

IFMG-CAMPUS BAMBUÍ
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS

Bacharelado em Agronomia

**ASSOCIAÇÃO DO FUNGICIDA BIOLÓGICO BOMBARDEIRO COM
DIFERENTES FUNGICIDAS QUÍMICOS SISTÊMICOS PARA O CONTROLE DE
FERRUGEM NO CAFEIEIRO (*Hemileia vastatrix*)**

Gabriela Luzia Amâncio

BAMBUÍ – MG

2024

GABRIELA LUZIA AMÂNCIO

**ASSOCIAÇÃO DO FUNGICIDA BIOLÓGICO BOMBARDEIRO COM
DIFERENTES FUNGICIDAS QUÍMICOS SISTÊMICOS PARA O CONTROLE DE
FERRUGEM NO CAFEIEIRO (*Hemileia vastatrix*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Bambuí como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Marcelo Loran de Oliveira Freitas

BAMBUÍ – MG

2024



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Ensino
Departamento de Ciências Agrárias
Faz. Virgínia - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

GABRIELA LUZIA AMÂNCIO

**ASSOCIAÇÃO DO FUNGICIDA BIOLÓGICO BOMBARDEIRO COM
DIFERENTES FUNGICIDAS QUÍMICOS SISTÊMICOS PARA O CONTROLE DE
FERRUGEM NO CAFEEIRO (*Hemileia vastatrix*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Bacharelado e
Agronomia do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, como requisito parci
para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 15 de agosto de 2024

DIGITE AQUI

Bambuí, 07 de agosto de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Loran de Oliveira Freitas, Professor**, em 29/08/2024, às 10:47, conforme
Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Erika Soares Reis, Professora**, em 29/08/2024, às 12:08, conforme Decreto nº 10.543, de
13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Monteiro Correa, Professor**, em 29/08/2024, às 19:07, conforme Decreto nº
10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador
1996123 e o código CRC **DF55D8B9**.

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

A484a Amâncio, Gabriela Luzia.
Associação do fungicida biológico bombardeiro com diferentes fungicidas químicos sistêmicos para o controle de ferrugem no cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). / Gabriela Luzia Amâncio. – 2024.
29 f.; il.: color.

Orientador: Marcelo Loran de Oliveira Freitas.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Bacharelado em Agronomia, 2024.

1. Cafeicultura. 2. *Hemileia vastatrix*. 3. Biológico. I. Freitas, Marcelo Loran de Oliveira. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 632.952

Dedico este trabalho ao meus pais Márcia Pereira de Oliveira Amâncio e Afrânio José Amâncio, por todo o apoio e conhecimento transmitido. Mesmo com pouco, sempre me incentivaram a alcançar os meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso. Primeiramente, agradeço ao meu orientador/professor Marcelo Loran de Oliveira Freitas por sua orientação. Aos meus colegas e amigos, em especial aos membros do Grupo de estudos em pragas, doenças e plantas daninhas (GEEFIT) agradeço pela troca de ideias, apoio mútuo e pelo ambiente colaborativo que tornou possível superar desafios. À minha família, meu agradecimento especial pelo constante apoio emocional e incentivo ao longo dessa jornada acadêmica. Por fim, agradeço a todas as fontes de conhecimento que contribuíram para a fundamentação teórica deste trabalho. Cada um de vocês desempenhou um papel crucial, e por isso, meu profundo agradecimento.

“As grandes oportunidades não são vistas com os olhos e sim com a mente.”

Robert Kiyosaki

RESUMO

AMÂNCIO, Gabriela Luzia. **ASSOCIAÇÃO DE BOMBARDEIRO COM DIFERENTES FUNGICIDAS QUÍMICOS SISTÊMICOS PARA O CONTROLE DE FERRUGEM NO CAFEIEIRO (*Hemileia vastatrix*)**. Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2024.

A ferrugem do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, é a doença mais significativa na cafeicultura, resultando em grandes perdas de produtividade. Embora o manejo químico seja eficaz, ele é prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana, devido ao alto consumo de agrotóxicos no Brasil. Além disso, os altos custos e a resistência dos fungos aos químicos impulsionam a busca por métodos mais sustentáveis. A necessidade de métodos alternativos para controlar a ferrugem, com menor impacto ambiental, é um desafio constante para os pesquisadores. Desse modo o trabalho foi desenvolvido na lavoura de café do Instituto Federal de Minas Gerais-Campus Bambuí, cujo a cultivar é a Rubi, com 12 anos de idade e 2 anos desde a última recepa no ano de 2021, no espaçamento adensado 3,0 x 0,70 metros. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, considerando um experimento balanceado. Cada parcela foi constituída de uma fileira de plantas com dez plantas na linha, sendo as oito plantas centrais consideradas úteis. Foram avaliados, mensalmente, a incidência e a severidade da ferrugem a partir do início de outubro de 2023 até o término em fevereiro de 2024, observando-se os sintomas em oito folhas por planta, no terço médio ao acaso, do 3º par de folhas, nas duas faces do cafeeiro, totalizando 64 folhas, em oito plantas, por parcela útil, sendo registrada a porcentagem da severidade da ferrugem nas folhas. Os tratamentos consistiram em programas de manejo com alterações na sequência, dose e tipo de produto. Após as avaliações, constatou-se que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos onde houve aplicação, sendo todos inferiores à testemunha. Portanto, concluímos que o controle biológico com o fungicida Bombardeiro é eficaz para a ferrugem (*Hemileia vastatrix*).

Palavras-chave: cafeicultura, *Hemilia vastatrix*, biológico

ABSTRACT

AMÂNCIO, Gabriela Luzia. **ASSOCIATION OF BOMBER (BIOLOGICAL) WITH DIFFERENT MULTI-SITE CHEMICAL FUNGICIDES FOR THE CONTROL OF RUST ON COFFEE (*Hemileia vastatrix*)**. Bambuí: IFMG *Campus Bambuí*, 2024.

Coffee rust, caused by the fungus *Hemileia vastatrix*, is the most significant disease in coffee farming, resulting in major productivity losses. Although chemical management is effective, it is harmful to the environment and human health, due to the high consumption of pesticides in Brazil. Furthermore, the high costs and resistance of fungi to chemicals drive the search for more sustainable methods. The need for alternative methods to control rust, with less environmental impact, is a constant challenge for researchers. Thus, the work was developed on the coffee farm at the Federal Institute of Minas Gerais-Campus Bambuí, whose cultivar is Rubi, 12 years old and 2 years since the last harvest in 2021, at a dense spacing of 3.0 x 0.70 meters. The experimental design used was randomized blocks, with five treatments and four replications, considering a balanced experiment. Each plot consisted of a row of plants with ten plants in the row, with the eight central plants considered useful. The incidence and severity of rust were evaluated monthly from the beginning of October 2023 until the end of February 2024, observing the symptoms on eight leaves per plant, in the middle third at random, of the third pair of leaves. Leaves, on both sides of the coffee tree, totaling 64 leaves, on eight plants, per useful plot, with the percentage of rust severity on the leaves being recorded. The treatments consisted of management programs with changes in sequence, dose and type of product. After the evaluations, it was found that no statistically significant differences were observed between the treatments where application was made, all of which were lower to the control. Therefore, we conclude that biological control with the fungicide Bombardeiro is effective for rust (*Hemileia vastatrix*).

Key-words: Coffee farming, *Hemileia vastatrix*, biological.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais certificações de café no Brasil analisadas por Cabrera e Caldarelli, 2021.	16
Figuras 2: Consumo de agrotóxicos em algumas culturas agrícolas no Brasil, em quantidade de ingredientes ativos, 1998	17
Figura 3: Área de condução do experimento.....	19
Figura 4: Aplicação dos produtos em campo	23
Figura 5: Identificação do terço médio no cafeeiro, local de avaliação	23
Figura 6: Escala diagramática de severidade da ferrugem no café (<i>Hemileia vastatrix</i>)	23
Figura 7: Área abaixo da curva do progresso da incidência de ferrugem do cafeeiro.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Detalhamento dos produtos e ingredientes ativos	20
Tabela 2: Detalhamento das aplicações	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO GERAL	12
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.2 Importância econômica e social.....	13
2.3 Ferrugem do cafeeiro	14
2.4 Certificação do café	15
2.5 Resíduos de agrotóxicos no fruto do café	16
2.6 Controle biológico na cafeicultura	18
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.2 Deleniamiento experimental dos tratamentos	20
3.3 Avaliações.....	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
7. CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A ferrugem do cafeeiro, cujo agente etiológico é o fungo *Hemileia vastatrix*, é a doença de maior importância na cafeicultura, ocasionando perdas significativas na produtividade das lavouras. O fungo infecta todas as variedades de café, entretanto, dentro do gênero *Coffea*, são observadas diferenças quanto à patogenicidade (GUIMARÃES; *et. al.*, 2010).

Os danos causados pela ferrugem são, principalmente, indiretos, pela indução de desfolha por ocasião da colheita. A queda precoce das folhas resulta em menor desenvolvimento da florada, menor desenvolvimento dos chumbinhos e também seca dos ramos plagiotrópicos e menor longevidade das plantas, comprometendo, cerca de 50%, da produção do cafeeiro (GREE, 1993; ZAMBOLIM *et al.*, 1997).

O manejo químico da ferrugem em cafeeiros, apesar de sua eficácia e viabilidade econômica, revelou-se prejudicial ao meio ambiente. Atualmente o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Diversos estudos comprovam os malefícios para a saúde humana e ambiental da exposição aos agrotóxicos (LOPES & ALBUQUERQUE, 2017).

Considerações acerca do emprego de fungicidas na agricultura, como encarecimento dos gastos de produção, degradação dos recursos naturais, riscos de intoxicação dos operadores de defensivos agrícolas, aumento da probabilidade de resíduos nos produtos colhidos, juntamente com o surgimento de raças resistentes de fungos, têm motivado uma busca crescente por práticas de controle de doenças mais eficientes e por fungicidas menos dispendiosos e prejudiciais à saúde (ZAMBOLIM & VALE, 1999).

Um dos principais desafios para os pesquisadores é encontrar constantemente métodos alternativos para controlar a ferrugem com um impacto ambiental reduzido. A pesquisa voltada para abordagens e opções de proteção de plantas, utilizando substâncias e organismos protetores, surge como uma promissora alternativa. Ao empregar esses métodos, seja de natureza química ou biológica, é possível proteger as plantas contra patógenos, inibindo seu desenvolvimento nos tecidos vegetais. Isso proporciona uma maior segurança para as plantas ao longo do tempo, além de reduzir significativamente a necessidade de produtos químicos, ativando mecanismos naturais de defesa.

Diante dos fatos objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência do Bombardeiro produtos biológico, quanto ao efeito protetor e indutor de resistência à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*), comparando-se com fungicidas sistêmicos.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência de diferentes controles para a ferrugem com químico e biológico

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a eficiência do fungicida biológico bombardeiro para controle da ferrugem
- Criar a curva de progresso da doença

4. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem, importância e produtividade da cultura

O café (*Coffea arabica*) pertencente à família Rubiaceae e gênero *Coffea*, teve origem na Etiópia onde, no início do século XVII foi levado à Europa, entrou no porto de Veneza, na Itália, o café foi disseminado para a Holanda, França, Inglaterra e Alemanha propagando-se, assim por todo o continente europeu. Os primeiros pés de café, foram plantados no Brasil em 1727, provenientes da Guiana Francesa, onde atribuiu determinado feio ao oficial português Francisco de Mello Palheta a responsabilidade de ter trazido a planta ao país, onde a partir da década de 80, as plantações de café expandiram-se para São Paulo, tornando-se progressivamente mais significativas para a economia nacional (CARVALHO; SANTOS, 2015).

O Brasil segundo dados do Ministério da Agricultura é o maior produtor e exportador de café, com uma área implantada de 2,26 milhões de hectares, sendo a bebida mais consumida no mundo, onde o Brasil é o segundo maior consumidor dessa bebida atrás somente dos Estados Unidos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2023). O café é a segunda commodity mundial em valor de mercado, onde são cerca de 287 mil produtores, distribuídos em quinze estados, numa área de produção de 2,26 milhões de hectares como citado anteriormente, gerando mais de oito milhões de empregos onde a produção brasileira de café em 2023 atingiu 54,94 milhões de sacas do grão beneficiado, segundo dados da Conab.

O café arábica (*Coffea arabica*) é a espécie mais importante do gênero *Coffea* e responde por cerca de 70% do café comercializado mundialmente. Quanto ao modo de reprodução é uma planta autógama, ou seja, a sua reprodução ocorre principalmente por meio de autofecundação, cerca de 90%, apresentando baixa taxa de alogamia (SOUZA, 2004).

2.2 Importância econômica e social

A cafeicultura, tanto no Brasil quanto no mundo, apresenta grande importância e representatividade social e econômica. O acompanhamento da safra brasileira de café estima que, no ano de 2020, foram produzidos cerca de 48,77 milhões de sacas de café arábica e 14,31 milhões de sacas de café Conilon. A área destinada ao cultivo do cafeeiro,

no País, atingiu cerca de 2,16 milhões de hectares, sendo 1,76 milhão de hectares referente à produção de café arábica, correspondendo a 81% da área, e 401,7 mil hectares de café Conilon representando os outros 19% da área de café do País (CONAB, 2023).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018), o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo. A cadeia produtiva do café gera cerca de 8 milhões de empregos no país, sendo este produto o quinto na pauta de exportação, com aproximadamente 300 mil produtores, gerando, assim, um relevante número de empregos fixos e temporários, além de grande importância para a economia nacional.

2.3 Ferrugem do cafeeiro

O controle da ferrugem utilizando cultivares resistentes, de acordo com Filho et al. (1995) é o mais eficiente e econômico. A partir da década de 70, foram realizadas no Brasil, pesquisas e experimentos a fim de desenvolver e buscar linhagens que fossem resistentes a ferrugem. A princípio foram aprovados materiais com fatores simples, em mistura, como o Irana e híbridos conhecidos como Catimores, os quais, apesar de resistentes possuíam baixo vigor, não sendo interessantes para o cultivo. Outros materiais resistentes foram descobertos por meio da hibridação interespecífica (*C. robusta* x *C. arabica*), como o Catucaí, originário do cruzamento entre Catuaí e Icatu (FILHO et al., 1995).

Atualmente o principal método de controle da ferrugem do cafeeiro é através do uso de fungicidas protetores e sistêmicos que se tornou uma prática amplamente adotada e que se mostra eficiente (PARREIRA et al., 2009). Entre os fungicidas protetores disponíveis no mercado, estão os cúpricos, que têm sido empregados no controle desde a detecção da ferrugem na Índia, Indonésia, África e no Brasil (MAYNE et al., 1933). Esses fungicidas criam uma camada protetora, na superfície da planta para o controle do fungo na fase de germinação e penetração, impedindo a mesma.

Grande parte das pulverizações com cúpricos estão sendo substituídas por fungicidas sistêmicos, devido a superioridade dos mesmos no controle da ferrugem, sendo que o seu modo de ação diferentemente dos fungicidas protetores são pouco influenciados pelas condições climáticas com as chuvas que lavam o produto da folha, interferindo no residual deixado, tendo que repetir as aplicações alterando o calendário (CARNEIRO FILHO; ISHIZAKA, 1990).

2.4 Certificação do café

O Brasil se destaca como o maior produtor mundial de café sustentável certificado, com cultivos espalhados por todas as principais regiões cafeeiras. O Cerrado Mineiro é uma das principais fontes desses cafés certificados, tanto em termos de volume quanto de qualidade. A certificação no Brasil está intrinsecamente ligada às Boas Práticas Agrícolas (BPA's), focando na segurança alimentar, preservação ambiental e no bem-estar das gerações presentes e futuras (MOREIRA; COSTA, 2016).

De acordo com Santos et al. (2018), a certificação de produtos agroalimentares, como o café, é essencial para garantir a conformidade com normas internacionais e nacionais, o que aumenta a competitividade do produto no mercado global. Além disso, a utilização de defensivos agrícolas no Brasil tem crescido significativamente, com um aumento de 700% no uso de ingredientes ativos ao longo das últimas quatro décadas, apesar do aumento modesto da área agrícola.

Cada programa ou modelo de certificação possui requisitos específicos e características próprias, direcionados ao perfil do consumidor-alvo. Alguns enfatizam aspectos ambientais, enquanto outros priorizam questões sociais. Alguns visam apoiar agricultores familiares, enquanto outros estão mais alinhados com a agricultura comercial. Além disso, alguns se concentram na qualidade excepcional do café, enquanto outros promovem a redução do uso de agrotóxicos. Tanto os programas governamentais de estímulo à certificação quanto os iniciados por grandes empresas do setor café buscam impulsionar a adoção de práticas sustentáveis. Os detalhes específicos de cada programa ou modelo, bem como seus requisitos, podem variar significativamente (CABRERA e CALDARELLI, 2021).

Figura 1: Principais certificações de café no Brasil analisadas por CABRERA e CALDARELLI, 2021

Certificação	Foco/objetivo	Quem paga os custos	Quem certifica no Brasil
Fairtrade	Reduzir a quantidade de agentes atravessadores ao longo das cadeias produtivas, para garantir o aumento da rentabilidade dos pequenos produtores e um "preço justo" aos produtos	Os produtores pagam a certificação e os custos de monitoramento. A certificadora fornece alguns subsídios para compensar os custos	A certificação e o processo de auditoria são gerenciados pela Flo-Cert
Orgânico	Desenvolver padrões para a agricultura orgânica e facilitar sua adoção. Exige a eliminação do uso de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade e agrotóxicos	Os produtores pagam a certificação e os custos de monitoramento	Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar), Ecocert Brasil Certificadora, IBD Certificações, Instituto de Mercado Ecológico (IMO Control), Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Instituto Chão Vivo de Avaliação da Conformidade, Organização Internacional Agropecuária (OIA) e Savassi Certificadora
Rainforest Alliance	Integrar a produção agrícola, a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento humano. Não proíbe o uso de produtos químicos, mas exige manejo integrado de pragas, manutenção da cobertura arbórea e restauração da vegetação nativa	Os produtores pagam as auditorias anuais e de certificação. Há também uma taxa de participação cobrada de uma parte dos empreendimentos de cadeia de custódia certificados no Brasil (não atinge os produtores)	Imaflo/Rede de Agricultura Sustentável (RAS), IBD Certificações e Ecocert Brasil Certificadora
UTZ	Criar transparência ao longo da cadeia de suprimentos e recompensar os produtores de café responsáveis	Os produtores pagam as auditorias anuais realizadas por terceiros (aprovados pela certificadora)	Instituto de Mercado Ecológico (IMO Control), WQS do Brasil Ltda, Imaflo, IBD Certificações Ltda, Ecocert Brasil Certificadora Ltda, Savassi Certificadora. Certifica propriedades e cooperativas
4C	Seguir um código de conduta (Código Comum para a Comunidade Cafeeira) com 27 princípios nas dimensões econômica, social e ambiental e dez práticas inaceitáveis	Os produtores pagam uma contribuição anual. As auditorias são realizadas pela própria certificadora	Instituto de Mercado Ecológico (IMO Control), WQS do Brasil Ltda, Imaflo, IBD Certificações Ltda, ECOCERT Brasil Certificadora Ltda, Savassi Certificadora

Fonte: Embrapa, 2021

Atualmente, consumidores e varejistas exigem garantias de conformidade com normas estabelecidas ao adquirir produtos, sendo a certificação o método mais utilizado para essa verificação. Assim, um produto certificado, como o café, possui um atestado emitido após auditoria da propriedade, confirmando que foi produzido de acordo com os princípios das dimensões econômica, ambiental e social. Com a certificação, o produtor demonstra ao comprador ou consumidor de café uma imagem de confiança, além de diferenciar seu produto dos demais, aumentando a competitividade da sua produção (EMBRAPA, 2014).

2.5 Resíduos de defensivos agrícolas no fruto do café

A cada ano, globalmente, aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de defensivos são utilizadas, com o consumo anual no Brasil ultrapassando 300 mil toneladas de produtos comerciais. Em termos de ingrediente ativo (i.a.), o consumo anual no país chega a cerca de 130 mil toneladas, representando um aumento de 700% nas últimas quatro décadas, apesar de um crescimento de 78% na área agrícola durante o mesmo período (EMBRAPA, 2021).

A utilização de agrotóxicos é amplamente difundida em todo o mundo e tem sido continuamente aplicada por várias décadas. Isso se deve ao fato de que os agrotóxicos possibilitam que as plantas alcancem o seu potencial máximo, prevenindo perdas de colheitas devido ao ataque de insetos, pragas ou doenças, bem como atuam na preservação de safras armazenadas (NETO, 1982). No entanto, o uso repetido do mesmo produto pode acarretar em alguns problemas, como o surgimento de insetos pragas resistentes e secundários, a acumulação do produto no meio ambiente, fitotoxidez, efeitos fisiológicos, entre outros (RÜEGG, 1991).

Figura 2. Consumo de agrotóxicos em algumas culturas agrícolas no Brasil, em quantidade de ingredientes ativos, 1998.

Cultura	Quantidade (kg ha ⁻¹)
Tomate	52,5
Batata	28,8
Citros	12,4
Algodão	5,9
Café	4,2
Cana-de-Açúcar	2,0
Soja	3,2
Geral	2,9

Fonte: Fontes dos dados básicos para os cálculos: SINDAG e IBGE

De acordo com um estudo realizado pela Embrapa onde visou detectar agrotóxicos e ocratoxina A em Café arábica sob diferentes níveis de torrefação, foi detectada a presença de três resíduos diferentes de agrotóxicos em seis das 16 amostras analisadas, sendo eles: O flutriafol que é um fungicida sistêmico da classe dos triazóis utilizados para controlar a ferrugem do cafeeiro. Diazinon é um inseticida não sistêmico, organofosforado, usado no controle da broca do café. O imidacloprid, no entanto, é um inseticida sistêmico neonicotinóide (derivado da nicotina). É o agrotóxico mais utilizado no mundo e tem sido associado ao esgotamento da população de abelhas em todo o planeta (ROSA *et. al.*, 2016).

2.6 Controle biológico na cafeicultura

Um dos principais benefícios do uso de biológicos na cafeicultura é a redução do uso de defensivos agrícolas químicos, que podem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana. Segundo Souza *et al.* (2021), a aplicação de bioinseticidas e biofungicidas na lavoura de café pode diminuir significativamente a incidência de pragas como a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) e doenças como a ferrugem (*Hemileia vastatrix*). Esses biológicos agem de forma específica, atacando apenas os organismos-alvo, preservando os inimigos naturais e a biodiversidade do ecossistema.

A utilização de biológicos na cafeicultura também pode contribuir para a resiliência das plantas frente às mudanças climáticas. Conforme relatado por Oliveira *et al.* (2019), alguns fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) formam associações simbióticas com as raízes dos cafeeiros, ajudando a planta a tolerar estresses abióticos, como seca e altas temperaturas. Essa interação melhora a capacidade da planta de absorver água e nutrientes, aumentando sua resistência às condições adversas do clima.

Apesar dos benefícios comprovados, a adoção de biológicos na cafeicultura ainda enfrenta desafios, como a falta de conhecimento técnico por parte dos produtores e a disponibilidade limitada de produtos comerciais. No entanto, a pesquisa e o desenvolvimento de novos biológicos têm avançado rapidamente, e espera-se que esses produtos se tornem cada vez mais acessíveis e eficazes no manejo integrado de pragas e doenças.

5. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de condução do experimento

O ensaio foi conduzido no período de novembro de 2023 a fevereiro de 2024 em uma lavoura de café (*Coffee arabica*) localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí localizada na latitude de 20° 00' 23" S, longitude de 45° 58' 37" W e altitude de 706 m, cultivar Rubi, com 12 anos de idade e 2 anos desde a última recepa a qual foi necessária devida a ocorrência de geada na região no ano de 2021, no espaçamento adensado 3,0 x 0,70 metros, apresentando boa expectativa de produção.

O clima da região é classificado como subtropical mesotérmico úmido. Apresentando um índice pluviométrico anual com média de 1369 mm e uma temperaturamédia em torno de 21,3 °C. A figura a seguir mostra a área experimental onde foi realizadoo experimento.

Figura 3: Área de condução do experimento.



Fonte: Google Earth, (2024).

3.2 Deleniamiento experimental dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, considerando um experimento balanceado. Cada parcela foi constituída de uma fileira de plantas com dez plantas na linha, sendo as oito plantas centrais consideradas úteis. Foi avaliado dois ramos aleatórios do terço médio dos dois lados da planta, sendo 8 folhas por plantas avaliadas, avaliando a incidência de ferrugem.

Os tratamentos consistiram em programas de manejo com alterações na sequência, dose e tipo de produto. Os produtos utilizados nas aplicações dentro de cada tratamento estão sumarizados na tabela abaixo.

Tabela 1: Detalhamento dos produtos e ingredientes ativos.

Nome comercial do produto	Ingrediente ativo
Approach Power	Picoxistrobina + ciproconazol
Sphere Max	Trifloxistrobina + Ciproconazol
Opera	Epoxiconazol + piraclostrobina
Bombardeiro	Bacillus subtilis
	Bacillus pumilis
	Bacillus velezensis

O detalhamento dos tratamentos para o ensaio estão descrito na tabela abaixo:

Tabela 2: Detalhamento das aplicações.

Tratamento	Produto (Dose/ha)
T1	Data: 24/10/2023 Sem aplicação Data: 06/12/2023 Sem aplicação Data: 06/01/2024 Sem aplicação Data: 05/02/2024 Sem aplicação
T2	Data: 24/10/2023 Approach Power (1L/ha) Data: 06/12/2023 Sphere Max (0,5L/ha) Data: 06/01/2024 Sphere Max (0,4L/ha) Data: 05/02/2024 Opera (1,5L/ha)
T3	Data: 24/10/2023 Bombardeiro (0,8L/ha) Data: 06/12/2023 Sphere Max (0,5L/ha) Data: 06/01/2024 Sphere max (0,4L/ha) + bombardeiro (0,8 L/ha) Data: 05/02/2024 Opera (1,5L/ha)
T4	Data: 24/10/2023 Bombardeiro (0,8L/ha) Data: 06/12/2023 Bombardeiro (0,8L/ha) Data: 06/01/2024 Bombardeiro (0,8L/ha) Data: 05/02/2024 Bombardeiro (0,8L/ha)
T5	Data: 24/10/2023 Bombardeiro (0,8L/ha) + Approach Power (1,0L/ha) Data: 06/12/2023 Sphere max (0,5L/ha) + bombardeiro (0,8 L/ha) Data: 06/01/2024 Sphere max (0,5L/ha) + Bombardeiro (0,4L/ha) Data: 05/02/2024 Bombardeiro (0,8L/ha) + Opera (1,5L/ha)

3.3 Avaliações

Utilizou-se pulverizador costal motorizado, com gasto médio de 400 litros/ha/aplicação (Figura 4). Avaliaram-se, mensalmente, a incidência e a severidade

da ferrugem a partir do início de Outubro de 2023 até o término em Fevereiro de 2024, observando-se os sintomas em oito folhas por planta, no terço médio (Figura 5), ao acaso, do 3º par de folhas, nas duas faces do cafeeiro, totalizando 64 folhas, em oito plantas, por parcela útil, sendo registrada a porcentagem da severidade da ferrugem nas folhas. A severidade foi avaliada pela determinação do número de lesões por folha, obtido utilizando o quadro diagramático da severidade da ferrugem fornecida (Figura 6).

Figura 4: Aplicação



Fonte: O Autor (2024)

Figura 5: Avaliação



Fonte: O autor (2024)

Figura 6: Escala diagramática de severidade da ferrugem no café (*HemileiaVastatrix*).

< 3%					
3-6%					
6-12%					
12-25%					
25-50%					

Fonte: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil

Após as avaliações através destes dados, foi calculado a área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPI). Utilizando dados do excel foram gerados os dados resultantes dessas avaliações e por consequente os mesmos foram submetidos ao teste F (5% de significância), onde sendo significativo será aplicado o teste de médias Scott Knott(5% de significância), utilizando o software R.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os produtos utilizados não apresentaram diferença entre si no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). A figura abaixo representa a diferença estatística entre eles, onde T1 (testemunha), T2 (químico), T3 (químico/biológico/químico+biológico); T4 (biológico) e T5 (químico + biológico) (Figura 7).

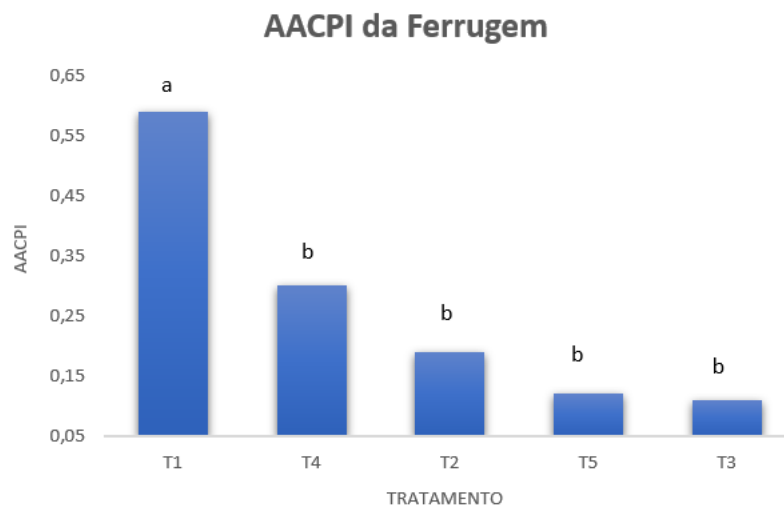


Figura 7: Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPI) *Médias seguidas de mesma letra não difere entre si pelo teste Skott Knot a 5%.

(Fonte: O Autor)

Como ilustrado na Figura 7, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos onde houve aplicação.

Em uma pesquisa realizada pela EMBRAPA na safra 2020/2021, foram conduzidos ensaios para avaliar a eficiência de fungicidas multissítios e de um produto

biológico no controle da ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). Os resultados indicaram que a menor porcentagem de controle foi observada com o uso do produto biológico Bio-Imune (GODOY, *et al.* 2021).

No ano de 2003, G.N.A Mendes, L.R Cunha e S.M Chalfoun desenvolveram um trabalho sobre o controle químico do cafeeiro e seus efeitos na produção e preservação do enfolhamento, onde constataram que o uso de fungicidas à base de cobre, como oxiclureto de cobre e a calda viçosa comercial, junto com o fungicida sistêmico epoxiconazole, mostra eficácia no controle da ferrugem. Esses métodos são mais eficazes quando aplicados preventivamente ou em combinação, especialmente quando a doença está em estágio inicial, ajudando a manter a folhagem saudável e, conseqüentemente, promovendo altos níveis de produtividade.

Em um artigo publicado pela Embrapa em 1992, foi testado o controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) com *Bacillus subtilis* em condições controladas. O estudo demonstrou que *Bacillus subtilis* inibiu totalmente a germinação dos urediniósporos das raças I, II, XXV, XXIV e XXXI de *Hemileia vastatrix* quando a concentração de *Bacillus* foi superior a $\times 10^7$ células/ml. Em concentrações inferiores, houve uma redução na inibição, mas os tubos germinativos mostraram-se deformados. *Bacillus subtilis*, quando pulverizado 24 horas antes da inoculação dos urediniósporos de *Hemileia vastatrix*, foi eficaz no controle da infecção em discos de folhas (BETTIOL, *et.al.*, 1992).

Foi conduzido um estudo por Matheus Faria Abrantes no ano de 2023 no município Ceres – Go, na cultura da soja, foi observado que a combinação de fungicida biológico com produtos químicos resulta em um controle mais eficaz de doenças nesta cultura (ABRANTES, M. F, 2023).

Na Universidade Federal de Viçosa (UFV), um programa de pesquisa foi iniciado para avaliar o controle biológico de doenças em cafezais cultivados organicamente. Em condições controladas, 19 desses isolados demonstraram reduzir em mais de 70% a frequência de infecção e o número de uredinósporos por folha. Entre eles, seis isolados de *Bacillus sp.* e um de *Pseudomonas sp.* destacaram-se por sua eficácia significativa na redução da severidade da ferrugem em mudas de 'Catuaí', especialmente quando aplicados preventivamente antes da inoculação com *H. vastatrix*. No primeiro ano, não foi observado efeito significativo das bactérias na redução do progresso da ferrugem.

Entretanto, no segundo ano, dois isolados bacterianos (um de *Pseudomonas* e um de *Bacillus*) demonstraram eficácia comparável ao fungicida cúprico na redução da intensidade e da taxa de avanço da ferrugem do cafeeiro (HADDAD, *et. al.*, 2006).

7. CONCLUSÃO

Após as análises realizadas, constatou-se que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos onde houve aplicação, sendo todos inferiores à testemunha. Conclui-se, portanto, que para o controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix*), o controle biológico com o fungicida Bombardeiro é eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, M. F. **Controle biológico de doenças foliares na soja**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Campus Ceres. Góias, 2023.
- ALFONSI, W.M.V.*et al.* Período de incubação da ferrugem do cafeeiro. **Summa Phytopathologica**, v.45, n.2, p.134-140, 2019.
- ALMEIDA, S. R. Doenças do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 391-399.
- BETTIOL, W.; VARZEA, V.M.P. **Controle biológico da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro com *Bacillus subtilis* em condições controladas**. EMBRAPA, 1992.
- CABRERA, L.C.; CALDARELLI, C.E.; **Viabilidade econômica de certificações de café para produtores brasileiros**. EMBRAPA, 2021.
- CAMARGO, M. B. P. The impact of climatic variability and climate change on Arabica coffee crop in Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 239-247, 2010.
- CARVALHO, L. P.; SANTOS, M. R. **A História do Café no Brasil: Da Chegada à Ascensão Econômica**. São Paulo: Editora Cultura, 2015.
- CARVALHO, V. L.; CHALFON, S. M.; CUNHA, R. L. **Doenças do cafeeiro: diagnose e controle**.Concordia: EPAMIG, 2013. 52p (EPAMIG. Boletim Técnica, 103).
- CHALFON, S. M.; PIMENTEL-SOUZA, G. C.; CARVALHO, V. L. **Ferrugem-do-cafeeiro: importância do monitoramento com as mudanças climáticas**. Concordia: EPAMIG, 2016. 5p (EPAMIG. Circular Técnica, 235).
- CARNEIRO FILHO, F.; ISHIZAKA, Y. Fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem do cafeeiro. **Revista Brasileira de Cafeicultura**, v. 2, n. 1, p. 20-24, 1990.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**, v. 5 – safra 2020 – Quarto levantamento, Brasília, p. 1-45, dezembro 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>> Acesso em: 5 Fev. 2024.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café**, v.10, safra 2023. n.1. 1º levantamento, jan. 2023.
- CUNHA, R. L.; MENDES. A. N. G.; CHALFON, S. M. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*coffea arábica* L.) e seus efeitos na produção e preservação do enfolhamento. **Ciênc.Agrotec**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 990-996, set.out., 2004.
- Controle biológico: ciência e serviço da sustentabilidade**. EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>. Acesso

em: 20 Jan, 2024.

FILHO, A. B.; AMORIM, L.; KIMATI, H. **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. Agronômica Ceres, São Paulo, v. 1, p. 919, 1995.

GARCIA, A.; RODRIGUES, A. N. A.; COSTA, J. N. M. **Ocorrência das principais doenças causadas por fungos em cafeeiros de Rondônia e seu controle**. Concordia: Embrapa, 2000. 15p (Embrapa. Circular Técnica, 51).

GODOY, V. C. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2022/2023: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. EMBRAPA, 2023.

GREE, G. Epidemiology of coffee leaf rust in the Eastern Highlands. **Newsletter - Coffee - Research – Institute**, v.2,p.16-20, 1993.

GUIMARÃES, Rubens José de *et al.* **Semiologia do cafeeiro: Sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**. 1º Edição. UFLA, 2010.

HADDAD, Fernando; MAFFIA, Luiz A.; MIZUBUTI, Eduardo S. G.; TEIXEIRA, Hudson. **Controle biológico da ferrugem em cafeeiros sob cultivo orgânico**. *Ciência e Agrotecnologia*, Viçosa, v. 42, n.4, p. 435-444, jul./ago. 2018.

KIMATI, H. *et al.* Manual de fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas. **Agronômica Ceres**, São Paulo, v. 2, p. 705, 1997.

LOPES, C.V.A; ALBUQUERQUE, G.S.C. **Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: Uma revisão sistemática**. Scielo Brasil, 2018.

MAYNE, B. M. *et al.* Estudos sobre a ferrugem do cafeeiro. **Agronomy Journal**, v. 25, p. 415-420, 1933.

MESQUITA, Carlos Magno de *et al.* **Manual do café: distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro (*Coffea arabica L.*)**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016a. 62 p. il.

MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Café no Brasil**. [2018]. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafes/cafecultura-brasileira>>. Acesso em: 5 fevereiro 2024.

MONTOYA, R. H.; CHAVES, G. M. Influência da temperatura e da luz na germinação, infectividade e período de geração de *Hemileia vastatrix* Berk & Br. **Experientiae**, Viçosa, v.18, n. 11, p. 239-266, dez. 1974.

MOREIRA, A. C.; COSTA, F. A. **Certificação e Sustentabilidade na Produção de Café no Brasil**. Campinas: Editora Unicamp, 2016.

NETO, I. S. Efeitos do uso contínuo de agrotóxicos. **Revista de Agricultura Sustentável**, v. 4, p. 33-39, 1982.

OLIVEIRA, A. S. *et al.* Associações micorrízicas e resiliência de cafeeiros. **Café & Clima**,

v. 12, p. 65-72, 2019.

PARREIRA, D. F. et al. Controle da ferrugem do cafeeiro com fungicidas sistêmicos. **Café em foco**, v. 1, n. 3, p. 12-17, 2009.

PARTELLI, F. L. et al. Seasonal vegetative growth of different age branches of Conilon coffee tree. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 619-626, 2010.

ROSA, S.J. et al. **Determinação de agrotóxicos e ocratoxina A em café arábica sob diferentes níveis de torrefação**. EMBRAPA, 2016.

ROSA, M. A. et al. Uso de neonicotinóides e o impacto nas populações de abelhas. **Entomology Today**, v. 58, p. 88-95, 2016.

RÜEGG, W. T. Impacto do uso de agrotóxicos no ambiente. **Journal of Environmental Quality**, v. 20, p. 152-157, 1991.

SANTOS, E. A. et al. Spatial variability of leaf wetness duration in cotton, coffee and banana crop canopies. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, p. 18-25, 2008.

SANTOS, R. L. et al. **A Evolução do Uso de Defensivos Agrícolas no Brasil: Impactos e Tendências**. São Paulo: Editora Agropecuária, 2018.

SILVA, J. C.; PEREIRA, M. A. **O Café no Brasil: Da Introdução ao Domínio Econômico**. Rio de Janeiro: Editora Rural, 2017.

SOUZA, F. F. et al. **Características das principais variedades de café em Rondônia**. Concordia: Embrapa, 2004. 26p (Embrapa. Circular Técnica, 93).

SOUZA, F. et al. Efeito de bioinseticidas e biofungicidas na produção de café. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 28-34, 2021.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Café (*Coffea arabica* L.) controle de doenças. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa: UFV; Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1997. v. 2, p. 83-179.

ZAMBOLIM, Laércio; VALE, F. X. R. Efeito de fungicidas no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 130-137, 1999.