



GABRIEL TADASHI OSHIRO

**O SABER TRADICIONAL NA ELABORAÇÃO DE UM
BIOINSUMO PARA CONTROLE DE CERCOSPORIOSE
(*Cercospora coffeicola* Berk. & Cke.) E FERRUGEM (*Hemileia
vastatrix* Berk. & Br.) EM CAFÉ ORGÂNICO**

**LAVRAS-MG
2023**

GABRIEL TADASHI OSHIRO

**O SABER TRADICIONAL NA ELABORAÇÃO DE UM BIOINSUMO PARA
CONTROLE DE CERCOSPORIOSE (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cke.) E
FERRUGEM (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) EM CAFÉ ORGÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do curso de Agronomia, para
obtenção de título de Bacharel.

Prof. Dr. Luís Claudio Paterno Silveira
Orientador

**LAVRAS-MG
2023**

GABRIEL TADASHI OSHIRO

**O SABER TRADICIONAL NA ELABORAÇÃO DE UM BIOINSUMO PARA
CONTROLE DE CERCOSPORIOSE (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cke.) E
FERRUGEM (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) EM CAFÉ ORGÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do curso de Agronomia, para
obtenção de título de Bacharel.

APRESENTADA em 21 de julho de 2023.

Prof. Dr. Luis Cláudio Paterno Silveira UFLA

Prof. Dr. Pedro Henrique Barbosa de Abreu UFOP

Dr. Kulian Basil Santa Cecília Marques UFLA

Ms. Débora Ribeiro Gonçalves UFLA

Prof. Dr. Luís Claudio Paterno Silveira
Orientador

**LAVRAS-MG
2023**

RESUMO

O café é uma cultura de extrema importância histórica e econômica no Brasil, influenciando diretamente a formação sociocultural da população. Dessa forma, agricultores familiares desenvolveram através de seus saberes tradicionais diferentes técnicas de manejo e processamento do café. Muitas dessas técnicas não só permanecem entre o repertório de conhecimento técnicos desses agricultores, mas também se apresentam como alternativas ao sistema convencional de produção baseado no uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos. Tendo em vista a expansão da cafeicultura orgânica e os promissores mercados deste produto, é fundamental o desenvolvimento de pesquisas envolvendo produtos alternativos para o controle de pragas e doenças no café. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia de um bioinsumo elaborado por um agricultor familiar no controle de cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cke.) e ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) do cafeeiro. O experimento foi realizado em lavoura de café orgânica comparando a ocorrência e a severidade destas doenças em tratamentos com e sem a aplicação do bioinsumo. O bioinsumo foi produzido a partir da extração aquosa de espécies vegetais, esterco avícola, urina de vaca e microrganismos eficientes (EM). Foram realizadas quatro aplicações mensais de bioinsumo à 5% (janeiro a abril), seguidas de quatro amostragens. Em cada amostragem foram observadas 100 folhas por tratamento, avaliando-as em escala de notas de 1 a 5 de acordo com a severidade das doenças. Conclui-se que o bioinsumo foi eficaz em reduzir a incidência de cercosporiose em café orgânico, enquanto para ferrugem não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*; produção orgânica; bioinsumo; controle de pragas e doenças.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	8
2.1	Cafeicultura e o uso de agrotóxicos	8
2.2.	Cafeicultura orgânica.....	10
2.3	Doenças do Café.....	12
2.3.1	Cercospora (<i>Cercospora coffeicola</i>)	12
2.3.2	Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>).....	13
2.3.3	Controle alternativo	15
2.4	Sabedoria e conhecimento tradicional sobre plantas.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1	Local do experimento e manejo da lavoura	18
3.2	Produção do Bioinsumo	20
3.3	Tratamentos	23
3.4	Amostragens.....	24
3.5	Análise dos dados.....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Cercospora (<i>Cercospora coffeicola</i>)	26
4.2	Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>).....	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

O café (*Coffea spp.*) possui centro de origem no continente africano, mais precisamente na Etiópia. A princípio foi utilizado como planta medicinal, mas logo ganhou espaço entre o povo islâmico, que foi responsável por cultivar e transformar o café em uma mercadoria extremamente importante e amplamente difundida. No Brasil, esta planta encontrou boas condições para se desenvolver e, por muito tempo, permaneceu como principal produto da balança econômica brasileira. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de café, responsável por cerca de 30% das exportações (OIC, 2022) e com produção de 50.920,1 sacas beneficiadas na safra 2022 (Conab, 2022). Desta produção, mais de 40% está concentrada no estado de Minas Gerais, principalmente na região sul do estado.

Entretanto, mesmo bem adaptado ao solo e ao clima brasileiro, a produção de café apresenta desafios aos agricultores. Estes desafios vão desde questões de manejo da cultura, como nutrição, implantação e condução da lavoura, até questões de controle de pragas e doenças, como os insetos: bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842)) e broca-do-café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867)); e os patógenos: cercospora (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cke) e ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Estas duas últimas podem ser consideradas as principais doenças que acometem o café.

Dessa forma, a partir dos anos 50, houve um grande incentivo tanto governamental quanto do setor privado na utilização intensiva de agrotóxicos como forma de contornar as questões relacionadas a pragas e doenças nas lavouras. Nos últimos anos, o Brasil aprovou mais de 2.000 novos agrotóxicos para uso na agricultura, muitos deles proibidos nos Estados Unidos e União Europeia (g1, 2023; DW Brasil, 2022). Além disso, desde 2008, o Brasil é o país que mais gasta com agrotóxicos no mundo, atingindo a marca de 3.731.786,35 USD em 2020 (FAO, 2020). O uso dessas substâncias, porém, tem acarretado diversos problemas para o meio ambiente e para a saúde dos seres humanos, levando a contaminação de cursos d'água e intoxicação de pessoas.

Por outro lado, os sistemas de produção orgânica certificados aumentaram em mais de 1000% no Brasil de 2006 a 2017, passando de 5.106 para 68.716 estabelecimentos agropecuários (Revista Retratos, 2019 apud IBGE, 2017). Este aumento também é observado na cafeicultura orgânica, sendo os melhores preços do café orgânico uma das maiores motivações para os produtores. Os processos de certificação e rastreabilidade envolvidos na produção orgânica de café são responsáveis por uma grande valorização destes produtos no

mercado nacional, mas principalmente no mercado internacional, obtendo valores de saca bem acima das sacas de café convencional.

Nos sistemas orgânicos de produção são várias as alternativas disponíveis para o controle de pragas e doenças, desde produtos minerais, extratos vegetais até organismos biológicos de controle. No caso dos extratos vegetais, muitas pesquisas estão sendo realizadas avaliando o efeito de seus componentes químicos como substâncias antifúngicas, inseticidas, bactericidas e antivirais. Além disso, algumas espécies vegetais estão demonstrando potencial de proteção, seja por repelir insetos e patógenos diretamente, seja por fortalecer e estimular mecanismos de defesa das plantas cultivadas.

Neste aspecto, existe um amplo repertório de saberes tradicionais acerca das espécies vegetais e seus usos para diversas finalidades. Embora isto fique explícito quando se trata do uso medicinal ou alimentício das plantas, o conhecimento e utilização destas se estende para além, sendo também amplamente empregadas na agricultura. O saber tradicional sobre as plantas é adquirido muitas vezes através da experimentação empírica, do contato e da relação direta com a natureza e com os agroecossistemas, sendo reproduzido de geração a geração e se concretizando como conhecimento tradicional. São diversos os casos em que a academia contribui no sentido de comprovar, cientificamente, os benefícios de plantas utilizadas há séculos pelas populações.

Diante disso, através do saber tradicional sobre plantas e da experiência de vida no campo, um agricultor familiar de Lavras (MG) foi capaz de elaborar uma receita de bioinsumo utilizada como alternativa de controle das principais pragas e doenças do café frente ao uso dos agrotóxicos. O objetivo deste trabalho foi testar o efeito deste bioinsumo no controle de cercospora (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cke) e ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) em café conduzido sob sistema orgânico.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Cafeicultura e a problemática de uso de agrotóxicos

Impulsionado pela Revolução Verde, o sistema de produção agrícola convencional caracterizado pela utilização intensiva de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos apresenta diversas problemáticas, principalmente com relação à degradação ambiental, à saúde dos trabalhadores e consumidores e às questões sociais. No contexto da cafeicultura, estas questões são ainda mais pertinentes, uma vez que o café é uma cultura de extrema importância na formação econômica e social no país (FILETTO, 2000; LOPES *et. al.*, 2014).

A questão ambiental talvez seja a que tenha maior repercussão e preocupação entre produtores, consumidores e pesquisadores. O uso destas substâncias, além de atingir os organismos alvo, afeta também organismos não-alvo, principalmente quando considerada a deriva nas aplicações, causando desequilíbrios ecológicos e desestruturas da biodiversidade (BELCHIOR *et. al.*, 2017). Estes autores, ao revisar outros relatos científicos, encontraram estudos que indicam o efeito nocivo dos agrotóxicos sobre inimigos naturais, sobre a relação predador-presa, sobre o desenvolvimento de resistência em insetos e patógenos, sobre os processos microbiológicos do solo e sobre os polinizadores dos cultivos agrícolas, principalmente as abelhas. É comum também ocorrer o uso desnecessário de agrotóxicos, em doses acima das recomendadas e/ou em misturas de diferentes ingredientes ativos, podendo causar danos ainda maiores para o meio ambiente e seres vivos.

Avaliando o risco de contaminação de mananciais por agrotóxicos utilizados no café, Soares *et. al.* (2012) identificou que os fungicidas utilizados possuem alto potencial de contaminação de águas superficiais, translocação média associada ao solo e médio a baixo potencial de contaminação de águas subterrâneas. A autora ainda destaca os fungicidas flutriafol e epoxiconazol, que ficaram entre os agrotóxicos mais consumidos durante o estudo, apresentando alto risco de contaminação de águas superficiais.

Uma investigação realizada pelo Repórter Brasil, Public Eye e Agência Pública, a partir de dados do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) do Ministério da Saúde entre os anos de 2014 e 2017, identificou que 92% das amostras de água analisadas apresentaram pelo menos 1 ingrediente ativo e mais de 50% das amostras apresentaram todos os 27 ingredientes ativos testados, sendo 16 deles classificados como extremamente ou altamente tóxicos pela Anvisa (Por trás do alimento, 2019 apud

Sisagua, 2014-2017). Assim, o uso de agrotóxicos afeta não somente aqueles diretamente envolvidos nas aplicações ou no consumo dos alimentos, mas também aqueles que utilizam de fontes hídricas contaminadas.

Com relação à saúde humana, também são diversos os impactos do uso de agrotóxicos. Sabe-se que muitas vezes os agrotóxicos não são utilizados de forma segura no Brasil, uma vez que as medidas descritas nos manuais de segurança de uso dessas substâncias não são amplamente adotadas. Isto ocorre seja pelo desconhecimento, pelo desinteresse patronal em grandes lavouras ou pela inviabilidade diante das condições sociais, econômicas, geográficas e culturais dos agricultores brasileiros (ABREU & ALONZO, 2014).

O uso inseguro de agrotóxicos é ainda mais evidente no contexto da agricultura familiar, justamente pelas condições que este setor social apresenta. Assim, os agricultores familiares estão sujeitos a intoxicação por agrotóxicos não só durante o preparo e aplicação propriamente dita, mas durante todo o processo de aquisição, transporte, armazenamento, manuseio, descarte das embalagens e lavagem dos equipamentos de proteção individual (EPIs), quando utilizados (ABREU & ALONZO, 2016).

Diante disso, os trabalhadores rurais e suas famílias estão diretamente expostos a estes produtos tóxicos, apresentando frequentemente intoxicações subagudas, agudas ou crônicas. Um estudo com trabalhadores rurais da cafeicultura no sul de Minas Gerais, demonstrou que 59,2% dos participantes relataram sentir-se mal durante ou após o trabalho com agrotóxicos, apresentando sintomas de intoxicação subaguda (MELLO & SILVA, 2013). Destes, a maior probabilidade de ocorrência de sintomas foi observada entre as trabalhadoras, assalariadas ou temporárias, que residiam na zona rural e que já haviam sido internadas por intoxicações de agrotóxicos, chegando a atingir 97,5% de probabilidade. Isto demonstra que as mulheres do campo são as que mais apresentam casos de intoxicação, mesmo que muitas vezes não estejam diretamente envolvidas na aplicação dos produtos.

Ao avaliar a ocorrência de diversos tipos de câncer, também existe uma relação próxima com a utilização dos agroquímicos, sendo caracterizadas como intoxicações crônicas. Estudos nacionais e internacionais demonstraram que não só trabalhadores rurais, mas também residentes de áreas próximas de aplicação de agrotóxicos, apresentam maior risco de desenvolver câncer cerebral, mamário, colorretal, estomacal, hematológico, entre outros (SARPA & FRIEDRICH, 2022). Porém, de acordo com as autoras, doenças crônicas tendem a

não ser relacionadas com o uso de agrotóxicos diante de um paradigma reducionista da monocausalidade e da linearidade entre dose e qualquer tipo de efeito.

Por fim, os alimentos desenvolvidos sob a lógica de produção baseada no uso intensivo de agrotóxicos são consumidos pela população e as refeições muitas vezes estão com resíduos desses produtos. De acordo com o último Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), 23% das amostras de alimentos analisadas estavam em condição insatisfatória, com limite máximo de resíduo (LMR) acima do estabelecido, com ingredientes ativos não permitidos para a cultura (NCP) ou contendo ingrediente ativo proibido no país; enquanto outros 28% das amostras apresentaram resíduos, mas dentro do LMR (Anvisa, 2019).

No caso da cafeicultura, Alves (2020) identificou a presença de 31 ingredientes ativos em grãos verdes de café, alguns utilizados no controle de cercospora e ferrugem (Epoconazol, Azoxistrobina, Tebuconazol e Tetraconazol) e dois deles (Profenofós e Tiodicarbe) acima do LMR estabelecido pela Anvisa. Além disso, 71% das amostras analisadas apresentaram contaminação com carbofurano, proibido no Brasil pela Anvisa desde 2017, de acordo com a Resolução RDC nº 185, de 18 de outubro de 2017.

Diante do exposto, são necessárias mudanças nos sistemas de produção de café convencional baseados no uso intensivo de agrotóxicos, sendo esta uma prática de agricultura insustentável do ponto de vista da conservação do meio ambiente, da saúde humana e, inclusive, do ponto de vista econômico a longo prazo. Dessa forma, é preciso adotar e estimular modelos de produção de base ecológica, tendo como alternativa a agricultura orgânica.

2.2. Cafeicultura orgânica

A cafeicultura orgânica é um setor que têm apresentado grande crescimento no Brasil nos últimos anos, impulsionado por um mercado crescente que prioriza o consumo de cafés especiais. Segundo Pereira *et al.* (2007), o mercado mundial de cafés crescerá significativamente em busca de produtos diferenciados pela qualidade, tanto qualidade intrínseca (sabor, aroma e outros) quanto qualidade sanitária; pela responsabilidade social; e pela produção ambiental e ecologicamente correta. Estes produtos estão sendo associados a uma agricultura sustentável, de base ecológica e em sistema orgânico de produção (MALTA,

2008 apud AZEVEDO *et. al.*, 2002), tendo um grande potencial de produção de bebidas de qualidade (MALTA, 2002).

No Brasil, existem 937 produtores de café orgânico certificado distribuídos em todo o território nacional, com concentração expressiva na região sudeste (457), especialmente em Minas Gerais (228) (INGUAGGIATO *et. al.*, 2021). De acordo com Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) (2021), a área ocupada por esse ramo da cafeicultura é de 4,718 ha, apresentando um crescimento de mais de 700% desde 2019, embora ocupe apenas 0,26% em área de produção orgânica no país. Isso demonstra que ainda há muito espaço para o desenvolvimento da cafeicultura orgânica no Brasil, sendo esta uma grande tendência no momento atual.

Ao discutir sobre agricultura orgânica, ainda se questionam sobre o seu desempenho, principalmente com relação a produtividade e viabilidade econômica. Neste sentido, Siqueira *et al.* (2011) avaliou a viabilidade de investimento na produção de café arábica no Espiro Santo, comparando os sistemas convencional e orgânico. Segundo estes autores, ambos os modelos demonstraram serem viáveis economicamente, no qual o café orgânico apresentou resultados ligeiramente melhores para todos os parâmetros abordados desde que considerado adicional de 50% no valor da saca neste sistema. Ainda segundo estes autores, o diferencial de preço, em geral, é o maior estímulo aos cafeicultores familiares em conversão. Porém, sabe-se que a cafeicultura sustentável apresenta preços de saca superiores, principalmente no mercado internacional, uma vez que está envolvida em processos de certificação e rastreabilidade que são valorizados pelos consumidores (RICCI; ARAÚJO; FRANCH 2006; PEREIRA *et al.*, 2007)

Com relação a produtividade, não existe um consenso entre as pesquisas estudadas, já que dentro desses sistemas, principalmente no orgânico, existem diferenças com relação as técnicas e tecnologias utilizadas. Analisando o desempenho de três modelos de agricultura (dois convencionais e um orgânico) em São Paulo, Sarcinelli & Ortega (2006) observaram que houve diferença entre os sistemas convencionais (32,5 e 23,3 sacas/ha) e com o sistema orgânico (16,6 sacas/ha). Entretanto, estes mesmos autores concluíram que a produtividade nem sempre está relacionada com bom desempenho, sendo que o modelo mais produtivo apresentou a menor rentabilidade econômica.

Na região Sul de Minas Gerais, analisando os sistemas convencional e orgânico em uma mesma propriedade familiar, Lopes *et al.* (2012) observaram produtividades próximas, com o

sistema orgânico ligeiramente mais produtivo (46,6 sacas/ha) frente ao convencional (45 sacas/ha). No entanto, em uma pesquisa envolvendo maior número de propriedades orgânicas, a maioria dos cafezais apresentaram produtividade entre 10 e 20 sacas/ha (MALTA *et al.*, 2008), semelhante à produtividade média de café arábica no Sul e Centro-Oeste de Minas Gerais (19,3 sacas/ha), segundo dados da Conab referentes à safra 2022.

Assim, a produção de café orgânico tem demonstrado boas perspectivas econômicas, inclusive quando menos produtivo. Além disso, esse sistema de produção apresenta outros benefícios para os produtores como: o aperfeiçoamento no manejo dos recursos naturais e na conservação da biodiversidade; lavouras mais resilientes às mudanças climáticas; diversificação da produção e menor dependência de insumos externos; desenvolvimento comunitário e organizacional; e menos riscos à saúde diante do não uso de agrotóxicos (GIOVANNUCCI, 2003).

No entanto, sabe-se que ainda existem desafios na adoção destes sistemas no que diz respeito à sua eficiência técnica (SIQUEIRA *et al.*, 2011). Nesse sentido, alternativas para o controle de doenças sem o uso de agrotóxicos torna-se um ponto chave para o sucesso da cafeicultura orgânica.

2.3 Doenças do Café

2.3.1 Cercospora (*Cercospora coffeicola*)

A cercosporiose conhecida também como “olho-pardo”, “olho de pomba” e “mancha circular” é uma doença fúngica, causado pelo fungo *Cercospora coffeicola* Berk. & Cke. Pode ser considerada uma das doenças mais antigas que afetam o cafeeiro, sendo relatada no Brasil desde 1887 e presente de forma endêmica em quase todas as regiões com condições favoráveis (GODOY *et al.*, 1997). É uma doença de grande importância para a cultura do café, podendo causar danos econômicos desde a produção de mudas até a fase produtiva.

O sintoma da doença nas folhas do café são a ocorrência de manchas circulares de 0,5 a 1,5 cm de coloração parda-clara ou marrom-escura com o centro branco e margens amareladas. Em estágios mais avançados da doença, podem surgir pontuações pretas no centro das lesões referentes às estruturas reprodutivas do fungo, os esporodóquios. As folhas afetadas caem rapidamente com o avançar da infecção, levando a desfolha e seca de ramos e comprometendo

a produção. Nos frutos, as lesões ocorrem desde o começo da formação dos chumbinhos, com coloração amarronzada e deprimidas, se alongando até as extremidades. A severidade da doença aumenta com a granação dos frutos, assumindo aspecto ressecado e escuro, podendo consumir toda a polpa do café e, assim, aderir a casca ao grão, conseqüentemente, afetando a formação deste (GODOY *et al.*, 1997).

O fungo é disseminado pelo vento, chuva ou insetos e a infecção ocorre através da cutícula ou por aberturas naturais das folhas, porém, também pode originar de um grão infectado, levando a formação de mudas doentes (GODOY *et al.*, 1997). Em alta umidade relativa, os conídios do fungo emitem o tubo germinativo que penetra nas células, causando plasmólise e tornando-as translúcidas e delimitadas pelas paredes celulares, o que confere a característica comum das lesões de centro claro da doença (LOMBARDI, 2002). Além da alta umidade relativa, temperaturas amenas entre 10 e 25 °C, desequilíbrio nutricional das plantas, e o estresse hídrico são as condições mais favoráveis para ocorrência e disseminação da cercosporiose (GARCIA *et al.*, 2000).

A época de surgimento da doença na lavoura ocorre a partir de dezembro e se estende até abril, apresentando os maiores índices de severidade a partir de fevereiro devido à alta ocorrência de chuvas (GARCIA *et al.*, 2000). É fundamental o monitoramento da lavoura a fim de acompanhar os níveis de incidência da cercosporiose, sendo que a incidência máxima para que não haja prejuízo econômico é de 15% (ZAMBOLIM *et al.*, 2007). Segundo os mesmos autores, nos sistemas convencionais, o controle químico é realizado com fungicidas mesostêmicos do grupo das estrobirulinas.

2.3.2 Ferrugem (*Hemileia vastatrix*)

A ferrugem do cafeeiro é uma doença causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., que possui uma relação específica com as plantas de café, utilizando as células vivas das folhas como fonte de energia. A primeira constatação dessa doença no Brasil ocorreu no estado da Bahia em 1970 e se disseminou rapidamente para todas as regiões produtoras do país e, inclusive, da América Latina. Atualmente, é uma das doenças mais importantes do café, podendo causar grandes prejuízos econômicos em sua produção (CUSTÓDIO, 2008 *apud*. ZAMBOLIM *et al.*, 1985).

A infecção ocorre por meio dos estômatos, na parte abaxial das folhas, através da germinação dos uredíniosporos (estruturas reprodutivas do fungo) em condições favoráveis. Segundo Vale *et al.* (2000), temperaturas entre 20 e 25 °C e a presença de molhamento foliar favorecem a infecção da doença. A ocorrência é favorecida principalmente pela carga pendente dos frutos nas plantas, mas também pela alta densidade de plantio, baixa incidência de luz solar, períodos prolongados de molhamento foliar e alta quantidade de inóculo inicial (GARCIA *et al.*, 2000). Os danos causados são indiretos, como queda precoce das folhas, podendo chegar a desfolha completa da planta e secamento dos ramos plagiotrópicos e ortotrópicos do cafeeiro, comprometendo a produção e a vida útil da lavoura (GARCIA *et al.*, 2000 apud ZAMBOLIM, 1997).

Após a colonização do fungo, surgem os sintomas da doença caracterizados pelas manchas cloróticas amarelas na parte superior das folhas e a ocorrência das pústulas na parte inferior das folhas. Nestas pústulas ocorre a produção de cerca de 150.000 novos uredíniosporos, que podem permanecer vivos em estado de latência por até seis semanas (GARCIA *et al.*, 2000). Estas estruturas possuem a aparência característica da doença, de aspecto pulverulento e de cor alaranjada. Sua disseminação a longas distâncias ocorre principalmente pelo vento, enquanto a chuva é a principal forma de disseminação dentro da lavoura (CUSTÓDIO, 2008 apud TERRONES, 1984).

O intervalo entre novembro a março é quando ocorre os maiores picos de severidade da doença, uma vez que reúne condições ambientais favoráveis com a fase de crescimento vegetativo das plantas, sendo também uma época importante para realização de estratégias de controle (VALE *et al.*, 2000). Embora os meses de inverno apresentem menores ocorrências de ferrugem, as folhas infectadas permanecem como fonte de inóculo por período superior a 3 meses, podendo contaminar folhas da estação vegetativa do ano seguinte (GODOY *et al.*, 1997).

O controle convencional da ferrugem é realizado com fungicidas protetores (calda bordalesa, calda Viçosa, oxicloreto, óxidos e hidróxidos de sódio), alguns também permitidos na agricultura orgânica; e fungicidas sistêmicos como epoxiconazole, flutriafol, tetraconazole, cyproconazole isolados ou formulados com estrobirulinas (ZAMBOLIM *et al.* 2007). Estes últimos mostraram-se agressivos ao meio ambiente, sendo importante a busca por métodos de controle alternativo que causem menor impacto ambiental (COSTA *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2012).

2.3.3. Controle alternativo

Frente ao controle convencional de doenças baseado no uso intensivo de agrotóxicos, existem uma série de técnicas que podem ser adotadas como alternativa. A cercosporiose é controlada de forma cultural através de adubações equilibradas, evitando o desequilíbrio com relação a parte aérea e sistema radicular e os desequilíbrios nutricionais, principalmente com o excesso de potássio (K) e deficiência de nitrogênio (N) (CHALFOUN, 1998). No caso da ferrugem, preconiza-se a utilização de cultivares resistentes, principalmente nas lavouras conduzidas sob manejo orgânico uma vez que não há utilização de agrotóxicos (MALTA *et al.*, 2008; MARTINS *et al.*, 2004; ZAMBOLIM *et al.*, 2007; CHALFOUN, 1998).

O controle químico alternativo mais comum para estas duas doenças é a utilização dos fungicidas cúpricos de forma preventiva, sendo também uma forma de disponibilizar o íon cobre, nutriente essencial para o cafeeiro (ZAMBOLIM *et al.*, 2007). Estes fungicidas também são frequentemente utilizados em preparados mais complexos, como as caldas bordalesa, calda Viçosa, biofertilizantes e bioinsumos.

Os bioinsumos estão se demonstrando uma boa opção tecnológica, não só para sistemas orgânicos, como também para sistemas convencionais, atuando no controle de pragas e doenças, na nutrição de plantas e fertilidade do solo e no equilíbrio microbiológico do sistema como um todo (VIDAL *et al.*, 2020). Estes mesmos autores destacam que são diversos os bioinsumos produzidos diretamente pelos agricultores, potencializando o uso dos recursos locais e gerando inovação nos processos. Essa tecnologia está sendo amplamente utilizada, sendo eficientes e seguros em várias experiências.

Segundo o Programa Nacional de Bioinsumos proposto pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através do Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, os bioinsumos são definidos como:

[...] considera-se bioinsumo o produto, o processo ou a tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos (BRASIL, 2020).

Na formulação dos bioinsumos, os extratos vegetais exercem papel fundamental, apresentando diversos efeitos benéficos na proteção dos cultivos. Várias pesquisas têm demonstrado a eficácia das plantas no controle de fitopatógenos como bactérias, fungos e nematoides (SILVA *et al.*, 2023). Khalil *et al.* (2023) constatou o efeito antifúngico de plantas do semi-árido, entre elas *Rosmaninus officinalis*, no controle de *Fusarium solini* em cucurbitácea. Neste mesmo propósito, Ngegba *et al.* (2018) também demonstrou o efeito antifúngico de algumas plantas em doenças fúngicas do tomate. A utilização destes extratos vegetais tem incentivado diversas pesquisas científicas, se apresentando como boa alternativa para reduzir o impacto da aplicação de fungicidas convencionais (AMARAL, 2008). Este tema é ainda mais pertinente no Brasil, que possui uma das maiores biodiversidades vegetais do mundo, amplamente conhecida e utilizada pelas comunidades tradicionais brasileiras.

2.4. Sabedoria e conhecimento tradicional sobre plantas

As sociedades tradicionais possuem um rico repertório de conhecimentos acerca do ecossistema em que estão inseridas, construídos diante de uma longa história de prática no uso dos recursos naturais e que são transmitidos de geração em geração (TOLEDO; BARREIRA-BASSOLS, 2015). Segundo estes autores, o conhecimento tradicional é local, coletivo, diacrônico e holístico, estando diretamente relacionado às necessidades práticas de uso e manejo dos recursos naturais. Estes conhecimentos, embora desconsiderados pelo avanço da ciência moderna, ainda estão presentes e orientam as populações atuais, principalmente, os povos indígenas, agricultores familiares, remanescentes quilombolas, entre outros.

Ao discorrer sobre os saberes tradicionais, Toledo & Barreira-Bassols (2015) também ressaltam:

[...] para compreender adequadamente os saberes tradicionais, é preciso entender a natureza da sabedoria local, a qual se baseia (está conformada) na complexa inter-relação entre as crenças, os conhecimentos e as práticas. A natureza é concebida e representada sob seus domínios visíveis e invisíveis. As sabedorias tradicionais têm como base as experiências que o indivíduo tem do mundo, dos fatos, dos significados e dos valores, de acordo com o contexto cultural e social onde se desenvolvem. [...]

Na perspectiva dos sistemas agrícolas, os saberes e conhecimentos tradicionais influenciam diretamente na organização dos espaços de cultivo, na utilização dos recursos

locais, nas espécies e variedades de plantas cultivadas e seus diversos usos e nas relações comunitárias (AMOROZO, 2002). Esta autora identificou mais de cem tipos de plantas diferentes em um único quintal de uma comunidade tradicional em Mato Grosso, reforçando a importância desses agricultores na conservação da biodiversidade.

Além desta, são diversas as pesquisas que demonstram parte desse repertório de saberes tradicionais relacionados ao conhecimento de plantas e seus usos na alimentação, na ornamentação da propriedade, nos cultivos agrícolas e nos preparados medicinais. Um estudo etnobotânico em quintais no distrito de Martinésia (MG) identificou um total de 230 espécies vegetais, sendo 33,6% utilizadas na ornamentação, 33,4% utilizadas como alimento e 8,2% utilizadas de forma medicinal (SALGADO, 2007).

No que diz respeito ao conhecimento das plantas medicinais, é nítido a influência da transferência de saberes entre as gerações, principalmente através da oralidade, tendo a memória humana como forma de registro destas sabedorias (BADKE *et al.*, 2012; PINTO *et al.*, 2006). Além disso, estes autores relatam a importância das mulheres e pessoas idosas como detentoras dos conhecimentos acerca do uso medicinal das plantas, possuindo papel chave na manutenção e transferência destes.

Através destes saberes tradicionais sobre plantas medicinais, algumas espécies também são utilizadas visando a saúde dos agroecossistemas. Existem plantas mantidas por agricultores tradicionais em seus sistemas de cultivo com finalidade de repelir pragas e outras com finalidade de adubar os cultivos (OLIVEIRA, 2018). Ademais, como demonstrou esta autora, a experimentação e a inovação são as bases dos agricultores tradicionais para a superação de adversidades oriundas de sua lida no campo, tendo os saberes tradicionais como um grande repertório de conhecimentos e estratégias.

Em um estudo etnobotânico na zona rural de Lavras (MG), Oliveira (2018) identificou um preparado elaborado por um agricultor familiar tradicional a partir de plantas medicinais extraídas em campo. Este preparado é utilizado como insumo no controle de pragas e doenças e também como fertilizante em cafezais orgânicos cultivados pelo agricultor, que elaborou a receita em busca de alternativas ao uso excessivo de agrotóxicos. Este preparado é objeto de estudo deste trabalho, sendo aqui chamado de bioinsumo diante de suas características que se enquadram na definição do termo segundo o MAPA.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e manejo da lavoura

O experimento foi realizado em campo aberto, em uma lavoura de café situada a 911 m de altitude (21°12'50" S, 45°08'12" O), localizada no município de Lavras (MG), na comunidade rural do Boa Vista. O clima da região é considerado como Cwa, temperado com inverno seco e verão chuvoso, de acordo com classificação Köppen (DANTAS *et al.*, 2007). A lavoura utilizada no experimento não pertence ao agricultor familiar que elaborou o bioinsumo.

O cafezal é da variedade Catuaí Vermelho, tem 17 anos de cultivo e área total aproximada de 1,2 ha (FIGURA 1). O espaçamento adotado é 2,5 x 0,8 m, obtendo um total aproximado de 6000 plantas. A produção está há 4 anos em sistema orgânico, certificado por Sistema Participativo de Garantia (SPG) pelo Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC) Orgânicos Sul de Minas através da Cooperativa dos Agricultores Familiares de Poço Fundo e Região (COOPFAM) e da Associação das Camponesas e Camponeses Agroecológicos de Lavras (ACCAL), de acordo com a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003.

Figura 1 – Imagem por satélite da lavoura de café utilizada delimitada em vermelho. Lavras, 2023.



Fonte: Google Earth Pro, adaptado pelo Autor (2023).

O manejo orgânico da lavoura é realizado através da adubação anual com farelo de mamona (500 g/planta), esterco bovino (500 g/planta), N-orgânico (250 g/planta), farelo de osso e pó de rocha (500 g/planta). Além disso, frequentemente é realizada adubação foliar com uma mistura de micronutrientes (Zn, B, Cu e Mo). São realizados manejos culturais com o plantio de braquiária (*Brachiaria decumbens*) nas entrelinhas e plantio de quebra-vento (barreiras vegetais) de bananeira (*Musa spp.*) e outras espécies nativas nas extremidades da lavoura (FIGURA 2). No controle de pragas e doenças, são realizadas pulverizações de *Bacillus subtilis* (produção própria) e calda bordalesa. Foi realizado o esqueletamento das plantas em 2021.

Figura 2 – Lavoura de café orgânico com quebra-vento de bananeira e entrelinhas de braquiária. Lavras, 2023.



Fonte: Do Autor (2023).

3.2 Produção do Bioinsumo

O bioinsumo utilizado foi preparado pelo próprio agricultor familiar responsável pela sua elaboração. O método de extração e a quantidade dos ingredientes foram definidas de acordo com os conhecimentos tradicionais deste agricultor familiar. O bioinsumo é preparado a partir de uma extração aquosa de 13 espécies vegetais, esterco avícola, urina de vaca e inóculo de microrganismos eficientes (EM) (FIGURA 3).

Figura 3 – Componentes do bioinsumo com exceção do esterco avícola. Lavras, 2022.



Fonte: Do Autor (2022).

As plantas utilizadas foram: Arruda (*Ruta graveolens* L.), Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), Erva de Santa-Maria (*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants), Macaé ou Isope (*Leonorus japonicus* Houtt.), Mata-carneiro (*Datura stramonium* L.), Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), Mamona (*Ricinus communis* L.), Melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.), Funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.), Mata-pasto (*Ageratum fastigiatum*

(Gardner) R.M.King & H.Rob.), Betronca (*Marsypianthes chamaedrys* (Vahl) Kuntze), Carqueja (*Baccharis crispa* Spreng.) e Fedegoso (*Senna cernua* (Balb.) H.S.Irwin & Barneby). As partes de cada planta utilizada, assim como a massa estão expostas na Quadro 1. Exceto alecrim, arruda e funcho, que são plantas cultivadas pelo agricultor familiar, todas plantas se desenvolvem de forma espontânea no entorno da propriedade.

Os microrganismos eficientes (EM, do inglês *effective microorganism*) são um conjunto de bactérias e fungos encontrados naturalmente nos ecossistemas, que decompõem a matéria orgânica de forma equilibrada e contribuem na estabilidade do sistema, na ciclagem de nutrientes e na construção do solo vivo e saudável. Estes organismos podem ser “capturados” de forma caseira em matas e solos férteis, sendo utilizados no preparo de uma solução de inóculo líquida com diversas aplicações na agricultura. O EM pode ser utilizado tanto nos solos para restaurar as condições físico-químicas e microbiológicas e facilitar a decomposição da matéria-orgânica, quanto diretamente nas plantas para melhorar o metabolismo vegetal e a contribuir na nutrição foliar (CASALI, 2009).

As plantas foram coletadas, pesadas e inseridas em um saco de ráfia disposto em um galão de 200 L. Adicionou-se 40 kg de esterco de galinha, também em saco de ráfia, 2 L de urina de vaca e 2 L de EM (preparação própria), completando o volume com água (FIGURA 5). Esse preparado permanece em extração por um mês, sendo agitado diariamente. Posteriormente, coa-se este extrato, acrescenta-se água até completar 200L de volume e armazena-se o bioinsumo líquido pronto para uso de acordo com a diluição adequada.

Figura 5 – Componentes do bioinsumo dispostos em galão de 200 L para extração. Lavras, 2022



Fonte: Do Autor (2022).

Para testar o efeito do bioinsumo sobre a ferrugem e a cercosporiose do cafeeiro foi utilizado um talhão do cafezal com área aproximada de 1800 m². Neste talhão foram delimitadas duas regiões com aproximadamente 650 m² cada para aplicação ou não do bioinsumo, o que constituiu os tratamentos: aplicação do bioinsumo a 5% (mesma concentração adotada pelo agricultor familiar que o elaborou): tratamento Bioinsumo; sem aplicação do bioinsumo: tratamento Controle.

Quadro 1 – Espécies vegetais utilizadas e suas quantidades, segundo a formulação utilizada pelo agricultor. Lavras, 2023.

Nome Científico	Nome Popular ¹	Partes Utilizadas	Massa (g)	% ²
<i>Ricinus communis</i>	Mamona	Folhas, flores, frutos e ramos	1940	31,9
<i>Momordica charantia</i>	Melão de São Caetano	Folhas, flores, frutos e ramos	686	11,3
<i>Datura stramonium</i>	Mata-Carneiro	Folhas e ramos	650	10,7
<i>Ageratum fastigiatum</i>	Mata-Pasto	Planta inteira, inclusive raízes	640	10,5
<i>Nicotiana tabacum</i>	Fumo	Folhas, flores, frutos e ramos	358	5,9
<i>Senna cernua</i>	Fedegoso	Folhas e ramos	348	5,7
<i>Leonorus japonicus</i>	Isope ou Macaé	Folhas e ramos	344	5,7
<i>Foeniculum vulgare</i>	Funcho	Folhas e ramos	275	4,5
<i>Dysphania ambrosioides</i>	Erva de Santa Maria	Folhas e ramos	274	4,5
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	Bentronca	Planta inteira, inclusive raízes	268	4,4
<i>Baccharis crispa</i>	Carqueja	Planta inteira, inclusive raízes	145	2,4
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Alecrim	Folhas e ramos	76	1,2
<i>Ruta graveolens</i>	Arruda	Folhas	68	1,1
TOTAL:			6072	100

¹ Nomes populares utilizados pelo agricultor familiar;

² Porcentagem com relação à quantidade total de espécies vegetais utilizadas.

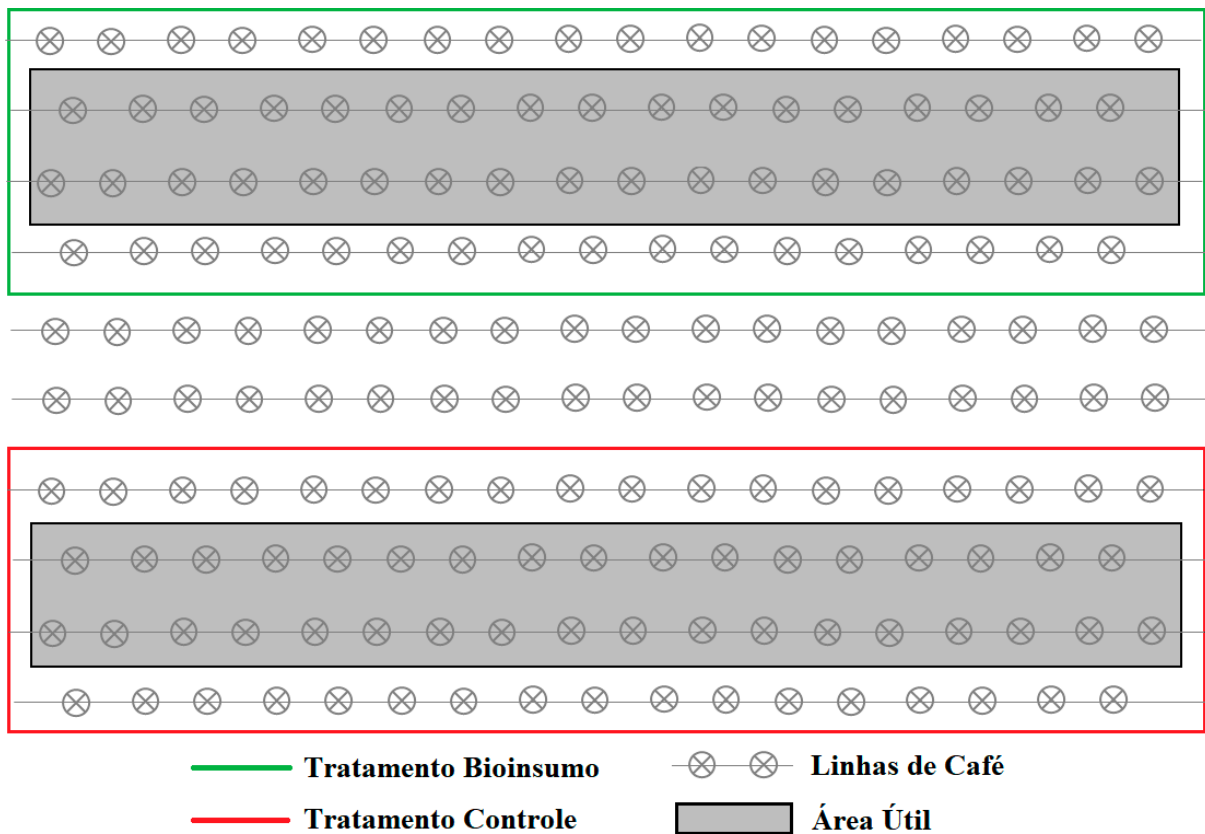
Fonte: Do Autor (2023).

3.3 Tratamentos

Cada tratamento foi constituído de quatro linhas de café com aproximadamente 65 m e cerca de 81 plantas, separados por duas linhas de café como bordadura (FIGURA 6). O tratamento Bioinsumo foi aplicado nas quatro linhas, realizado mensalmente por 4 meses (janeiro a abril). Foram utilizados 900 mL do produto em um pulverizador costal elétrico de 18 L (5%). Em média, foram aplicados 18 L por linha de cultivo, levando em consideração a

aplicação nos dois lados da linha (superior e inferior) e nas duas faces das folhas, totalizando uma aplicação média de 220 mL de bioinsumo a 5% por planta. Ambos os tratamentos seguiram as práticas de manejo orgânico usuais adotadas pelo cafeicultor.

Figura 6 – Desenho esquemático da disposição dos tratamentos em talhão de café. Lavras, 2023.



Fonte: Do Autor (2023).

3.4 Amostragens

As amostragens de folhas foram realizadas mensalmente por quatro meses (janeiro a abril), realizadas 15 dias após cada pulverização. Foram amostradas apenas as duas linhas centrais dos tratamentos (área útil), considerando as linhas marginais também como bordadura. Assim, em cada amostragem foram avaliadas 100 folhas aleatórias em cada tratamento, do 3º ou 4º par de folhas de ramos localizados no terço médio do café, sendo estas consideradas mais representativas da lavoura como um todo (LIMA, 1979). Metade das folhas foram observadas na parte de cima da linha de café e metade na parte de baixo, em busca de maior representatividade.

Elaborou-se uma escala de notas de 1 a 5 para classificar a ocorrência e severidade de cercosporiose e ferrugem, sendo: 1 – não ocorrência; 2 – ocorrência em pontos pequenos ($< 0,5$ cm) e isolados; 3 – ocorrência em vários pontos (5 ou mais) pequenos ($< 0,5$ cm) e isolados ou poucos (< 5) pontos grandes ($> 0,5$ cm); 4 – ocorrência de muitos pontos pequenos ($< 0,5$ cm) generalizados ou muitos (> 5) pontos grandes ($> 0,5$ cm) e 5 – ocorrência em grande parte da superfície foliar ou ponto de desfolha.

3.5 Análise dos dados

As notas observadas nas 400 folhas amostradas (total das quatro amostragens) para ferrugem e para cercospora foram tabuladas e transformadas em gráficos comparativos. Para uma comparação estatística, foram calculadas as notas médias em cada tratamento, sendo ajustadas pelo modelo linear (pacote LM, no *software* RStudio) com distribuição quasipoisson.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

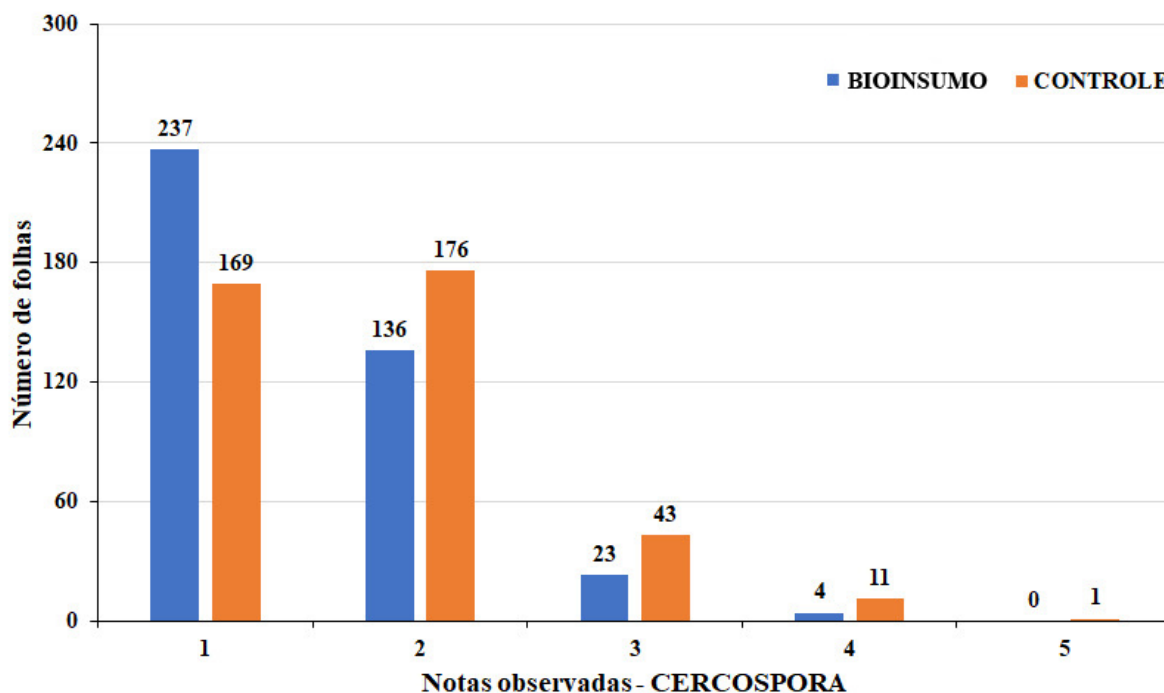
4.1 Cercospora (*Cercospora coffeicola*)

Os dados referentes às quatro amostragens da avaliação de cercospora nos dois tratamentos são apresentados na Figura 7. Independente do tratamento, verifica-se que grande parte das folhas foram avaliadas em nota 1 ou 2. As folhas classificadas com nota 3 ocorreram em quantidade consideravelmente menor que as duas primeiras notas, enquanto as notas mais altas (4 e 5), apresentaram número ainda menor de folhas classificadas.

Com o tratamento Bioinsumo, observa-se que 237 folhas (59,25%) obtiveram nota 1, ou seja, não apresentaram incidência da doença, enquanto no tratamento Controle, este número foi de 169 folhas (42,25%). Embora exista uma diferença considerável de 17 pontos percentuais entre os tratamentos, ambos ainda apresentaram porcentagens significativas de amostras infectadas (40,75% no tratamento Bioinsumo e 57,75% no tratamento Controle). Avaliando a incidência de cercosporiose em agroecossistemas orgânicos do Sul de Minas, Martins (2004) obteve resultados semelhantes, com níveis de infecção entre 32 e 59,5%.

As altas taxas de incidência de cercosporiose podem ser justificadas pelo momento de início dos tratamentos (janeiro), uma vez que um dos principais métodos de controle é o preventivo, sendo a época mais favorável à proliferação da doença de dezembro a março (ZAMBOLIM, 2007; CHALFOUN, 1998). Além disso, outra condição favorável à cercosporiose é o desequilíbrio nutricional. Embora não tenha sido abordado neste trabalho, outros estudos identificaram desequilíbrios nas relações entre K, Ca e Mg em lavouras de café orgânico, podendo afetar na maior incidência do patógeno (THEODORO *et al.*, 2003; MALTA *et al.*, 2008).

Figura 7 – Notas observadas em cada tratamento para incidência de cercospora. Acima de cada barra vê-se o total de repetições em cada categoria de nota. Lavras, 2023.

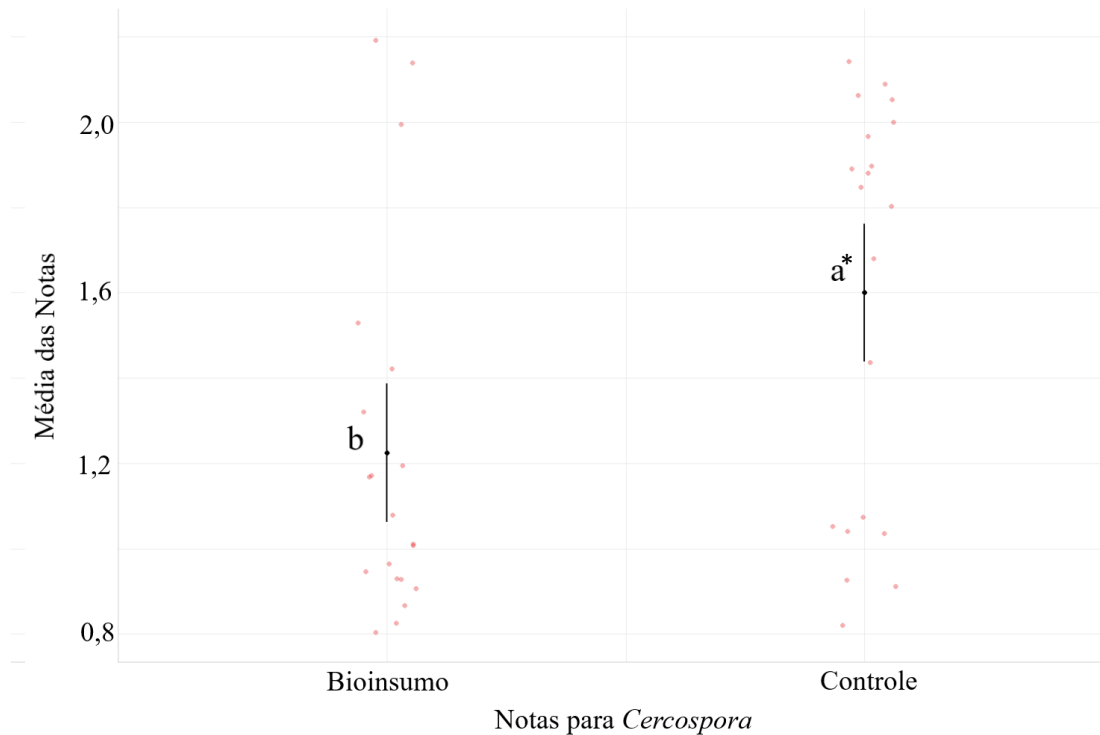


Fonte: Do Autor (2023).

Levando em consideração a nota 2, ocorre uma inversão do que foi observado nas quantidades de folhas com nota 1. O tratamento Bioinsumo obteve 136 folhas (34%) com nota 2, já o tratamento Controle, 176 folhas (44%). Este padrão se repete nas demais notas, ou seja, o tratamento Bioinsumo apresentou menor quantidade de folhas infectadas com cercosporiose em toda a escala de notas estabelecida. Ressalta-se o baixo número de folhas (1%) classificadas com nota 4 e a ausência de folhas classificadas com nota 5 no tratamento Bioinsumo.

A partir do teste de médias LM realizado com estes dados, estabeleceu-se a Figura 8. Assim, é possível observar que houve diferença significativa entre os tratamentos, no qual o tratamento Bioinsumo apresentou média de notas menor (b) que o tratamento Controle (a).

Figura 8 – Médias de notas observadas em cada tratamento para incidência de cercospora. Lavras, 2023.



* Letras diferentes indicam diferença significativa pelo modelo linear com distribuição quasipoisson, com $p < 0,0001$.

Fonte: Do Autor (2023).

Diversos são os componentes do bioinsumo que podem ter afetado na incidência da cercosporiose. Considerando as quatro plantas com maior participação em massa entre os extratos vegetais, três delas possuem atividade antifúngica: a Mamona (*Ricinus communis* L.) (RIBEIRO & BEDENDO, 1999; FREIRE *et al.*, 2016); o Melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.) (SILVA *et al.*, 2019; NASCIMENTO *et al.*, 2013; CELOTO, 2005); e o Mata-carneiro (*Datura stramonium* L.) (OTALVARO *et al.*, 2019; AGUILAR, 2016).

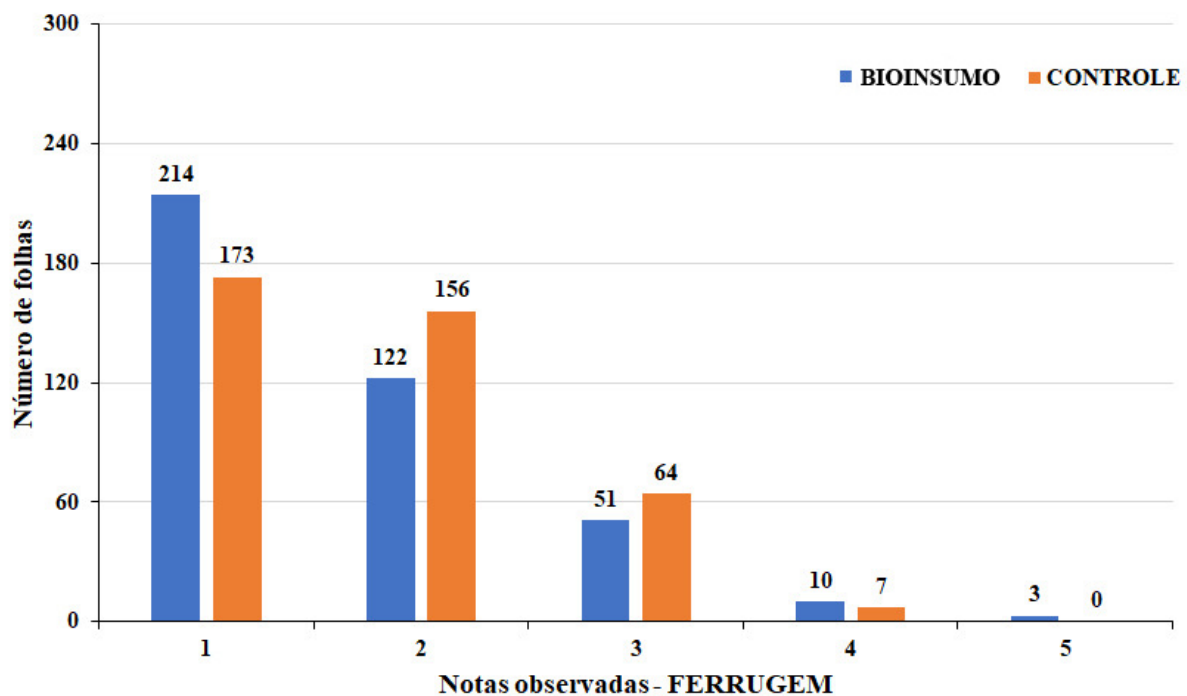
Além dos extratos vegetais, a urina de vaca presente no bioinsumo também possui diversos benefícios para os cultivos agrícolas, apresentando não só atividade fungicida, mas também bactericida, inseticida e acaricida (JESUS *et al.*, 2020). O EM também contribui na indução de mecanismos de resistência das plantas assim como controla as populações de microrganismos nocivos nos agroecossistemas (CASALI, 2009)

4.2 Ferrugem (*Hemileia vastatrix*)

Da mesma forma que a amostragem da cercospora, independente do tratamento, verifica-se que os dados se concentraram em folhas avaliadas em nota 1 ou 2 (FIGURA 9). Porém, para esta doença, houve uma maior quantidade de folhas classificadas tanto com nota 3 quanto com as notas 4 e 5. Demonstrando uma maior severidade de ferrugem quando comparada com a cercosporiose nas condições deste experimento.

No caso da ferrugem, com o tratamento Bioinsumo, 214 folhas (53,5%) receberam nota 1, enquanto com o tratamento Controle, 173 folhas (43,25%) foram classificadas com esta nota, indicando uma porcentagem de infecção de 46,5% e 56,75% nos tratamentos, respectivamente. Considerando a porcentagem de infecção de 10%, adotada como referência para nível de controle curativo da doença (CHALFOUN, 1997), ambos os tratamentos demonstraram uma taxa de infecção acima deste parâmetro.

Figura 9 – Notas observadas em cada tratamento para incidência de ferrugem. Acima de cada barra vê-se o total de repetições em cada categoria de nota. Lavras, 2023.



Fonte: Do Autor (2023).

No entanto, estes dados corroboram com Martins (2004), que, avaliando a doença em agroecossistemas orgânicos do Sul de Minas, constatou índices de infecção de ferrugem superiores a 10%, atingindo níveis próximos ou superiores a 60% em algumas amostragens. Segundo esta mesma autora, a resistência de cultivares de café à ferrugem proporcionou níveis de infecção inferiores a 1%, sendo uma alternativa importante para o controle em manejo orgânico.

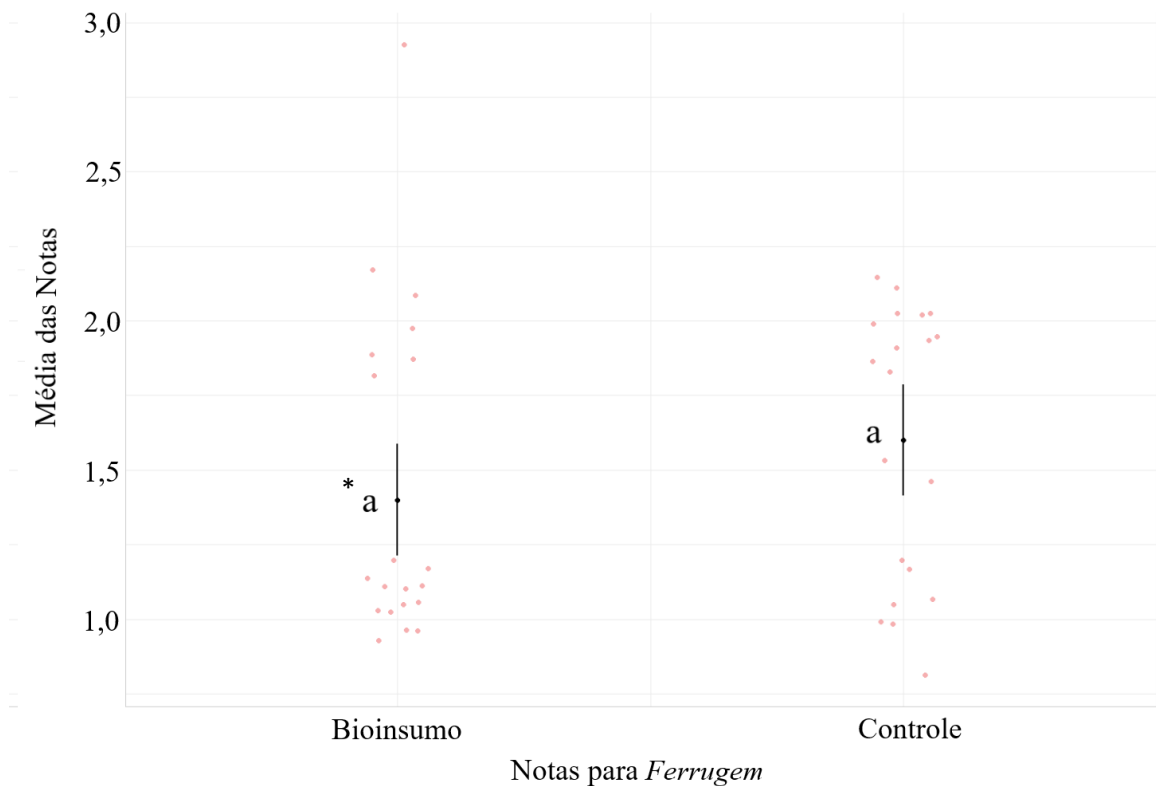
Outro fator determinante sobre a incidência de ferrugem nas lavouras cafeeiras é o adensamento do plantio, podendo chegar a 30% de dano econômico por hectare em lavouras com populações médias de 1500 a 2000 plantas/ha (CHALFOUN, 1997). Na lavoura em questão foi realizado um plantio bem adensado, com uma média de 5000 plantas/ha, o que pode contribuir significativamente na incidência da doença.

Assim como para cercospora, ao analisar os números de folhas classificadas com nota 2, o tratamento Controle apresentou maior porcentagem, 39% frente aos 30,5% apresentado no tratamento Bioinsumo. Isto se repete com a nota 3, demonstrando maior incidência da doença nas folhas analisadas onde não houve a aplicação do bioinsumo.

Por outro lado, tendo em vista as notas 4 e 5, o tratamento Bioinsumo obteve maior quantidade de folhas classificadas, com 10 folhas (2,5%) com nota 4 e 3 folhas (0,75%) com nota 5. O tratamento Controle apresentou 7 folhas (1,75%) com nota 4 e nenhuma folha com nota 5. Dessa forma, mesmo com menor incidência de ferrugem, o tratamento Bioinsumo apresentou índice de severidade levemente superior comparado ao tratamento Controle.

Entretanto, diante do teste pelo modelo linear com distribuição quasipoisson realizado com estes dados (FIGURA 10), é possível observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,1456$), no qual o tratamento Bioinsumo apresentou média de notas estatisticamente semelhante ao tratamento Controle.

Figura 10 – Médias de notas observadas em cada tratamento para incidência de ferrugem. Lavras, 2023.



* Letras iguais indicam que não existe diferença significativa pelo modelo linear com distribuição quasipoisson, com $p > 0,05$.

Fonte: Do Autor (2023).

Apesar da atividade antifúngica de diversos componentes do bioinsumo já citados neste trabalho, as aplicações não afetaram o desenvolvimento da ferrugem a nível estatístico. Uma possível explicação para este resultado está relacionada aos altos índices pluviométricos observados no ano agrícola 2022-2023 no município de Lavras, principalmente entre os meses novembro a março.

A ocorrência de molhamento foliar e de temperaturas entre 20 – 25 °C assim como o tempo em que estas condições estão presentes são fatores fundamentais para a infecção e desenvolvimento da doença (VALE *et al.*, 2000). Segundo o Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (Sisdagro) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estes quatro meses tiveram precipitação acumulada mais de 1000 mm. De acordo com o cafeicultor da lavoura

utilizada, a ferrugem tem apresentado alta incidência na região, inclusive nos cafezais sob manejo convencional mesmo com a utilização de fungicidas químicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o tratamento Bioinsumo demonstrou eficiência no combate à cercosporiose, mas não no combate à ferrugem quando, comparado ao tratamento Controle. Apesar disto, para ambas as doenças, as plantas amostradas apresentaram porcentagens de contaminação acima do nível aceitável, o que, potencialmente, poderia causar perdas na produção. No entanto, este trabalho apresentou limitações metodológicas e novas pesquisas são necessárias para concluir sobre a efetividade do bioinsumo.

Diversos componentes do bioinsumo possuem resultados promissores sobre suas ações no controle de pragas e doenças. Principalmente com relação aos extratos vegetais, novas pesquisas são necessárias no sentido de aprofundar sobre as 13 espécies presentes e seus componentes com objetivo de mensurar o impacto de cada material. Ressalta-se a complexidade do bioinsumo, possuindo uma ampla margem de linhas de estudo possíveis.

Estudos que buscam avaliar a incidência de cercosporiose e ferrugem no café são realizados através de análises realizadas mensalmente durante um ou mais anos agrícolas completos da cultura. Dessa forma, seria possível considerar efeitos das condições climáticas durante e entre os anos agrícolas e observar o desenvolvimento das doenças ao longo do tempo. Além disso, o uso da escala de notas para avaliar a severidade das doenças possui limitações com relação às análises estatísticas, necessitando de modelos específicos que considerem as notas como indicativos qualitativos e não como valores quantitativos.

Outro ponto a ser considerado, está relacionado à época de início dos tratamentos. Uma vez que o principal método de controle no campo de cercosporiose e ferrugem ocorre de forma preventiva, o ideal seria iniciar os tratamentos antes do momento de maior infestação dessas doenças na lavoura que ocorre de dezembro a maio. A partir que a infestação de cercospora e ferrugem se estabelecem nas lavouras, recomenda-se o tratamento curativo por meio de fungicidas químicos, que muitas vezes também não são capazes de impedir os danos causados pelos patógenos.

Ademais, trabalhar com um bioinsumo de natureza aquosa como o deste trabalho necessita cuidados referentes à conservação das substâncias e princípios ativos, considerando a degradação natural destes. Assim, a forma e o tempo de armazenamento do produto são fundamentais para garantir a manutenção de suas propriedades e, posteriormente, avaliar sua eficiência.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. H. B. DE; ALONZO, H. G. A. Trabalho rural e riscos à saúde: uma revisão sobre o “uso seguro”; de agrotóxicos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 10, p. 4197–4208, out. 2014.
- ABREU, P. H. B. DE; ALONZO, H. G. A. O agricultor familiar e o uso (in)seguro de agrotóxicos no município de Lavras/MG. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 41, n. 0, 12 dez. 2016.
- AGUILAR, M. R. **Perspectivas terapéuticas de *Datura stramonium* L.** Trabalho de Conclusão de Curso - Madrid: Universidad Complutense, jun. 2016.
- ALVES, Larissa da Silva. **Determinação de resíduos de agrotóxicos em café verde empregando QuEChERS e UHPLC-MS/MS.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2020.
- AMARAL, D. R. **Formulações de extratos vegetais e micronutrientes na indução de resistência em mudas de cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, mar. 2008.
- AMOROZO, M. C. DE M. Sistemas agrícolas tradicionais e a conservação de agrobiodiversidade. In: ALBUQUERQUE, U. P. *et al.* (orgs.). **Atualidades em Etnobiologia e Etnoecologia.** Recife: Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, 2002. p. 123–131.
- ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos: Relatório das Amostras Analisadas no período de 2017 – 2018.** Brasília, 2019
- ARANHA, Ana; ROCHA, Luana. “Coquetel” com 27 agrotóxicos foi achado na água de 1 em cada 4 municípios. **Agência Pública; Repórter Brasil**, 15 abr. 2019. Disponível em: <<https://portrasdoalimento.info/2019/04/15/coquetel-com-27-agrotoxicos-foi-achado-na-agua-de-1-em-cada-4-municipios/>>. Acesso em: 17 jul. 2023
- BADKE, M. R. *et al.* Saberes e práticas populares de cuidado em saúde com o uso de plantas medicinais. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 21, n. 2, p. 363–370, jun. 2012.
- BRASIL, **Lei nº 10.831**, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 250, 24 de dez. 2003
- BRASIL, **Decreto nº 10.375**, de 26 de maio de 2020. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos de o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, n. 100, 27 de mai. 2020.
- BELCHIOR, D. C. V. *et al.* Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 1, 135–151, jan./abr. 2017.

- CASALI, V. W. D. **Caderno dos Microrganismos Eficientes (EM):** instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM. 2. ed. Viçosa: UFV, DFT, 2011.
- CELOTO, M. I. B. **Atividade antifúngica de extratos de melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) sobre *Colletotrichum musae* (Berk. & Curtis) Arx.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, jul. 2005.
- CHALFOUN, Sára Maria. **Doenças do cafeeiro:** importância, identificação e métodos de controle. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998
- Conab. **Safra Brasileira de Café:** Estimativas da Produção e Colheita. 4º Levantamento, 14 dez. 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- COSTA, M. J. N.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. A. Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 150–155, abr. 2007.
- CUSTÓDIO, Adriano Augusto de Paiva. **Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado sob pivô central.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2008.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. DE; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1862–1866, dez. 2007.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **FAOSTAT:** Pesticides indicators, 15 jul. 2022. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/EP>>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- FILETTO, Ferdinando. **Trajatória histórica do café na região Sul de Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Administração, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2000.
- FREIRE, J. C. P. *et al.* Atividade antifúngica de fitoterápicos sobre candidose oral: uma revisão de literatura. **SALUSVITA**, v. 34, n. 4, p. 537–546, 1 dez. 2016.
- GARCIA, A.; RODRIGUES, A. N. A.; COSTA, J. N. M.; **Ocorrências das principais doenças causadas por fungos em cafeeiros de Rondônia e seu controle.** Porto Velho: Embrapa – CPAF, Rondônia, 2000.
- GIOVANNUCCI, Daniele; KOEKOEK, Freek Jan. **The State of Sustainable Coffee:** A study of twelve major markets. Cali: Feriva S.A., 2003.
- GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: KIMATI, H. *et al.* (edit.). **Manual de Fitopatologia**. v. 2. Doenças das plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995 – 1997. p. 178 – 192.
- INGUAGGIATO, F. F. *et al.* **A produção de café orgânico em escala nacional:** espacialidades e justificativas. In: **Jornada Científica e Tecnológica**, nº 13, 2021, Poços de Caldas. Anais.

- INMET. Sisdagro. **Balço Hídrico Sequencial**. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- JESUS, D. de *et al.* Urina de vaca como biopesticida e biorrepelente: revisão sistemática da literatura. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, e48191211494, 31 dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.11494>
- KHALIL, A. M. A. *et al.* Plants from a semi-arid environment as a source of phytochemicals against Fusarium crown and foot rot in zucchini. **AMB Express**, v. 13, n. 1, 1 dez. 2023.
- LIMA, Paulo César. **Método de amostragem para avaliação do índice de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemilieia vastarix* Berk. e Br.)**. Dissertação (Mestrado). ESALQ – USP, Piracicaba, 1979.
- LOMBARDI, A. P. Z. **Caracterização patogênica, morfológica, fisiológica, molecular e sensibilidade a fungicida de *Cercospora coffeicola***. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002
- LOPES, P. R. *et al.* Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 1, p. 25 – 38, 2012.
- LOPES, P. R. *et al.* Uma análise das consequências da agricultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção – agricultura orgânica e agroflorestal. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, v. 8, n. 1 e 2, 2014.
- MALTA, M. R. *et al.* Caracterização de lavouras cafeeiras cultivadas sob sistema orgânico no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1402-1407, set./out. 2008.
- MARTINS, M.; MENDES, A. N. G.; ALVARENGA, M. I. N. Incidência de pragas e doenças em agroecossistemas de café orgânico de agricultores familiares em Poço Fundo – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1306 – 1313, nov./dez., 2004.
- MELLO, C. M. de; SILVA, L. F. Fatores associados à intoxicação por agrotóxicos: estudo transversal com trabalhadores da cafeicultura no sul de Minas Gerais. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 4, p. 609–620, dez. 2013.
- MODELLI, Laís. Agrotóxicos banidos na UE encontram terreno fértil no Brasil. **DW Brasil**, 4 mar. 2022. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/agrot%C3%B3xicos-banidos-na-ue-e-eua-encontram-terreno-f%C3%A9rtil-no-brasil/a-61004105>>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- NASCIMENTO, J. M. *et al.* Inibição do crescimento micelial de *Cercospora calendulae* Sacc. por extratos de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4 suppl 1, p. 751–756, 2013.
- NGEGBA, P. M. *et al.* Fungicidal effect of three plants extracts in control of four phytopathogenic fungi of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit rot. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 112–117, 2018.

OLIVEIRA, Cynthia Valéria. **O conhecimento camponês em transição agroecológica e as plantas medicinais em Lavras – MG**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2018.

Organização Internacional do Café (OIC). **Informações do mercado público**: Exportações de café por países exportadores. jan. 2022. Disponível em: <<https://icocoffee.org/pt/resources/public-market-information/>>. Acesso em: 17 jul. 2023.

OTALVARO, L. M. R. et al. Evaluación de la actividad antifúngica del extracto de *Datura Stramonium* sobre hongos fitopatógenos del tomate. Evaluation of antifungal activity from extracts of *Datura stramonium* against tomato phytopathogenic fungi. **Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales**, v. 6, n. 1, p. 115–126, 4 jul. 2019.

PEREIRA, S. P.; BLISKA, F. M. de M.; GIOMO, G. S. Desenvolvimento sustentável e os programas de certificação de café em andamento no Brasil. In: ZAMBOLIM, Laércio (edit.). **Rastreabilidade para a Cadeia Produtiva do Café**. Viçosa: UFV, DFP, 2007. p. 25 – 84.

PINTO, E. DE P. P.; AMOROZO, M. C. DE M.; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata atlântica - Itacaré, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 751–762, dez. 2006.

Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). **Data on organic area in worldwide**. 14 de fev. 2023. Disponível em: <<https://statistics.fibl.org/world/area-world.html>>

RICCI, M. dos S. F.; ARAÚJO, M. do C. F.; FRANCH, C. M. de C. **Cultivo Orgânico do Café**: Recomendações Técnicas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002

RIBEIRO, L. F.; BEDENDO, I. P. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* - agente causal da podridão de frutos de mamoeiro. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1267 – 1271, 1999.

SALATI, Paula. Aprovação de agrotóxicos no Brasil bate recorde anual desde 2016. **g1**, 6 fev. 2023. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2023/02/06/aprovacao-de-agrotoxicos-no-brasil-bate-recorde-anual-desde-2016.ghtml>>. Acesso em: 17 jul. 2023

SALGADO, C. L. **O conhecimento popular sobre plantas: um estudo etnobotânico em quintais do distrito de Martinésia, Uberlândia - MG**. Trabalho de Conclusão de Curso - Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, fev. 2007.

SARCINELLI, O; ORTEGA, E. R. Análise do desempenho econômico e ambiental de diferentes modelos de cafeicultura em São Paulo-Brasil: estudo de caso na região cafeeira da Média Mogiana do Estado de São Paulo. **Revista Iberoamericana de Economia Ecológica**, v. 5, p. 13 – 26, nov. 2006 Disponível em: <http://www.redibec.org/IVO/rev5_02.pdf>.

SARPA, M.; FRIEDRICH, K. Exposição a agrotóxicos e desenvolvimento de câncer no contexto da saúde coletiva: o papel da agroecologia como suporte às políticas públicas de

prevenção do câncer. **Saúde Em Debate**, v. 46, n. esp. 2, p. 407 – 425, jun. 2022. <https://doi.org/10.1590/0103-11042022e227>

SILVA, B. F. DA et al. Avaliação da atividade antifúngica dos extratos etanólicos do melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) frente a diferentes espécies de *Candida*. **SALUSVITA**, v. 38, n. 4, p. 959 – 976, 2019.

SILVA, Matheus Jacinto da *et al.* Uso de plantas medicinais no controle de pragas e doenças. In: Vilar, F. C. R.; Silva T. B. (orgs.) **Plantas medicinais e suas potencialidades**. 1. ed. São Paulo: Científica Digital, 2023, p. 159 - 168.

SIQUEIRA, H. M. de; SOUZA, P. M. DE; PONCIANO, N. J. Café convencional versus café orgânico: perspectivas de sustentabilidade socioeconômica dos agricultores familiares do Espírito Santo. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, p. 155 – 160, abr. 2011.

SOARES, A. F. S. et al. Risk estimate of water contamination by pesticides used in coffee crops. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 425 – 432, jan. 2012. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br>>.

TALLMAN, Helena; ZASSO, José. Em alta, agricultura orgânica reúne todos os elementos da produção sustentável. **Revista Retratos**, 5 ago. 2019. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25126-em-alta-agricultura-organica-reune-todos-os-elementos-da-producao-sustentavel>>. Acesso em: 17 jul. 2023.

THEODORO, V. C. DE A. et al. Avaliação do estado nutricional de agroecossistemas de café orgânico no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1222–1230, dez. 2003.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **A Memória Biocultural: A importância ecológica das sabedorias tradicionais**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, AS-PTA, 2015.

VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. de. **Efeito de fatores climáticos na ocorrência e no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro**. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, nº 1, 2000, Poços de Caldas. Resumos Expandidos. Poços de Caldas: 2000, p. 171 – 174. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/918>>.

VIDAL, M. C.; SALDANHA, R.; VERÍSSIMO, M. A. A. Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável. In: GINDRI, D. M.; MOREIRA, P. A. B.; VERÍSSIMO, M. A. A. (orgs.). **Sanidade Vegetal: Uma estratégia global para eliminar a fome reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômica sustentável**. 1. ed. Florianópolis: CIDASC, 2020. p. 382 - 411

Você bebe agrotóxicos? Descubra se a água da sua torneira foi contaminada, de acordo com dados do Sisagua. **Por trás do alimento**. Disponível em: <<https://portrasdoalimento.info/agrotoxico-na-agua/>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; CAIXETA, E. T.; JESUS JUNIOR, W. C. de. Características rastreáveis do manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: ZAMBOLIM,

Laércio (edit.). **Rastreabilidade para a Cadeia Produtiva do Café**. Viçosa: UFV, DFP, 2007.
p. 85 – 128.