



PEDRO AUGUSTO ADELINO DE MENDONÇA

**COMPOSIÇÃO DE FAMÍLIAS DE INSETOS EM CAFEZAIS
COM DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE
DIVERSIFICAÇÃO VEGETAL**

LAVRAS-MG

2023

PEDRO AUGUSTO ADELINO DE MENDONÇA

**COMPOSIÇÃO DE FAMÍLIAS DE INSETOS EM CAFEZAIS COM DIFERENTES
CONFIGURAÇÕES DE DIVERSIFICAÇÃO VEGETAL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Luis Cláudio Paterno Silveira
Orientador

Dr. Kulian Basil Santa Cecília Marques
Coorientador

LAVRAS-MG
2023

PEDRO AUGUSTO ADELINO DE MENDONÇA

**COMPOSIÇÃO DE FAMÍLIAS DE INSETOS EM CAFEZAIS COM DIFERENTES
CONFIGURAÇÕES DE DIVERSIFICAÇÃO VEGETAL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 06 de Julho de 2023.

Prof. Dr. Luis Cláudio Paterno Silveira UFLA

Dr. Kulian Basil Santa Cecília Marques UFLA

Ms. Aline Unes Negromonte Lima UFLA

Eng. Agrônomo Matheus Martins Ferreira UFLA

Prof. Dr. Luis Cláudio Paterno Silveira

Orientador

Dr. Kulian Basil Santa Cecília Marques

Coorientador

LAVRAS-MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por esta grande oportunidade concedida a mim, e por toda a força para que eu concluísse mais uma importante etapa na vida.

Agradeço à minha família por todo amor, apoio e incentivo, com toda certeza sem vocês eu não chegaria na metade do caminho que estou a trilhar.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras e aos colaboradores da instituição pela qualidade de ensino e por todo o conhecimento repassado.

Agradeço à minha namorada Shênnia Jeanne pelo companheirismo durante todos esses anos, por todo amor e todos os momentos maravilhosos que compartilhamos.

Agradeço aos meus amigos, Otávio Alvarenga, Otávio Bernardes, Vinícius, Marcos e Thiago, os quais estiveram ao meu lado desde o início desta trajetória, vocês foram cruciais para que este momento chegasse.

Agradeço ao meu professor e orientador Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira por todo apoio e confiança depositados em mim, e por fazer muito mais do que seu papel como orientador exige, você é um grande exemplo de pessoa e profissional a ser seguido.

Agradeço à Fazenda Cachoeira pela disponibilidade e parceria para a realização da pesquisa.

Agradeço à equipe do Laboratório de Controle Biológico Conservativo da UFLA, Aline, Júlio, Matheus, Pedro e Kulian e ao colaborador Raul pelo grande apoio na condução do experimento. Vocês foram fundamentais para obtermos os resultados deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

A cafeicultura tem uma longa tradição no Brasil, desempenhando um papel significativo na exportação mundial deste produto. Devido às crescentes demandas do mercado consumidor, o cultivo de café tem encontrado novas paisagens que abrangem diferentes níveis de diversificação vegetal. Esses diferentes tipos de manejo podem afetar a composição de insetos na lavoura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição de famílias de insetos e comparar sua abundância, riqueza e diversidade em diferentes configurações de diversificação vegetal no sistema de produção cafeeiro. A coleta dos insetos foi realizada na Fazenda Cachoeira, localizada em Santo Antônio do Amparo, Minas Gerais. Foram selecionados quatro cafezais com diferentes níveis de diversificação vegetal em seu interior: DIV 1 e DIV 2, correspondendo a áreas diversificadas com plantas diversas, em dois níveis, sendo o 1 o maior; e MONO 1 e MONO 2, dois monocultivos, sendo o nível 1 uma monocultura com linha de árvores e o 2 com árvores esparsas no entorno apenas (sendo menos diversificado). Para a coleta foram utilizados pratos-armadilha amarelos posicionados a uma altura de 50 cm do solo, contendo uma solução salina aquosa de NaCl e algumas gotas de detergente. As armadilhas foram deixadas ativas por um período de 48 horas, sendo em seguida recolhidas e triadas no Laboratório de Controle Biológico Conservativo (LabCon DEN-UFLA). Registrou-se um total de 1735 insetos, pertencentes a 66 táxons. Ao analisar as principais famílias encontradas, destacaram-se, em termos numéricos, no tratamento com maior nível de diversificação (DIV 1), respectivamente, as famílias Cicadellidae, Encyrtidae, Mymaridae, Aphelinidae e Scelionidae; no tratamento DIV 2, Cicadellidae, Mymaridae, Encyrtidae, Braconidae e Aphelinidae; no tratamento MONO 1 as famílias Braconidae, Mymaridae, Tephritidae, Encyrtidae e Cicadellidae; e no tratamento MONO 2 sobressaíram-se as famílias Scelionidae, Mymaridae, Cicadellidae, Encyrtidae e Trichogrammatidae. Foram observadas diferenças significativas na riqueza de famílias de insetos entre os quatro tratamentos comparados ($p = 0,0025$), assim como na abundância ($p = 0,0034$). No entanto, não foi encontrada diferença significativa no Índice de Diversidade Shannon (H') entre os tratamentos ($p = 0,3323$). As análises de similaridade NMDS e ANOSIM indicaram que a composição das famílias de insetos diferiu de forma significativa nos quatro níveis de diversificação. Portanto, ao utilizar diferentes níveis de diversificação vegetal na lavoura cafeeira, foi possível observar uma alteração na biodiversidade dos insetos presentes nas áreas estudadas. Os tratamentos DIV 1 e MONO 1 apresentaram a maior média de riqueza, enquanto a área em monocultivo máximo MONO 2 registrou a maior abundância de insetos.

Palavras-chave: Controle Biológico Conservativo. Inimigos Naturais. *Coffea arabica*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	A cultura do café	11
2.2	Controle biológico	12
2.3	Diversificação de cultivos para controle biológico.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1	Área experimental.....	15
3.2	Amostragem	15
3.3	Análises estatísticas.....	24
4	RESULTADOS	25
4.1	Riqueza, Abundância e Índice de Diversidade Shannon.....	25
4.2	Análise de similaridade por escalonamento não-métrico (NMDS) e ANOSIM.	29
4.3	Análise multivariada.....	29
4.4	Folhas com minas intactas do bicho-mineiro	32
5	DISCUSSÃO.....	35
6	CONCLUSÕES.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura tem uma longa tradição no Brasil e desempenha um papel significativo na exportação mundial deste produto. A comercialização do café brasileiro contribui substancialmente para o abastecimento mundial e Estados Unidos e Alemanha são os principais destinos dessas exportações (CONAB, 2023). A principal espécie de café de valor comercial no Brasil é o *Coffea arabica* L. (café arábica). A safra cafeeira no país em 2023 encontra-se no ciclo de bienalidade negativa, contudo, a produção já supera em 7,5% em relação ao café colhido em 2022, somando produção total de 54.742,9 mil sacas beneficiadas, incluindo as espécies arábica e conilon (CONAB, 2023).

Embora se reconheça que *C. arabica* apresenta maior adaptabilidade à topografia das principais áreas de produção de café, principalmente em regiões de altitude, devido às suas características fisiológicas, genéticas e morfológicas, tem havido um interesse crescente entre produtores e consumidores em explorar métodos alternativos de cultivo (LAVIOLA et al., 2006). Esse interesse decorre do desejo de atender às crescentes demandas do mercado consumidor, onde a qualidade é cada vez mais um fator crucial no processo de produção do café.

Neste cenário, o cultivo de café tem encontrado novas paisagens que abrangem diferentes configurações de diversificação vegetal. O consórcio da cafeicultura com áreas onde são plantadas outras culturas nas entrelinhas, consorciada com espécies frutíferas ou espécies arbóreas são cenários que favorecem e beneficiam aspectos climáticos e de conservação da microfauna (CONZELMANN et al., 2013). A intensificação da agricultura tem causado um impacto significativo na riqueza da vegetação e da fauna dos agroecossistemas, devido à simplificação da estrutura das paisagens agrícolas (ALTIERI et al., 2003). Isso, por sua vez, pode perturbar o equilíbrio ecológico e levar à extinção de inúmeras espécies. A intensificação dos surtos de pragas é uma consequência desse modelo agrícola em várias culturas, incluindo o cultivo do cafeeiro (BOTELHO et al., 2021).

No caso da monocultura do café, esse fenômeno é evidenciado pelas frequentes infestações de espécies-praga, destacando-se o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e a broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae) necessitando de intervenção constante por meio da aplicação de produtos químicos para controle (JOHNSON et al., 2020). Infelizmente, essa prática pode exacerbar a interrupção desses sistemas agrícolas, pois muitos dos produtos

químicos usados também prejudicam insetos benéficos e predadores naturais que desempenham um papel crucial na regulação desses artrópodes nocivos (DANTAS et al., 2021). Em alguns casos, o uso desregulado de produtos químicos apresenta alta toxicidade ao aplicador e ao ambiente e representa um alto custo ao produtor.

Como resultado, a indústria agrícola busca ativamente métodos alternativos e sustentáveis para o manejo de pragas, dentre eles está o controle biológico. Esse método visa conservar os recursos naturais e diminuir a abundância de insetos maléficos às plantações por meio de uma abordagem de cadeia alimentar natural (MARTINS et al., 2019). No entanto, um desafio significativo encontrado é o uso inadequado e inconsistente de inseticidas, os quais afetam os inimigos naturais (REIS; SOUZA; VENZON, 2002). Conseqüentemente, a habilidade dos insetos em responder seletivamente aos inseticidas torna-se uma característica crucial ao empregá-los para fins de controle de pragas (DANTAS et al., 2021). Além disso, estudos sobre o controle biológico ainda são recentes e muitas vezes não passam a confiabilidade necessária aos produtores em relação ao poder de extinção de pragas na lavoura.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição de famílias de insetos e comparar a abundância, riqueza e diversidade das mesmas em diferentes configurações de diversificação vegetal no sistema de produção cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do café

O café (*Coffea* sp.) pertence à família das rubiáceas e é uma cultura muito apreciada, principalmente pelo valor agregado em seu cultivo. No Brasil, a espécie de maior valor comercial é *Coffea arabica* L. (café arábica) (MATIELLO et al., 2015).

Em termos de área total destinada à cafeicultura no país em 2023 (arábica e conilon), houve um aumento de 0,3% sobre a área da safra anterior, totalizando 2,25 milhões de hectares, sendo a maior parte destinada ao cultivo de *Coffea arabica*. Estima-se que na safra 2023 sejam colhidas 37,93 milhões de sacas de café arábica (CONAB, 2023).

O cafeeiro é uma planta de porte arbustivo ou arbóreo, de caule lenhoso, lignificado, reto e quase cilíndrico (SOUZA et al, 2014). Possui como característica principal a bienalidade de produção, com significativa alternância de produtividade ao longo dos anos (LAVIOLA et al., 2007). No cafeeiro, o sistema radicular varia de acordo com fatores genéticos e ambientais, sendo formado por uma raiz pivotante, a qual dá origem às raízes secundárias (SOUZA et al., 2014).

A parte de maior interesse econômico são os frutos, que acumulam amido e açúcares. Dependendo da cultivar, os frutos podem ser amarelos ou vermelhos. Ao final do ciclo produtivo, têm-se as etapas decisivas: colheita, secagem e processamento. (MATIELLO et al., 2015). Essas etapas demandam atenção, pois qualquer atividade incorreta pode refletir na qualidade final da bebida (SOBREIRA et al., 2016).

A cultura do cafeeiro exige um manejo adequado de adubação e correção do solo. A maior parte das lavouras de café brasileiras estão implementadas em locais de solos que necessitam de uma condução correta, sendo a manutenção constante dos aspectos nutricionais um ponto crucial, respeitando a real necessidade da área em relação a macro e micronutrientes (MATIELLO et al., 2015). Vale lembrar que esta necessidade irá modificar de acordo com aspectos ambientais, aspectos morfológicos e fisiológicos e idade das plantas.

De acordo com Reis, Souza e Venzon (2002), embora possam ocorrer variações entre as regiões cafeeiras, as principais pragas que afetam a cultura do café são: a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae); o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae); a cigarra, *Quesada gigas* (Olivier, 1790) (Hemiptera: Cicadidae); o ácaro vermelho, *Oligonychus ilicis*

(McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae); o ácaro da mancha anular, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae); o ácaro branco, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae); além das cochonilhas que afetam a parte aérea, como *Coccus viridis* (Green, 1889), *Saissetia coffeae* (Walker, 1852), *Planococcus citri* (Risso, 1813) e *Pinnaspis aspidistrae* (Sign., 1869) (Hemiptera: Pseudococcidae), e as que afetam as raízes, como *Dysmicoccus* sp. (Hempel, 1918).

Dentre as pragas que causam o maior dano econômico na cultura do café, em primeiro lugar está o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), seguindo-se a broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) (OLIVEIRA et al., 2012).

Leucoptera coffeella é um inseto holometabólico e quando em período larval, alimenta-se no mesofilo das folhas de cafeeiro formando minas, justificando o nome popular (ALMEIDA et al., 2020). É responsável por 30 a 70% de perdas nos cafezais por prejudicar a produção e a qualidade do grão (DANTAS et al., 2021). A broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), por sua vez, é responsável por cerca de US\$ 500 milhões em danos no setor cafeeiro, anualmente. A parte mais afetada são os grãos, que sofrem perfurações das fêmeas ao construírem galerias para deposição dos ovos e que também serve de alimentos para as larvas (JOHNSON et al., 2020).

2.2 Controle biológico

O controle biológico é uma alternativa de controle de pragas e doenças baseado na relação antagônica entre microrganismos e patógenos. É uma prática passível de mitigar custos, de forma sustentável (PARRA, 2019). Pode ocorrer por diferentes formas, como por exemplo introduzindo organismos não nativos para estabelecimento populacional de determinada região (PARRA, 2019). Pode ainda utilizar indivíduos criados em laboratório para complementar os agentes microbianos presentes na área, além de utilizar da introdução de antagonistas nativos onde eles estão ausentes ou incapazes de se estabelecer e através do cultivo em massa de um agente biológico (por via natural ou formulação de produtos comerciais) (ESCOBAR-RAMÍREZ et al., 2019). As ações dos indivíduos no controle biológico são variáveis, podendo agir por competição (de espaços e recursos, por exemplo), antibiose, parasitismo e indução de resistência no organismo hospedeiro (MULATU et al., 2023).

O controle biológico ocorre naturalmente nos ecossistemas, mas pode ser implementado por formas diversas, sendo as mais comuns: controle biológico por importação, onde uma espécie exótica é introduzida na nova área; controle biológico aumentativo, quando ocorre um aumento artificial dos inimigos naturais na área de cultivo e controle biológico conservativo, onde os inimigos naturais são atraídos e mantidos na área através do fornecimento de presas e/ou outras fontes alternativas de alimento (ESCOBAR-RAMÍREZ et al., 2019).

O controle biológico conservativo, por meio do manejo ou modificação do ambiente, tem como objetivo aumentar a sobrevivência e o desempenho dos inimigos naturais, resultando na redução populacional das pragas (BARBOSA, 1988; EILENBERG et al., 2001). Alguns métodos utilizados para conservar e favorecer a atividade dos inimigos naturais são: fornecer alimentos alternativos, como néctar, pólen e honeydew; oferecer presas alternativas em diferentes épocas; provisão de áreas de refúgio e criação de microclimas favoráveis para situações de condições adversas (BARBOSA, 1988; LANDIS et al., 2000; GURR et al., 2003; VENZON; SUJJI, 2009).

Na natureza, relata-se a existência de vários organismos diferentes que podem agir como inimigos naturais. Fungos, bactérias, nematoides predadores e ácaros são exemplos de organismos que podem agir como agentes de controle biológico. No controle de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) e broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei*), a utilização de himenópteros parasitoides (microvespas) tem sido relatada como uma opção viável (YOUSUF et al., 2021).

2.3 Diversificação de cultivos para controle biológico

As práticas de gestão das culturas e a estrutura da paisagem que envolve determinada região podem ter impacto nas comunidades de insetos e nos serviços ecossistêmicos prestados pelos inimigos naturais, aumentando assim a sua diversidade e abundância. Isso devido a vários fatores, incluindo clima, práticas de colheita, sombreamento, espaçamento entre plantas e altitude, podendo influenciar a ocorrência de infestações (BOTELHO et al., 2021). A intenção maior de cultivos diversificados é criar um ambiente com maior gama de parasitoides, garantindo maior facilidade de controle biológico, principalmente controle biológico conservativo (MULATU et al., 2023).

Além das práticas de controle, a diversificação das culturas implementadas traz melhorias na polinização, favorecendo a produção de frutos das espécies vegetais. Esta

população é ainda mais validada onde a vegetação natural permanece às margens dos cultivos, tais como fragmentos florestais e matas ciliares (FERREIRA et al., 2019). Situações de vegetação implementada também são interessantes para diversificação, tais como a utilização de espécies florestais como quebra-ventos, corredores biológicos e cercas vivas, sendo que as plantas devem ser integradas espacialmente e temporalmente nos locais para que sejam favoráveis aos inimigos naturais e, ao mesmo tempo, sejam funcionais e de fácil implantação (BOULTON; AMBERMAN, 2006).

O aparecimento de pragas-chave pode ser fortalecido pelo monocultivo do cafeeiro em região produtoras. São relatadas ao menos 13 espécies, com destaque para as vespas das famílias Braconidae e Eulophidae, que possuem capacidade de parasitismo interessante sobre o bicho-mineiro em território nacional (REIS et al., 2002). Para a broca-do-café, os principais parasitoides relatados são da família Bethyridae e de origem africana (MARQUES, 2021).

Assim, em locais de extensa produção cafeeira, a diversificação também é benéfica pela carga de inimigos naturais e polinizadores que passa a ocorrer. Os sistemas de café que são ecologicamente complexos estão associados a uma maior biodiversidade de vespas parasitoides, formigas e outros predadores (FERREIRA et al., 2020). Por exemplo, em regiões onde o café é produzido, a riqueza e a abundância de vespas sociais apresentam uma correlação positiva com a quantidade de cobertura florestal, o que por sua vez aumenta a predação de *L. coffeella* (TOMAZELLA et al., 2022). Contudo, embora a proposta seja interessante e vem se tornado comum os estudos da paisagem no controle de praga, o conhecimento sobre a ação do ambiente de plantio diversificado no controle de pragas chave do cafeeiro ainda é limitado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

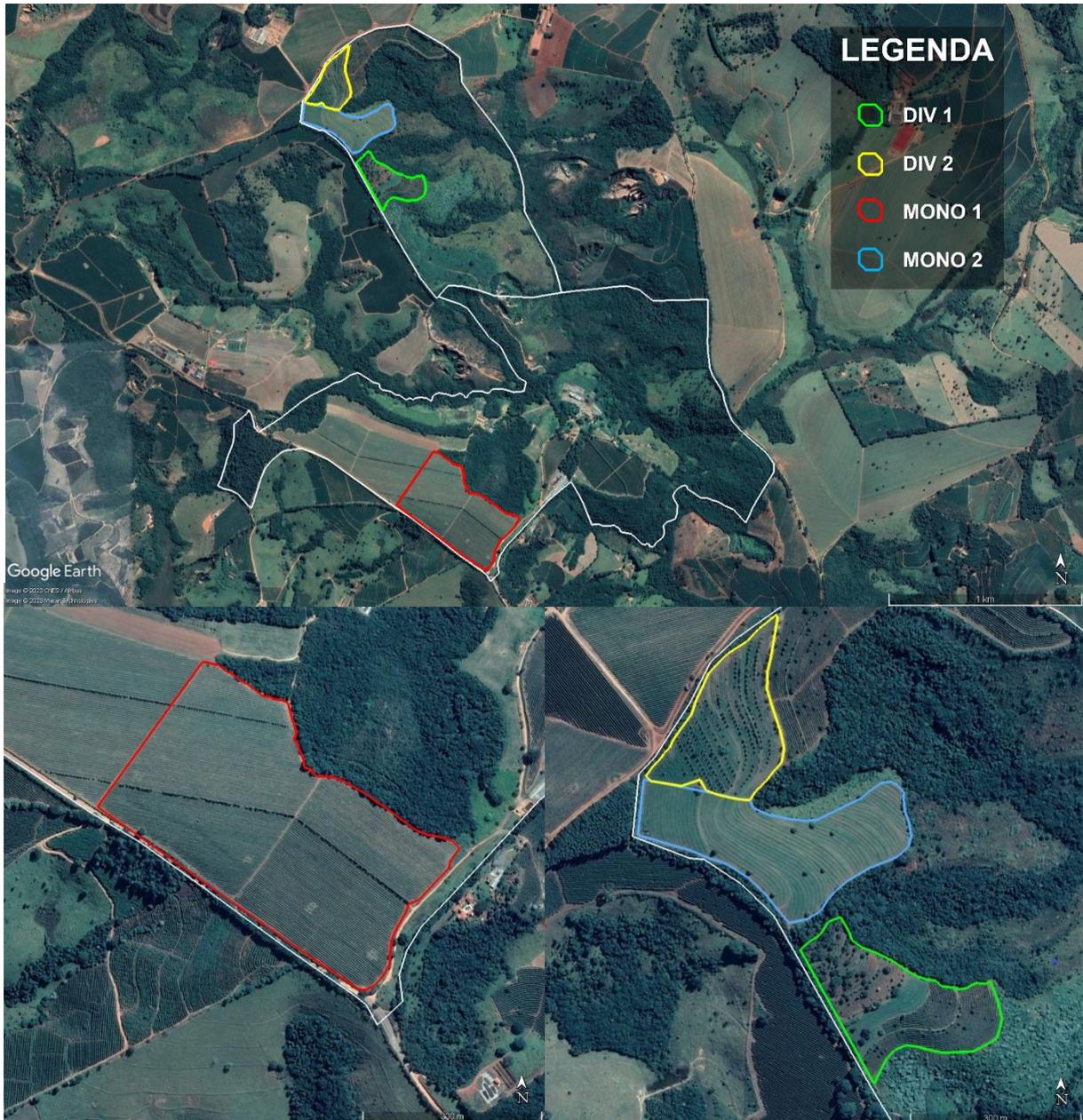
O local escolhido para a condução do experimento foi a Fazenda Cachoeira (-20.905743°; -44.946215°), localizada no município de Santo Antônio do Amparo – Minas Gerais, Brasil. Situado no bioma Mata Atlântica, o clima dessa região é caracterizado como tropical de altitude. Durante o verão, as chuvas são frequentes, enquanto o inverno é marcado por temperaturas frias e períodos secos. As temperaturas variam entre 11°C e 28°C. Com uma média mensal de precipitação de 300mm, a sede do município está localizada a uma altitude de 1013m, havendo também pontos elevados de até 1350 m (IBGE, 2023).

3.2 Amostragem

Realizou-se uma coleta para o experimento no mês de agosto de 2022, em 4 tipos distintos de sistemas de produção cafeeiros (FIGURA 1), os quais se diferem por seus respectivos níveis de diversificação vegetal na lavoura, sendo que em todos os 4 tratamentos o manejo da cultura é classificado como orgânico, ou seja, um sistema de produção onde é adotada uma abordagem sustentável e ecologicamente consciente, buscando equilibrar a saúde do solo, das plantas, dos animais e do meio ambiente em geral.

Foram implantadas um total de 60 armadilhas nos 4 tratamentos, os quais foram definidos por seu nível de diversificação interna na lavoura, sendo denominados, em ordem decrescente de diversificação: DIV 1, DIV 2, MONO 1 e MONO 2.

Figura 1 – Imagem aérea da Fazenda Cachoeira, destacando os talhões selecionados para a coleta de insetos por meio do uso de cores específicas. Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2023).

O tratamento diversificado 1 (DIV 1, FIGURA 2) é o que contém a maior diversificação vegetal na lavoura, sendo composto de um cafezal em consórcio com espécies arbóreas nativas da região em espaçamento reduzido, juntamente com culturas semi-perenes. A presença de plantas espontâneas e forrageiras nas entrelinhas também foi observada, sendo que ao longo do tempo, o método conhecido como "muvuca" tem sido aplicado nessa área ("mix" de sementes nativas e adubos verdes).

Figura 2 – Imagens exemplificando o tratamento diversificado 1 (DIV 1). Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2022).

O tratamento diversificado 2 (DIV 2, FIGURA 3) possui um nível médio de diversificação, onde o cultivo de café é realizado em sistema de consórcio com linhas de Cedro Australiano (*Toona ciliata M. Roem*) espaçadas a 15 metros. Nas entrelinhas, é observada a presença de plantas espontâneas, principalmente capim braquiária, que desempenham o papel de forrageiras.

Figura 3 – Imagens exemplificando o tratamento diversificado 2 (DIV 2). Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2022).

Já o tratamento denominado como monocultivo 1 (MONO 1, FIGURA 4) possui baixo nível de diversificação, onde uma linha única de Cedro Australiano (*Toona ciliata M. Roem*) está disposta a uma distância de 160 metros, atravessando todo o talhão.

Figura 4 – Imagens ilustrativas do tratamento monocultivo 1 (MONO 1). Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2022).

Por fim o tratamento monocultivo 2 (MONO 2, FIGURA 5) possui o mais baixo nível de diversificação, constituindo-se apenas de uma lavoura em monocultivo com poucas árvores esparsas ao redor do talhão.

Figura 5 – Imagens exemplificando o tratamento monocultivo 2 (MONO 2). Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2022).

Em cada ponto selecionado para a coleta de insetos, foram dispostas sequencialmente 10 armadilhas, distanciando-se uma da outra em 20 metros (os quais foram medidos com o

auxílio de uma trena). As armadilhas foram instaladas utilizando dois pratos-armadilha (*pan-trap*) amarelos, suspensos a uma altura de 50 centímetros do solo. Eles foram fixados em uma mesma haste de bambu (com aproximadamente 100 centímetros de comprimento) e sustentados por estruturas de arame galvanizado (FIGURA 6). Em cada prato, foi adicionada uma solução aquosa de NaCl com concentração de 5% (FIGURA 7), juntamente com algumas gotas de detergente neutro a fim de quebrar a tensão superficial do líquido. Essa combinação foi utilizada para evitar a deterioração dos insetos capturados e permitir que insetos pequenos afundassem na solução.

Figura 6 – Armadilhas do tipo *pan-trap* para coleta de insetos e, no detalhe, um dos dataloggers utilizados para medição de umidade relativa do ar e temperatura. Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 7 – Montagem de armadilhas com adição da solução aquosa de NaCl com concentração de 5%. Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2022).

Cada armadilha foi deixada em campo por aproximadamente 48 horas, levando em consideração a hora da instalação e a hora da retirada dois dias depois. Utilizou-se o método de dois pratos-armadilha por ponto com o objetivo de garantir uma coleta adequada de insetos e proporcionar segurança adicional. Essa abordagem também oferece a vantagem de ter um segundo prato-armadilha caso ocorra algum problema com o primeiro, reduzindo a perda de dados, algo comum em experimentos de campo devido a condições climáticas adversas (como chuva e vento), bem como a presença de animais silvestres ou domésticos e ações indesejadas de maquinário agrícola.

Em alguns pontos de coleta nos cafezais também foram instalados dispositivos denominados de datalogger (Elitech®, modelo RC-51H) para coletar dados de temperatura (°C) e umidade relativa (UR%) do ar a cada intervalo de 10 minutos. Esse aparelho tem uma capacidade de leitura de até 32 mil logs e pode ser visualizado na FIGURA 6.

No dia da retirada das armadilhas, o procedimento utilizado consistiu na filtração do líquido dos dois pratos-armadilha de cada ponto contendo os insetos, utilizando um coador de tela de organza. Em seguida, o coador é invertido e a tela é "lavada" com álcool 70%,

diretamente dentro do frasco de coleta (potes de plástico do tipo universal de 50 ml) (FIGURA 8). O frasco de coleta é previamente identificado com uma etiqueta contendo o código que indica o talhão (tratamento) e o número do ponto de coleta.

Figura 8 – Armadilha após 48 horas no campo contendo vários insetos (A); realizando a retirada e coagem do líquido dos pratos-armadilha (B e C), como também lavagem da tela do coador diretamente dentro do frasco de coleta (D). Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



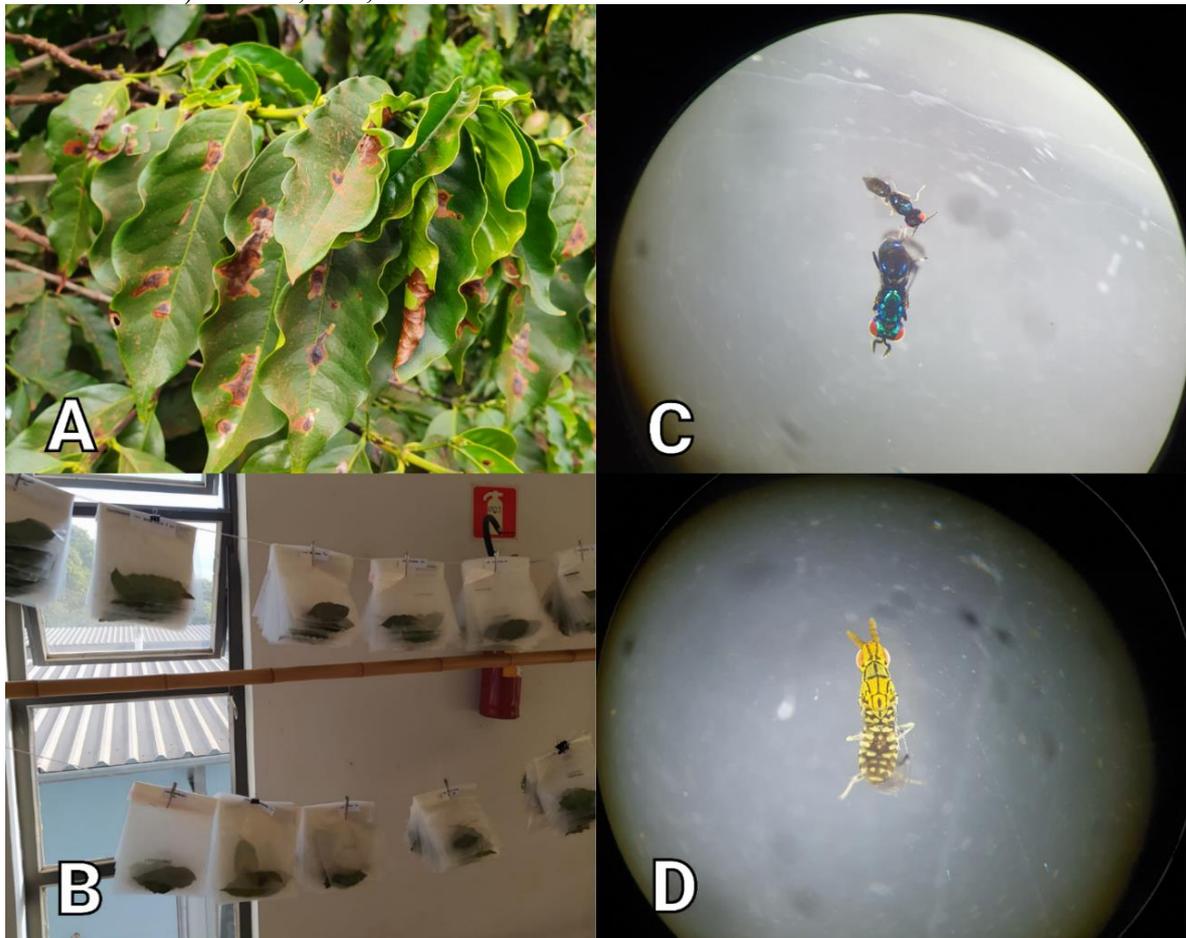
Fonte: Do autor (2022).

Além dos pontos de coleta instalados, no dia da retirada foram selecionadas 25 folhas com minas intactas do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) em cada um dos tratamentos, totalizando 100 folhas. Essas folhas foram coletadas de forma aleatória em plantas distintas e, posteriormente, armazenadas individualmente em sacos plásticos do tipo zip lock para uma

Em seguida, os insetos foram colocados em frascos de vidro vedados completamente para evitar a evaporação do líquido, contendo álcool 70%. Os frascos foram devidamente identificados, assim como aqueles provenientes do campo. Alguns insetos pertencentes à ordem Hymenoptera, principalmente parasitoides, foram transferidos para microtubos *eppendorf* em álcool 75% para melhor conservação de aspectos morfológicos.

As folhas com minas intactas do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), que foram individualizadas em sacos plásticos do tipo zip lock, foram analisadas em intervalos de dois dias para observar a emergência de himenópteros parasitoides do bicho-mineiro. Quando emergiam, os insetos eram coletados, identificados e posteriormente acondicionados em microtubos *eppendorf* contendo álcool 75% e etiquetas de identificação do tratamento (FIGURA 10).

Figura 10 – Folhas contendo minas de *Leucoptera coffeella* (bicho-mineiro) no campo (A); sacos do tipo zip lock com as folhas coletadas devidamente organizados e identificados (B); exemplos de himenópteros parasitoides do bicho-mineiro emergidos das folhas e visualizados através do microscópio estereoscópico (C e D). Lavras, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2022).

3.3 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram feitas nos softwares RStudio® (RSTUDIO TEAM, 2021) e Primer 6 Permanova+® (CLARKE; GORLEY, 2015).

Os dados obtidos e analisados foram:

- 1) Riqueza (S) de famílias de insetos (número total de famílias coletadas);
- 2) Índice de abundância, segundo Lamshead et al (1983), calculado a partir das médias de cada família por amostra;
- 3) Índice de diversidade Shannon (H'), que leva em consideração a uniformidade quantitativa de cada família em relação às demais;
- 4) Análise multivariada ajustada por Modelos Lineares (LM) ou Modelos Lineares Generalizados (GLM), com distribuição normal para as variáveis riqueza e diversidade, e distribuição binomial negativa para a variável abundância.
- 5) Análise de composição de espécies utilizando o teste ANOSIM, seguido pela representação gráfica em escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), com o uso da medida de similaridade de Bray-Curtis.

4 RESULTADOS

4.1 Riqueza, Abundância e Índice de Diversidade Shannon

Foram coletados 1735 insetos, pertencentes a 66 táxons (o uso da classificação em táxons foi utilizado devido ao fato que alguns insetos não foram classificados ao nível de família), as informações sobre o número e a classificação dos insetos coletados em cada tratamento podem ser observadas na TABELA 1. Ao analisar as principais famílias encontradas, destacaram-se, em termos numéricos, no tratamento com maior nível de diversificação DIV 1, respectivamente, as famílias Cicadellidae, Encyrtidae, Mymaridae, Aphelinidae e Scelionidae; no tratamento DIV 2, Cicadellidae, Mymaridae, Encyrtidae, Braconidae e Aphelinidae; no tratamento MONO 1 as famílias Braconidae, Mymaridae, Tephritidae, Encyrtidae e Cicadellidae; e no tratamento com menor nível de diversificação MONO 2, sobressaíram-se as famílias Scelionidae, Mymaridae, Cicadellidae, Encyrtidae e Trichogrammatidae (TABELA 1).

Tabela 1 – Frequência relativa (%), abundância, riqueza, e Índice de diversidade H' para os táxons amostrados em todos os tratamentos na coleta. Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.

TÁXONS	TRATAMENTOS							
	MONO 1	FR%	MONO 2	FR%	DIV 1	FR%	DIV 2	FR%
1. Alydidae	0,5	0,11	-	0,00	1,5	0,40	-	0,00
2. Aphelinidae	11	2,52	17	3,28	13	3,46	12	2,97
3. Aphididae	1,5	0,34	12	2,32	9	2,39	11	2,72
4. Apidae	5	1,14	7	1,35	3,5	0,93	7	1,73
5. Apoidea	2,5	0,57	25	4,83	2,5	0,66	-	0,00
6. Arachnida	2,5	0,57	9	1,74	2,5	0,66	3	0,74
7. Asilidae	0,5	0,11	-	0,00	-	0,00	1	0,25
8. Bethyidae	4	0,92	9	1,74	1,5	0,40	4	0,99
9. Blattodea	-	0,00	1	0,19	-	0,00	-	0,00
10. Braconidae	81,5	18,65	1	0,19	6,5	1,73	15	3,71
11. Ceraphronidae	2	0,46	4	0,77	8,5	2,26	3	0,74
12. Chalcididae	-	0,00	4	0,77	-	0,00	1	0,25
13. Chrysididae	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00
14. Chrysomelidae	1	0,23	7	1,35	1	0,27	3	0,74
15. Chrysopidae	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00
16. Cicadellidae	19	4,35	23	4,44	45,5	12,10	32	7,92
17. Coccinelidae	2	0,46	1	0,19	2,5	0,66	3	0,74
18. Coleoptera	-	0,00	-	0,00	1	0,27	-	0,00
19. Collembola	8,5	1,95	19	3,67	21,5	5,72	6	1,49
20. Coreidae	-	0,00	-	0,00	1	0,27	-	0,00
21. Curculionidae	-	0,00	-	0,00	0,5	0,13	1	0,25
22. Diapriidae	3	0,69	3	0,58	2	0,53	1	0,25
23. Diptera	59,5	13,62	32	6,18	50,5	13,43	48	11,88
24. Dolichopodidae	6,5	1,49	7	1,35	5	1,33	5	1,24
25. Drynidae	-	0,00	-	0,00	0,5	0,13	-	0,00
26. Elateridae	-	0,00	-	0,00	-	0,00	1	0,25
27. Encyrtidae	22	5,03	21	4,05	16,5	4,39	22	5,45
28. Euglossine	0,5	0,11	-	0,00	1	0,27	-	0,00
29. Eulophidae	10	2,29	6	1,16	2	0,53	9	2,23
30. Eupelmidae	-	0,00	-	0,00	1,5	0,40	1	0,25
31. Evaniidae	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00
32. Figitidae	0,5	0,11	-	0,00	2	0,53	2	0,50
33. Formicidae	16	3,66	11	2,12	10	2,66	1	0,25
34. Halictidae	-	0,00	2	0,39	-	0,00	1	0,25
35. Hemerobiidae	1,5	0,34	-	0,00	3,5	0,93	3	0,74

TÁXONS	TRATAMENTOS							
	MONO 1	FR%	MONO 2	FR%	DIV 1	FR%	DIV 2	FR%
36. Ichneumonidae	1,5	0,34	1	0,19	3	0,80	4	0,99
37. Isoptera	0,5	0,11	-	0,00	-	0,00	-	0,00
38. Latridiidae	9	2,06	4	0,77	1	0,27	4	0,99
39. Lycidae	-	0,00	1	0,19	0,5	0,13	1	0,25
40. Lygaeidae	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00
41. Megaspilidae	0,5	0,11	2	0,39	1,5	0,40	2	0,50
42. Membracidae	-	0,00	2	0,39	-	0,00	-	0,00
43. Miridae	1	0,23	-	0,00	-	0,00	-	0,00
44. Monomachidae	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00
45. Mymaridae	39,5	9,04	36	6,95	14,5	3,86	30	7,43
46. Pentatomidae	-	0,00	-	0,00	-	0,00	1	0,25
47. Platygastriidae	0,5	0,11	-	0,00	0,5	0,13	2	0,50
48. Pompilidae	1	0,23	-	0,00	-	0,00	1	0,25
49. Psocoptera	6,5	1,49	-	0,00	2,5	0,66	4	0,99
50. Psyllidae	-	0,00	2	0,39	5	1,33	4	0,99
51. Pteromalidae	2	0,46	3	0,58	0,5	0,13	3	0,74
52. Reduviidae	-	0,00	-	0,00	-	0,00	2	0,50
53. Scelionidae	10,5	2,40	39	7,53	10,5	2,79	7	1,73
54. Scymnus	0,5	0,11	-	0,00	-	0,00	-	0,00
55. Hexapoda	16,5	3,78	1	0,19	29	7,71	17	4,21
56. Signiphoridae	0,5	0,11	1	0,19	1	0,27	2	0,50
57. Staphylinidae	-	0,00	2	0,39	0,5	0,13	-	0,00
58. Sternorrhyncha	13,5	3,09	33	6,37	19	5,05	27	6,68
59. Tachinidae	10,5	2,40	10	1,93	9	2,39	7	1,73
60. Tephritidae	29,5	6,75	1	0,19	2	0,53	2	0,50
61. Tingidae	-	0,00	-	0,00	0,5	0,13	1	0,25
62. Trichogramma	12	2,75	18	3,47	8	2,13	8	1,98
63. Thy. Terebrantia	18	4,12	122	23,55	41,5	11,04	67	16,58
64. Thy. Tubulifera	1	0,23	17	3,28	6,5	1,73	9	2,23
65. Vespidae	1	0,23	-	0,00	1,5	0,40	2	0,50
66. Vespoidea	-	0,00	2	0,39	2	0,53	1	0,25
Abundância	437	100,0	518	100,0	376	100,0	404	100,0
Riqueza (S)	44		40		49		49	
Shannon (H')	2,954		2,955		3,122		3,141	

Fonte: Do autor (2023).

A família Cicadellidae foi a mais abundante nos tratamentos DIV 1 e DIV 2, porém também aparece nos tratamentos MONO 1 e MONO 2 entre as 5 famílias mais coletadas, demonstrando a ampla presença destes insetos nos cafezais amostrados.

Braconidae foi a família mais encontrada no tratamento MONO 1, porém foi possível observar representantes deste táxon em todos os tratamentos. Em menor quantidade, também foram coletados indivíduos pertencentes a família Bethyilidae em todas as áreas.

A família Scelionidae foi encontrada em todos os tratamentos, sendo mais abundante no tratamento MONO 2. Enquanto que Mymaridae foi encontrada com grande representatividade em todos os tratamentos amostrados, se destacando entre as famílias de inimigos naturais de pragas.

Os tratamentos com maior nível de diversificação DIV 1 e DIV 2, apresentaram uma maior presença de insetos da família Vespidae. A família Tephritidae foi registrada em todos os tratamentos, porém em uma quantidade exorbitantemente maior no tratamento MONO 1 (sendo a terceira família mais abundante no tratamento).

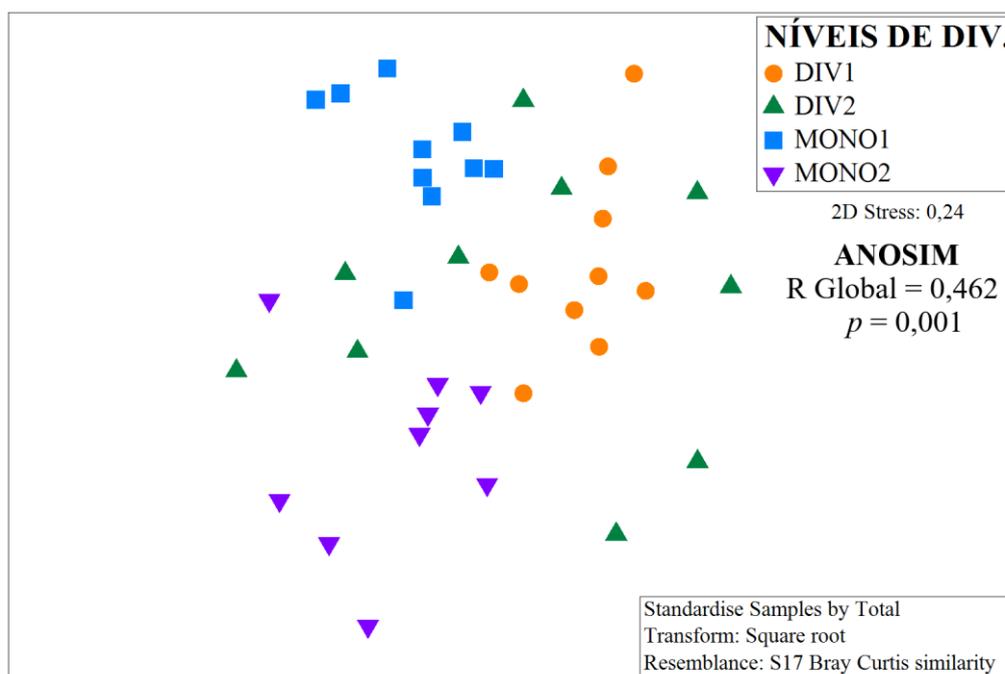
Mesmo sendo encontrados em todos os tratamentos, indivíduos da família Trichogrammatidae foram mais abundantes nos tratamentos menos diversificados quando comparados aos com maior nível de diversificação. Insetos pertencentes a família Eulophidae foram registrados em todos os tratamentos, mas a maior abundância foi notada no tratamento MONO 1.

A família Encyrtidae foi encontrada com destaque em todos os tratamentos amostrados. Já Aphelinidae, apesar de ter sido registrada em todos os tratamentos, destacou-se em maior abundância nos tratamentos mais diversificados (DIV 1 e DIV 2).

4.2 Análise de similaridade por escalonamento não-métrico (NMDS) e ANOSIM

Com base na análise de similaridade por escalonamento não métrico (NMDS), é possível visualizar graficamente a formação de grupos parcialmente isolados. Além disso, de acordo com o teste ANOSIM (R global = 0,462; p = 0,001), foi confirmado que as assembleias de famílias de insetos encontradas em cada tratamento são significativamente diferentes entre si (FIGURA 11).

Figura 11 – Representação gráfica de ordenação por escalonamento não-métrico (NMDS) utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, baseada nas abundâncias de insetos presentes nos tratamentos DIV 1, DIV 2, MONO 1 e MONO 2 (R global = 0,462; p = 0,001). Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.

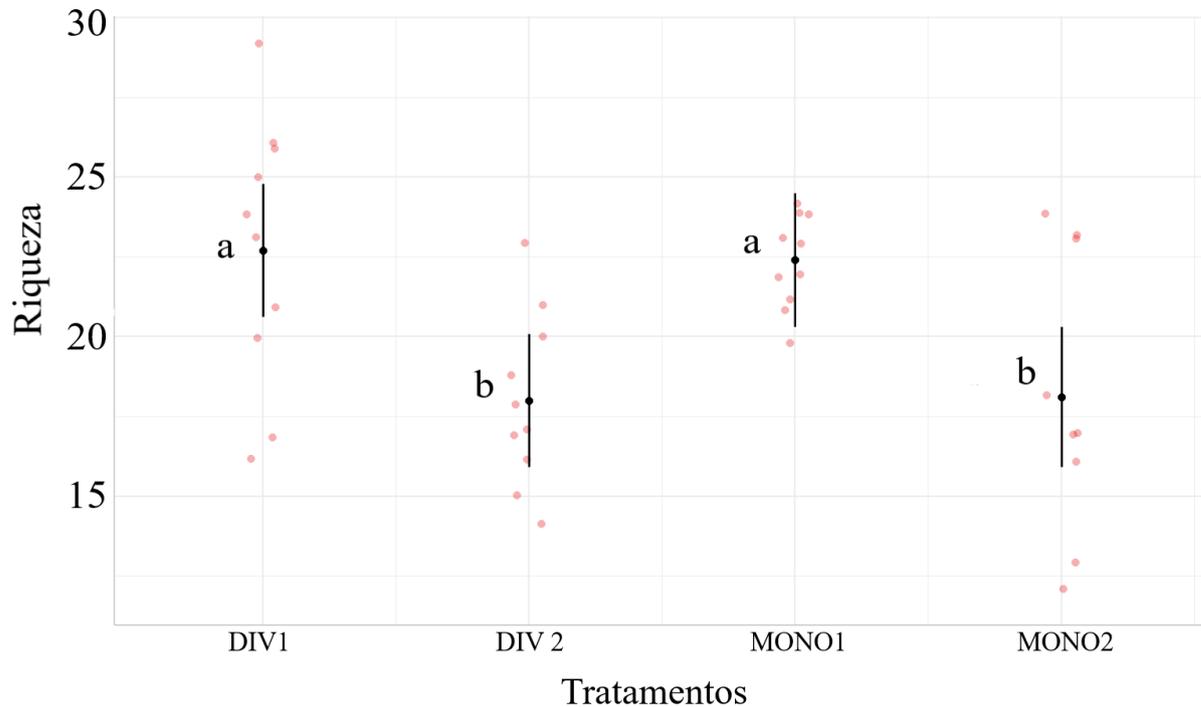


Fonte: Do autor (2023).

4.3 Análise multivariada

O resultado da análise realizada através do teste de Modelo Linear (LM), com distribuição Normal, mostra que houve diferença significativa na riqueza de famílias de insetos entre os tratamentos (p = 0,0025, FIGURA 12). Os tratamentos DIV 1 e MONO 1 apresentaram maior média de riqueza, não diferindo entre si, enquanto DIV 2 e MONO 2 apresentaram menor riqueza, também não diferindo entre si.

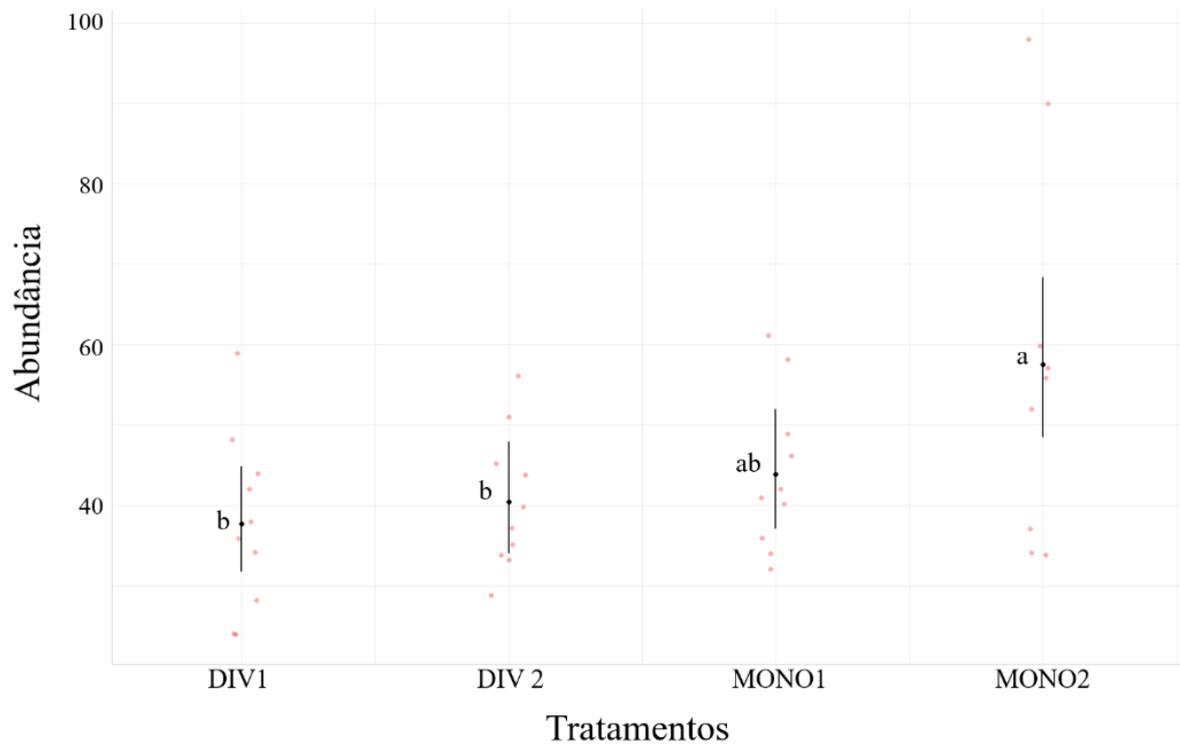
Figura 12 – Riqueza de espécies a partir do Modelo Linear (LM) para todos os tratamentos ($p = 0,0025$). Fazenda Cachoeira - Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2023).

Com relação à abundância de insetos, observou-se diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,0034$), ajustando-se os dados por Modelo Linear Generalizado (GLM) com distribuição Binomial Negativa (FIGURA 13). O tratamento MONO 2 apresentou valor médio superior quando comparado aos demais tratamentos, mas não se diferenciou de MONO 1. Os tratamentos DIV 1 e DIV 2 não apresentaram diferença significativa entre si nem em relação a MONO 1.

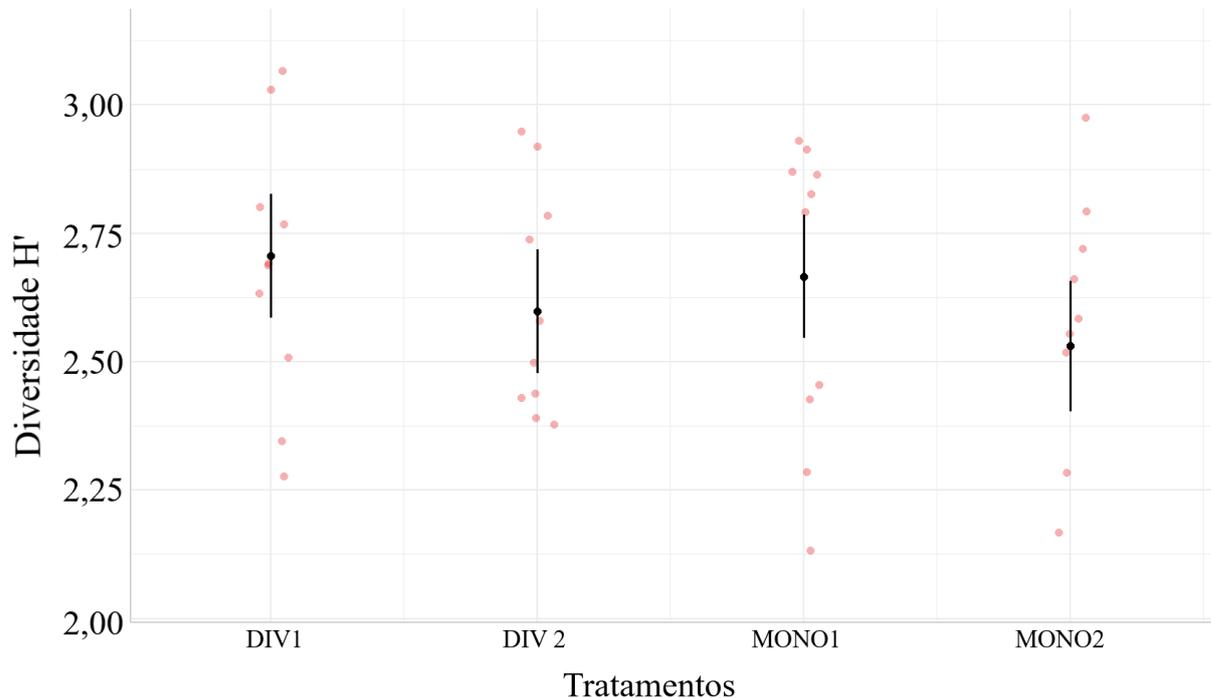
Figura 13 – Abundância de insetos a partir do Modelo Linear Generalizado (GLM) para todos os tratamentos ($p = 0,0034$). Fazenda Cachoeira - Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Do autor (2023).

Para o Índice de Diversidade Shannon (H'), ajustado pelo Modelo Linear (LM), também com distribuição Normal, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,3323$), sendo que todos apresentaram valores médios muito próximos.

Figura 14 – Índice de diversidade Shannon a partir do Modelo Linear (LM) para todos os tratamentos ($p = 0,3323$). Fazenda Cachoeira - Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



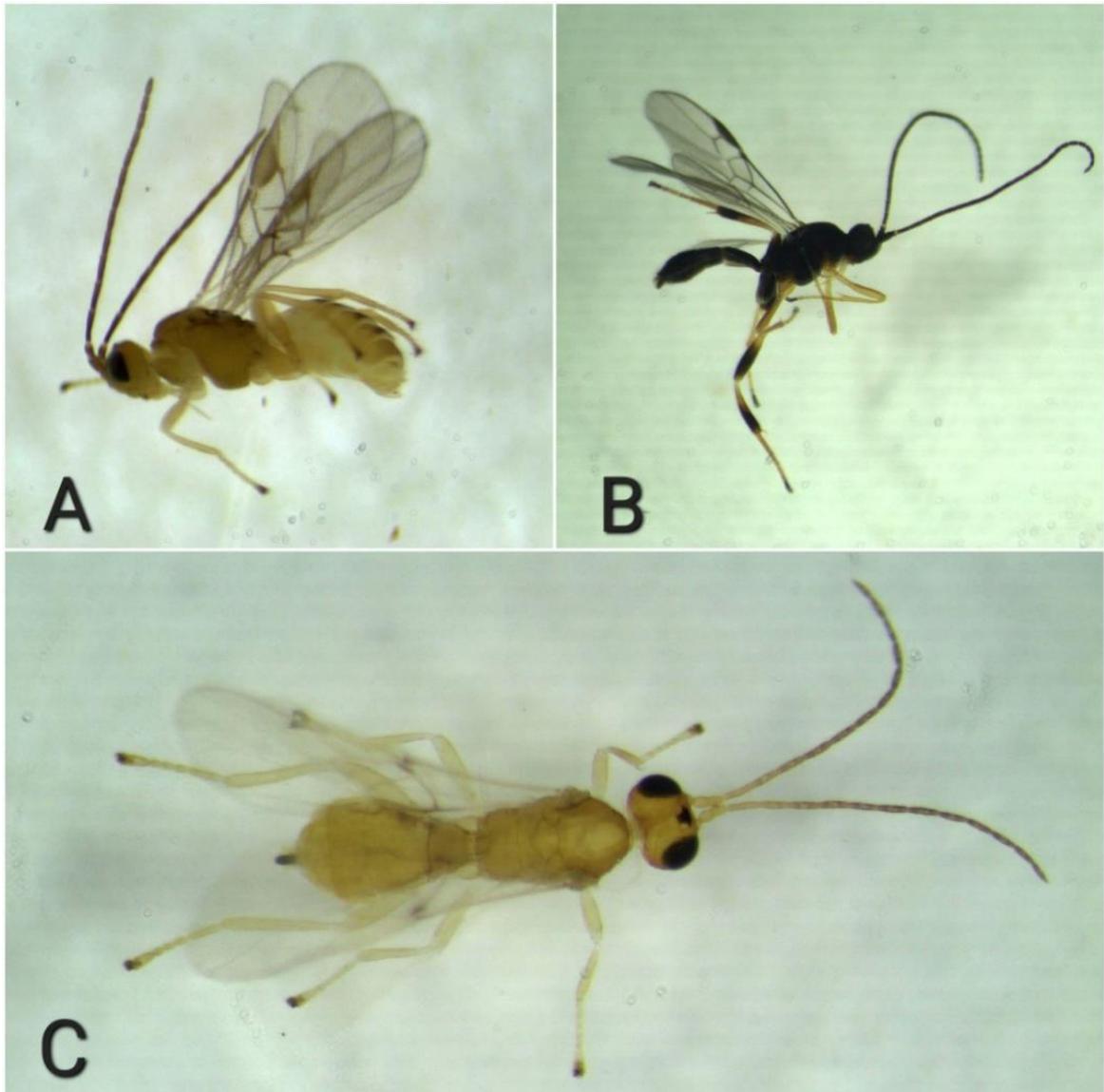
Fonte: Do autor (2023).

4.4 Folhas com minas intactas do bicho-mineiro

Após um período de 40 dias, com avaliações a cada 2 dias das folhas coletadas nas áreas dos 4 tratamentos, a fim de verificar a emergência de himenópteros parasitoides das minas intactas do bicho-mineiro, percebeu-se uma alta ocorrência de parasitismo da praga nas áreas em questão, com um alto índice de parasitoides emergindo das folhas. A porcentagem de parasitismo em cada área não foi avaliada, porém houve uma identificação de várias espécies que possuem grande importância no controle biológico do bicho mineiro do cafeeiro.

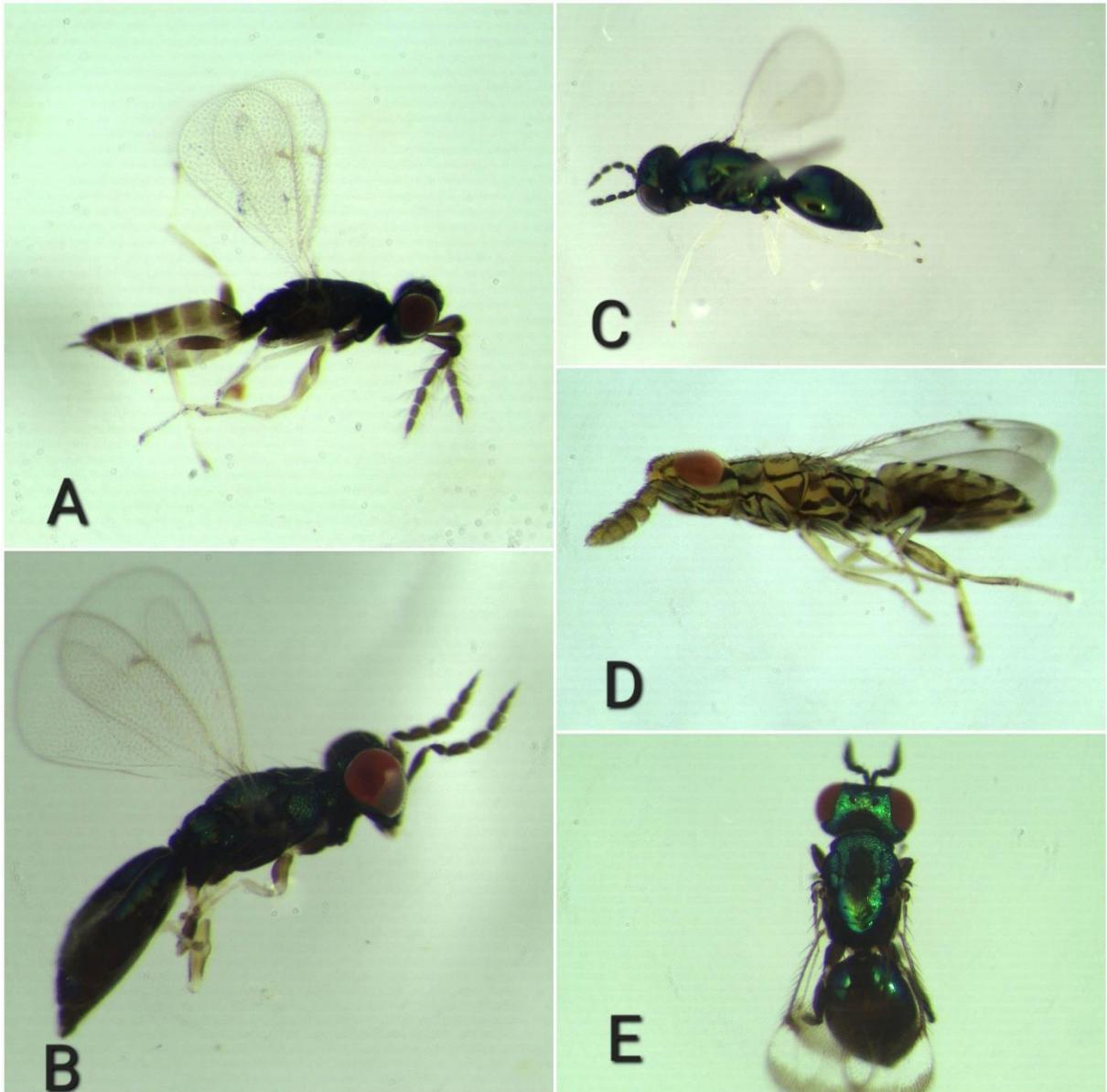
Foram identificadas um total de três espécies de Braconidae, sendo elas *Centistidea striata*, *Orgilus niger* e *Stiropius reticulatus* (FIGURA 15). Somando-se aos braconídeos, foram encontrados cinco gêneros de parasitoides pertencentes à família Eulophidae, incluindo *Cirrospilus*, com quatro morfoespécies; *Closterocerus*, com cinco morfoespécies, sendo uma delas a espécie *Closterocerus coffeellae*; uma espécie do gênero *Paracrias*; e as espécies *Proacrias coffeae* e *Horismenus aeneicollis* (FIGURA 16).

Figura 15 – A: *Centistidea striata*; B: *Orgilus niger*; C: *Stiropius reticulatus*. Fazenda Cachoeira - Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Marques (2022).

Figura 16 – A: gênero *Paracrias*; B: *Proacrias coffeae*; C: *Horismenus aeneicollis*; D: gênero *Cirrospilus*; E: *Closterocerus coffeellae*. Fazenda Cachoeira - Santo Antônio do Amparo, MG, 2022.



Fonte: Marques (2022).

5 DISCUSSÃO

Os parasitoides da família Encyrtidae foram coletados em valores expressivos, uma vez que possuem um grande número de hospedeiros potenciais e a capacidade de produzir um elevado número de descendentes graças ao seu desenvolvimento poliembrionário (GIBSON; HUBER; WOOLLEY, 1997). Segundo Fontes e Valadares-Inglis (2020), os indivíduos da família Mymaridae são parasitoides de ovos e possuem a capacidade de parasitar várias ordens de insetos. A presença abundante dos mimarídeos pode estar correlacionada com a alta concentração de insetos da família Cicadellidae (cigarrinhas) nos cafezais amostrados, uma vez que parasitam ovos da subordem Auchenorrhyncha (SILVEIRA et al., 2019).

A riqueza de famílias de insetos foi superior no tratamento DIV 1 quando comparado ao tratamento DIV 2. Essa informação corrobora com a ideia de que quando ocorre uma maior diversificação, seja por processos naturais ou por intervenção humana, dentro ou nas proximidades dos cultivos, há um aumento na diversidade de inimigos naturais, tanto predadores quanto parasitoides (SANTOS; PÉREZ-MALUF, 2012; FERREIRA; SILVEIRA; HARO, 2013; REZENDE et al., 2014). Por outro lado, a riqueza de espécies do tratamento MONO 1 foi superior ao tratamento mais diversificado DIV 2, sendo assim, pode-se supor que neste caso, um maior espaçamento de plantio entre as linhas de espécies arbóreas (Cedro australiano), influenciou de forma positiva na composição de insetos das áreas em questão.

O cafeeiro apresenta diversas características que podem fornecer recursos adicionais para os inimigos naturais, tais como nectários extraflorais, ser uma planta perene e possuir um dossel amplo. Portanto, mesmo em locais com baixa complexidade ambiental, ainda é possível encontrar recursos suficientes para sustentar diferentes comunidades de insetos nas áreas de cultivo. Esses recursos podem incluir áreas de preservação permanente (APP) próximas aos cafezais, vegetação circundante, entre outros, que permitem a migração e emigração de insetos nos agroecossistemas (LIMA, 2023).

Os valores de abundância de insetos, calculados a partir do Modelo Linear Generalizado, se mostraram superiores nos tratamentos com menor nível de diversificação vegetal. Ambientes altamente complexos podem diminuir sua atratividade e, conseqüentemente, afetar a estabilidade e a manutenção de comunidades de parasitoides específicos, conforme destacado por Altieri et al. (2003) e Sheenan (1986). Além disso, os níveis superiores de abundância nos tratamentos menos diversificados podem ser resultantes da presença elevada de insetos-praga na área, fato observado em campo, mas não relatado aqui.

Os indivíduos parasitoides da família Trichogrammatidae foram mais abundantes no tratamento MONO 2. Conforme observado por Fontes e Valadares-Inglis (2020), essa família de parasitoides apresenta predominantemente um hábito solitário, sendo raramente gregários, e algumas espécies também são foréticas. A presença dos parasitoides da família Trichogrammatidae no tratamento menos diversificado pode ser explicada pela preferência desses parasitoides por hospedeiros holometábolos, como os ovos de Lepidoptera em geral (Cherif, Mansour e Grissa-Lebdi, 2021), além de supostamente haver uma facilidade de localização dos hospedeiros proporcionada pela maior densidade populacional de fitófagos em ambientes mais simplificados.

A frequência relativa de insetos da família Braconidae foi observada em grande superioridade numérica no tratamento MONO 1. A presença desses insetos em cafezais é de suma importância, uma vez que contém representantes significativos no controle biológico de pragas do cafeeiro, já que atacam principalmente larvas das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Diptera (HANSON; GAULD, 2006). É plausível que o alto nível de infestação do bicho mineiro do cafeeiro (observado nas áreas de monocultivo) tenha desempenhado um papel na acumulação de espécies de parasitoides no sistema de monocultura. De acordo com Altieri e Nicholls (2012), em ambientes com elevada infestação de hospedeiros, é possível manter populações de parasitoides generalistas e especialistas em agroecossistemas simplificados.

Insetos pertencentes a família Bethyridae foram coletados em todas as áreas do experimento. A coleta de indivíduos desse táxon pode ser explicada pela presença de espécies que desempenham um papel crucial no controle natural da broca do café (*Prorops nasuta* (Waterston, 1923) e *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem, 1961)), seja por meio de predação ou parasitismo. Essas espécies foram introduzidas no Brasil e atualmente são frequentemente encontradas em levantamentos de parasitoides nas áreas de produção cafeeira. (REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

A presença de indivíduos da família Vespidae, a qual possui importantes predadores de larvas de bicho mineiro, onde se destacam os gêneros *Protonectarina*, *Brachygastra*, *Synoeca*, *Polybia* e *Eumenes* (PARRA *et al.*, 1977; REIS e SOUZA, 2002), foi maior nos tratamentos mais diversificados quando comparada a monocultura. Segundo Amaral *et al.* (2010), a predação do bicho mineiro por vespídeos apresenta uma correlação positiva com o aumento da diversidade de plantas no sistema de produção. Nesse contexto, a diversificação possui o potencial de proporcionar locais para nidificação ou áreas de refúgio, sem comprometer a interação entre predador e presa.

Insetos da família Tephritidae foram encontrados em alta frequência relativa no tratamento MONO 1. O cafeeiro é conhecido por ser suscetível à infestação de moscas-das-frutas devido às condições críticas de umidade e temperatura durante sua época de ocorrência, permitindo que as moscas persistam nas áreas rurais em que habitam para, posteriormente, infestar pomares adjacentes (RAGA et al., 2002). Dessa forma, é possível que um ambiente menos diversificado tenha proporcionado uma menor quantidade de recursos para inimigos naturais da praga secundária em questão, permitindo assim uma maior população dos insetos. Em contrapartida, no tratamento MONO 1, juntamente com MONO 2, foram registradas as maiores frequências relativas de Diapriidae, endoparasitoides específicos de larvas e pupas de Diptera (Fontes e Valadares-Inglis, 2020), o que pode indicar que a maior presença de hospedeiros específicos no ambiente proporcionou, por consequência, um maior índice de parasitoides específicos nas áreas citadas.

Notou-se uma ampla presença de parasitoides das famílias Braconidae e Eulophidae nas folhas coletadas com minas intactas do bicho-mineiro. Segundo Moura et al. (2006), as vespas da família Braconidae têm como principal alvo de parasitismo a fase larval do bicho-mineiro do café, ao passo que as vespas da família Eulophidae direcionam seu parasitismo para a fase pupal. Apesar dessa distinção entre as famílias, ambas desempenham um papel crucial no controle biológico do bicho-mineiro do café, evidenciando a implementação de um manejo sustentável no sistema de produção cafeeiro.

É importante salientar que, assim como a diversificação vegetal no sistema de produção, existem outros fatores que podem influenciar diretamente a composição de insetos em uma área agrícola, como por exemplo o manejo da cultura, utilização de sistemas de irrigação, presença de fragmentos florestais no entorno da lavoura, entre outros.

6 CONCLUSÕES

A composição das famílias de insetos varia em todos os níveis de diversificação vegetal analisados no sistema de produção cafeeiro. Os tratamentos DIV 1 e MONO 1 apresentaram a maior média de riqueza de famílias, enquanto a maior abundância foi registrada no tratamento MONO 2. Não houve diferença significativa na diversidade para os tratamentos estudados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. D. et al. **Bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*): uma revisão sobre o inseto e perspectivas para o manejo da praga.** Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 372. 39 p. 2020.
- ALTIERI, MIGUEL A.; NICHOLLS I., C. **Manejo agroecológico da fertilidade dos solos: Solos saudáveis, plantas saudáveis.** In: Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. [s.l.] Expressão popular ASPTA, p. 400. 2012.
- ALTIERI, Miguel Angel; DO NASCIMENTO SILVA, Evandro; NICHOLLS, Clara Ines. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas.** Ribeirão Preto: Holos, 2003.
- AMARAL, Dany S. et al. **A diversificação da vegetação reduz o ataque do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae).** Neotropical Entomology, v. 39, p. 543-548, 2010.
- BARBOSA, P. **Consevation biological control.** San Diego: Academic Press, 1988. 396p.
- BOTELHO, Juliana Formiga et al. **Population dynamics of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in agroforestry and monoculture systems of conilon coffee in the southern portion of the state of Amazonas, Brazil.** Revista Árvore, v. 45, 2021.
- BOULTON, A. M.; AMBERMAN, K. D. **How ant nests increase soil biota richness and abundance: a field experiment.** In: **Arthropod diversity and conservation.** Springer, Dordrecht, p. 55-68, 2006.
- CLARKE, K. **PRIMER v7: User Manual/Tutorial.** PRIMER-E, Plymouth, 296pp.: Clarke, KR, Gorley. RN, 2015.
- CONAB. **Boletim de Safra de Café - 2023.** Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe> >. Acesso em: 06 jun. de 2023.
- CONZELMANN, Markus et al. **Conserved MIP receptor–ligand pair regulates *Platynereis* larval settlement.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 110, n. 20, p. 8224-8229, 2013.
- DANTAS, Juliana et al. **A comprehensive review of the coffee leaf miner leucoptera coffeella (Lepidoptera: Lyonetiidae) - a major pest for the coffee crop in Brazil and others neotropical countries.** Insects, v. 12, n. 12, p. 1130, 2021.
- EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v.46, n.4, p.387-400, 2001.
- ESCOBAR-RAMÍREZ, Selene et al. **Biological control of the coffee berry borer: Main natural enemies, control success, and landscape influence.** Biological control, v. 136, p. 103992, 2019.

FERREIRA, Gessany da Silva; TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; SILVA JUNIOR, Juvenal Cordeiro. **Um Estudo sobre a Utilização da Vespa Parasitoide do gênero Melittobia (Hymenoptera: Eulophidae) como Recurso Didático para o Ensino de Insetos**. Revista Insignare Scientia-RIS, v. 3, n. 5, p. 208-226, 2020.

FERREIRA, Natália Cássia de Faria et al. **O papel das matas ciliares na conservação do solo e água**. Biodiversidade, v. 18, n. 3, 2019.

FERREIRA, F. Z.; SILVEIRA, L. C. P.; HARO, M. M. FAMILIES of Hymenoptera parasitoids in Organic coffee cultivation in Santo Antonio do Amparo, MG, Brazil. **Coffee Science**, v. 8, p. 1–4, 2013.

FONTES, Eliana Maria Gouveia; VALADARES-INGLIS, Maria Cleria. **Controle Biológico de Pragas da Agricultura**. EMBRAPA, p. 510. 2020.

GIBSON, G. A. P.; HUBER, J. T.; WOOLLEY, J. B. **Annotated keys to the general of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)**. Ottawa: NRC Research, 1997. 794 p.

HANSON, P. E.; GAULD, L. D. **Hymenoptera de la región neotropical**. Davis: The American Entomological Institute, 2006. 994 p.

GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; LUNA, J.M. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic and Applied Ecology**, v.4, n.2, p.107-116, 2003.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023.

JOHNSON, Melissa A. et al. **Coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*), a global pest of coffee: Perspectives from historical and recent invasions, and future priorities**. Insects, v. 11, n. 12, p. 882, 2020.

LAMBSHEAD, P. J. D.; PLATT, H. M.; SHAW, K. M. **Detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity**. Journal of Natural History, v. 17, p. 859–874, 1983.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review Entomologie**, Palo Alto, v.45, n.1, p.175-201, 2000.

LAVIOLA, Bruno Galvêas et al. **Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro cultivado em duas altitudes**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, p. 1521-1530, 2007.

LAVIOLA, Bruno Galvêas et al. **Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho de grãos de café (*Coffea arabica* L.)**. Coffee Science, Lavras, v. 1, n. 1, p. 36-42. 2006.

LIMA, A. U. N. **Assembleia de parasitoides em cafezais diversificados**. 2023. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2023.

MARQUES, K. B. S. **Contribuição da vegetação de entorno na diversidade de inimigos naturais e no controle conservativo de pragas do cafeeiro**. 2021. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.

MARTINS, Caleb Califre et al. **Diversidade e abundância de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em cultivo de café Conilon no Acre, Brasil**. *Acta Amazonica*, v. 49, p. 173-178, 2019.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações** ed. 2015. 1 ed., São Paulo: Futurama Editora 2015, 585p.

MOURA, M. F.; CRUZ, I.; SILVA, L. F. F.; PEDROSA, M. W. **Estudo comparativo da eficiência de parasitismo de cinco espécies de parasitoides sobre *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae)**. *Neotropical Entomology*, v. 35, n. 3, p. 389-393, 2006.

MULATU, Afrasa et al. **Biological management of coffee wilt disease (*Fusarium xylarioides*) using antagonistic *Trichoderma* isolates**. *Frontiers in Plant Science*, v. 14, 2023.
OLIVEIRA, Itamar Pereira; OLIVEIRA, Luana Carvalho; DE MO, Camila Stéffane Fernandes Teixeira. **Cultivo de café: pragas, doenças, correção do solo, adubação e consórcio**. *Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos*, v. 5, n. 4, 2012.

PARRA, José RP. **Controle biológico na agricultura brasileira**. *Entomological Communications*, v. 1, p. 2675-1305, 2019.

PARRA, J. R. P. *et al.* Parasitos e predadores do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) em São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 6, p. 138–143, 1977.

RAGA, A. et al. **Occurrence of fruit flies in coffee varieties in the state of São Paulo, Brazil**. *Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas, Madrid*, v. 28, p. 519-524, 2002.

REIS, P. R.; SOUZA, JC de; VENZON, M. **Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro**. *Informe Agropecuário*, v. 23, n. 214/215, p. 83-99, 2002.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. DE. Insetos na folha. **Cultivar**, v. 4, n. 38, p. 30–33, 2002.
REZENDE, M.Q.; VENZON, M.; PERES A.L.; Cardoso I.M.; Janssen A. Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.188, p.198-203, 2014.

RSTUDIO TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. Vienna, Austria R Development Core Team, 2021.

SANTOS, P. S.; PÉREZ-MALUF, R. Diversidade de himenópteros parasitoides em áreas de mata de cipó e cafezais em Vitória da Conquista-BA. **Magistra**, v.24, p. 84–90, 2012.

SHEEHAN, William. **Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystem diversification: a selective review**. *Environmental Entomology*, v. 15, n. 3, p. 456-461, 1986.

Silveira, L.C.P.; Souza, I.L.; Tomazella, V.B.; Mendez, H.A.G. **Parasitoid Insects**. P. 97-109. In: Brígida Souza, Luis L. Vázquez, Rosangela C. Marucci (Ed.). **Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems**, Springer, 2019.

SOBREIRA, Fabricio Moreira et al. **Divergence among arabica coffee genotypes for sensory quality**. *Australian Journal of Crop Science*, v. 10, n. 10, p. 1442-1448, 2016.

SOUZA, A. J. J. et al. **Levels of phosphorus in the initial development of coffee in soils with different textures**. *Coffee Science, Lavras*, v. 9, n. 2, p. 284-288, 2014.

SOUZA, Moisés Santos et al. **Parasitismo na população da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), pelo parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* *Betrem* (Hymenoptera: Bethyridae)**. *EntomoBrasilis*, v. 7, n. 3, p. 178-182, 2014.

TOMAZELLA, Vitor Barrile et al. **Diversified and monoculture, contrasts in some parasitoids community of coffee crop**. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 3, p. 15585-15599, 2022.

VENZON, M.; SUJII E.R. Controle biológico conservativo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 251, p.7-16, 2009.

YOUSUF, Fazila et al. **Limited host range in the idiobiont parasitoid *Phymastichus coffea*, a prospective biological control agent of the coffee pest *Hypothenemus hampei* in Hawaii**. *Journal of Pest Science*, v. 94, p. 1183-1195, 2021.