA-FERNANDES, M. A. Insetos frugívoros (Diptera e Coleoptera) e parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) em frutos de goiaba, *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) na região de Dourados-MS. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 7., 2005, Caxambu. **Anais...** Caxambu: USP, 2005.

PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. Diferenças florísticas e estruturais entre fitofisionomias do cerrado em Assis, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622012000100019>. Acesso em: 23 jan. 2015.

POSSOBOM, C. C. F.; GUIMARÃES, E.; MACHADO, S. R. Structure and secretion mechanisms of floral glands in *Diplopterys pubipetala* (Malpighiaceae), a neotropical species. **Flora**, Jena, v. 211, p. 26-39, 2015.

PRICE, P. W. et al. **Insect Ecology**. Cambridge: Cambridge University, 2011.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins New Naturalist, 1996. 244 p.

QUESADA, M.; BOLLMAN, K.; STEPHENSON, A. G. Leaf damage decreases pollen production and hinders pollen performance in *Cucurbita texana*. **Ecology**, Durham, v. 76, p. 437-443, 1995.

RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, 2012. v. 1, 810 p.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, F. Biodiversity patterns of the woody vegetation of the Brazilian Cerrado. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Ed.). **Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography and conservation**. London: Taylor e Francis, 2006. p. 31-66.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma do Cerrado: os biomas do Brasil.** In: _____. **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: Embrapa, 1998. p. 89-116.

RIBEIRO, S. C. et al. Above-and below ground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 262, p. 491–499, 2011.

RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, P. S. **The ecology and evolution of ant-plant interactions.** Chicago: The University of Chicago, 2007. 331 p.

ROCHA, G. F. et al. Distribuição espacial dos dados de alertas de desmatamentos do bioma Cerrado para o período 2003-2007. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 2983-2988.

RODRIGUES, S. R. et al. Moscas frugívoras (Diptera, Tephritoidea) coletadas em Aquidauana, MS. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 50, p. 131-134, 2006.

ROLIM, T. L.; WANDERLEY, F. T. S.; CUNHA, E. V. L. Constituintes químicos e atividade antioxidante de *Byrsonima gardneriana* (Malpighiaceae). **Química Nova**, São Paulo, v. 36, p. 524-527, 2013.

SANO, E. E. et al. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma cerrado: estratégias e resultados.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007.

SAZAN, M. S., BEZERRA, A. D. M.; FREITAS, B. M. Oil collecting bees and *Byrsonima cydoniifolia* A. Juss. (Malpighiaceae) interactions: the prevalence of long-distance cross pollination driving reproductive success. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 86, n. 1, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0001-37652014000100347&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 23 jan. 2015.

SCHOONHOVEN, L. M.; LOON, J. J. A. V.; DICKE, M. Plants as insect food: not the ideal. In: _____. **Insect-plant biology**. 2nd ed. New York: Oxford University, 2005. 115 p.

SCHURCH, S.; PFUNDER, M.; ROY, B. A. Effects of ants on the reproductive success of *Euphorbia cyparissias* and associated pathogenic rust fungi. **Oikos**, Buenos Aires, v. 88, p. 6-12, 2000.

SHOWALTER, T. D. **Insect ecology**: an ecosystem approach. 3rd ed. San Diego: Elsevier, 2011. p. 359-395.

SILVA, L. K. et al. Estudo das interações entre insetos e *Solanum Paniculatum* L. (Solanaceae) em área de sucessão vegetal, campus da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Toledo, Brasil. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 31, p. 59-66, 2009.

SILVA, N. A. P.; FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 55, p. 79–87, 2011.

SILVEIRA, C. E. S. et al. Strategies of plant establishment of two Cerrado species: *Byrsonima basiloba* Juss. (Malpighiaceae) and *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC (Myrtaceae). **Plant Species Biology**, Hoboken, v. 28, p. 130-137, 2011.

SOUZA-SILVA, M. S.; FERREIRA, R. L. Succession of the richness, abundance and species composition of frugivorous insects in *Psidium guajava* (L.). **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 6, p. 103-111, 2011.

SOUZA SOBRINHO, M. et al. Reproductive phenological pattern of *Calotropis procera* (Apocynaceae), an invasive species in Brazil: annual in native areas; continuous in invaded areas of caatinga. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 27, p. 456-459, 2013.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática** 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

TABATINGA FILHO, G. M.; LEAL, I. R. Influência da presença de formigas na ocorrência de visitantes florais em *Calotropis procera*. CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007. **Anais...** Caxambu: USP, 2007. 1 CD ROM.

TAURA, H. M.; LAROCA, S. Biologia da polinização: interações entre as abelhas (Hymenoptera: Apoidea) e as flores de *Vassobia breviflora* (Solanaceae). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 33, p. 143-162, 2004.

THOMPSON, J. N. **The geographic mosaic of coevolution**. Chicago: University of Chicago, 2005. 400 p.

TOREZAN-SILINGARDI, H. M. **A influência dos herbívoros florais, dos polinizadores e das características fenológicas sobre a frutificação das espécies da família Malpighiaceae em um cerrado de Minas Gerais**. 2007. 172 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

TRAGER, M. D. et al. Benefits for plants in ant-plant protective mutualisms: a meta-analysis. **PLOS ONE**, v. 5, n. 12, 2010. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0014308#references>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

UCHÔA-FERNANDES, M. A. et al. Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the Cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 515-524, 2002.

VARANDA, E. M. et al. Relações entre plantas e insetos no Cerrado Pé-de-Gigante: 15. Defesas vegetais contra insetos folívoros. In: PIVELLO, V. R.; VARANDA, E. M. (Ed.). **O cerrado do Pé-de-Gigante: ecologia e conservação: Parque Estadual de Vassununga**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2005. p. 197-208.

VILAS BOAS, C. et al. Two sympatric *Byrsonima* species (Malpighiaceae) differ in phenological and reproductive pattern. **Flora**, Jena, v. 201, p. 360-369, 2013.

VILELA, A. A.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; DEL-CLARO, K. Conditional outcomes in ant–plant–herbivore interactions influenced by sequential flowering. **Flora**, Jena, v. 209, p. 359-366, 2014.

WACKERS, J. R.; RIJN, P. V. Nectar and pollen feeding by insect herbivores and Implications for multitrophic interactions. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 52, p. 301–323, 2007.

WARD, P. S. The phylogeny and evolution of ants. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 45, p. 23-43, 2014.

WILLMER, P. **Pollination and floral ecology**. Princeton: Princeton University, 2011.

ZUCCHI, R. A. et al. Prejuízos das moscas-das-frutas na exportação de citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 2, p. 73-77, 2004.