



SYARA CESARIO BRAVO DE NORONHA

**SELEÇÃO E ATRATIVIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS
PARA VESPAS SOCIAIS EM SISTEMA ECOLÓGICO DE
CULTIVO**

**LAVRAS - MG
2024**

SYARA CESARIO BRAVO DE NORONHA

**SELEÇÃO E ATRATIVIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS PARA VESPAS
SOCIAIS EM SISTEMA ECOLÓGICO DE CULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares do Departamento de Agricultura, Área de Concentração Bioatividade de Plantas Medicinais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Geraldo Andrade Carvalho

Coorientador

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira

**LAVRAS - MG
2024**

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

Noronha, Syara Cesario Bravo de.

Seleção e atratividade de plantas medicinais para vespas sociais
em sistema ecológico de cultivo / Syara Cesario Bravo de Noronha.
- 2024.

91 p.

Orientador(a): Geraldo Andrade Carvalho.

Coorientador(a): Luís Cláudio Paterno Silveira, Luiz Carlos
Dias Rocha.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Controle biológico conservativo. 2. Bioatividade de plantas
medicinais. 3. Ambiente agroecológico. I. Carvalho, Geraldo
Andrade. II. Silveira, Luís Cláudio Paterno. III. Rocha, Luiz Carlos

SYARA CESARIO BRAVO DE NORONHA

**SELEÇÃO E ATRATIVIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS PARA VESPAS
SOCIAIS EM SISTEMA ECOLÓGICO DE CULTIVO**

**SELECTION AND ATTRACTIVENESS OF MEDICINAL PLANTS TO SOCIAL
WASPS IN AN ECOLOGICAL CULTIVATION SYSTEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Plantas Mediciniais, Aromáticas e Condimentares do Departamento de Agricultura, Área de Concentração Bioatividade de Plantas Mediciniais, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 27 de setembro de 2024

Dr. Geraldo Andrade Carvalho	UFLA
Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira	UFLA
Dr. Alexandre Alves de Carvalho	UFLA
Dr. Gabriel de Castro Jacques	IFMG

Orientador: Dr. Geraldo Andrade de Carvalho

Coorientador: Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira

**LAVRAS - MG
2024**

Dedico esta pesquisa aos insetos e aos agricultores, tão invisibilizados, sem os quais a vida não seria possível. Também àqueles que deram suporte aos meus passos até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à natureza, por sua grandeza, inteligência e abundância; aos meus pais, Cristina e Mauri, pela vida e criticidade; às minhas filhas Flora e Arays, pelo incentivo e compreensão de todas as ausências, e ao meu filho Tiê, por sua contribuição imensurável; às minhas tias, Edna e Elza, por todo seu apoio; ao meu companheiro, Versin, por seu desvelo. Agradeço também aos orientadores Geraldo A. Carvalho, Luiz Carlos D. Rocha e Luís Cláudio Paterno Silveira e às professoras e professores Marcos Magalhães, Suzan K. Bertolucci, Alexandre Carvalho, Wilson Magela, Brígida de Souza e Manuel Gavilanes, pelas contribuições, questionamentos, provocações, direcionamentos e ensinamentos.

Gratidão a todos os colaboradores que se voluntariaram a contribuir com a implantação e manejo da área experimental, bem como à coleta, triagem, identificação e manutenção dos insetos. Um agradecimento especial ao gestor ambiental Diogo Magalhães de Freitas e à então licenciada em ciências biológicas Thainara Gonçalves, por toda dedicação e empenho, sem os quais esta pesquisa poderia ter se tornado um fardo intransponível e aos demais também agradeço: Silvia, Richard, Débora, Ana Paula, Prof. Alexandre, Letícia, Cibelle, Andressa, Kemila, Fernando, Diego, Felipe, Enzo, Bruno Bonamichi e professor Fernando.

Agradeço às instituições e seus grupos de estudos e laboratórios envolvidos nesta pesquisa: Núcleo de Estudos em Agroecologia e Entomologia Raiz do Campo, pelo local do experimento, troca de conhecimento e apoio, em especial ao prof. Luizinho, mentor e amigo; ao Laboratório de Solos, pelas análises; Laboratório de Zoologia, pelo espaço para triagem, armazenamento dos insetos e troca de conhecimento, em especial ao prof. Marcos Magalhães, ambos núcleos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul de Minas Gerais Campus Inconfidentes (IFSULDEMINAS).

Da Universidade Federal de Lavras (UFLA) agradeço ao Laboratório de Controle Biológico Conservativo, pelo material de consumo e curso de identificação de microhimenópteros, em especial ao prof. Luís Cláudio Paterno Silveira, e ao Laboratório de Fitoquímica e Controle de Qualidade do Departamento de Agricultura/ESAL (UFLA), pela caracterização química de espécie vegetal atrativa, especialmente à profa Suzan Kelly Vilela Bertolucci, responsável pelo Laboratório, e à analista Annete de Jesus Boari Lima. Agradeço também ao Horto de Plantas Medicinais da UFLA, em especial aos técnicos Giulia Nayara Duarte e Leandro Simão, pelo apoio e troca de experiências.

Por fim, agradeço aos órgãos de fomento Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Núcleo Institucional de Pesquisa e Extensão do IFSULDEMINAS (NIPE), pelo apoio financeiro e bolsas de estudo e de produtividade, realizados direta ou indiretamente para a execução deste trabalho.

“A natureza é nosso bem comum. Temos de voltar a ela e desenvolver processos acessíveis a todos. É dessa forma que fazemos mudanças: pelo conhecimento” (Ailton Krenak)

RESUMO GERAL

Nos sistemas ecológicos de plantio não se realiza aplicação de agrotóxicos, promovendo a manutenção dos organismos benéficos do solo, polinizadores e inimigos naturais, e utilizam plantios consorciados, inclusive com plantas medicinais. Essas plantas desempenham funções biológicas, como atração de polinizadores e defesa contra fitófagos, por serem produtoras de metabólitos secundários, sendo capazes de modular o metabolismo de outras plantas e também de insetos. Estratégias de manejo integrado incluem o uso de plantas atrativas que interferem no comportamento de forrageamento e na conservação de inimigos naturais, como vespas sociais. O cultivo diversificado pode aumentar a biodiversidade, reduzir a incidência de insetos fitófagos e manter condições de equilíbrio ecológico. O presente estudo objetivou desenvolver metodologia para seleção de plantas medicinais potencialmente atrativas para inimigos naturais a serem cultivadas de forma consorciada em sistemas de plantio ecológico, visando ao controle biológico conservativo e avaliar a atratividade de plantas medicinais para vespas sociais em ambiente ecológico. Foram escolhidos critérios de pontuação para as plantas pré-selecionadas, com aspectos favoráveis e características desfavoráveis, sendo inferida a cada espécie pontuação positiva, negativa ou mesmo sua exclusão. A seleção prévia das plantas a serem avaliadas baseou-se na biodiversidade local, nas condições edafoclimáticas, na disponibilidade das espécies vegetais e na presença de metabólitos favoráveis. Foi aplicada a metodologia e realizado plantio das espécies selecionadas nos anos de 2022 e 2023, no Setor de Agroecologia do IFSULDEMINAS, com bioma Mata Atlântica, fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual. O experimento contou com 6 tratamentos, escolhidos entre 20 espécies medicinais, a partir de revisão bibliográfica: *Clinopodium* sp. (Clinopódio); *Lippia alba* (Cidreira-brasileira); *Petroselinum crispum* (Salsinha); *Bidens pilosa* (Picão-preto); *Coriandrum sativum* (Coentro) e *Tagetes erecta* (cravo-amarelo) delineados em blocos casualizados. Os insetos foram coletados semanalmente por nove semanas por meio de rede entomológica e armadilhas *pan trap*, e identificados a partir de literatura específica. Foram obtidas curvas de rarefação, riqueza (bootstrap e de espécies), abundância, similaridade e feitas as análises de variância. Para a riqueza de espécies, as nativas *B. pilosa* e *L. alba* apresentaram as maiores médias, significativamente diferentes de *T. erecta* e *Clinopodium* sp., sendo que as demais espécies de plantas apresentaram médias intermediárias de riqueza. Para a abundância também foram observadas diferenças significativas, sendo o maior valor observado em *B. pilosa*, significativamente diferente de *T. erecta* e *Clinopodium* sp., sendo que as demais espécies vegetais apresentaram valores intermediários de abundância. Portanto, *B. pilosa* e *L. alba* são espécies promissoras para fornecer recursos alternativos aos inimigos naturais quando presentes em consórcios em ambientes de cultivo ecológico. A metodologia desenvolvida pode ser adaptada para outros locais e objetivos, a depender dos interesses de mercado e área de atuação dos agricultores e pesquisadores. Com os ajustes necessários, a metodologia mostrou-se eficiente, pois as plantas mais pontuadas foram também as mais atrativas em campo.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo, ambiente agroecológico, sistemas agroflorestais, bioatividade de plantas medicinais, controle biológico de pragas.

GENERAL ABSTRACT

In ecological planting systems, the application of pesticides is not performed, thereby promoting the maintenance of beneficial soil organisms, pollinators, and natural enemies. These systems utilize intercropping, including medicinal plants. Such plants perform biological functions, such as attracting pollinators and defending them against herbivores, due to their production of secondary metabolites, which can modulate the metabolism of other plants and insects. Integrated management strategies include the use of attractive plants that interfere with foraging behavior and the conservation of natural enemies, such as social wasps. Diverse cultivation can increase biodiversity, reduce the incidence of herbivorous insects, and maintain ecological balance. The present study aimed to develop a methodology for selecting potentially attractive medicinal plants for natural enemies to be cultivated in intercropping systems within ecological planting, focusing on conservative biological control and evaluating the attractiveness of medicinal plants to social wasps in an ecological environment. Scoring criteria were established for the pre-selected plants, considering favorable aspects and unfavorable characteristics, with each species assigned a positive, negative, or neutral score. The preliminary selection of plants for evaluation was based on local biodiversity, edaphoclimatic conditions, availability of plant species, and the presence of favorable metabolites. The methodology was applied, and the selected species were planted in 2022 and 2023 at the Agroecology Sector of IFSULDEMINAS, within the Atlantic Forest biome, characterized by Seasonal Semideciduous Forest physiognomy. The experiment included six treatments chosen from twenty medicinal species based on a literature review: *Clinopodium* sp. (Clinopodium); *Lippia alba* (Brazilian Lemon Balm); *Petroselinum crispum* (Parsley); *Bidens pilosa* (Black Jack); *Coriandrum sativum* (Coriander); and *Tagetes erecta* (Marigold), arranged in randomized blocks. Insects were collected weekly for nine weeks using an entomological net and pan traps and identified based on specific literature. Rarefaction curves, species richness (bootstrap and species), abundance, similarity, and variance analyses were conducted. For species richness, *B. pilosa* and *L. alba* exhibited the highest averages, significantly different from *T. erecta* and *Clinopodium* sp., while the other plant species showed intermediate richness averages. Significant differences were also observed for abundance, with the highest value recorded for *B. pilosa*, significantly different from *T. erecta* and *Clinopodium* sp., while the other plant species presented intermediate abundance values. Therefore, *B. pilosa* and *L. alba* are promising species for providing alternative resources to natural enemies when present in intercropping systems in ecological cultivation environments. The developed methodology can be adapted for other locations and objectives, depending on market interests and the areas of action of farmers and researchers. With the necessary adjustments, the methodology proved to be effective, as the highest-scoring plants were also the most attractive in the field.

Key words: Conservative biological control, agroecological environment, agroforestry systems, bioactivity of medicinal plants, pest biological control.

INDICADORES DE IMPACTO

Este trabalho forneceu informações que podem favorecer benefícios ambientais, sociais e econômicos, a partir não somente dos serviços ecológicos prestados pelos insetos, como também pela possibilidade do uso de plantas medicinais para implantação de cultivos diversificados. O uso da metodologia desenvolvida pode possibilitar mais autonomia ao agricultor, por favorecer uma solução *on farm* adequada à sua realidade, a partir de perguntas que devem ser respondidas pelo usuário. Por isso pode possibilitar diversificação de cultivos agrícolas e acesso dos agricultores ao mercado das plantas medicinais; ganho ambiental, por ser uma técnica que favorece a regeneração de ambientes e a preservação, e tecnológico, por ser uma técnica racional de controle de insetos fitófagos em sistemas de cultivo ecológico. A seleção e utilização das plantas visando ao controle biológico conservativo estão diretamente relacionados à dimensão ética da agroecologia, tanto pela preservação do ambiente e da saúde, quanto por considerar as futuras gerações. Nesta pesquisa foram envolvidos direta ou indiretamente, cinco professores, dois analistas de laboratório, duas Instituições de Ensino Superior, quatro laboratórios, três grupos de estudo, 15 estudantes e dois bolsistas para todas as fases de sua execução. Este trabalho tem o potencial de contribuir com 8 dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU) para 2030: fome zero e agricultura sustentável; saúde e bem-estar; igualdade de gênero; água potável e saneamento; trabalho decente e crescimento econômico; cidades e comunidades sustentáveis; consumo e produção responsáveis; ação contra a mudança global do clima; vida na água, e vida terrestre. Os resultados do presente estudo podem impactar positivamente em 8 áreas temáticas da Política Nacional de Extensão: cultura, direitos humanos e justiça, meio ambiente, saúde, tecnologia, produção e trabalho.

IMPACT INDICATORS

This work provided information that may promote environmental, social, and economic benefits, not only through the ecological services provided by insects but also through the potential use of medicinal plants for implementing diversified crops. The developed methodology can enable farmers to gain more autonomy by providing an on-farm solution tailored to their reality, based on questions that must be answered by the user. Therefore, it may facilitate agricultural crop diversification and farmers' access to the medicinal plant market; environmental gain, as it is a technique that promotes the regeneration and preservation of environments, and technological gain, as it is a rational technique for controlling phytophagous insects in ecological cultivation systems. The selection and use of plants aiming at conservative biological control are directly related to the ethical dimension of agroecology, both for environmental and health preservation, as well as for considering future generations. This research involved, directly or indirectly, five professors, two laboratory analysts, two higher education institutions, four laboratories, three study groups, 15 students, and two scholarship holders throughout its execution. This work has the potential to contribute to 8 of the 17 United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs) for 2030: zero hunger and sustainable agriculture; health and well-being; gender equality; clean water and sanitation; decent work and economic growth; sustainable cities and communities; responsible consumption and production; climate action; life below water; and life on land. The results of this study may positively impact 8 thematic areas of the National Extension Policy: culture, human rights and justice, environment, health, technology, production, and work.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	12
1	INTRODUÇÃO GERAL	13
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS.....	14
	ARTIGO 1	15
	Metodologia de seleção de plantas medicinais para atratividade de inimigos naturais em sistema ecológico de cultivo.....	15
	RESUMO	16
	ABSTRACT.....	17
1	INTRODUÇÃO.....	18
2	MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1	Critérios de pontuação para desenvolvimento de metodologia	20
2.2	Desenvolvimento da tabela.....	21
2.3	Seleção prévia das plantas a serem avaliadas pelos critérios da metodologia.....	21
3	RESULTADOS	22
4	DISCUSSÃO.....	24
5	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29
	APÊNDICE.....	32
	ARTIGO 2	46
	Atratividade de plantas medicinais para vespas sociais (Vespidae: Polistinae) em sistema ecológico de cultivo.....	46
	RESUMO	47
	ABSTRACT.....	48
1	INTRODUÇÃO.....	49
2	MATERIAL E MÉTODOS	52
2.1	Período e local do experimento.....	52
2.2	Escolha das espécies vegetais	54
2.3	Produção, aquisição e plantio de mudas das plantas escolhidas	55
2.4	Preparação do solo.....	55
2.5	Manejo da área experimental	55
2.6	Coletas periódicas de insetos.....	56
2.7	Análise estatística dos dados obtidos.....	57
3	RESULTADOS	58
4	DISCUSSÃO.....	63
	REFERÊNCIAS.....	76
	ANEXO	89
2	CONSIDERAÇÕES FINAIS	91

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

As plantas medicinais favorecem o controle biológico conservativo, pois produzem metabólitos que podem ser atrativos para insetos benéficos, incluindo predadores de insetos fitófagos, principalmente em ambientes ecológicos de cultivo, onde não é realizada aplicação de agrotóxicos e podem ser mantidas consorciadas com a cultura principal como estratégia para manter os insetos benéficos na área de cultivo.

Os principais metabólitos atrativos de plantas medicinais são flavonoides, óleos essenciais e terpenos voláteis, que atraem os insetos principalmente por meio de sua cor e odor, respectivamente. Plantas hospedeiras de fitófagos emitem voláteis que atraem os predadores, os quais também podem buscar as plantas como recurso alimentar alternativo, para nidificação e reprodução, assim como local de forrageamento.

Os diferentes sistemas ecológicos de cultivo têm em comum a não aplicação de substâncias tóxicas sintéticas, mas onde se aplicam tecnologias sustentáveis. Esses sistemas visam à utilização das relações ecológicas em favor da produção, com consequente obtenção dos diferentes serviços ecossistêmicos, com ganho ambiental e socioeconômico.

Estudos com extratos e óleos essenciais de plantas medicinais para controle biológico de fitófagos são abundantes em literatura, mas em poucos trabalhos foi analisado o papel ecológico das plantas medicinais quando utilizadas como plantas companheiras em ambientes agrícolas.

Este trabalho objetivou avaliar a atratividade de plantas medicinais em relação a inimigos naturais de insetos fitófagos de culturas agrícolas. Para isso, foi desenvolvida metodologia de escolha das plantas medicinais mais adequadas ao ambiente e ao propósito do estudo (apresentada no primeiro capítulo); elegidas e cultivadas 6 espécies vegetais em área experimental em blocos casualizados; coletados e triados os insetos; identificadas as vespas sociais visitantes e realizadas análises estatísticas.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

Metodologia de seleção de plantas medicinais para atratividade de inimigos naturais em sistema ecológico de cultivo

Methodology for selecting medicinal plants for attractiveness to natural enemies in an ecological cultivation system

Syara Cesario Bravo de Noronha¹, Luís Cláudio Paterno Silveira², Luiz Carlos Dias Rocha³,
Geraldo Andrade Carvalho⁴

¹ESAL-UFLA, Lavras-MG, Brasil. syaradenoronha@gmail.com

²ESAL-UFLA, Lavras-MG, Brasil. lcpsilveira@ufla.br

³IFSULDEMINAS, Pouso Alegre-MG, Brasil. luiz.rocha@ifsuldeminas.edu.br

ORCID: 0000-0002-4351-2562

⁴ESAL-UFLA, Lavras-MG, Brasil. gacarval@ufla.br

Artigo redigido conforme normas da Revista Brasileira de Agroecologia.

RESUMO

Em sistema ecológico de plantio não são realizadas aplicações de agrotóxicos e por isso é promovida a manutenção de organismos benéficos do solo, além de polinizadores e inimigos naturais. Nesse ambiente são utilizados plantios consorciados para benefícios adicionais ao cultivo principal, inclusive com plantas medicinais, que são produtoras de metabólitos secundários, os quais podem interferir no metabolismo de outras plantas e também de insetos. Este trabalho objetivou desenvolver metodologia para seleção de plantas medicinais potencialmente atrativas para inimigos naturais, a serem cultivadas de forma consorciada em sistemas de plantio ecológico, visando ao controle biológico conservativo. Para isso, foi desenvolvida metodologia de seleção de plantas medicinais, com critérios de pontuação, em que os aspectos favoráveis conferem pontuação positiva, enquanto os desfavoráveis conferem pontuação negativa ou mesmo exclusão da espécie. Foi elaborada também uma tabela, para o preenchimento da pesquisa por parte do usuário da metodologia, soma e consequente seleção das plantas medicinais. A seleção prévia das plantas avaliadas se baseou na biodiversidade local, nas condições edafoclimáticas e na disponibilidade das espécies vegetais. Previamente foram selecionadas 20 espécies de plantas medicinais, das quais foram selecionadas seis, a partir de revisão bibliográfica. Observou-se que essa metodologia se mostrou eficiente, podendo ser válida para outros locais, e desta forma, pode ser disponibilizada e utilizada por agricultores e pesquisadores. Sugere-se considerar também o conhecimento prévio dos agricultores e a verificação de colônias de fitófagos na área de plantio. A metodologia mostrou-se relevante, pois considera todas as principais informações a serem respondidas ao se planejar plantio consorciado e eficiente, pois as plantas mais pontuadas na tabela foram também as mais atrativas em campo.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo, ambiente agroecológico, sistemas agroflorestais, bioatividade de plantas medicinais, controle biológico de pragas.

ABSTRACT

In ecological planting systems, pesticides are not applied, thus promoting the maintenance of beneficial soil organisms, as well as pollinators and natural enemies. In such environments, intercropping is employed to provide additional benefits to the main crop, including the use of medicinal plants, which produce secondary metabolites that can influence the metabolism of other plants and insects. This study aimed to develop a methodology for selecting medicinal plants potentially attractive to natural enemies, to be cultivated in intercropping systems within ecological planting, focusing on conservative biological control. For this purpose, a selection methodology was developed with scoring criteria, where favorable aspects received positive scores, while unfavorable aspects resulted in negative scores or even exclusion of the species. A table was also created to facilitate the user's completion of the methodology, summing the scores and subsequently selecting the medicinal plants. The preliminary selection of plants to be evaluated was based on local biodiversity, edaphoclimatic conditions, and the availability of plant species. Initially, 20 medicinal plant species were selected from which six were chosen based on a literature review. The methodology proved to be efficient and may be applicable in other locations, thus offering a tool for use by farmers and researchers. It is suggested that the prior knowledge of farmers and the presence of phytophagous colonies in the planting area also be considered. The methodology proved to be relevant as it considers all the key information needed when planning intercropping and efficient, as the plants that received the highest scores in the table were also the most attractive in the field.

Keywords: Conservative biological control; agroecological environment; agroforestry systems; bioactivity of medicinal plants; pest biological control.

1 INTRODUÇÃO

Em sistema agrícola ecológico ou sustentável, também relatado como natural, ou mesmo agroecológico, não ocorre a utilização de agrotóxicos (Caporal, 2009). Além disso, procura-se utilizar recursos locais e diversas técnicas (tais como plantios biodiversos, consórcios, cobertura vegetal, plantio direto, manutenção da microbiota no solo, rotação e sucessão de culturas) que favorecem a manutenção de organismos do solo e, conseqüentemente, boa qualidade das plantas e saúde dos animais e das pessoas (Primavesi, 2016).

Ambientes diversos, como florestas e sistemas agroecológicos, permitem a conservação e multiplicação de insetos polinizadores e promovem atração de inimigos naturais (Pinto-Zevallos *et al.*, 2013), os quais contribuem para a regulação natural de populações de insetos fitófagos (Blassioli-Moraes *et al.*, 2022), evitando, conseqüentemente, o uso de agrotóxicos, o que torna o ambiente ainda mais favorável ao desenvolvimento da biodiversidade.

As espécies de herbívoros, também denominados fitófagos (Koffler, 2011), termo adotado neste trabalho, apresentam respostas variadas relativas à atração e escolha de plantas hospedeiras, já que possuem hábitos e preferências alimentares diversificados, assim como as diferentes espécies de plantas medicinais produzem e secretam metabólitos secundários, que também interferem nessa escolha. Tanto a presença de uma ou mais espécies de fitófagos quanto a de alguns metabólitos secretados pelas plantas, influenciam na presença dos predadores a partir de pistas químicas (Kaplan *et al.*, 2016).

Ao longo dos milhares de anos de interdependência, ocorreu o fenômeno denominado coevolução, que explica a intrínseca relação entre algumas espécies de ambos os táxons, na qual os compostos de defesa têm papel fundamental para a seleção de comportamentos (Beran; Petschenka, 2022), ocasionando modulações metabólicas que selecionam os participantes dessa relação (Noman *et al.*, 2021). Essas interações são mediadas por custos e benefícios, como por exemplo, investimento energético de plantas em nectários extraflorais e ganhos em proteção contra herbivoria realizada por formigas (Del-Claro *et al.*, 2016).

Os metabólitos secundários de plantas medicinais podem atuar como aleloquímicos, já que promovem respostas em indivíduos de outras espécies, podendo ter efeito de repelência ou atração de espécies de artrópodes (Pinto-Zevallos *et al.*, 2013). Dentre as espécies vegetais produtoras de metabólitos secundários, destacam-se as plantas medicinais, condimentares e aromáticas, que podem ser racionalmente utilizadas visando à atração de inimigos naturais de insetos fitófagos em ambientes agroecológicos (Pinto-Zevallos *et al.*, 2013), bem como a

repelência de grupos de insetos prejudiciais às plantas (Blassioli-Moraes *et al.*, 2022).

Pesquisas a respeito de bioatividade de plantas medicinais em ambientes agroecológicos, visando ao controle biológico conservativo são escassas, e geralmente não consideram incluir diversidade de espécies, sobretudo não visam diversificar a produção do agricultor, nem favorecer o controle de fitófagos a partir de práticas *on farm*.

A relevância desta pesquisa se dá a partir da identificação de plantas úteis para futuros consórcios com plantas medicinais em ambientes de cultivo ecológico, sistema que pode favorecer o controle de fitófagos, insetos potencialmente pragas em culturas, a partir de inimigos naturais atraídos pelos metabólitos das plantas medicinais, condimentares e aromáticas. Desta forma, pode ocasionar benefícios ambientais, sociais e econômicos, a partir não somente dos serviços ecológicos prestados pelos insetos, como também da possibilidade da implantação de cultivos diversificados.

O uso desta metodologia pode possibilitar mais autonomia ao agricultor, por favorecer uma solução *on farm*. A utilização das plantas a partir desses critérios visando ao controle biológico conservativo está afinado à dimensão ética da agroecologia, tanto pela preservação do meio ambiente e da saúde quanto por considerar as futuras gerações (Caporal, 2009).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver metodologia para escolha das plantas medicinais potencialmente atrativas para predadores de insetos fitófagos, a serem cultivadas de forma consorciada em ambientes de cultivo ecológico. Para isso, foram desenvolvidos critérios de pontuação e uma tabela para o preenchimento de informações e consequente seleção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Critérios de pontuação para desenvolvimento de metodologia

Para o desenvolvimento desta metodologia levou-se em consideração as plantas medicinais a serem cultivadas na área visando atração de inimigos naturais de insetos fitófagos, os grupos de insetos pretendidos, um possível agricultor e um futuro mercado consumidor, de forma a favorecer a posterior elaboração de consórcios bem-sucedidos. As análises foram realizadas a partir de literatura e experiência do agricultor/pesquisador. Cada característica analisada conferiu pontuação, seja positiva ou negativa.

Para pontuação positiva, foram estabelecidos critérios favoráveis à seleção das plantas em função de suas necessidades agronômicas, potencial de atratividade de insetos predadores e a possibilidade de diversificação pelo agricultor. Foram também consideradas características desfavoráveis como critério de pontuação negativa ou mesmo exclusão de espécies de plantas medicinais.

Os critérios favoráveis, com características desejadas das plantas medicinais para a finalidade do consórcio, os quais pontuaram positivamente foram: nativa; aromática; potencial atrativo para insetos; adubação verde; planta companheira; flor de corte; ornamental; de uso medicinal; uso cosmético; melífera; presente na Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2019); presente no Memento Fitoterápico (Brasil, 2016); presente no Formulário Fitoterápico (Brasil, 2021); presente na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS), estabelecida pelo Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (Brasil, 2009).

Os critérios excludentes de avaliação de características indesejadas foram: não floresce na época pretendida para coleta de dados ou colheita (no caso deste estudo foi o verão); muito agressiva e/ou persistente no campo; possui alta toxicidade medicinal; necessidades agronômicas muito específicas e apresenta alelopatia. Além desses, outros critérios negativos foram avaliados, mas só retiraram pontuação das espécies medicinais: alta repelência a artrópodes e toxicidade no manejo.

2.2 Desenvolvimento da tabela

Pelo fato de a metodologia conter muitos tópicos a serem levados em consideração, foi desenvolvida uma tabela subdividida em: aspectos botânicos (centro de origem, ciclo, agressividade e florescimento); produção vegetal (necessidade quanto a água, clima, solo, luminosidade, exigência nutricional, pH, matéria orgânica, espaçamento, época de plantio, multiplicação e colheita); metabolismo secundário (principais metabólitos, metabólitos induzidos, toxicidade e aromática); semioquímico (atração comprovada a visitantes florais, herbivoria, repelência a artrópodes, bioindicadora, alelopatia, adubação verde e plantas companheiras); interesse comercial (flor de corte, ornamental e farmacógeno, de acordo com o órgão); serviços ecossistêmicos (melífera, atrativa para polinizadores e para inimigos naturais); presença na farmacopeia brasileira (Monografias da Farmacopeia, Memento fitoterápico, Formulário fitoterápico e RENISUS), e pontuação geral.

As informações de aspectos botânicos e produção vegetal são relevantes para o agricultor/pesquisador decidir se a planta é adequada para o plantio na área escolhida, com os recursos disponíveis. Em relação aos demais tópicos, exceto os excludentes, as plantas receberam pontuações. Normalmente, um ponto para cada tópico, sendo que as nativas receberam 2 pontos para esse item e em relação ao interesse comercial, um ponto para cada farmacógeno.

2.3 Seleção prévia das plantas a serem avaliadas pelos critérios da metodologia

A seleção prévia das plantas a serem avaliadas pelos critérios da metodologia se baseia inicialmente na biodiversidade local, nas espécies adaptadas às condições edafoclimáticas da região do plantio, na disponibilidade das espécies vegetais almejadas e na produção de metabólitos de interesse.

Para este trabalho foram escolhidas inicialmente plantas que possuíam flor amarela, mais atrativas para os insetos (Campos *et al.*, 2000) e com fácil disponibilidade na região.

3 RESULTADOS

Previamente foram eleitas 20 espécies de plantas medicinais a serem analisadas: Macela-do-campo - *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. (Asteraceae), Picão-preto - *Bidens pilosa* L. (Asteraceae), Feijão-guandu - *Cajanus cajan* (L.) Huth., Calêndula - *Calendula officinalis* L. (Asteraceae), Margarida - *Chrysanthemum leucanthemum* (Vail.) Lam. (Asteraceae), Crisântemo - *Chrysanthemum morifolium* Ramat (Asteraceae), Clinopódio - *Clinopodium* sp. (Lamiaceae), Coentro - *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae), Cosmos - *Cosmos sulphureus* Cav. (Asteraceae), Crotalária - *Crotalaria* sp. (Fabaceae), Funcho - *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae), Erva-de-macaé - *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae), Cidreira-brasileira - *Lippia Alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson (Verbenaceae), Camomila - *Matricaria chamomilla* L. (Asteraceae), Botão-de-ouro - *Melanopodium divaricatum* (Rich.) DC. (Asteraceae), Salsinha - *Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W. Hill (Apiaceae), Arnica-brasileira - *Solidago chilensis* Meyen (Asteraceae), cravo-amarelo - *Tagetes erecta* L. (Asteraceae), Chinchilho - *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) e Capuchinha - *Tropaeolum majus* L. (Tropaeolaceae).

Realizado levantamento bibliográfico e conferida pontuação para cada espécie, algumas plantas foram excluídas após análise: não floresce no verão (Funcho, Erva-de-macaé e Camomila); muito agressiva e persistente no campo (Arnica-brasileira); possui alta toxicidade medicinal (Crotalária); necessidades agrônômicas muito específicas (Macela-do-campo), e apresentam alelopatia (Funcho e Chinchilho).

Outras obtiveram pontos negativos, a partir de características indesejadas para a finalidade escolhida: alta repelência a artrópodes (Erva-de-macaé e Chinchilho) e toxicidade no manejo (Coentro), características que não são excludentes, permitindo às espécies com muitas características favoráveis manterem-se bem colocadas, mesmo após pontuação negativa, como no caso deste trabalho foi o Coentro.

Dessa forma, as seis plantas selecionadas para o experimento foram: *B. pilosa*, *C. sativum*, *P. crispum*, *T. erecta* e *T. majus*, de acordo com a tabela de classificação (Tabela 1).

Tabela 1. Pontuação e classificação das espécies de plantas medicinais selecionadas. Inconfidentes, Minas Gerais, Brasil, 2022.

Espécie	Nome Comum	Pontuação
1. <i>Tropaeolum majus</i> L. (Tropaeolaceae):	Capuchinha	11
2. <i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson (Verbenaceae)	Cidreira-brasileira	11
3. <i>Bidens pilosa</i> L. (Asteraceae)	Picão-preto	8
4. <i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nyman ex A.W. Hill (Apiaceae)	Salsinha	7
5. <i>Coriandrum sativum</i> L. (Apiaceae)	Coentro	6
6. <i>Tagetes erecta</i> L. (Asteraceae)	Cravo-amarelo	4

4 DISCUSSÃO

A metodologia desenvolvida no presente trabalho não é definitiva, mas permite indicar quais aspectos devem ser avaliados em plantas medicinais que serão utilizadas em consórcios, visando somar o máximo de benefícios, além da atratividade de inimigos naturais.

Ambientes agroecossistêmicos são considerados sistemas por agruparem diferentes dimensões, como a biológica, a mecânica e a sociocultural, e por serem o resultado da interação entre esses componentes é necessário, portanto, um olhar integral sobre tais ambientes, cujo desenho e manejo dependerão do objetivo da implantação (Sarandón; Flores, 2014).

Para a regulação dos insetos fitófagos em ambientes ecológicos, é necessário diversidade vegetal para o estabelecimento e multiplicação de inimigos naturais (Blassioli-Moraes *et al.*, 2022) e deve-se considerar as inúmeras variáveis nas interações planta-fitófago-inimigo natural para o manejo desses organismos (Kaplan *et al.*, 2016).

A escolha inicial das plantas pode ser incentivada pelo bioma, pelas condições edafoclimáticas, pelos tipos de metabólitos pretendidos e pelas plantas espontâneas presentes no local do futuro plantio, de onde podem ser coletadas sementes. Para atratividade, deve-se preferir plantas iniciais com algum dos compostos químicos atrativos para inimigos naturais, tais como terpenos e Compostos Orgânicos Voláteis - COV, que são aromáticos e flavonoides, que conferem a cor das flores, inclusive a amarela, considerada a mais atrativa para os insetos (Campos *et al.*, 2000). Os COVs podem conter substâncias tóxicas, dissuasivas, repelentes ou atrativas (Boncan *et al.*, 2020).

Foi observado por Togni *et al.* (2010) que plantas de tomate, *Solanum lycopersicum* L. Mill. (Solanaceae), consorciadas com coentro, *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae), são menos atacadas por *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), um dos principais insetos fitófagos do tomateiro, resultado dos voláteis do coentro, semioquímico que pode ter o efeito de mascarar o odor do tomateiro e por isso interferir na escolha das plantas hospedeiras pelo fitófago.

A diversidade de plantas consideradas invasoras equilibra os organismos do solo, minimizando o parasitismo por parte de artrópodes fitófagos. Essa diversidade da flora nativa é maior em terras com manejo ecológico, sendo que em campos de agricultura convencional há diminuição dessa diversidade, propiciando aumento de espécies de micróbios e outros animais que mobilizam os nutrientes, com perda de produtividade (Primavesi, 2016).

Pesquisas demonstraram eficiência de plantas utilizadas em consórcios com uso duplo (Amoabeng; Johnson; Gurr, 2019), assim como cultivos biocidas (Marotti *et al.*, 2010) e

principalmente a importância da presença de flores para a estabilidade do ambiente cultivado, como demonstrado em pesquisa realizada por Haro, Silveira e Wilby (2018) em consórcio de alface, *Lactuca sativa* L. var. *solaris* (Asteraceae) com cravo-amarelo, *Tagetes erecta* L. (Asteraceae), que quando florido aumentou significativamente a complexidade da teia trófica e a presença de predadores e parasitoides.

Plantas de uso duplo servem a duas funções: podem atrair inimigos naturais a partir de sua flor e ser matéria-prima para produção de inseticidas naturais, como *T. erecta* e capuchinha, *Tropaeolum majus* L. (Tropaeolaceae), dentre outras (Amoabeng; Johnson; Gurr, 2019). Foi verificado que *T. majus* se mostrou eficiente ao favorecer néctar e pólen para parasitoides, mas não para seus hospedeiros (Baggen; Gurr; Meats, 1999).

As plantas medicinais, condimentares e aromáticas, por meio de seus metabólitos secundários, podem influenciar a resposta dos insetos (Pinto-Zevallos *et al.*, 2013) ou a partir dos voláteis vegetais induzidos por fitófagos, e por isto são utilizadas como ‘plantas inteligentes’ quando cultivadas como companheiras (Blassioli-Moraes *et al.*, 2022).

Consórcios podem alterar a produção de metabólitos primário e secundário das plantas, de acordo com as espécies consorciadas e condições como densidade e espaçamento. Plantas de Chinchilho, *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) consorciadas com milho apresentaram maior qualidade de seu óleo essencial na proporção 25:75 de milho:tagetes (Walia; Kumar, 2021).

Ao utilizar plantas em consórcios em agroecossistemas é importante considerar que podem ser produzidos semioquímicos que promovem a alelopatia negativa, com prejuízo para o desenvolvimento de outras plantas (Taban *et al.*, 2022). A exemplo de *T. minuta*, cujo óleo essencial é utilizado em rebanhos bovinos em pastagens do Quênia, devido à sua forte ação repelente contra carrapatos (Wanzala *et al.*, 2018); contudo, foi identificada sua ação fitotóxica ao inibir a germinação de Caruru, *Amaranthus deflexus* L. (Amaranthaceae) (Taban *et al.*, 2022). Shinwari, Shinwari e Fujii (2013) também identificaram alelopatia por parte de *T. minuta* em relação ao desenvolvimento de *L. sativa*, o que demonstra que uma espécie aparentemente ideal para um determinado fim pode não responder positivamente a todos os fatores desejáveis em um consórcio, necessitando de estudos que correlacionam os organismos envolvidos.

Para implementar os consórcios e buscar o melhor arranjo é indicado testá-los previamente. São importantes porque cultivos consorciados são menos acometidos por plantas invasoras, insetos fitófagos e patógenos (Primavesi, 2016). Consórcios são cultivos que utilizam plantas de diferentes estratos, a sucessão natural, a ciclagem de nutrientes e as relações ecológicas (Steenbock; Vezzani, 2013) sendo necessário se considerar também a densidade e o arranjo

(Sullivan, 2003), tornando possível avaliar a relevância e a eficiência do consórcio a partir de índices, tais como o “Índice de eficiência da Terra - IET” e a “Razão de Área Equivalente - RAE”, dentre outros (Pinto; Pinto, 2012).

Considerando-se a hipótese do inimigo natural (Root, 1973), que menciona sobre maior diversidade de inimigos naturais em ambientes de policultivo, nem sempre isso ocorre (Andow, 1991), sendo necessárias pesquisas específicas relativas aos consórcios desejados. É importante lembrar também sobre a interdependência de alguns organismos a partir da coevolução, o que justifica também a especialização em termos de seleção de preferência alimentar e morfologia de estruturas (Brunton-Martin; O’hanlon; Gaskett, 2022).

Tendo como base esses aspectos a serem observados, esta metodologia pode ser utilizada como ferramenta para identificar plantas adequadas para consórcios, levando em consideração diferentes condições. Por isso, pode ser adaptada para outros locais (para isso devem ser consideradas as condições edafoclimáticas) e úteis de diversas maneiras, a depender dos objetivos do agricultor (em qual mercado tem-se pretensão de atuar, qual serviço ecossistêmico se busca), pois de acordo com as respostas às plantas, pode-se planejar melhor o cultivo das espécies companheiras.

Após a execução do trabalho foram acrescentadas, na tabela de pontuação e análise, colunas referentes aos seguintes tópicos: planta alimentícia, fitorremediadora, disponibilidade da planta/facilidade de acesso à espécie, o que o agricultor/pesquisador conhece sobre essa planta a partir do conhecimento popular e/ou a partir de observação, relatar se a área do plantio possui algum tipo de colonização pré-existente de fitófagos e polífagos com fim de adequar melhor as espécies vegetais inicialmente sugeridas para a seleção; considerar uma coluna para metabólitos atrativos e outra para metabólitos repelentes. É importante considerar ser ideal cultivar plantas menos suscetíveis ao ataque dos fitófagos pré-existentes na área.

Um aspecto desfavorável desta metodologia é sua acessibilidade a agricultores, já que requer o preenchimento de uma tabela e a pesquisa em fontes confiáveis. O desenvolvimento de uma forma didática de disponibilizar essa metodologia a usuários, tais como aplicativo ou cartilha pode ser uma solução para um desses limitantes. Neste trabalho está disponibilizada em forma de tabela preenchível no apêndice (Apêndice A), também acessível por QR Code (Figura 1).

Figura 1 - QR Code para acesso ao Apêndice - Tabelas de metodologia de seleção de plantas medicinais para atração de insetos benéficos.



Fonte: da Autora (2024).

5 CONCLUSÃO

Foi desenvolvida uma metodologia para seleção de plantas medicinais potencialmente atrativas para inimigos naturais, visando ao controle biológico conservativo. A metodologia mostrou-se relevante, pois considera todas as principais informações a serem respondidas ao se planejar plantio consorciado e eficiente, pois as plantas mais pontuadas na tabela foram também as mais atrativas em campo.

REFERÊNCIAS

- Amoabeng, B.W.; Johnson, A.C.; Gurr, G.M. (2019). Natural enemy enhancement and botanical insecticide source: a review of dual use companion plants. **Applied Entomology and Zoology**. DOI 10.1007 / s13355-018-00602-0.
- Andow, D.A. (1991). Diversidade vegetacional e resposta da população de artrópodes. **Annual Review of Entomology** 36: 561–586.
- Baggen, L.R.; Gurr, G.M.; Meats, A. (1999). Flowers in tri-trophic systems: Mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 91: 155-161.
- Beran, F.; Petschenka, G. (2022). Sequestration of Plant Defense Compounds by Insects: From Mechanisms to Insect-Plant Coevolution. **Annual Review of Entomology** 67: 163-180.
- Blassioli-Moraes, M.C.; Venzon, M.; Silveira, L.C.P.; Gontijo, L.M.; Togni, P.H.B.; Sujii, E.R.; Haro, M.M.; Borges, M.; Michereff, M.F.F.; Aquino, F.S.; Laumann, R.A.; Caulfield, J.; Birkett, M. (2022). Companion and Smart Plants: Scientific Background to Promote Conservation Biological Control. **Neotropical Entomology** 51: 171-187.
- Boncan, D.A.T.; Tsang, S.S.K.; Li, C.; Lee, I.H.T.; Lam, H.M.; Chan, T.F.; Hui, J.H.L. (2020). Terpenes and terpenoids in plants: Interactions with environment and insects. **International Journal of Molecular Sciences** 21: 1-19.
- Brasil (2009). Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília, DF.
- Brasil (2016). Memento Fitoterápico da Farmacopeia Brasileira. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: ANVISA.
- Brasil (2019). Farmacopeia Brasileira, Volume II - Monografias. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: ANVISA.
- Brasil (2021). Formulário de fitoterápicos da Farmacopéia Brasileira. 2ª Ed. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: ANVISA.
- Brunton-Martin, A.L.; O’Hanlon, J.C.; Gaskett, A.C. (2022). Are some species ‘robust’ to exploitation? Explaining persistence in deceptive relationships. **Evolutionary Ecology** 36: 321-339.
- Campos, W.G.; Pereira, D.B.S.; Schoederer, J.H. (2000). Comparação da eficiência de modelos de armadilhas de interceptação de voo na amostragem de Hymenoptera e outros insetos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 29: 381-389.
- Caporal, F.R. (2009). Extensão Rural e Agroecologia: temas sobre um novo desenvolvimento rural, necessário e possível. Brasília: 398 p.: il.
- Del-Claro, K.; Rico-Gray, V.; Torezan-Silingardi, H.M.; Alves-Silva, E.; Fagundes, R.; Lange, D.; Dáttilo, W.; Vilela, A.A., Aguirre, A.; Rodriguez-Morales, D. (2016). Loss and gains in ant–

plant interactions mediated by extrafloral nectar: fidelity, cheats, and lies. **Insectes Sociaux** 63: 207-221.

Freitas, J.L.; Pires, E.P.; Oliveira, T.T.C.; Santos, N.L., Souza, M.M. (2015). Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em lavouras de *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) no sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental** 7: 67-77.

Haro, M.M.; Silveira, L.C.P.; Wilby, A. (2018). Stability lies in flowers: Plant diversification mediating shifts in arthropod food webs. **PLoS ONE** v. 13.

Kaplan, I.; Carrillo, J.; Garvey, M.; Ode, P.J. (2016). Indirect plant-parasitoid interactions mediated by changes in herbivore physiology. **Current Opinion in Insect Science** 14: 112-119.

Koffler, S. (2011). Cada herbívoro no seu galho? Competição interespecífica entre hemípteros fitófagos em *Dalbergia ecastophyllum* (Fabaceae). In: Machado, G.; Prado, P.I.K.L.; Martini, A.M.Z. (eds). **Livro do curso de campo Ecologia da Mata Atlântica** Universidade de São Paulo, São Paulo.

Marotti, I.; Marotti, M.; Piccaglia, R.; Nastri, A.; Grandi, S.; Dinelli, G. (2010). Thiophene occurrence in different *Tagetes* species: Agricultural biomasses as sources of biocidal substances. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 90: 1210-1217.

Noman, A.; Aqeel, M.; Islam, W.; Khalid, N.; Akhtar, N.; Qasim, M.; Yasin, G.; Hashem, M.; Alamri, S.; Al-Zoubi, O.M.; Jalees, M.M.; Al-sadi, A. (2021). Insects–plants–pathogens: Toxicity, dependence and defense dynamics. **Toxicon** 197: 87-98.

Pinto, C.M.; Pinto, O.R.O. (2012). Avaliação da eficiência biológica e habilidade competitiva nos sistemas de consorciação de plantas. Centro Científico Conhecer, **Enciclopédia Biosfera** v. 8.

Pinto-Zevallos, D.M.; Martins, C.B.C.; Pellegrino, A.C.; Zarbin, P.H.G. (2013). Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova** 36: 1395-1405.

Primavesi, A. (2016). **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2ª ed. rev. São Paulo: Expressão popular.

Root, R.B. (1973). Organização de uma associação planta-artrópodes em habitats simples e diversos: a fauna de couve (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs** 43: 95–124

Sarandón, S.J., Flores, C.C. (2014). **Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables**. coordinado por Santiago Javier Sarandón y Claudia Cecilia Flores. - 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata. E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0.

Shinwari, M.I.; Shinwari, M.I.; Fujii, Y. (2013). Allelopathic activity of medicinal plants and weeds from Pakistan. **Allelopathy Journal** 32: 223-232.

Steenbock, W.; Vezzani, F.M. (2013). **Agrofloresta: aprendendo a produzir com a natureza**. Curitiba: Fabiane Machado Vezzani, 148p. il.

Sullivan, P. (2003). Intercropping principles and production practices. **Appropriate Technology Transfer for Rural Areas**. Taban, A.; Rastegar, S.; Nasirzadeh, M.; Saharkhiz, M.J. (2022) Essential oil composition and comparative phytotoxic activity of fennel, summer savory, Mexican marigold and feverfew: a potential bioherbicide. **Vegetos** 35: 502-510. DOI: 10.1007/s42535-021-00325-8.

Togni, P.H.B.; Laumann, R.A.; Medeiros, M.A.; Sujii, E.R. (2010). Odour masking of tomato volatiles by coriander volatiles in host plant selection of *Bemisia tabaci* biotype B. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 136: 164-173.

Walia, S.; Kumar, R. (2021). Elucidating the yield and quality response of *Tagetes minuta* L. intercropped with *Zea mays* L. under different spacing in the western Himalayas. **Industrial Crops and Products** v. 171.

Wanzala, W.; Hassanali, A.; Mukabana, W.R.; Takken, W. (2018). Essential oils of indigenous plants protect livestock from infestations of *Rhipicephalus appendiculatus* and other tick species in herds grazing in natural pastures in western Kenya. **Journal of Pest Science** 91: 395-404.

APÊNDICE

Tabelas de metodologia de seleção de plantas medicinais para atração de insetos benéficos (para preenchimento do usuário - agricultor ou pesquisador).

Tabela I - Informações para seleção prévia das plantas medicinais.

CLASSIFICAÇÃO			
Nome científico	Família	Nome popular	Sinonímias
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Tabela II - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 1 - Origem e características botânicas.

ORIGEM		CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS		
Nativa (+2 pontos)	Centro de origem	Ciclo	Muito agressiva (-1 ponto)	Florescimento (+1 ou excludente)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				

Tabela III - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 2 - Metabolismo secundário.

Metabolismo secundário				
Metabólitos favoráveis (+1 ponto)	Metabólitos desfavoráveis (-1 ponto)	Metabólitos induzidos	Toxicidade (-1 ou excludente)	Aromática (+1 ponto)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				

Tabela IV - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 3 - Semioquímicos.

SEMIOQUÍMICOS					
Atratividade a visitantes florais (+1)	Atratividade para Herbivoria (+1 ou -1)	Repelência a artrópodes (-1)	Alelopatia (-1 ou excludente)	Adubação verde (+1)	Plantas companheiras (+1)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					

Tabela V - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 4 - Interesse comercial 1.

INTERESSE COMERCIAL (+1 ponto para cada)			
Flor de corte	Alimentícia	Ornamental	Farmacógeno: Folha
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Tabela VI - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 5 - Interesse comercial 2.

INTERESSE COMERCIAL (+1 ponto para cada)			
Farmacógeno: Fruto	Farmacógeno: Flor	Farmacógeno: Caule	Farmacógeno: Raiz
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Tabela VII - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 6 - Serviços ambientais.

SERVIÇOS AMBIENTAIS		
Melífera (+1)	Fitorremediadora (+1 ou excludente)	Bioindicadora
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		

Tabela VIII - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 7 - Produção vegetal 1.

PRODUÇÃO VEGETAL 1			
Rusticidade (água)	Clima	Solo	Luminosidade
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Tabela IX - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 8 - Produção vegetal 2.

PRODUÇÃO VEGETAL 2			
Exigência nutricional	pH	M. orgânica	Espaçamento
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Tabela X - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 9 - Produção vegetal 3.

Produção vegetal				
Nº	Época de plantio	Multiplicação	Colheita	Disponibilidade da espécie (+1 ou excludente)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				

Tabela XI - Características a serem consideradas para seleção das plantas medicinais para atração de insetos benéficos: PARTE 10 - Farmacopeia Brasileira.

FARMACOPEIA BRASILEIRA (1 ponto para cada)			
Monografias da Farmacopeia (+1)	Memento (+1)	Formulário (+1)	RENISUS (+1)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Tabela XII - Resumo de pontos após preenchimento das tabelas I a XI.

	PONTUAÇÃO	ESPÉCIE
Classificadas	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	6.	
Baixa pontuação	7.	
	8.	
	9.	
	10.	
	11.	
	12.	
Desclassificadas	13.	
	14.	
	15.	
	16.	
	17.	
	18.	
	19.	
	20.	

Tabela XIII) Informações para o plantio das espécies medicinais selecionadas: PARTE 1.

Espécie	Pontos	Nativa	Propagação selecionada
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Tabela XIV) Informações para o plantio das espécies medicinais selecionadas: PARTE 2.

Aromática	Perene	Espaçamento	Estação floração
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Tabela XV) Informações para o plantio das espécies medicinais selecionadas: PARTE 3.

Tempo para floração	Quantidade de mudas	Forma de plantio	Mês de plantio
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Tabela XVI) Informações para o plantio das espécies medicinais selecionadas: PARTE 4.

Variedade	Quebra de dormência	Custo	Ganho estimado	Observação
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

ARTIGO 2**Atratividade de plantas medicinais para vespas sociais (Vespidae: Polistinae) em sistema ecológico de cultivo****Attractiveness of medicinal plants to social wasps (Vespidae: Polistinae) in an ecological cultivation system**

Syara Cesario Bravo de Noronha¹, Luís Cláudio Paterno Silveira², Marcos Magalhães de Souza, Luiz Carlos Dias Rocha³, Geraldo Andrade Carvalho⁴

¹ESAL-UFLA, Lavras-MG, Brasil. syaradenoronha@gmail.com

² ESAL-UFLA, Lavras-MG, Brasil. lcpsilveira@ufla.br

³ IFSULDEMINAS, Inconfidentes-MG, Brasil. marcos.souza@ifsuldeminas.edu.br

⁴IFSULDEMINAS, Pouso Alegre-MG, Brasil. luiz.rocha@ifsuldeminas.edu.br

ORCID: 0000-0002-4351-2562

⁵ESAL-UFLA, Lavras-MG, Brasil. gacarval@ufla.br

Artigo redigido conforme normas da revista Sociobiology

RESUMO

Plantas medicinais desempenham funções biológicas, como atração de polinizadores e defesa contra fitófagos. Estratégias de manejo de insetos incluem o uso de plantas atrativas que interferem no comportamento de forrageamento e na conservação de inimigos naturais, como vespas sociais. O cultivo diversificado pode aumentar a biodiversidade, reduzir a incidência de insetos fitófagos, manter condições de equilíbrio ecológico e favorecer o controle biológico conservativo. O presente estudo objetivou avaliar a atratividade de plantas medicinais para vespas sociais em ambiente ecológico de cultivo. Foi realizado nos anos de 2022 e 2023, no Setor de Agroecologia do IFSULDEMINAS, no bioma Mata Atlântica, com fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual. O experimento contou com 6 tratamentos: *Clinopodium* sp. (Clinopódio); *Lippia alba* (Cidreira-brasileira); *Petroselinum crispum* (Salsinha); *Bidens pilosa* (Picão-preto); *Coriandrum sativum* (Coentro) e *Tagetes erecta* (cravo-amarelo), delineados em blocos casualizados. As vespas sociais foram coletadas semanalmente por nove semanas por meio de rede entomológica e armadilhas *pan trap*, e identificadas a partir de literatura específica. Foram obtidas curvas de rarefação, riqueza (bootstrap e de espécies), abundância, similaridade e feitas as análises de variância. Para a riqueza de espécies, as nativas *B. pilosa* e *L. alba* apresentaram as maiores médias, significativamente diferentes de *T. erecta* e *Clinopodium* sp., sendo que as demais espécies de plantas apresentaram médias intermediárias de riqueza. Para a abundância também foram observadas diferenças significativas, sendo o maior valor observado em *B. pilosa*, significativamente diferente de *T. erecta* e *Clinopodium* sp., sendo que as demais espécies vegetais apresentaram valores intermediários de abundância. Portanto, *B. pilosa* e *L. alba* são espécies promissoras para fornecer recursos alternativos aos inimigos naturais quando presentes em consórcios em ambientes de cultivo ecológico.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo, ambiente agroecológico, sistemas agroflorestais, bioatividade de plantas medicinais, controle biológico de pragas.

ABSTRACT

Medicinal plants perform biological functions, such as attracting pollinators and defending them against herbivores. Insect management strategies include the use of attractive plants that interfere with foraging behavior and the conservation of natural enemies, such as social wasps. Diverse cultivation can increase biodiversity, reduce the incidence of herbivorous insects, maintain ecological balance, and promote conservative biological control. The present study aimed to evaluate the attractiveness of medicinal plants to social wasps in an ecological cultivation environment. This research was conducted in 2022 and 2023 at the Agroecology Sector of IFSULDEMINAS, within the Atlantic Forest biome, characterized by Seasonal Semideciduous Forest physiognomy. The experiment included six treatments: *Clinopodium* sp. (*Clinopodium*); *Lippia alba* (Brazilian Lemon Balm); *Petroselinum crispum* (Parsley); *Bidens pilosa* (Black Jack); *Coriandrum sativum* (Coriander); and *Tagetes erecta* (Marigold), arranged in randomized blocks. Social wasps were collected weekly for nine weeks using an entomological net and pan traps and were identified based on specific literature. Rarefaction curves, species richness (bootstrap and species), abundance, similarity, and variance analyses were conducted. For species richness, the native species *B. pilosa* and *L. alba* exhibited the highest averages, significantly different from *T. erecta* and *Clinopodium* sp., while the other plant species showed intermediate richness averages. Significant differences were also observed for abundance, with the highest value recorded for *B. pilosa*, significantly different from *T. erecta* and *Clinopodium* sp., while the other plant species presented intermediate abundance values. Therefore, *B. pilosa* and *L. alba* are promising species for providing alternative resources to natural enemies when present in intercropping systems in ecological cultivation environments.

Key words: Conservative biological control; agroecological environment; agroforestry systems; bioactivity of medicinal plants; pest biological control.

1 INTRODUÇÃO

São consideradas plantas medicinais aquelas que, cultivadas ou não, são utilizadas com propósitos terapêuticos ou profiláticos (Brasil, 2021). Seu metabolismo secundário pode levar à produção de compostos que exercem atividades biológicas para a sua sobrevivência, como proteção solar, atração de polinizadores, atividade biocida de fitófagos, repelência de insetos prejudiciais (Blassioli-Moraes et al., 2022) e defesa, pois exercem atração de inimigos naturais para o controle biológico conservativo, como por exemplo, em ambientes agroecológicos (Pinto-Zevallos et al., 2013).

Dentre os metabólitos secundários de plantas medicinais com potencial atrativo para os insetos estão os flavonoides, óleos essenciais e principalmente os terpenos voláteis, cuja bioatividade tem despertado interesse para uso em sistemas de produção ecológica (Schiedeck, 2012).

Áreas com cultivo diversificado, inclusive contendo plantas medicinais, formam sistemas integrados que permitem a conservação de água nos agroecossistemas por mais tempo, favorecem a biodiversidade e a redução de ataques de insetos fitófagos, além de colaborar para manutenção de solos com maior diversidade biológica e menor contaminação (Primavesi, 2016). A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos propõe cultivo sustentável de plantas medicinais (Brasil, 2006); o Formulário Fitoterápico (Brasil, 2021) recomenda que o cultivo e a coleta de plantas medicinais sejam em áreas livres de agrotóxicos; o Manual de Cultivo de Plantas Medicinais (Rio de Janeiro, 2011) indica que o ‘controle fitossanitário’ deve ser realizado a partir de práticas alternativas para a manutenção da qualidade das plantas cultivadas e do meio ambiente, e a Cartilha de Orientações sobre o uso de Fitoterápicos e Plantas Medicinais (Brasil, 2022) orienta que devem ser utilizadas apenas plantas medicinais livres de agrotóxicos.

A agrobiodiversidade pode ser planejada, de acordo com as decisões do agricultor, ou associada a espécies vegetais espontâneas, microrganismos, insetos e outros animais, cuja presença garante maior complexidade quanto a diversidade e interações no sistema implantado, o que potencializa serviços ecossistêmicos e maior produtividade, a partir da otimização de processos ecológicos (Vandermeer & Perfecto, 1995; Nicholls, 2006; Sarandón & Flores, 2014).

Para o manejo de insetos fitófagos em sistemas agrícolas podem ser utilizadas diversas técnicas agroecológicas (Harrison et al., 2019), também as estratégias *bottom-up* e *top-down* (Sarandón & Flores, 2014) e *push-pull* (Silva et al., 2022), assim como conservativas (Parolin et al., 2012; Vargas et al., 2023), visando a manter inimigos naturais a partir de recursos alimentares e de abrigo, com o uso do cultivo associado de ‘plantas inteligentes’ (Blassioli-Moraes et al.,

2022), o que pode interferir na decisão de forrageamento dos insetos (Kaplan et al., 2016).

Pesquisas demonstram que insetos predadores, como as vespas sociais, conseguem nidificar em áreas agrícolas a partir do manejo que mantém fragmentos florestais associados às áreas de cultivo, como elucidado no plantio de café em área de Mata Atlântica (Freitas et al., 2015; Medeiros et al., 2019; Milani et al., 2020) ou de soja no Cerrado (Ferreira et al., 2020), mas esse grupo de insetos predadores pode ser sensível a agrotóxicos (Batista et al., 2022; Teixeira et al., 2022; Batista et al., 2023) e mesmo a inseticidas biológicos (Souza et al., 2023), tendo sua fisiologia, locomoção e sobrevivência prejudicadas.

As vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae e Polistinae) possuem grande potencial no controle biológico, pois predam insetos fitófagos em diferentes culturas agrícolas, como por exemplo, o milho (Prezoto et al., 1999; Held et al., 2008), cana-de-açúcar (Southon et al., 2019), café (Androcioni et al., 2018), couve (Jacques et al., 2019) e maracujá (Pinheiro et al., 2023). São também polinizadoras (Brock et al., 2021), ferramenta de bioindicação de metais pesados (Urbini et al., 2006; Skaldina et al., 2020) e de florestas ripárias (Souza et al., 2010a), além de poderem ser utilizadas para avaliar o efeito de fragmentação de ecossistemas (Coelho et al., 2022).

Apesar dessa relevância ecológica, não há estudos que avaliaram a atratividade de plantas medicinais para vespas sociais almejando o manejo de ambientes agroecológicos. Tomazella et al. (2018) analisaram, para esse grupo de predadores, áreas de plantio de café consorciadas com árvores frutíferas, dentre outras. Outro estudo demonstrou a importância de plantas com nectários extraflorais para essa atratividade em sistemas agroflorestais de café (Rezende et al., 2014), com resultados também em consórcios com seringueira para essa cultura (Androcioni, 2018), e a influência da vegetação do entorno na diversidade de vespas sociais também em áreas de plantio de café (Jacques & Araújo, 2020). Elisei et al. (2017) compararam o ambiente natural da Caatinga e um ambiente de cultivo orgânico em relação à atratividade de vespas sociais. Jandt et al. (2024) quantificaram a predação realizada por vespas sociais a partir da translocação de ninhos, atividade também anteriormente empreendida por Southon et al. (2019). Constataram que esses insetos foram eficientes no controle de fitófagos em áreas agrícolas.

Não foram encontrados estudos envolvendo atratividade de marimbondos em áreas de plantio ecológico e/ou consorciado. Somente uma revisão sistemática realizada por Torrez et al. (2023) em que relataram a importância de sombreamento diversificado do café para melhora na qualidade do grão, inclusive com aumento de vespas predadoras. Hoshino et al. (2018) avaliaram o controle biológico realizado por vespas a partir da presença de minas dilaceradas em folhas de cafeeiro e concluíram alto potencial no controle do bicho-mineiro do cafeeiro.

As pesquisas relativas a interações insetos-planta, ou mesmo tritróficas, são geralmente

limitadas a uma espécie bioativa associada a um cultivar de interesse comercial, como nos exemplos a seguir: *Brassica* spp. (Jandt et al., 2024), café (Androcioli et al., 2018; Hoshino et al., 2018; Jacques & Araújo, 2020) e cana-de-açúcar e milho (Southon et al., 2019). Em outros casos, as pesquisas limitam-se a um único fitófago, como afídeos no trabalho de Zhang et al., (2022), cujos predadores foram coleópteros; dípteros (Monteiro et al., 2023) e hemípteros (Qin et al., 2022), onde o controle foi realizado por vespas parasitoides. Elisei et al. (2021) relataram a respeito da importância das vespas sociais para o manejo integrado de pragas, as quais também podem atuar como bioindicadoras e polinizadoras. Brock et al. (2021) demonstraram o potencial econômico das vespas sociais a partir dos inúmeros serviços ecossistêmicos prestados.

A diversificação de cultivos agrícolas e acesso dos agricultores ao mercado das plantas medicinais; as questões ambiental e tecnológica, justificam a realização do presente estudo. Desta forma, este objetivou avaliar a atratividade de plantas medicinais para vespas sociais em ambiente ecológico de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Período e local do experimento

O experimento foi conduzido no período de setembro de 2022 a abril de 2023, no Setor de Agroecologia (Latitude: 22°18'44.33"S; Longitude: 46°20'6.88"O e altitude 903 m), na fazenda-escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS), Campus Inconfidentes, Bioma Mata Atlântica, fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual, de clima tropical com inverno seco com temperaturas amenas e verão bastante úmido (Reboita et al., 2015). O solo da região apresenta predominância de argissolo vermelho-amarelo distrófico (Mira et al., 2022).

O Setor de Agroecologia, onde o experimento foi realizado, possui certificação orgânica desde 2014, obtida por Sistema Participativo de Garantia (ASV018/2024/OPAC Sul de Minas), sendo vinculado à Associação dos Produtores de Agricultura Natural de Serras Verdes, associada à Central de Associações de Produtores Orgânicos Sul de Minas, onde a área foi dividida em glebas, de acordo com o uso realizado e/ou pretendido (Figura 1).

Figura 1 - Glebas do Setor de Agroecologia do IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes. (A) - Sede; (G) - Mandala medicinais, condimentares e aromáticas; (H) - Viveiro de medicinais; (B) - Sistema Agroflorestal (SAF 1); (D1, D2 e D3) - Áreas para horta e pomar; (E) - Casa de vegetação; (F1 e F2) - Fragmentos de mata; (C) - Sistema Agroflorestal (SAF 2 - área do experimento).



Fonte: Plano de Manejo Orgânico do Setor de Agroecologia (OPAC, 2022).

Foram utilizadas as entrelinhas do Sistema Agroflorestal da gleba C (Figura 2) para a montagem experimental, que consistiu no plantio de espécies de plantas medicinais em delineamento em blocos casualizados em um ambiente agroecológico, visando à periódica coleta de vespas sociais, utilizando-se diferentes tipos de equipamentos e armadilhas, detalhados no subitem “2.6 Coletas periódicas de insetos”. Foram avaliados 6 tratamentos (espécies vegetais) em 4 blocos, sendo cada parcela constituída de 3 m de largura x 4 m de comprimento, distantes umas das outras por 0,60 m. Cada bloco apresentou 27 m de comprimento e 3 m de largura (Figura 3).

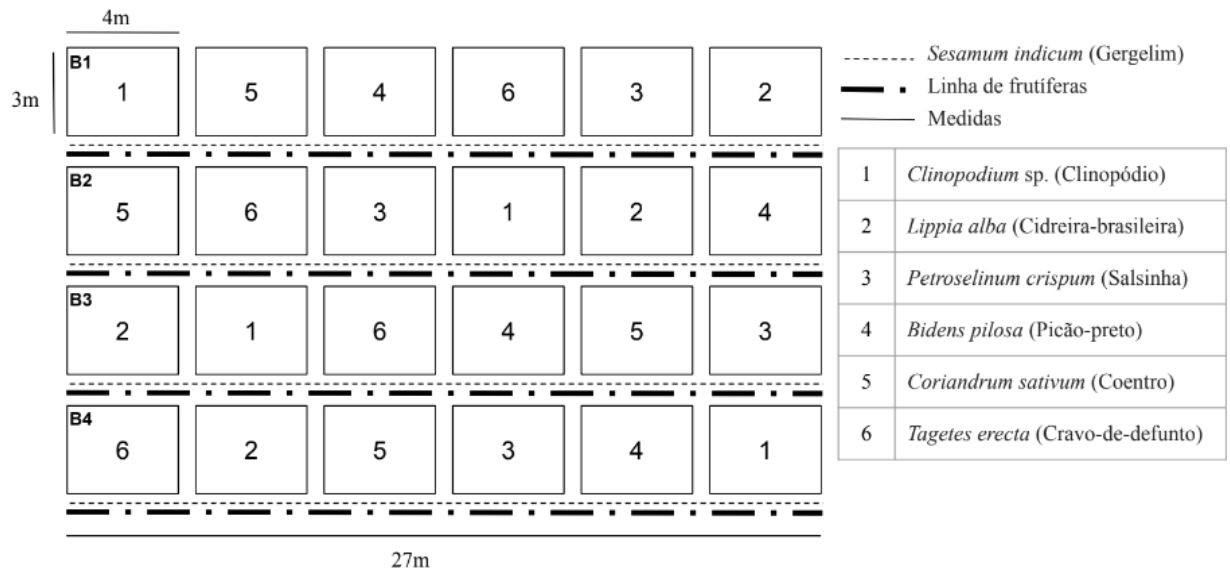
A gleba C foi composta de linhas de árvores diversas e entrelinhas de 4 m de largura. Como o Sistema Agroflorestal foi implantado em 2018, a maioria das espécies arbóreas ainda se encontra em estágio vegetativo, por isso um local com muita disponibilidade de luz. Dentre as espécies vegetais presentes nas linhas do SAF 2 estão: bananeira, amora, mamão, jaqueira, algaroba-africana, pitanga-preta, uvaia, umburana, jamelão, tamarindo, jacarandá-mimoso, ipê-amarelo, margaridão, goiabeira e pau-pereira.

Figura 2 - Sistema Agroflorestal (SAF 2), correspondente à gleba C da área, em cujas entrelinhas foi implantado o experimento.



Fonte: Diogo M. de Freitas (2022).

Figura 3 - Croqui da Área do experimento, contendo as principais informações e a disposição das espécies vegetais plantadas de acordo com o sorteio.



Fonte: os autores (2024).

Com o intuito de evitar o ataque de formigas cortadeiras na área experimental, antes do plantio das espécies medicinais, foi cultivado gergelim, *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae), que atua enfraquecendo a colônia ao ser armazenado pelas formigas (Pagnocca, 1996).

Para avaliar a atratividade dos insetos pelas espécies vegetais, foi necessário realizar o seu plantio em períodos distintos, considerando-se o tempo de desenvolvimento de cada uma até seu florescimento.

2.2 Escolha das espécies vegetais

Foram utilizadas seis espécies de plantas medicinais em função de suas necessidades agronômicas, potencial de atratividade aos insetos, disponibilidade das espécies e possibilidade de diversificação.

As plantas selecionadas para o experimento *in loco* foram picão-preto, *Bidens pilosa* L. (Asteraceae); coentro, *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae); cidreira-brasileira, *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson (Verbenaceae); salsinha, *Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W. Hill (Apiaceae); cravo-amarelo, *Tagetes erecta* L. (Asteraceae) e clinopódio, *Clinopodium* sp. (Lamiaceae).

2.3 Produção, aquisição e plantio de mudas das plantas escolhidas

As espécies vegetais foram obtidas por estaquia (*L. alba*; *T. majus* e *Clinopodium* sp.); coleta de sementes e plantio direto (*B. pilosa*) e aquisição de sementes e produção de mudas (*C. sativum*; *P. crispum* e *T. erecta*).

2.4 Preparação do solo

Foram realizadas duas análises de solo no Laboratório de Solos do IFSULDEMINAS Campus Inconfidentes, sendo a primeira poucos dias antes da implantação do experimento na área e a segunda ao final do experimento. A coleta de solo para análise foi realizada separadamente para cada bloco e consistiu em coletar amostras de solo (aproximadamente 100 g/ponto) em 10 pontos, a uma profundidade de até 0,20 m. Em seguida, as amostras foram misturadas, de onde foram retirados 100 g de solo para a análise.

Antes do plantio, o solo de todas as parcelas foi levemente revolvido, com utilização de esterco bovino obtido do IFSULDEMINAS, compostado e preparado no Setor de Agroecologia para incorporação aos canteiros, juntamente com a cobertura com uma camada grossa de palhada de napiê e braquiária, obtidos no próprio Setor. A utilização de cobertura vegetal objetivou favorecer a microbiota do solo e a consequente manutenção de sua estrutura (Primavesi, 2016).

2.5 Manejo da área experimental

Foi realizada irrigação a cada dois dias com retirada de plantas espontâneas semanalmente, adubação com esterco bovino durante a implantação do experimento e uma outra vez em janeiro. O controle das formigas foi realizado diariamente com uma mistura de cal virgem (40%), pó de folha de mamona (20%), citronela (20%) e fumo (20%), que foi aplicada via polvilhadeira manual diretamente nos olheiros dos formigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). O plantio de gergelim no entorno da área experimental atuou como atrativo para as formigas cortadeiras, que ao levar pedaços de folhas para dentro do formigueiro, se mostrou tóxico para o fungo simbiote *Leucoagaricus* sp. (Bueno et al., 2004).

2.6 Coletas periódicas de insetos

As coletas de insetos foram realizadas semanalmente no período de 24 de fevereiro de 2023 a 23 de abril de 2023, tanto em estágio vegetativo quanto reprodutivo das plantas. Ao total foram nove semanas de coleta, totalizando nove coletas ativas e nove coletas passivas em cada parcela. O delineamento usado foi o de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, sendo cada tratamento correspondente a uma espécie vegetal.

As coletas passivas fizeram uso de armadilhas *pan traps* amarelas (Campos et al., 2000), contendo solução de água com 10% de NaCl e 30 gotas de detergente para 5 L. As armadilhas eram mantidas em campo por 48h seguidas, então as amostras eram filtradas utilizando-se um frasco com voal, alocadas em frascos com álcool 70° GL e posteriormente encaminhadas ao laboratório para montagem e identificação.

Semanalmente, após a retirada das armadilhas *pan traps*, foram também realizadas buscas ativas por vespas sociais durante seu forrageamento, com uso de redes entomológicas com duração total de duas horas seguidas, nos horários de maior circulação dos insetos (entre 10h e 15h) (Elisei et al., 2013; Brügger et al., 2019), sendo cinco minutos cronometrados em cada tratamento. Os horários de coleta ativa foram alternados entre as semanas, garantindo uma amostragem equitativa entre eles, sendo previamente definidos das 10h às 12h; das 11h às 13h; das 12h às 14h e das 13h às 15h. Os insetos coletados em campo foram colocados em câmara mortífera com álcool 70° GL para posterior identificação.

Sob licença de coleta de material biológico SISBio (Número: 91709-1), o material da coleta passiva e ativa foi identificado pelo prof. Marcos Magalhães de Souza, coordenador do Laboratório de Zoologia do IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes, conforme chave de gênero de Carpenter & Marques (2001) e a chave de espécie do Richards (1978), e depositado junto à coleção biológica de vespas sociais (CBVS¹) do Laboratório de Zoologia do IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes, sob o número de tombo 12319-2023 a 12368-2023.

¹ O acesso à coleção de vespas sociais pode ser realizado pelo site <<https://specieslink.net/col/CBVS/>>

2.7 Análise estatística dos dados obtidos

Os dados coletados foram submetidos a análises por meio dos softwares Statistica 7.0[®] (Stat Software Inc., 2004), EstimateS[®] (Colwell, 2013) e Primer 6 Permanova+[®] (Clarke & Gorley, 2006), sendo:

- 1) Curvas de Rarefação de espécies coletadas segundo Coleman (1981), que permitem concluir se as amostras foram regulares e suficientes para coletar, potencialmente, todas as espécies que ocorreram na área analisada.
- 2) Estimador de riqueza Bootstrap, que utiliza dados de todas as espécies coletadas para estimar a riqueza total, não se restringindo a espécies raras.
- 3) Riqueza de espécies (S), que neste trabalho significa o número total de espécies coletadas.
- 4) Índice de abundância, segundo Lamshead et al. (1983), calculado a partir das médias de cada espécie por amostra.
- 5) Índice de similaridade de Cluster pela medida de Bray Curtis (Pielou, 1984), para agrupar os tratamentos de acordo com sua porcentagem de similaridade.
- 6) Análise de variância com separação das médias utilizando o teste de Tukey para riqueza (dados paramétricos - após realizar testes de homogeneidade de variâncias e normalidade).
- 7) Análise de variância com separação das médias utilizando o teste de Kruskal-Wallis (1952) (para abundância - dados não-paramétricos).

3 RESULTADOS

No total de 432 amostras realizadas em 18 coletas, foram obtidos 51 espécimes de 14 espécies de vespas sociais, distribuídas em seis gêneros, em todas as seis espécies de plantas medicinais (Tabela 1).

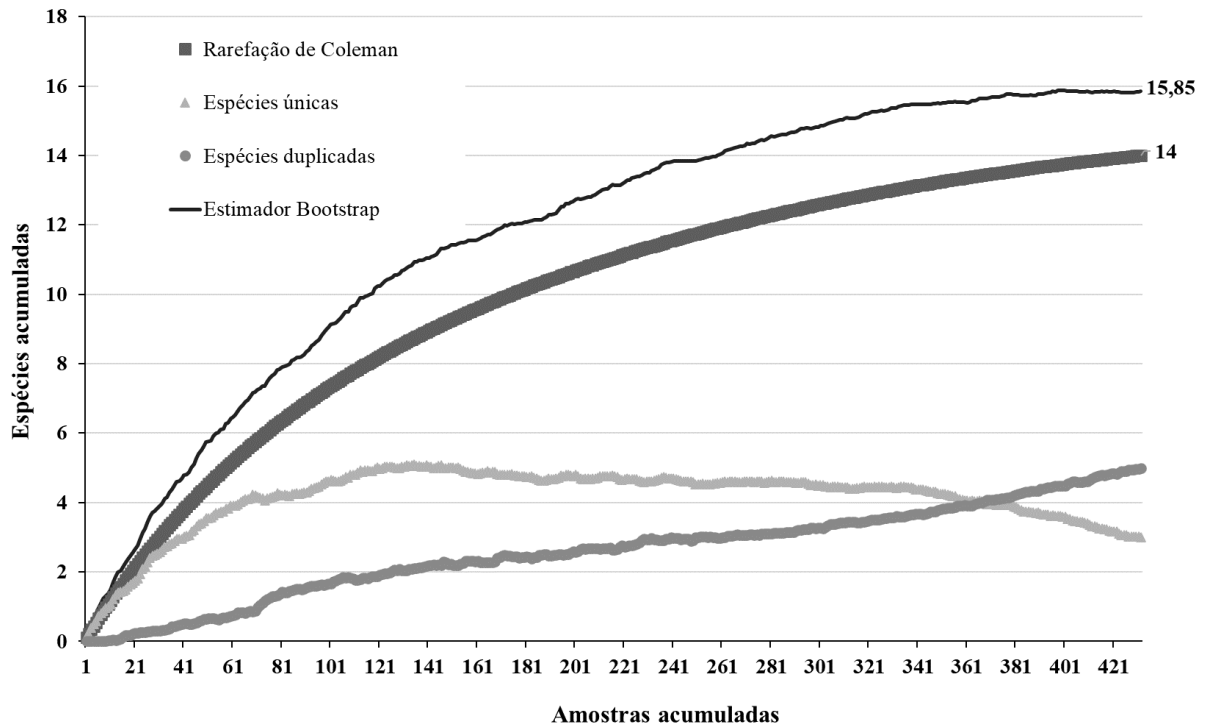
Tabela 1 - Abundância (valor absoluto expresso em números inteiros), frequência relativa (expressa entre parêntesis) e riqueza de vespas sociais coletadas nas seis espécies vegetais medicinais. Inconfidentes, Minas Gerais, Brasil, 2022/2023.

Espécie	Abundância de vespas sociais por espécie vegetal (FR%)						Total
	<i>L. alba</i>	<i>B. pilosa</i>	<i>C. sativum</i>	<i>P. crispum</i>	<i>T. erecta</i>	<i>Clinop.</i>	
1. <i>Agelaia pallipes</i> (Olivier, 1791)	3 (25,0)	2 (11,1)	1 (12,5)	1 (11,1)	-	-	7
2. <i>Mischocyttarus drewseni</i> Saussure, 1857	1 (8,3)	1 (5,6)	-	-	-	-	2
3. <i>Polistes cinerascens</i> Saussure, 1854	-	-	-	1 (11,1)	-	-	1
4. <i>Polistes simillimus</i> Zikán, 1951	1 (8,3)	-	1 (12,5)	-	-	-	2
5. <i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1791)	1 (8,3)	4 (22,2)	2 (25,0)	2 (22,2)	1 (33,3)	-	10
6. <i>Polybia chrysothorax</i> (Lichtenstein, 1796)	1 (8,3)	1 (5,6)	-	-	-	-	2
7. <i>Polybia fastidiosuscula</i> Saussure, 1854	-	4 (22,2)	1 (12,5)	-	1 (33,3)	-	6
8. <i>Polybia jurinei</i> Saussure, 1854	-	-	2 (25,0)	-	-	-	2
9. <i>Polybia minarum</i> Ducke, 1906	1 (8,3)	-	-	-	-	-	1
10. <i>Polybia occidentalis</i> (Olivier, 1791)	1 (8,3)	1 (5,6)	-	1 (11,1)	-	-	3
11. <i>Polybia platycephala</i> (Richards, 1978)	1 (8,3)	1 (5,6)	-	-	-	-	2
12. <i>Protopolybia</i> sp.	-	-	-	1 (11,1)	-	-	1
13. <i>Polybia scutellaris</i> (White, 1841)	-	3 (16,7)	-	1 (11,1)	1 (33,3)	1 (100,0)	6
14. <i>Polybia paulista</i> Ihering, 1896	2 (16,7)	1 (5,6)	1 (12,5)	2 (22,2)	-	-	6
Abundância	12	18	8	9	3	1	51
Riqueza	9	9	6	7	3	1	14

Fonte: os autores (2023).

Segundo o estimador Bootstrap (Figura 4) verificou-se que o total de dezoito coletas, independentemente do tratamento, foi suficiente para amostrar mais de 88% das espécies de vespas sociais, além de indicar as mais frequentes em relação às plantas amostradas.

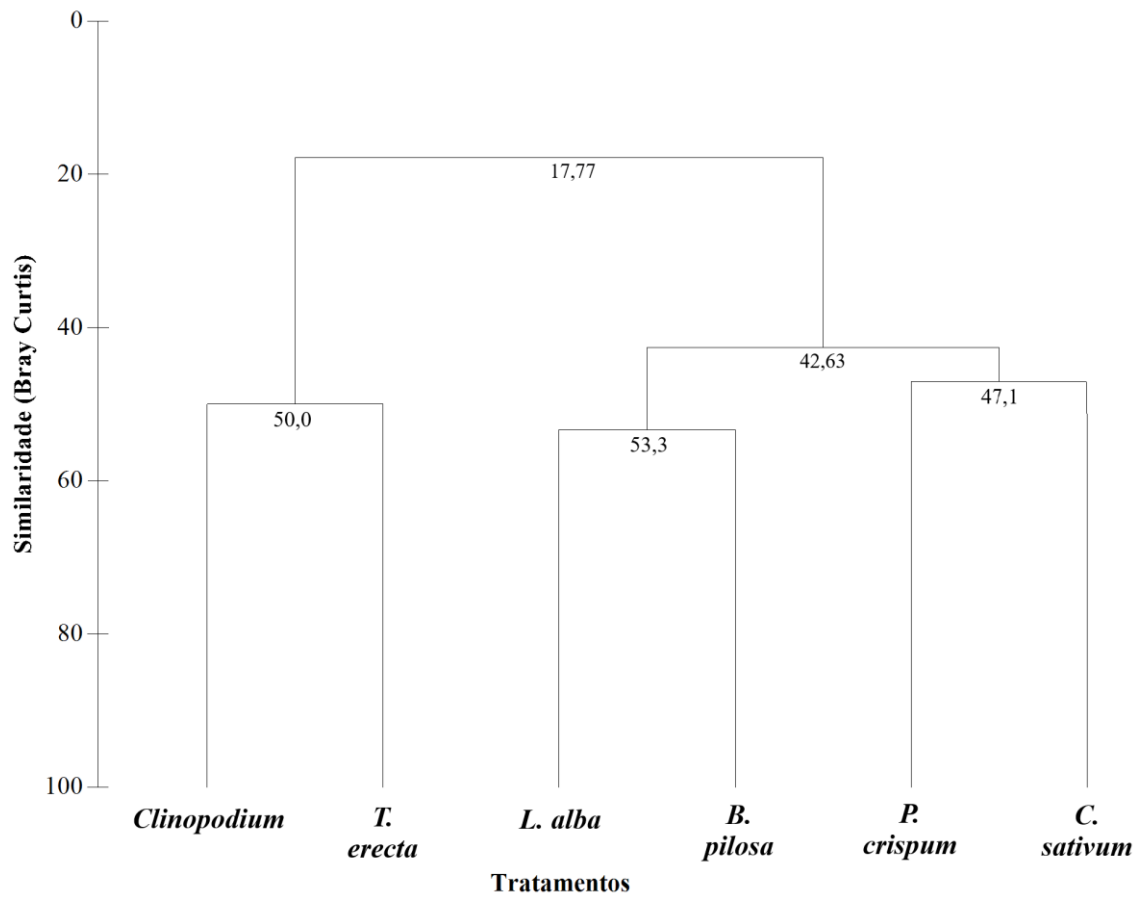
Figura 4 - Curva de Rarefação de Coleman, espécies únicas e duplicadas para todas as coletas, independentemente da espécie de planta medicinal. Inconfidentes, Minas Gerais, Brasil, 2022/2023.



Fonte: os autores (2024).

A análise de similaridade de Cluster, sob a medida de Bray-Curtis, indicou que os pares de tratamentos *L. alba* e *B. pilosa* versus *P. crispum* e *C. sativum* apresentaram similaridades entre si menores do que 50%, enquanto o par *Clinopodium* sp. e *T. erecta* apresentou similaridade de 20% em relação aos demais (Figura 5).

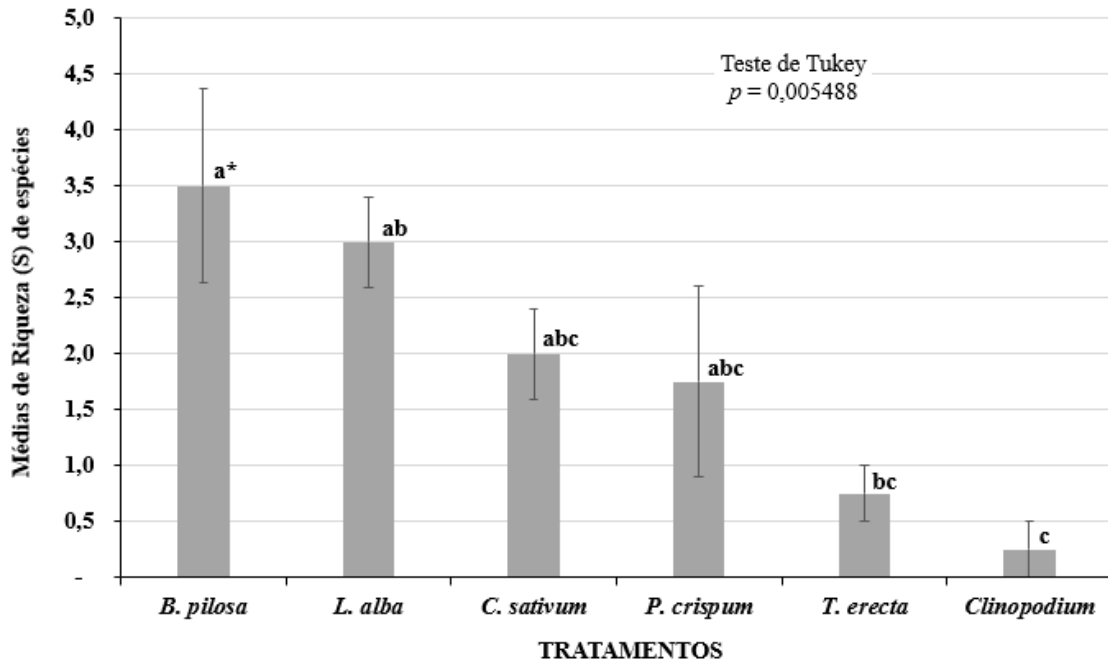
Figura 5 - Índice de similaridade (teste Cluster) para as espécies *Clinopodium* sp. (clinopódio), *Tagetes erecta* (cravo-amarelo), *Lippia alba* (cidreira-brasileira), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Petroselinum crispum* (salsinha) e *Coriandrum sativum* (coentro). Inconfidentes, Minas Gerais, Brasil, 2022/2023.



Fonte: os autores (2024).

Referente à riqueza de espécies, houve diferença significativa entre os tratamentos pela ANOVA e teste de Tukey (GL = 18; F = 4,87; $p = 0,0054$), em que *B. pilosa* e *L. alba* apresentaram as maiores médias, significativamente diferentes de *T. erecta* e *Clinopodium* sp., sendo que as demais espécies de plantas apresentaram médias intermediárias de riqueza (Figura 6).

Figura 6 - Riqueza de espécies de vespas sociais coletadas nas plantas medicinais. Inconfidentes, Minas Gerais, Brasil, 2022/2023.

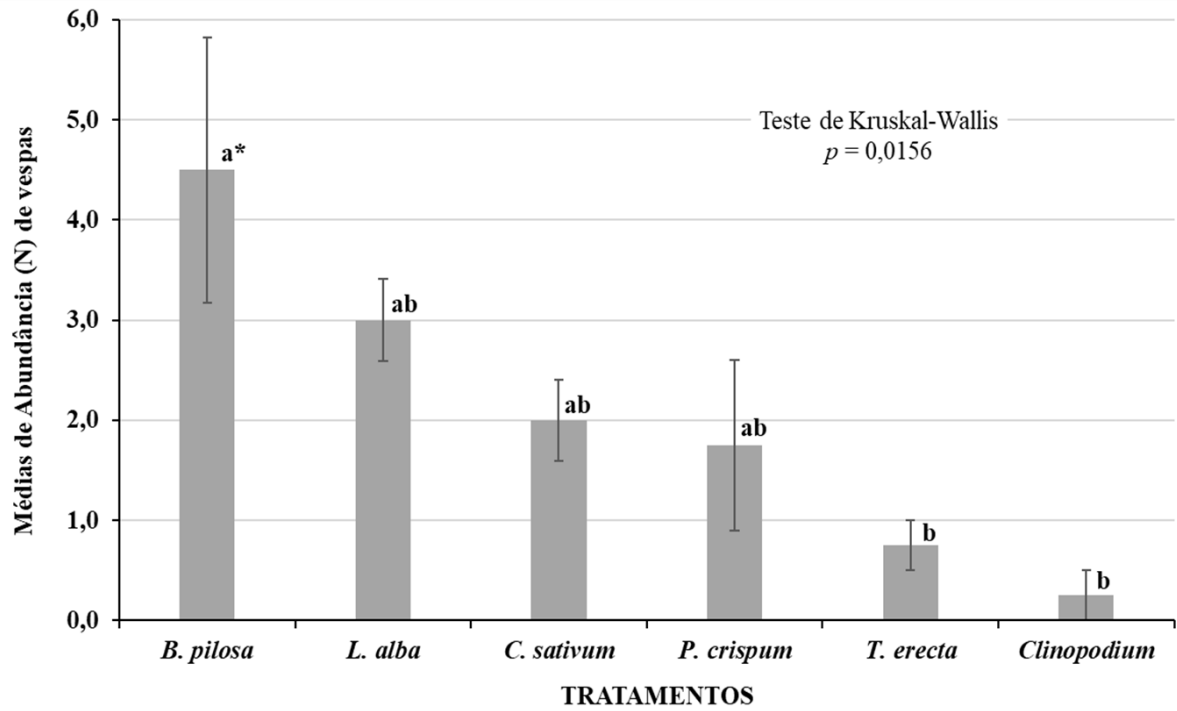


* Letras diferentes entre as colunas indicam diferença significativa.

Fonte: os autores (2024).

Para a abundância de vespas sociais também foram observadas diferenças significativas entre as espécies vegetais por meio de análise não-paramétrica de Kruskal-Wallis ($n = 24$; $H = 13,71$; $p = 0,0156$). O maior valor foi observado em *B. pilosa*, significativamente diferente de *T. erecta* e *Clinopodium* sp., sendo que as demais espécies vegetais apresentaram valores intermediários de abundância (Figura 7).

Figura 7 - Abundância de vespas sociais nas diferentes espécies de plantas medicinais. Inconfidentes, Minas Gerais, Brasil, 2022/2023.



* Letras diferentes entre as colunas indicam diferença significativa.

Fonte: os autores (2024).

4 DISCUSSÃO

Ao observar sobretudo a riqueza e abundância de vespas sociais nas plantas medicinais cultivadas, verificou-se que a nativa *B. pilosa*, seguida de *L. alba*, apresentaram maior potencial na atração de vespas sociais generalistas. No entanto, as preferências alimentares destes insetos podem diferir em relação ao ecossistema explorado, estação do ano e à oferta de recursos alimentares. (Prezoto et al., 2005; Santos et al., 2007; Corujo et al., 2011; Renne et al., 2024). Presentes em áreas agrícolas (Prezoto et al., 1999; Medeiros et al., 2019), são benéficas, pois atuam na predação de diferentes insetos, principalmente fitófagos (Prezoto et al., 2019) e são também polinizadoras (Granja & Barros, 1998; Landis et al., 2000; Sühs et al., 2009; Brock et al., 2021) que podem ser uma alternativa ao rápido desaparecimento das abelhas (Elisei et al., 2021). As vespas sociais desempenham importantes serviços ecossistêmicos, tanto regulatórios, de provisionamento quanto de suporte, como elucidado por Brock et al. (2021), o que demonstra o potencial das espécies vegetais companheiras para uso em modelos agrícolas de produção ao atraírem diversas espécies de vespas sociais.

Das 14 espécies de vespas sociais presentes nas 432 amostras, as mais coletadas foram *P. versicolor*, *A. pallipes*, *P. fastidiosuscula*, *P. paulista* e *P. scutellaris*. À exceção de *P. minarum*, todas possuem ampla ocorrência no Brasil e ocupam diferentes biomas como Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Souza et al., 2010; Souza et al., 2010a; Clemente et al., 2020; Coelho et al., 2022). Essas espécies estão presentes em ambientes urbanizados (Prezoto et al., 2005; Oliveira et al., 2017) e áreas agrícolas (Machado, 1984; Prezoto & Machado, 1999; Prezoto et al., 2006; Elisei et al., 2010; Junior et al., 2012; Picanço et al., 2011; Jacques et al. 2015; Tomazella et al., 2018; Oliveira & Souza, 2023; Oliveira et al., 2023), além dos ambientes naturais (Tellería, 1996; Souza et al., 2010a; Clemente et al., 2012; Souza et al., 2012; Souza et al., 2014; Graça & Somavilla, 2019; Somavilla et al., 2019).

Em pesquisa realizada por Prezoto et al. (2006), com *P. versicolor* em ambientes agrícolas, verificou-se que 95,4% das presas foram lagartas. A mais abundante foi a lagarta-do-girassol, *Chlosyne lacinia saundersii* Doubleday & Hewitson (Lepidoptera: Nymphalidae). Elisei et al. (2010) também relataram o potencial dessa vespa social no controle de lagartas desfolhadoras em cultivos de eucalipto.

Referente a *A. pallipes*, pesquisas demonstraram ser uma espécie predadora de insetos pertencentes a diferentes ordens, assim como pode se alimentar de carne em putrefação (Moretti et al., 2011; Somavilla et al., 2019). Segundo Graça e Somavilla (2019), essa espécie foi mais abundante em matas contínuas do que em fragmentos.

Pesquisas realizadas com *P. fastidiosuscula* indicaram que essa espécie está positivamente associada a ambientes naturais com alto grau de conservação, podendo ser utilizada como bioindicadora (Souza et al., 2010a) e tem a capacidade de utilizar uma área de 81 m em torno do ninho (Souza et al., 2010b). Essa espécie tem preferência em predação de lepidópteros (92,6%), mas também insetos de outras ordens, tais como Diptera e Orthoptera (Brugger et al., 2019). Como exemplo, foi constatada predação de *Samea multiplicalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae) por *P. fastidiosuscula* em *Salvinia auriculata* (Aublet: 1775) (Salviniaceae) (Oliveira & Souza, 2023). Essa espécie também foi identificada como umas das predadoras da traça-do-tomateiro *Phthorimaea absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), juntamente com *P. scutellaris*, que se mostrou a espécie mais abundante na área estudada (Picanço et al., 2011).

Ainda a respeito de *P. scutellaris*, foi observada atuando de forma oportunista na predação de *Samea multiplicalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae), mariposa que controla a planta espontânea *Salvinia auriculata* Aubl. (Salviniaceae) (Oliveira et al., 2023), bem como se alimentando de moscas da família Sarcophagidae em carcaças de roedores (Herdina et al., 2016).

Polybia scutellaris ocorreu com abundância em cerca de 55% das plantações de tabaco orgânico, *Nicotiana tabacum* L., o que demonstra seu potencial no controle biológico de lagartas nessa cultura (Schoeninger, 2020). Também foi encontrada em plantações de pepino híbrido, alimentando-se de lagartas da broca-das-cucurbitáceas, *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) (Junior et al., 2012). Machado (1984) constataram que *P. scutellaris* tem um raio de ação efetivo de 150 m, sendo que seu ninho pode cobrir 70.650 m².

Corujo et al. (2011) analisaram o conteúdo do trato digestivo de larvas de *P. scutellaris*, e constataram a ocorrência de partes de artrópodes, restos epidérmicos de plantas e grãos de pólen. Foram visitados mais de 19 táxons de plantas, principalmente melíferas, sendo o eucalipto a espécie mais abundante. Essa diversidade confirma o hábito alimentar generalista, identificado a partir da diversidade de pólen existente no trato digestivo das larvas. Em relação aos restos epidérmicos vegetais, foram obtidos pelas vespas sociais a partir da predação de lagartas de insetos fitófagos de plantas que correspondem a espécies locais hospedeiras, confirmando que as vespas sociais são importantes para o controle de fotófagos (Corujo et al., 2011). Em outra pesquisa realizada com *P. scutellaris* verificou-se que seu mel continha pólen principalmente de herbáceas das famílias Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae (Tellería, 1996).

Algumas espécies produzem mel em pequena quantidade (Machado, 1984; Telleria, 1996; Prezoto & Gobbi, 2003; Corujo et al., 2011), em momentos específicos, pois durante a pré e pós-emergência a estocagem de mel favorece o cuidado parental; já durante o declínio, é estratégia de sobrevivência enquanto aguardam melhores condições climáticas para fundação de novas

colônias (Prezoto & Gobbi, 2003).

Em relação à polinização, vespas sociais foram consideradas por Sühs et al. (2009) polinizadores efetivos, em virtude da frequência e duração do contato com os órgãos reprodutivos das plantas. Outra pesquisa realizada por Sühs et al. (2009), com a espécie vegetal nativa *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), demonstrou que as vespas sociais foram mais abundantes do que as abelhas na visitação floral com adesão de pólen ao exoesqueleto em áreas estratégicas para polinização, e dentre as mais frequentes estão algumas que visitaram as plantas medicinais do presente trabalho: *P. versicolor*, *P. fastidiosuscula* e *P. simillimus*, na ordem de sua frequência. Espécies dos gêneros *Polistes* e *Polybia* foram consideradas polinizadoras efetivas de *Erythroxylum* spp. P. Br. (Erythroxylaceae) no Brasil por estabelecerem contato com os órgãos reprodutivos das plantas, pela frequência da visitação durante todo o dia e pelo tempo de 3 a 5 segundos em cada visitação floral (Granja & Barros, 1998). Em pesquisa realizada com visitação floral em *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae) na Crimeia, Skaldina (2020) observou-se que vespas sociais foram mais frequentes do que abelhas e que visitaram tanto flores femininas quanto masculinas, ao contrário destas que foram encontradas somente em flores masculinas, demonstrando mais uma vez o potencial de polinização das vespas sociais.

Além do papel ecológico, em algumas pesquisas foram verificadas propriedades medicinais presentes no veneno das vespas sociais, tais como peptídeo com potencial anticonvulsivante em modelos agudos e crônicos com possível efeito neuroprotetor, encontrado em *P. occidentalis* (Mortari et al., 2023). Constatou-se a presença de substância com atividade antimicrobiana e antibiofilme potente contra *Pseudomonas aeruginosa* resistente a antibióticos a partir de peptídeo obtido de *P. paulista* (Shah et al., 2021), vespa cujo veneno possui ainda outro peptídeo com potentes efeitos ansiolíticos (Anjos et al., 2016). Dentre os inúmeros efeitos farmacológicos identificados a partir de compostos isolados produzidos pelas vespas sociais e testados em modelo murino, foi identificada atividade antinociceptiva dose-dependente em peptídeo obtido da vespa *Parachartergus fraternus* (Gribodo, 1892), que permaneceu ainda ativa 3 dias depois da aplicação (Gonçalves et al., 2016). Além dessas pesquisas, também podem ser citados os usos medicinais populares de marimbondos por comunidades tradicionais no Brasil, mencionados em revisão por Noronha et al. (2021).

As vespas sociais apresentam diferentes comportamentos, que podem influenciar na sua utilização para o controle biológico conservativo, como por exemplo, *P. scutellaris* pode danificar frutos de jambo e diminuir seu valor comercial (Brugger et al., 2017), mas pode ser relevante para o controle de lagartas em cafezais, plantações de tomate (Picanço et al., 2011), de pepino (Junior et al., 2012) e tabaco (Schoeninger, 2020).

A espécie *P. paulista* já foi atraída por iscas de carniça de vertebrados (Moretti et al., 2011), comportamento já relatado para outras espécies de vespas sociais. Michelutti et al. (2017) encontraram cupins alados armazenados em ninhos dessa espécie de vespa, demonstrando mais uma vez seu potencial de predação; exemplo de estratégia oportunista de obtenção e armazenamento de proteína; também produz mel que armazena em células vazias, com ovos e/ou larvas (Machado, 1984). Oliveira et al. (2017) verificaram comportamento generalista quanto à nidificação em *P. paulista*, que estabeleceu colônias em substrato vegetal e também em construções urbanas.

Em relação às espécies de vespas sociais menos abundantes no presente estudo, Cuautle e Rico-Gray (2003) observaram que a visitação de *P. occidentalis* aos nectários extraflorais de *Turnera ulmifolia* (Turneraceae) atacados pela lagarta *Euptoieta hegesia* (Lepidoptera: Nymphalidae) foi diretamente associada ao maior número de gemas, flores, frutos maduros e sementes, o que demonstra seu papel no controle biológico conservativo, neste caso favorecido pela presença da recompensa nectarífera.

Em estudo realizado com *P. platycephala* em área urbana, Prezoto et al. (2005) verificaram que essa espécie armazenou partes corporais de cupins e formigas e realizou predação de insetos de diversas ordens, como Diptera (33,4%), Lepidoptera (28,6%) e Hemiptera (12,0%).

Prezoto e Machado (1999) constataram que a presença de *P. simillimus* em cultivo de milho diminuiu a incidência dos lepidópteros *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera Noctuidae) em cerca de 23,07%; *Chloridea virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera Noctuidae) (15,38%) e *Anticarsia gemmatalis* Huebner, 1818 (Lepidoptera Noctuidae) (14,28%). *Polistes simillimus* foi capaz de realizar voo de aproximadamente 150 m da colônia, alcançando 70.650 m² por colônia (Prezoto & Gobbi, 2005).

As espécies *P. simillimus*, *P. versicolor*, *P. occidentalis* e *P. paulista* foram observadas se alimentando de frutos das cactáceas *Cereus jamacaru* DC. e *Pilosocereus catincola* (Gurke) Byles & G.D., comportamento atribuído ao seu hábito generalista de forragear os recursos mais abundantes (Santos et al., 2007), bem como a *P. cinerascens*, espécie relatada alimentando-se de louva-a-deus (Crispim et al., 2023). Em pesquisa realizada sobre redes de interação trófica a partir de visitação floral, *M. drewseni* mostrou-se a segunda espécie de vespas com mais interações, representando maior nível de generalização, ao visitar 7 espécies vegetais em floresta ripária e 11 em campos rupestres, onde a maioria das vespas sociais observadas visitou apenas 1 planta das 18 analisadas (Clemente et al., 2012). Referente a *P. chrysothorax*, essa espécie foi localizada em ambiente de plantio de café sombreado com

plantas de mangueira (Tomazella et al., 2018), em área de predominância agrícola, com 175 hectares de diversas culturas, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), campus Bambuí, Minas Gerais (Jacques et al., 2015); a espécie também foi coletada no parque estadual do Rio Doce, em Minas Gerais (Souza et al., 2012) e em floresta ripária no Rio das Mortes em Barroso, Minas Gerais (Souza et al., 2014), mas sem informações ainda sobre predação por parte dessa espécie.

A análise de suficiência amostral realizada pelo estimador Bootstrap no presente trabalho indicou que as espécies de vespas sociais mais frequentes e relacionadas com as plantas avaliadas foram amostradas, de acordo com o índice resultante (88%). As linhas de espécies únicas e duplicadas demonstraram que as espécies únicas passaram a ocorrer novamente nas amostras seguintes. Quanto à Rarefação de Coleman, a linha correspondente a esse índice tornou-se mais estabilizada, o que significa também que havia uma projeção baixa para novas espécies. Em pesquisa comparando áreas de plantio diverso e monocultura, Klein et al. (2015) coletaram vespas sociais com armadilhas atrativas e busca ativa durante 1 ano, e apesar da abundância de espécimes (953), foram coletadas somente 15 espécies, número bastante semelhante ao encontrado no presente trabalho.

A primeira análise que diferenciou *B. pilosa* e *L. alba* em relação aos demais grupos foi a de similaridade de Cluster, que também demonstrou similaridade com os demais grupos menor que 20%.

Para a riqueza de espécies, as nativas *B. pilosa* e *L. alba* apresentaram as maiores médias, significativamente diferentes de *T. erecta* e *Clinopodium* sp., sendo que as demais espécies de plantas apresentaram médias intermediárias de riqueza. Para a abundância também foram observadas diferenças significativas, sendo o maior valor observado em *B. pilosa*, significativamente diferente de *T. erecta* e *Clinopodium* sp., sendo que as demais espécies vegetais apresentaram valores intermediários de abundância. Portanto, *B. pilosa* e *L. alba* são espécies promissoras para fornecer recursos alternativos aos inimigos naturais quando presentes em consórcios em ambientes de cultivo ecológico. Acredita-se que o fato de ambas serem nativas seja um fator relevante, ao se considerar a coevolução entre plantas e insetos. Afik et al. (2014) demonstraram que a abelha exótica *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) foi repelida pelo pólen do abacateiro, *Persea americana* Mill. (Lauraceae); entretanto, três himenópteros nativos da mesma região que a planta, mostraram-se mais tolerantes à sua composição química.

Referente ao hábito alimentar das vespas sociais, realizam forrageamento à procura de proteína, carboidrato, água e materiais para construção de seus ninhos (Beggs, 2001). Durante as

coletas no presente trabalho, observou-se forrageamento de vespas sociais entre as plantas, que realizaram visitação floral e também caminharam pelas folhas.

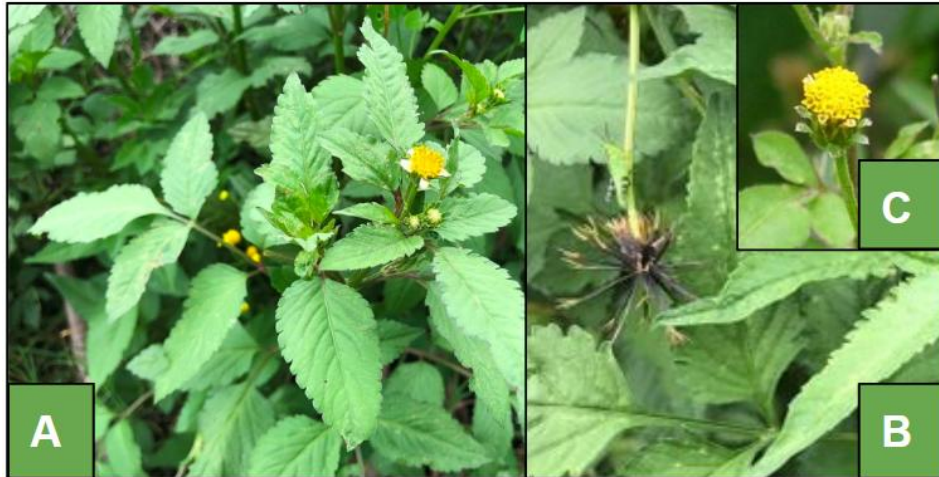
Uma diferença da metodologia do presente trabalho em relação às demais pesquisas publicadas a respeito desse grupo de insetos, é que não foi utilizado nenhum tipo de isca para atração das vespas sociais, possibilitando realizar uma análise fidedigna quanto à atratividade realizada pelas plantas medicinais.

Acredita-se que o local do experimento tenha interferido positivamente no resultado desta pesquisa, pois além de ser uma área de plantio orgânico e agroecológico, tem dois fragmentos de mata, um deles contíguo às parcelas do experimento. No entanto, ocorreu ataque da formiga cortadeira saúva-limão, *A. sexdens rubropilosa*, o que exigiu replantio de *T. erecta* no decorrer do experimento e de *P. crispum*, que não chegou a florescer. Além disso, após sucessivos ataques e replantios de *T. majus*, optou-se por substituir essa espécie pelo *Clinopodium* sp. Isto demonstrou que essas espécies não são recomendadas para consórcios em áreas sob ataque dessa formiga.

Bidens pilosa, nativa da América do Sul, conforme Flora e Funga do Brasil², ocorre em todos os biomas e segundo o Sistema Global de Informação sobre Biodiversidade, tem ocorrência registrada como invasora em 126 países, com 22 subespécies. A monografia dessa espécie (Brasil, 2015) considera as folhas glabras, já para Bartolome et al. (2013) podem ser glabras ou peludas. São opostas, simples, fendidas e pecioladas; a inflorescência é do tipo capítulo com flores amarelas; radiais, pentâmeras; liguladas com pétalas brancas ou amarelas; caule ereto e ramificado, coloração verde com ou sem pelos. Fruto é um aquênio tetragonal, de coloração marrom-escura, provido de duas a 3 aristas. (Bartolome et al., 2013; Brasil, 2015). Não foi encontrada nenhuma espécie similar adulterante.

² O acesso à plataforma pode ser realizado pelo site <<https://reflora.jbrj.gov.br/consulta/#CondicaoTaxonCP>>

Figura 8 - Fotos de *Bidens pilosa*. A. Padrão foliar; B. Frutos; C. Inflorescência



Fonte: (A e B) Sistema Global de Informação sobre Biodiversidade³; (C) Silva et al. (2011).

Essa planta medicinal é utilizada tradicionalmente por indígenas da América do Sul, como os mbyá-guarani para tratamento de infecções em geral (Brandelli et al., 2015), e quilombolas, caboclos e ribeirinhos para infecção urinária (Paiva et al., 2017). É também popularmente utilizada em países da África (Dougnon, 2022; Cock et al., 2023; Valentin et al., 2024), Ásia, para dores no estômago na Índia (Ayyanar & Ignacimuthu, 2005), para inúmeras doenças na China (Bai et al., 2022), Oceania (Hughes, 2019) e em toda a América, como as utilizadas pelos Maias (Castañeda et al., 2022) e por etnias da América Central e América do Sul (Vargas-Arana et al., 2023).

Calderín-Miranda et al. (2021), em revisão de literatura sobre *B. pilosa*, verificaram que essa espécie produz flavonoides, ácidos graxos, taninos, poliacetilenos, compostos fenólicos simples, triterpenos e alcaloides como classes principais dos mais de 300 tipos de metabólitos presentes nessa espécie. Segundo a revisão de Calderín-Miranda et al. (2021), *B. pilosa* apresenta atividades farmacológicas anti-inflamatória, antioxidante, antibacteriana, citotóxica, antifúngica, antiviral, antiangiogênica e analgésica com estudos pré-clínicos *in vitro*, como atividade bactericida (Shandukani, 2018), e *in vivo*, como observado por Lai et al. (2015) que constataram potencial antidiabético na espécie; também pesquisas *ex vivo*, como a de Nguetack et al. (2005) que identificaram propriedades vasodilatadoras, mas poucos trabalhos realizados clinicamente, como o teste de fitoterápico mucoadesivo na prevenção de mucosite oral induzida por radioquimioterapia (Arantes et al., 2021; Martins et al., 2023; Pereira et al., 2024). Em revisão sistemática, Rodríguez-Mesa et al. (2023) relataram propriedades imunomoduladoras com

³ O acesso à plataforma pode ser realizado pelo site <<https://www.gbif.org/pt>>

potencial de *B. pilosa* ser um modulador de resposta imune antimicrobiano, anti-inflamatório, antioxidante, antitumoral e antidiabético. Também efeitos antifúngico, hipotensivo e cicatrizante foram mencionados por Jayasundera et al. (2021).

Biologicamente os flavonoides nas plantas atuam como proteção contra raios UV, atração de polinizadores, podem atuar como agentes alelopáticos, dentre outros. Alguns tipos exercem função de proteção contra ataques de microrganismos e insetos (dihidroflavonois) e outros como fitoalexinas (isoflavonoides). Apresentam-se como pigmentos de cor branca a amarelo claro. Farmaceuticamente apresenta atividades antioxidantes, antiinflamatória, antiespasmódica, antitumoral e hormonal. São uma classe dos polifenóis, contém um ou mais núcleos aromáticos e substituintes hidroxilados ou derivados funcionais. Aparecem nas formas livre (aglicona) ou heterosídica (ligada a molécula de açúcar) (Friedman, 2007).

O Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2021) indica o uso oral de sua infusão por até 15 dias para o tratamento de icterícia e contraindica seu uso por menores, gestantes, lactantes e alérgicos a asteráceas. O documento menciona que a espécie interage com anticoagulantes, hipoglicemiantes e anti-hipertensivos. Comercializada em forma de droga vegetal, cápsula de extrato seco como suplemento alimentar, extrato fluido e tintura.

Essa espécie também apresenta características bioindicadoras, sendo útil para identificar solo de média fertilidade, solos muito remexidos e desequilibrados (Zamberlam & Froncheti, 2012; Primavesi, 2016), e são fitorremediadoras com potencial acumulador de cádmio sob diferentes níveis de salinidade e pH combinados, e adequada também para correção de pH de solos ácidos (Wang et al., 2023). Sobre pesquisa de sua utilização em consórcios, sua presença em margens de campo influencia a diversidade e abundância de parasitoides, além de ser relatada como a preferida pelos inimigos naturais (Obanyi et al., 2023); outro trabalho observou que essa espécie atraiu mais joaninhas, percevejos predadores e crisopídeos em consórcios da África subsaariana dos que as demais plantas de margem de campo (Baltazar et al., 2022). Os demais trabalhos sobre consórcios pesquisaram sobre sua utilização enquanto fitorremediadora de cádmio.

A espécie *L. alba* (Figura 9) é nativa e ocorre em todos os biomas, de acordo com Flora e Funga do Brasil. É um arbusto aromático, perene, com ramos hirsutos, folhas pecioladas lanceoladas ou elípticas, de margem serreada, com tricomas glandulares sésseis, inflorescências em capítulos axilares, corola rósea ou branca, fruto esquizocarpo.

Figura 9 - Foto da planta atrativa *Lippia alba* com padrão foliar e inflorescência.



Fonte: Sandra Zorat Cordeiro, Herbário Unirio (2024).

Lippia alba é um tipo de cidreira, denominada assim por alguns de seus metabólitos prevalentes, citral (geranial e neral) e linalol (Lopes et al., 2024). É popularmente utilizada em forma de infusão, por seu efeito calmante, antiespasmódico e antidispéptico e demais propriedades medicinais, algumas delas indicadas no Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2021). Comercializada na forma de óleo essencial, extratos e hidrolatos e utilizada para a elaboração de cosméticos, por sua fragrância. Em ampla revisão, Linde et al. (2016) citaram as atividades biológicas dessa espécie tais como antioxidante, sedativa, analgésica, citotóxica, antigenotóxica, além de antimicrobiana, inseticida e acaricida. Foi aplicado teste clínico, que verificou sua analgesia para enxaqueca em intensidade e frequência (Carmona et al., 2013).

Além do citral e linalol, essa espécie apresenta uma grande diversidade de compostos majoritários, os quais variam em presença e quantidade de acordo com o quimiotipo, condições edafoclimáticas (Jannuzzi et al., 2011), geneticamente a nível ploidal e manejo (Lopes et al., 2024) e até mesmo o local de origem (Linde et al., 2016). Sá Filho et al. (2022) demonstraram que os metabólitos produzidos por essa espécie sofrem alterações também em virtude de sazonalidade, tanto quantitativa quanto qualitativamente. Por isso, consideraram necessário padronizar a produção vegetal para obtenção dos compostos desejados. Yamamoto et al. (2008) detectaram somente alterações quantitativas, mas não variação qualitativa e sugeriram melhoramento genético da espécie, e Linde et al. (2016) mencionaram que devem ser preferidos os quimiotipos com menos influência ambiental.

Hennebelle et al. (2006) apresentaram a composição química do que consideraram 7 quimiotipos distintos. Linde et al. (2016) citaram 5 dos quimiotipos identificados: citral, citral-

limoneno, citral-mirceno, carvona-limoneno e linalol. Segundo Jannuzzi et al. (2011), a comparação da composição química com outros acessos de *L. alba* não devem ser absolutos, em virtude da sua variabilidade química. Na comparação desses autores dos 17 acessos dessa espécie, 3 foram de citral-limoneno, entre os quais os componentes majoritários: geranial (31%), (28%) e (34%); neral (25%), (23%) e (28%) e limoneno (19%), (15%), (13%), respectivamente, sendo que consideraram somente os compostos a partir de 10%. Por aproximação, considera-se o quimiotipo do acesso da *L. alba* desta pesquisa citral-limoneno, pois apresentou geranial em 38%, neral em 29% e limoneno em 9%, conforme pode ser verificado em anexo.

A utilização de *L. alba* em controle biológico foi realizada a partir do seu extrato contra *S. frugiperda* (Usseglio et al., 2023) e do seu óleo essencial contra o besouro das leguminosas *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae) (Shukla et al., 2011). Não foram encontradas informações sobre sua utilização em plantios consorciados. Em uma pesquisa sobre metodologia de secagem para extração de óleo essencial, Teles et al. (2012) citaram *L. alba* como suscetível a ataques de formigas. Contudo, não foi observado esse ataque no presente estudo com essa espécie.

A atratividade de vespas sociais pelas plantas estudadas, como *B. pilosa* e *L. alba*, indicou a relevância de algumas espécies vegetais para o forrageamento das vespas. As diferenças na atratividade entre as plantas medicinais para as vespas sociais podem estar relacionadas a uma variedade de fatores, incluindo a sua composição química, tipos de flores, aromas e características estruturais das plantas.

Em pesquisa que analisou a atratividade floral visual e olfativa de vespas sociais pelas plantas medicinais *Hedera Helix* L. (Araliaceae) e *Heracleum sphondylium* L. (Apiaceae), os autores constataram que é mais atrativo quando ambos os fatores são combinados, sendo o olfativo mais atrativo do que o visual (Lukas et al., 2020), a partir de pistas químicas Kaplan et al. (2016).

Os resultados do presente estudo corroboram com os de pesquisas que consideram flavonoides e terpenos voláteis compostos atrativos para insetos e relevantes para áreas de produção ecológica (Schiedeck, 2012). Apesar de não ser perfumada, *B. pilosa* possui flavonoides como classe predominante, o que pode justificar a diversidade e quantidade de outras ordens de insetos presentes nas parcelas deste tratamento, além das vespas sociais, os quais não foram quantificados (microhimenópteros, demais integrantes de Vespoidea, abelhas nativas, abelhas solitárias e africanizadas, besouros, dípteros, efemerópteros, hemípteros, ortópteros, neurópteros e outros), o que pode favorecer o forrageamento de insetos predadores em busca de proteína animal. Referente a *L. alba* utilizada na presente pesquisa, possui o terpeno citral

(geranial + neral) e limoneno como compostos majoritários, que podem ser atrativos como pistas químicas para recursos florais. É necessário investigar o comportamento das vespas sociais para identificar se realizam coleta de tecido vegetal dessas plantas.

A classe dos polifenóis contém um ou mais núcleos aromáticos e substituintes hidroxilados ou derivados funcionais. Aparecem nas formas livre (aglicona) ou heterosídica (ligada a molécula de açúcar). Nas plantas atuam como proteção contra raios UV e visível, atração de polinizadores, podem atuar como agentes alelopáticos, dentre outros. Alguns tipos exercem função de proteção contra ataques de microrganismos e insetos (dihidroflavonois) e outros como fitoalexinas (isoflavonoides). Apresentam-se como pigmentos de cor branca a amarelo claro. Farmaceuticamente, apresentam atividades antioxidante, antiinflamatória, antiespasmódica, antitumoral e hormonal (Friedman, 2007).

Os resultados do presente trabalho relacionados à atratividade de vespas sociais demonstraram que as espécies *B. pilosa* e *L. alba* podem favorecer a atratividade de vespas sociais em áreas de plantio ecológico, em concordância com estudos sobre controle biológico conservativo, os quais mencionaram a importância de manter plantas companheiras como uma das formas de colaborar com programas de manejo integrado de pragas (Parolin et al., 2012; Blassioli-Moraes et al., 2022; Vargas et al., 2023). De acordo com Clemente et al. (2020), a diversidade de plantas é relevante para a provisão de recursos e nidificação, por isso determina também a diversidade de vespas sociais presentes no ambiente.

Os resultados do presente trabalho são inovadores ao comparar a atratividade de plantas medicinais entre si em relação a predadores naturais, o que possibilita a utilização das espécies mais atrativas em consórcio com plantios de interesse comercial, favorecendo a diversificação de cultivo com espécies nativas e possibilitando aumento na renda do produtor, que poderá comercializar as espécies companheiras.

Apesar de *B. pilosa* ter sido a espécie vegetal mais atrativa em relação à riqueza e à abundância, seu manejo exige mais cuidado, pois seus frutos (aquênios) são evitados por agarrarem em tecidos, pele, cabelo e outros materiais dos agricultores; além disso, por se tratar de uma planta anual, necessita de replantio periódico.

Referente à espécie *L. alba*, além de perene, pode ser plantada diretamente no campo, tolera falta de irrigação, desenvolve-se tanto em pleno sol quanto em meia sombra, exige pouco manejo; consegue se desenvolver plenamente mesmo onde a braquiária tentava retornar, e como teve resultados semelhantes em termos quantitativos de riqueza, pode-se inferir que seja uma planta mais adequada para possíveis consórcios.

A partir do conhecimento sobre o uso do picão em áreas de sistemas agroflorestais, por serem extremamente rústicos (Bartolome et al., 2013) e atrativos (Baltazar et al., 2022; Obanyi et al., 2023), pode-se sugerir a permanência de algumas plantas de picão esparsas na entrelinha, mas com a maioria do consórcio sendo realizada com a *L. alba*, buscando-se otimizar a atratividade de ambas as espécies por vespas sociais e minimizar os problemas de manejo com *B. pilosa*. Para isso, recomenda-se realizar estudos com implantação de consórcios com *L. alba*, visando identificar outras culturas que podem ser recomendadas como plantas companheiras, já que as interferências químicas podem atuar positivamente (Walia & Kumar, 2021) ou negativamente entre as plantas (Taban et al., 2022).

Referente a pesquisas relacionadas à bioatividade de plantas medicinais para manejo de ambientes ecológicos de cultivo, Schiedeck (2012) evidenciou que os estudos têm sido realizados de forma “pouco articulada”, sugerindo revisões sistemáticas com meta análise para sanar essa lacuna, observando a necessidade de se pesquisarem também espécies bioativas adaptadas às condições locais de cada região, havendo então muitas possibilidades de estudo nessa área.

Na utilização de plantas em consórcios de agroecossistemas, é importante considerar que podem ser produzidos semioquímicos que promovem a alelopatia, prejudicando o desenvolvimento de outras plantas (Taban et al., 2022). Sendo assim, uma espécie aparentemente ideal para um determinado fim pode não responder positivamente a todos os fatores desejáveis em um consórcio, necessitando de estudos que correlacionem os organismos envolvidos.

Os resultados do presente estudo destacam a importância da seleção criteriosa das plantas medicinais em ambientes de cultivo ecológico, levando em consideração não apenas suas propriedades medicinais, mas também sua capacidade de atrair vespas sociais benéficas para o controle biológico conservativo. A compreensão das interações entre plantas medicinais e vespas sociais pode contribuir para o desenvolvimento de medidas mais eficazes e sustentáveis de manejo, promovendo a biodiversidade e proteção de agroecossistemas.

A presença e a diversidade de vespas sociais em ambientes de cultivo ecológico desempenham um papel único na manutenção de serviços ecossistêmicos, visando a integridade do ambiente e dos compostos produzidos pelas plantas medicinais. Nesse contexto, as vespas sociais podem atuar no controle biológico conservativo, contribuindo para a redução da incidência de organismos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas cultivadas. A utilização de vespas sociais como agentes de controle biológico conservativo apresenta-se como uma medida sustentável e ambientalmente amigável.

A partir da escolha das espécies para o experimento, da coleta e identificação das vespas sociais, com análises estatísticas, ficou comprovado que a atratividade das espécies vegetais nativas *B. pilosa* e *L. alba*, produtoras de flavonoides e terpenos, pode possibilitar provisões de recursos adicionais para as vespas sociais, com consequentes benefícios aos ambientes agrícolas de cultivo ecológico.

REFERÊNCIAS

- Afik, O., Delaplane, KS, Shafir, S., Moo-Valle, H. & Quezada-Euán, JJG (2014). Nectar minerals as regulators of flower visitation in stingless bees and nectar hoarding wasps. **Journal of Chemical Ecology** 40: 476-483. DOI: 10.1007/s10886-014-0455-8.
- Androcioli, HG, Hoshino, AT, Menezes Júnior, AO, Morais, H., Bianco, R. & Caramori, PH (2018). Incidência do bicho-mineiro do café e sua predação por vespas em café consorciado com seringueira. **Ciência do café** v. 13.
- Anjos, LC dos, Gomes, FMM, Couto, LL, Mourão, CA, Moreira, KG, Silva, LP & Mortari, MR. (2016). Anxiolytic activity and evaluation of potentially adverse effects of a bradykinin-related peptide isolated from a social wasp venom. **Life Sciences** 149: 153-159. DOI: 10.1016/j.lfs.2016.02.063.
- Arantes, DAC, da Silva, ACG, Freitas, NMA, Lima, EM, de Oliveira, AC, Marreto, RN, Mendonça, EF & Valadares, MC (2021) Safety and efficacy of a mucoadhesive phytomedication containing curcuminoids and *Bidens pilosa* L. extract in the prevention and treatment of radiochemotherapy-induced oral mucositis: Triple-blind, randomized, placebo-controlled, clinical trial. **Head and Neck** 43: 3922-3934. DOI: 10.1002/hed.26892.
- Ayyanar, M. & Ignacimuthu, S. (2005). Traditional knowledge of Kani tribals in Kouthalai of Tirunelveli hills, Tamil Nadu, India. **Journal of Ethnopharmacology** 2: 246-255. DOI: 10.1016/j.jep.2005.06.020.
- Bai, Y., Zhang, Q., He, X., Wang, H., Li, W., Zhu, J., Meng, Y., Long, C. (2022). An ethnobotanical study on medicinal plants of Shexian Dryland Stone Terraced System in northern China. **J Ethnobiol Ethnomed** 18: 62. DOI: 10.1186/s13002-022-00560-6.
- Bartolome, AP, Villaseñor, IM & Yang, WC (2013). *Bidens pilosa* L. (Asteraceae): Botanical properties, traditional uses, phytochemistry and pharmacology. Evidence Based **Complementary and Alternative Medicine** p.1-51.
- Batista, NR, Farder-Gomes, CF, Nocelli, RCF & Antonialli-Junior, WF (2023). Effects of chronic exposure to sublethal doses of neonicotinoids in the social wasp *Polybia paulista*: Survival, mobility, and histopathology. **Science of the Total Environment** v. 904. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.166823.
- Batista, NR, Oliveira, VESD, Crispim, PD, Nocelli, RCF & Antonialli-Junior, WF (2022). Is the social wasp *Polybia paulista* a silent victim of neonicotinoid contamination? **Environmental Pollution** v. 308. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.119682.
- Beggs J. (2001). As consequências ecológicas das vespas sociais (*Vespula* spp.) invadindo um ecossistema que possui recursos abundantes de carboidratos. **Conservação Biológica** 99: 17–28.
- Blassioli-Moraes, MC, Venzon, M., Silveira, LCP, Gontijo, LM, Togni, PHB, Sujii, ER, Haro, MM, Borges, M, Michereff, MFF, Aquino, FS, Laumann, RA, Caulfield, J. & Birkett, M.

(2022). Companion and Smart Plants: Scientific Background to Promote Conservation Biological Control. **Neotropical Entomology** 51: 171-187.

Brock, RE, Cini, A. & Sumner, S. (2021). Ecosystem services provided by aculeate wasps. **Biological Reviews** 96: 1645-1675. DOI: 10.1111/brv.12719.

Brandelli, CLC, Ribeiro, VB, Zimmer, KR, Barth, AL, Tasca, T & Macedo, AJ (2015). Medicinal plants used by a Mbyá-Guarani tribe against infections: Activity on KPC-producing isolates and biofilm-forming bacteria. **Natural Product Communications** 10: 1847-1852. DOI: 10.1177/1934578x1501001114.

Brasil. Ministério da Saúde (2006). Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos** / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. – Brasília: Ministério da Saúde. 60 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) ISBN 85-334-1092-1.

Brasil. Ministério da Saúde (2015). Monografia da Espécie *Bidens pilosa* (Picão – preto) Organização: **Ministério da Saúde e Anvisa Fonte do Recurso: Ação 20K5 (DAF/ SCTIE/ MS)/2013**. Brasília.

Brasil. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** (2021). Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, 2ª edição. Brasília.

Brasil. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** (2022). Cartilha de Orientações sobre o uso de Fitoterápicos e Plantas Medicinais. Brasília.

Brügger, BP, Cruz, RADL, Carvalho, AGD, Soares, MA, Prezoto, F. & Zanuncio, JC (2019). *Polybia fastidiosuscula* (Hymenoptera: Vespidae) Foraging Activity Patterns. **Florida Entomologist** 102: 264-265.

Bueno, OC, Bueno, FC, Betella, G., Morini, MSC, Hebling, MJA, Pagnocca, FC, Leite, AC, Vieira, PC & Fernandes, JB (2004). Toxicity of sesame extracts to leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera:Formicidae). **Sociobiology** 44: 599-606.

Calderín-Miranda, JM, Mendoza, BA & Díaz-Soto, MT (2021) Actividad farmacológica y composición fitoquímica de *Bidens pilosa* L. Pharmacological activity and phytochemical composition of *Bidens pilosa* L. **Revista Cubana de Farmacia** 54: 634.

Campos, WG, Pereira, DBS & Schoereder, JH (2000). Comparação da eficiência de modelos de armadilhas de interceptação de voo na amostragem de Hymenoptera e outros insetos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 29: 381-389.

Carmona, F., Angelucci, MA, Sales, DS, Chiaratti, TM, Honorato, FB, Bianchi, RV & Pereira, AMS (2013). *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown hydroethanolic extract of the leaves is effective in the treatment of migraine in women. **Phytomedicine** 20: 947-950. DOI: 10.1016/j.phymed.2013.03.017.

- Carpenter, JM & Marques, OM (2001). Contribuição aos estudos dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae). Universidade Federal da Bahia, **Versão 1.0. Série: Publicações digitais** v. 02.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial PRIMER-E: Plymouth. 190 pp.
- Castañeda, R., Cáceres, A., Velásquez, D., Rodríguez, C., Morales, D. & Castillo, A. (2022). Medicinal plants used in traditional Mayan medicine for the treatment of central nervous system disorders: An overview. **Journal of Ethnopharmacology** v. 283. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114746.
- Clemente, MA, Guevara, R., Moleiro, HR, Silveira, OT & Giannotti, E. (2020). Community structure and composition of social wasps (hymenoptera: Vespidae) in different vegetation types in São Paulo, Brazil. **Sociobiology** 67: 449-461.
- Clemente, MA, Lange, D., Del-Claro, K., Prezoto, F., Campos, NR & Barbosa, BC (2012). Interação entre vespas e plantas sociais visitantes de flores: padrão de rede e complexidade ambiental. **Psique: Um Jornal de Entomologia** 2012: 10. DOI: 10.1155/2012/478431.
- Coelho, MLS, Gouvêa, TP, Clemente, MA & Souza, MM (2022). Effect of forest fragment size on Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) in a transitional area of Cerrado and Atlantic Forest in south central Minas Gerais state, Brazil. **Entomobrasilis** 15: 994-998.
- Corujo, VLF, Basilio, MA & Galati, BG (2011). Analysis of digestive tract content of the larvae of *Polybia scutellaris* (White) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 55: 241-246. DOI: 10.1590/S0085-56262011005000017.
- Cock, IE, Luwaca, N. & Van Vuuren, SF (2023). The traditional use of Southern African medicinal plants to alleviate fever and their antipyretic activities. **Journal of Ethnopharmacology** v. 303. DOI: 10.1016/j.jep.2022.115850.
- Crispim, FGAC, Silva, GT, Clemente, MA, Souza, MM (2023). Predação de louva-deus (Mantodea) pela vespa social *Polistes cinerascens* Saussure, 1854 (Hymenoptera). **Acta Ambiental** v. 20. DOI: <https://doi.org/10.24021/raac.v20i1.7493>.
- Cuautle, M. & Rico-Gray, V. (2003). The effect of wasps and ants on the reproductive success of the extrafloral nectaried plant *Turnera ulmifolia* (Turneraceae). **Functional Ecology** 17: 417-423.
- Dougnon, V., Legba, BB, Gbaguidi, B., Agbodjento, E., Agbankpe, AJ, Rocha, D., Ayi, I., Azonbakin, S., Diallo, A., Bonkougou, IJ, Klotoe, JR, Agbangla, C. & Alitonou, GA (2022). A review of some medicinal plants with the potential to defeat antimicrobial resistance: Cases of Benin, Togo, Ghana, Burkina Faso, and Cape Verde. **International Journal of One Health** 8: 124-160. DOI: 10.14202/IJOH.2022.124-160.
- Elisei, T., Nunes, JV, Junior, CR, Junior, AJF & Prezoto, F. (2010). Use of social wasp *Polistes versicolor* on eucalyptus caterpillar control. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 45: 958-964. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000900004.

- Elisei, T., Valadares, E., Martins, CF & Albuquerque, FA (2017). Diversity and Structure of Social Wasps Community (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) in Neotropical Dry Forest. **Sociobiology** 64: 111–118. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v64i1.1261>.
- Elisei, T., Nunes, J., Ribeiro Junior, C., Fernandes Junior, A. & Prezoto, F. (2013). What is the Ideal Weather for Social Wasp *Polistes versicolor* (Olivier) go to Forage? **EntomoBrasilis** 6: 214-216. doi:10.12741/ebrasilis.v6i3.342.
- Elisei, T., Júnior, CR & Prezoto, F. Economic Importance of Neotropical Social Wasps (2021) In: Prezoto, F., Nascimento, FS, Barbosa, BC & Somavilla, A. (Ed.) **Neotropical Social Wasps: basic and applied aspects** Springer Nature Switzerland. DOI 10.1007/978-3-030-53510-0_24.
- Ferreira, PJ, Zonetti, PDC, Paiola, AJ, Rosset, IG, Moreira Silva, AF & Albrecht, LP (2020). *Conyza sumatrensis* allelopathy effect on *Bidens pilosa* (Asteraceae) Seed germination. **Botanical Sciences** 98: 348-354. DOI: 10.17129/BOTSCI.2445.
- Friedman, M. (2007). "Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral, and antifungal activities of tea flavonoids and teas." **Molecular Nutrition and Food Research** 51: 116-134.
- Gonçalves, J., Rangel, M., Biolchi, A., Alves, E., Moreira, K., Silva, L. & Mortari, M. (2016). Antinociceptive properties of the mastoparan peptide Agelaia-MPI isolated from social wasps. **Toxicon** 120: 15-21. DOI: 10.1016/j.toxicon.2016.07.009.
- Graça, M. B. & Somavilla, A. (2019). Effects of forest fragmentation on community patterns of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Central Amazon. **Austral Entomology** 58: 657-665. DOI: 10.1111/aen.12380.
- Granja e Barros, M. (1998). Sistemas reprodutivos e polinização em espécies simpátricas de *Erythroxylum* P. Br. (Erythroxylaceae) do Brasil. **Braz. J. Bot.** v. 21. <https://doi.org/10.1590/S0100-84041998000200008>.
- Harrison, RD, Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Schaffner, U. & Van den Berg, J. (2019). Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. **Journal of Environmental Management** 243: 318-330. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011>.
- Held, DW, Wheeler, C, Abraham, CM, & Pickett, KM (2008). Paper wasps (*Polistes* sp.) attacking fall armyworm larvae (*Spodoptera frugiperda*) in turfgrass. Online. **Applied Turfgrass Science** Online: 1-5.
- Hennebelle, T., Sahpaz, S., Dermont, C., Joseph, H. & Bailleul, F. (2006). The essential oil of lippia alba: Analysis of samples from french overseas departments and review of preview works. **Chemistry and Biodiversity** 3: 1116-1125.
- Herdina, AS, Bitencourt, GSS, Di Mare, RA & Barbosa, BC (2016). *Polybia* (Myrapetra) *scutellaris* (Hymenoptera: Vespidae) foraging on flies at carcasses of *Rattus norvegicus* (Rodentia: Muridae). **Sociobiology** 63: 728-730. DOI: 10.13102/sociobiology.v63i1.937.

Hoshino, AT, Bortolotto, OC, Hata, FT, Ventura, MU & Menezes Júnior, AO. (2018). Efeito do consórcio de feijão-guandu ou sombreamento com plantas de leucena na ocorrência do bicho-mineiro do café e na sua predação por vespas em plantações orgânicas de café. Proteção de culturas. **Ciência Rural** v. 48. DOI:10.1590/0103-8478cr20160863.

Hughes, K., Ho, R., Butaud, JF, Filaire, E., Ranouille, E., Berthon, JY & Raharivelomanana, P. (2019). A selection of eleven plants used as traditional Polynesian cosmetics and their development potential as anti-aging ingredients, hair growth promoters and whitening products. **Journal of Ethnopharmacology** v. 245. DOI: 10.1016/j.jep.2019.112159.

Jacques, GC, Oliveira, DC, Souza, MM & Silveira, LCP (2019). The use of *Polistes versicolor* (Olivier, 1971) in the control of *Ascia monuste orseis* (Godart, 1819) in kale cultivation. **Agrogeoambiental** 11: 96-106.

Jacques, GC & Araújo, BSS A. (2020). Influence of surrounding vegetation on the diversity of prezotosocial wasps on coffee culture. **Revista Agrogeoambiental** v. 12 DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v12n320201494>.

Jacques, GC, Souza, MM, Coelho, HJ, Vicente, LO & Silveira, LCP (2015). Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in an agricultural environment in Bambuí, Minas Gerais, Brazil. **Sociobiology** 62: 439-445.

Jannuzzi, H., Mattos, JKA, Silva, DB, Gracindo, LAM & Vieira, RF (2011). Agronomic and chemical evaluation of seventeen accessions of "erva cidreira" [*Lippia alba* (Mill.) N.E.Brown] - citral chemotype, cultivated at the Federal District, Brazil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** 13: 258-264.

Jayasundera, M., Florentine, S., Tennakoon, KU & Chauhan, BS (2021). Medicinal Value of Three Agricultural Weed Species of the Asteraceae Family: A Review **Pharmacogn J.** 13: 264-277. A Multifaceted Journal in the field of Natural Products and Pharmacognosy www.phcogj.com.

Jandt, JM, McCall, E & Toth, AL (2024). Vespas *Polistes* nativas (Hymenoptera: Vespidae) têm potencial como agentes de biocontrole para pragas lepidópteras de *Brassica*, **Journal of Economic Entomology** 146. <https://doi.org/10.1093/jee/toae146>.

Junior, PAS, Gonring, AHR, Picanço, MC, Ramos, RS, Martins, JC & Ferreira, DO (2012). Natural biological control of *Diapbania* spp. (Lepidoptera Crambidae) by Social Wasps. **Sociobiology** 59: 561-572.

Kaplan, I., Carrillo, J., Garvey, M. & O, PJ (2016). Indirect plant-parasitoid interactions mediated by changes in herbivore physiology. **Current Opinion in Insect Science** 14: 112-119.

Klein, RP, Somavilla, A., Köhler, A., Cademartori, CV & Forneck, ED (2015). Space-time variation in the composition, richness and abundance of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in a forest-agriculture mosaic in Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Scientiarum** 37: 327-335. DOI: 10.4025/actascibiols.v37i3.27853

Kruskal, WH, & Wallis, WA (1952). Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. **Journal of the American Statistical Association** 47: 583–621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>.

Lai, BY, Chen, TY, Huang, SH, Kuo, TF, Chang, TH, Chiang, CK, Yang, MT & Chang, CLT (2015). *Bidens pilosa* formulation improves blood homeostasis and β -cell function in men: A pilot study. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine** DOI: 10.1155/2015/832314.

Landis, DA; Wratten, SD & Gurr, GM (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology** 45: 175-201.

Lamshead, PJD, Platt, HM & Shaw, KM (1983) Detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. **Journal Natural History** 17: 859-874.

Linde, GA, Colauto, NB, Albertó, E. & Gazim, ZC (2016) Chemotypes, extraction, chemical composition and use of *Lippia alba* essential oil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** 18: 191-200. DOI: 10.1590/1983-084X/15_037.

Lopes, JML, Nascimento, LSDQ, Souza, VC, Matos, EM, Fortini, EA, Grazul, RM, Santos, MO, Soltis, DE, Soltis, PS, Otoni, WC & Viccini, LF (2024). Water stress modulates terpene biosynthesis and morphophysiology at different ploidal levels in *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). **Protoplasma** 261: 227-243. DOI: 10.1007/s00709-023-01890-2.

Lukas, K., Dötterl, S., Ayasse, M. & Burger, H. (2020). Olfactory and Visual Floral Signals of *Hedera helix* and *Heracleum sphondylium* Involved in Host Finding by Nectar-Foraging Social Wasps. **Frontiers in Ecology and Evolution** v. 8. DOI: 10.3389/fevo.2020.571454.

Machado, VLL (1984). Análise populacional de colônias de *Polybia* (Myrapetra) *paulista* (Ihering, 1896) (Hymenoptera, vespidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 2: 187-201. DOI: 10.1590/S0101.

Martins, AFL, Pereira, CH, Morais, MO, de Sousa-Neto, SS, Valadares, MC, Freitas, NMA, Leles, CR & Mendonça, EF (2023). Effects of a mucoadhesive phytomedicine (*Curcuma longa* L. and *Bidens pilosa* L.) on radiotherapy-induced oral mucositis and quality of life of patients undergoing head and neck cancer treatment: randomized clinical trial. **Supportive Care in Cancer** v. 31. DOI: 10.1007/s00520-023-07971-5.

Medeiros, HR, Grandinete, YC, Manning, P., Harper, KA, Cutler, GC, Tyedmers, P., Righi, CA & Ribeiro, MC (2019). A cobertura florestal aumenta a diversidade de inimigos naturais e os serviços de controle biológico nas plantações de café solar brasileiras. **Agronomy for Sustainable Development** 39: 50. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0600-4>.

Michelutti, KB, Soares, ERP, Prezoto, F. & Antonialli-Junior, WF (2017). Opportunistic strategies for capture and storage of prey of two species of social wasps of the genus *Polybia* *lepeletier* (Vespidae: Polistinae: Epiponini). **Sociobiology** 64: 105-110.

Milani, LR, Jacques, CG, Clemente, MA, Coelho, EL & Souza, MM (2020). Influência de fragmentos florestais sobre a nidificação de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em cafeeiro. **Revista Brasileira de Zociências** 21: 1-12.

Mira, IRC, Carvalho, DS, Souza, DSL & Silva, ML (2022). Vulnerabilidade ambiental da sub-bacia do alto-médio rio Mogi Guaçu e Pardo - MG. **Revista Brasileira de Geografia Física** 15: 1352-1370.

Monteiro, LB, Nishimura, G. & Monteiro, RS (2023). Natural parasitism in fruit fly (Diptera: Tephritidae) and interaction with wild hosts surrounding apple orchards adjacent to Atlantic Forest fragments in Paraná State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 83: 1-12.

Moretti, TDC, Giannotti, E, Thyssen, PJ, Solis, DR & Godoy, WAC (2011). Bait and habitat preferences, and temporal variability of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) attracted to vertebrate carrion. **Journal of Medical Entomology** 48: 1069-1075.

Mortari, MR, Cunha, AOS, Anjos, LC, Amaral, HO, Quintanilha, MVT, Gelfuso, EA, Homem-de-Mello, M, Almeida, H., Rego, S., Maigret, B., Lopes, NP & Santos, WF (2023) A new class of peptides from wasp venom: a pathway to antiepileptic/neuroprotective drugs. **Brain Communications** v. 5. DOI: 10.1093/braincomms/fcad016.

Ndakidemi, BJ, Mbega, ER, Ndakidemi, PA, Belmain, SR, Arnold, SEJ, Woolley, VC & Stevenson, PC (2022). Plantas de margem de campo dão suporte a inimigos naturais na África Subsaariana Sistemas de cultivo de feijão comum em pequenos produtores. **Plantas (Basileia)** 11: 898. DOI: 10.3390/plants11070898.

Nicholls, CI (2006). Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. **Agroecología** 1: 37- 48.

Noronha, SCB, Moura, PA, Gouvêa, TP, Teofilo-Guedes, G. & Souza, MM (2021). Marimbondos (Hymenoptera: Vespidae) na cultura popular brasileira. **Ethnoscintia** v. 06. [ISSN: 2448-1998] <http://dx.doi.org/10.18542/ethnoscintia.v6i3.10625>.

Nguelefack, TB, Dimo, T., Mbuyo, EPN, Bronzeado, PV, Rakotonirina, SV & Kamanyi, A. (2005). Efeitos relaxantes do extrato neutro das folhas de *Bidens pilosa* Linn no músculo liso vascular isolado de ratos. **Phytotherapy Research Phytother** 19: 207–210. Published online in Wiley InterScience. DOI: 10.1002/ptr.1646.

Obanyi, JN, Ogendo, JO, Mulwa, RMS, Nyaanga, JG, Cheruiyot, EK, Bett, PK, Belmain, SR, Arnold, SEJ, Nash-Woolley, VC & Stevenson, PC (2023). Field margins and cropping system influence diversity and abundance of aphid natural enemies in *Lablab purpureus*. **Journal of Applied Entomology** 147: 439-451. DOI: 10.1111/jen.13125.

Oliveira, GCS, Rubim, LGT & Souza, MM (2023). First record of *Polybia scutellaris* (White, 1841), (Hymenoptera: Vespidae) predating on *Samea multiplicais* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae), an herbivore of *Salvinia* spp. (Salviniaceae). **Brazilian Journal of Biology** v. 83. DOI: 10.1590/1519-6984.271130.

Oliveira, GCS, Silva, IH, Vilela, DS, Souza, MM (2024). Quando o predador se torna presa: registro de *Mischocyttarus rotundicollis* (Cameron, 1912) (Hymenoptera: Vespidae) alimentando-se de uma aranha em sudeste do Brazil. **EntomoBrasilis** 17: 1071.

- Oliveira, GCS & Souza, MM (2023). New records of predation of *Samea multiplicalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae) by social wasps (Hymenoptera: Vespidae) on *Salvinia auriculata* (Aublet, 1775) (Salviniales: Salviniaceae) in Brazil. **Revista Chilena de Entomología** 49: 527-531.
- Oliveira, TCT, Souza, MM & Pires, EP (2017). Nesting habits of Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in forest fragments associated with anthropic areas in southeastern Brazil. **Sociobiology** 64: 101-104.
- OPAC (Organismo Participativo de Avaliação de Conformidade) (2022). Caderno do Plano de Manejo Orgânico. **Orgânicos Sul de Minas**. Disponível em: <<https://www.organicossuldeminas.com.br/>>.
- Pagnocca, FC, Carreiro, SC, Bueno, OB, Hebling, MJ & Silva, OA (1996). Microbiological changes in the nests of leaf-cutting ants fed on sesame leaves. **Journal of Applied Entomology** 120: 317-320.
- Paiva, KO, Oliveira, GL, Farias, DFA & Muller, TS (2017). Plantas medicinais utilizadas em transtornos do sistema geniturinário por mulheres ribeirinhas, Caravelas, Bahia. **Revista Fitos** 11: 92-98, 10.5935/2446-4775.20170019.
- Parolin, P., Bresch, C., Desneux, N., Brun, R., Bout, A. & Boll, R. (2012). Secondary plants used in biological control: A review. **International Journal of Pest Management** 58: 91-100.
- Pereira, CH, Martins, AFL, Moraes, MO, Sousa-Neto, SS, da Silva, ACG, Arantes, DAC, Moreira, VHLO, Valadares, MC, Freitas, NMA, Leles, CR, Mendonça, EF. (2024). Manejo da mucosite oral com fotobiomodulação, *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) e *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae), o fitoterápico FITOPROT, e sua influência nos níveis de citocinas inflamatórias: um ensaio clínico randomizado. **Support Care Cancer** 32: 628. <https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00520-024-08842-3>.
- Picanço, MC, Bacci, L., Queiroz, RB, Silva, GA, Miranda, MMM, Leite, GLD & Suinaga, FA (2011). Social wasp predators of *Tuta absoluta*. **Sociobiology** 58: 621-633.
- PIELOU, EC (1984). The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. New York: **Wiley**, 81 p.
- Pinheiro, RA, Costa, DA, Souza, PGC, Cabral, MJS, Giordani, SCO, Zanuncio, JC, Serrão, JE, Souza, MM & Soares, MA (2023). *Polistes satan* (Hymenoptera: Vespidae) predating *Dione juno juno* (Lepidoptera: Nymphalidae). **Brazilian Journal of Biology** (OnLine) 83: 1-4.
- Pinto-Zevallos, DM, Martins, CBC, Pellegrino, AC & Zarbin, PHG (2013). Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova** 36: 1395-1405.
- Prezoto, F. & Machado, VLL (1999). Ação de *Polistes* (Aphanilopterues) *simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae) na produtividade de uma lavoura de milho infestada com *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zootecias** 1: 19-30. DOI <https://doi.org/10.1590/S0101-81751999000300021>.

Prezoto, F., Lima, MAP & Machado, VLL (2005). Survey of preys captured and used by *Polybia platycephala* (Richards) (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **Neotropical Entomology** 34: 849-851.

Prezoto, F. & Gobbi, N. (2003). Patterns of honey storage in nests of the neotropical paper wasp *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology** 41: 437-442.

Prezoto, F. & Gobbi, N. (2005). Flight range extension in *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology** 48: 947-950.

Prezoto, F., Santos-Prezoto, HH, Machado, VLL & Zanuncio, JC (2006). Prey captured and used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae) nourishment. **Neotropical Entomology** 35: 707-709. DOI: 10.1590/S1519-566X2006000500021.

Prezoto, F., Maciel, TT, Detoni, M., Mayorquin, AZ & Barbosa, BC (2019). Pest control potential of social wasps in small farms and urban gardens. **Insects** v. 10. DOI: 10.3390/insects10070192.

Primavesi, A. (2016). **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2ª ed. rev. São Paulo: Expressão popular.

Qin, H., Hong, W., Qi, Z., Hu, Y., Shi, R., Wang, S., Wang, Y., Zhou, J., Mu, D., Fu, J. & Sun, T. (2022). A temperature-dependent model for tritrophic interactions involving tea plants, Tea Green Leafhoppers and Natural Enemies. **Insects** 13: 686-701.

Reboita, MS, Rodrigues, M., Silva, LF & Alves, MA (2015) Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia** 17: 2237-8642.

Renne, DGS, Pereira, EC, Teófilo-Guedes, G., Souza, MM (2024). Pulgões (Hemiptera, Aphididae) parasitados como recurso alimentar para vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae). **Acta Ambiental Catarinense** ISSN 2175-1552 - Unochapecó.

Rezende, MQ, Venzon, M., Pérez, AL, Cardoso, IM, Janssen, A. (2014). Os nectários extraflorais de árvores associadas podem melhorar o controle natural de pragas. **Agricultura, Ecosistemas e Meio Ambiente** 188: 198-203.

RStudio Team (2023). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

Richards, OW (1978). **As vespas sociais das Américas, excluindo as Vespinae**. Londres, Museu Britânico (História Natural), vii+580 p.

Rio de Janeiro (2011). Secretaria Municipal de Saúde e Defesa Civil. Subsecretaria de Atenção Primária, Vigilância e Promoção de Saúde. Superintendência de Atenção Primária. Coordenação de Linhas de Cuidado e Programas Especiais. Manual de Cultivo de Plantas Mediciniais. Subgerência do Programa de Plantas Mediciniais e Fitoterapia. **Gerência do Programa de Práticas Integrativas e Complementares** 24: p.: Il. color. – (Série B. Normas e Manuais Técnicos). ISBN: 978-85-86074-21-9.

- Rodríguez-Mesa, XM, Bolaños, LAC, Mejía, A., Pombo, LM, Costa, GM & González, SPS (2023). Immunomodulatory Properties of Natural Extracts and Compounds Derived from *Bidens pilosa* L.: Literature Review. **Pharmaceutics** v. 15. DOI: 10.3390/pharmaceutics15051491.
- Sá Filho, JCFD, Nizio, DADC, Oliveira, AMSD, Alves, MF, Oliveira, RCD, Luz, JMQ, Nogueira, PCDL, Arrigoni-Blank, MDF & Blank, AF (2022). Geographic location and seasonality affect the chemical composition of essential oils of *Lippia alba* accessions. **Industrial Crops and Products** v. 188. DOI: 10.1016/j.indcrop.2022.115602
- Santos, GMM, Cruz, JD, Bichara Filho, CC, Marques, OM & Aguiar, CML (2007). Utilização de frutos de cactos (Cactaceae) como recurso alimentar por vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em uma área de caatinga (Ipirá, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** 24: 1052-1056.
- Sarandón, SJ & Flores, CC (2014). **Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables**. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0.
- Shandukani, PD, Tshidino, SC, Masoko, P. & Moganedi, KM (2018). Antibacterial activity and in situ efficacy of *Bidens pilosa* Linn and *Dichrostachys cinerea* Wight et Arn extracts against common diarrhoea-causing waterborne bacteria. **BMC Complementary and Alternative Medicine** v. 18. DOI: 10.1186/s12906-018-2230-9.
- Schiedeck, G. (2012). Manejo de insetos por meio de plantas bioativas em sistemas de produção de base ecológica, s/l.
- Schoeninger, K., Somavilla, A. & Kohler, A. (2020). Occurrence of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in farming of organic tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) in south of Brazil. **Sociobiology** 67: 106-111. DOI: 10.13102/sociobiology.v67i1.4598.
- Shah, P., Shrivastava, S., Singh, RJ, Gogoi, P., Saxena, S., Srivastava, S., Kumar, N. & Gaur, GK (2021). Synthetic Antimicrobial Peptide Polybia MP-1 (Mastoparan) Inhibits Growth of Antibiotic Resistant *Pseudomonas aeruginosa* Isolates From Mastitic Cow Milk. **International Journal of Peptide Research and Therapeutics** 27: 2471-2486. DOI: 10.1007/s10989-021-10266-0
- Shukla, R., Singh, P., Prakash, B., Kumar, A., Mishra, PK & Dubey, NK (2011). Efficacy of essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown and *Callistemon lanceolatus* (Sm.) Sweet and their major constituents on mortality, oviposition and feeding behaviour of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 91: 2277-2283. DOI: 10.1002/jsfa.4453.
- Silva, VF, Santos, A., Silveira, LCP, Tomazella, VB & Ferraz, RM (2022). Push-pull cropping system reduces pests and promotes the abundance and richness of natural enemies in brassica vegetable crops. **Biological Control** 166: 1-15.
- Silva, FL, Fischer, DCH, Tavares, JF, Silva, MS, Athayde-Filho, PF & Barbosa-Filho, JM (2011). Compilation of Secondary Metabolites from *Bidens pilosa* L. **Molecules** v. 16: 1070–1102. DOI: 10.3390/molecules16021070.

- Skaldina, O., Ciszek, R., Peräniemi, S., Kolehmainen, M. & Sorvari, J. (2020). Facing the threat: common yellowjacket wasps as indicators of heavy metal pollution. **Environmental Science and Pollution Research** 27: 29031-29042. DOI: 10.1007/s11356-020-09107-2.
- Skaldina, O. (2020). Insects associated with sweet fennel: beneficial visitors attracted by a generalist plant. **Arthropod-Plant Interactions** 14: 399-407. DOI: 10.1007/s11829-020-09752-x.
- Somavilla, A., Linard, V. & Rafael, JA (2019). Social wasps (Vespidae: Polistinae) on carcasses of *Rattus norvegicus* (Mammalia: Muridae) in the Central Amazonia, Brazil: possible forensic implications. **Revista Brasileira de Entomologia** 63: 18-21.
- Southon, RJ, Fernandes, OA, Nascimento, FS & Sumner, S. (2019). Social wasps are effective biocontrol agents of key lepidopteran crop pests. **Proceedings of the Royal Society** 286: 20191676 20191676.doi.org/10.1098/rspb.2019.1676.
- Souza, MM, Ladeira, TE, Assis, NRG, Campos, AE, Carvalho, P. & Louzada, JNC (2010). Ecologia de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Campo Rupestre na Área de Proteção Ambiental, APA, São José, Tiradentes, MG. **MG.Biota** v. 3.
- Souza, MM, Louzada, J., Serrão, JE & Zanuncio, JC (2010a). Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of riparian forests in southeast Brazil. **Sociobiology** 56: 387-396.
- Souza, MM, Rocha, M., Netto, P., Venâncio, D. & Prezoto, F. (2010b). Preliminary homing ability study of *Polybia fassidiosuscula* (Hymenoptera: Vespidae) workers. **Sociobiology** 56: 133-136.
- Souza, MM, Pires, EP, Elpino-Campos, A. & Louzada, JNC (2014). Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a riparian forest of rio das Mortes in southeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** 36: 189-196. Universidade Estadual de Maringá, Brasil.
- Souza, MM, Pires, EP, Ferreira, M., Ladeira, TE, Pereira, M, Elpino-Campos, A. & Zanuncio, JC (2012). Biodiversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **MG.BIOTA** v. 5.
- Souza, AR, Prato, A., Franca, W., Santos, S., Lima, LD, Alves, DA, Bernardes, RC, Santos, EF, Nascimento, FS & Lima, MAP (2023). A predatory social wasp does not avoid nestmates contaminated with a fungal biopesticide. **Environmental Science and Pollution Research** 30: 103851-103861. DOI: 10.1007/s11356-023-29770-5.
- Sühs, RB, Somavilla, A., Köhler, A. & Putzke, J. (2009). Vespídeos (Hymenoptera, Vespidae) vetores de pólen de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 7: 138-143. <http://www.ufrgs.br/seerbio/oj>.
- Taban, A., Rastegar, S., Nasirzadeh, M. & Saharkhiz, MJ (2022). Essential oil composition and comparative phytotoxic activity of fennel, summer savory, Mexican marigold and feverfew: a potential bioherbicide. **Vegetos** 35: 502-510. DOI: 10.1007/s42535-021-00325-8.

- Teles, S., Pereira, JA, Santos, CHB, Menezes, RV, Malheiro, R., Lucchese, AM & Silva, F. (2012). Geographical origin and drying methodology may affect the essential oil of *Lippia alba* (Mill) N.E. Brown. **Industrial Crops and Products** 37: 247-252. DOI: 10.1016/j.indcrop.2011.12.029.
- Teixeira, GVM, Souza, AR, Barbosa, WF, Bernardes, RC & Lima, MAP (2022). Chronic exposure to a common biopesticide is detrimental to individuals and colonies of the paper wasp *Polistes versicolor*. **Science of the Total Environment** v. 810. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.152108.
- Tomazella, VB, Jacques, GC, Lira, AC & Silveira, LCP (2018). Visitation of Social Wasps in Arabica Coffee Crop (*Coffea arabica* L.) Intercropped with Different Tree Species. **Sociobiology** 65: 299–304. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i2.1397>.
- Torrez V., Benavides-Frias C., Jacobi J., Speranza CI (2023). Ecological quality as a coffee quality enhancer. A review. **Agron Sustain Dev** 43:19. DOI: 10.1007/s13593-023-00874-z.
- Urbini, A., Sparvoli, E. & Turillazzi, S. (2006). Social paper wasps as bioindicators: a preliminary research with *Polistes dominulus* (Hymenoptera Vespidae) as a trace metal accumulator. **Chemosphere** 64: 697-703. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2005.11.009.
- Usseglio, VL, Dambolena, JS & Zunino, MP (2023). Can Essential Oils Be a Natural Alternative for the Control of *Spodoptera frugiperda*? A Review of Toxicity Methods and Their Modes of Action. **Plants** v. 12. DOI: 10.3390/plants12010003.
- Valentin, BC, Philippe, ON, Henry, MM, Salvius, BA, Suzanne, MK, Kasali, FM, Baptiste, LSJ (2024). Ethnomedical Knowledge of Plants Used in Nonconventional Medicine for Wound Healing in Lubumbashi, Haut-Katanga Province, DR Congo. **Scientific World Journal** DOI: 10.1155/2024/4049263.
- Vandermeer J. & Perfecto, I. (1995). Breakfast of biodiversity: the truth about rainforest destruction. **Food First Books** 185 pp.
- Vargas, G., Rivera-Pedroza, LF, García, LF & Jahnke, SM (2023). Conservation Biological Control as an Important Tool in the Neotropical Region. **Neotropical entomology** 52: 134-151 [Periódico revisado por pares] Cham: Springer International Publishing.
- Vargas-Arana, G., Rengifo-Salgado, E. & Simirgiotis, MJ (2023). Antidiabetic potential of medicinal plants from the Peruvian Amazon: A review. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas** 22: 277-300. DOI: 10.37360/blacpma.23.22.3.21.
- Walia, S. & Kumar, R. (2021). Elucidating the yield and quality response of *Tagetes minuta* L. intercropped with *Zea mays* L. under different spacing in the western Himalayas. **Industrial Crops and Products** 171.
- Wang, S., Dai, H., Ji, D., Cui, S., Jiang, C., Skuza, L., Li, L., Grzebelus, D. & Wei, S. (2023). Influencing Factors of *Bidens pilosa* L. Hyperaccumulating Cadmium Explored by the Real-Time Uptake of Cd²⁺ Influx around Root Apexes under Different Exogenous Nutrient Ion

Levels. **Toxics** v. 11.

Yamamoto, PY, Colombo, CA, Azevedo Filho, JA, Lourenção, AL, Marques, MOM, Morais, GDDS, Chiorato, AF, Martins, ALM & Siqueira, WJ (2008). Performance of ginger grass (*Lippia alba*) for traits related to the production of essential oil. **Scientia Agricola** 65: 481-489.

Zamberlam, J., & Froncheti, A. (2012). **Agroecologia: caminho de preservação do agricultor e do meio ambiente**. Editora Vozes.

Zhang, L., Qin, Z., Zhao, X., Huang, X. & Shi, W. (2022). Effects of aphid-induced semiochemicals from cover plants on *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Pest Management Science** 78: 3305-3313.

ANEXO

ANÁLISES DE CROMATOGRAFIA DE ESPÉCIE MEDICINAL ATRATIVA

EQUIPE: Annete de Jesus Boari Lima e Suzan Kelly Vilela Bertolucci (Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura - Caixa Postal 3037, Lavras-MG, Brazil, CEP 37203-202 – annetelima@ufla.br e suzan@ufla.br, respectivamente)

METODOLOGIA ANALÍTICA

O óleo essencial das folhas de *Lippia alba* foi analisado por cromatografia gasosa acoplada a um detector de ionização em chamas (CG-DIC) e cromatografia acoplada a um detector de espectrometria de massas (CG-EM) em um sistema Agilent® 7890A equipado com coluna capilar de sílica fundida HP-5 (30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme) (Califórnia, EUA).

Para as análises cromatográficas, os OE foram diluídos em acetato de etila (1% v/v) separadamente e injetados automaticamente no cromatógrafo usando um volume de injeção de 1,0 µL no modo *split* a uma razão de injeção de 50:1. Utilizou-se o gás hélio como gás de arraste com fluxo de 1,16 µL/min. As condições de temperaturas do injetor e do detector foram 250°C e 280°C, respectivamente. A temperatura inicial do forno foi de 60°C, seguida por uma rampa de temperatura de 3°C/min.⁻¹ até 240°C, seguido de outra rampa de temperatura de 10°C/min.⁻¹ até 280°C. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos pela média da porcentagem de área normalizada dos picos cromatográficos ± desvio padrão ($n=3$).

As análises qualitativas dos OE foram realizadas em Cromatógrafo Agilent® 7890A acoplado a um detector seletivo de massas Agilent® MSD 5975C (Agilent Technologies, Califórnia, EUA), operado por ionização de impacto eletrônico a 70 eV, em modo varredura, a uma velocidade de 1,0 scan/s, com intervalo de aquisição de massas de 50-500 m/z. As condições operacionais do CG-MS foram as mesmas empregadas nas análises por CG-DIC.

Os constituintes químicos dos OE foram identificados por comparação dos seus índices de retenção relativos à co-injeção de uma solução padrão de *n*-alcanos (C8-C20, Sigma-Aldrich®, St. Louis, USA) e por comparação dos espectros de massas do banco de dados da biblioteca do National Institute of Standards and Technology (NIST, 2008) e de literatura (ADAMS, 2017; ТКАЧЁБ, 2008). Os índices de retenção foram calculados usando-se a equação de Van den Dool e Kratz (1963) e para as atribuições foram consultados índices de retenção citados em literatura (ADAMS, 2017, ТКАЧЁБ, 2008).

RESULTADO

Tabela 1 - Composição química do óleo essencial das folhas de *Lippia alba*.

Pico	Constituinte	IR ^a	IR ^b	Área (%)±DP
1	sabineno	971	969	0,64±0,01
2	1-octen-3-ol	976	974	0,13±0,00
3	6-metil-5-hepten-2-ona	985	981	0,84±0,01
4	mirceno	990	988	0,27±0,00
5	p-cimeno	1022	1020	2,79±0,02
6	limoneno	1026	1024	8,87±0,00
7	(E)B ocimeno	1045	1044	0,26±0,11
8	γ-terpineno	1055	1054	3,21±0,07
9	linalol	1100	1095	0,65±0,06
10	citronelal	1151	1148	0,21±0,00
11	nerol+ citronelol	1227	1227	2,18±0,01
12	neral	1241	1235	28,88±0,01
13	geraniol	1254	1249	2,63±0,01
14	geranial	1272	1264	38,50±0,09
15	germacreno D	1475	1480	1,97±0,09
16	elemol	1545	1480	2,95±0,06
17	bulnesol	1660	1670	1,13±0,02
Monoterpenos hidrocarbonetos				16,04
Monoterpenos oxigenados				73,05
Sesquiterpenos hidrocarbonetos				1,97
Sesquiterpenos oxigenados				4,08
Outros				0,97
Total				96,11

^a Índice de retenção (IR) experimental, relativo à série *n*-alcano (C8 – C20), em coluna HP-5MS na ordem de eluição;

^b IR teórico conforme ADAMS (2017) ou ТКАЧЁВ (2008). DP: desvio padrão (*n*=3). MS: constituintes identificados por comparação com espectros de massas da biblioteca Nist (2008).

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi desenvolvida metodologia para seleção das plantas medicinais a serem utilizadas no campo visando à atratividade de inimigos naturais em ambientes agrícolas ecológicos, levando em consideração a realidade do campo, do agricultor e das plantas avaliadas. Para isso, foi criada uma tabela a ser preenchida a partir de referencial teórico e prático e desenvolvidos critérios de pontuação para escolha das espécies.

A metodologia aplicada mostrou-se eficiente, pois as plantas mais bem pontuadas na tabela foram também as mais atrativas em campo. A utilização da metodologia permitiu observar que, além do levantamento bibliográfico, devem ser consideradas experiências prévias do agricultor/pesquisador; assim como precisam ser considerados fatores bióticos e abióticos durante a seleção.

Em relação à atratividade das plantas medicinais para vespas sociais, as que apresentaram maior potencial de atração foram *B. pilosa* e *L. alba*, ambas nativas, produtoras de flavonoides e terpenos. As duas espécies vegetais podem fornecer recursos alternativos aos inimigos naturais quando presentes em consórcios em ambientes de cultivo ecológico, favorecendo o controle biológico conservativo.

A partir deste trabalho, poderão ser desenvolvidas outras pesquisas, tais como desenvolver meios de tornar a metodologia de seleção das plantas mais acessível aos pesquisadores e agricultores; aprofundar a pesquisa a respeito de *L. alba* buscando mais previsibilidade na produção dos metabólitos a partir do cultivo; realizar a identificação e análise de outros insetos benéficos coletados, tais como microhimenópteros, vespas e abelhas; testar consórcios para identificar os arranjos ideais para o plantio de *L. alba* e de *B. pilosa* junto a culturas comerciais específicas, assim como pesquisar outras plantas medicinais potencialmente atrativas para inimigos naturais.