

**IFMG-CAMPUS BAMBUÍ**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS**  
**GERAIS**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**LAURO CESAR SOARES DE OLIVEIRA**

**VIABILIDADE DOS UREDÓSPOROS DA *HEMILEIA VASTATRIX***

**BAMBUÍ-MG**

**2023**

**LAURO CESAR SOARES DE OLIVEIRA**

**VIABILIDADE DOS UREDÓSPOROS DA *HEMILEIA VASTATRIX***

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí para obtenção do grau de bacharel em Agronomia.  
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas

**BAMBUÍ-MG**

**2023**

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

O48v Oliveira, Lauro Cesar Soares de.  
Viabilidade dos uredósporos da *Hemileia vastatrix*. / Lauro Cesar Soares de Oliveira. – 2023.  
30 f. : il. ; color.

Orientador: Prof. 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, 2023.

1. Ferrugem do café. 2. Germinação. 3. Esporos. I. Freitas, Marcelo Loran de Oliveira. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 641.3373



**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. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG  
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

## DECLARAÇÃO

**Título do Trabalho de Conclusão de Curso: Viabilidade dos uredinósporos da *Hemileia vastatrix***

**Aluno: Lauro César Soares de Oliveira**

**Data de aprovação: 19/12/2023**

**Banca Examinadora:**

- **Orientador:** Professor Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas
- **Membro:** Professor Dr. Luciano Donizete Gonçalves
- **Membro:** Konrad Passos e Silva

Bambuí, 19 de dezembro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Loran de Oliveira Freitas, Professor**, em 05/02/2024, às 17:16, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Konrad Passos e Silva, Técnico em Agropecuária**, em 06/02/2024, às 12:00, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Luciano Donizete Gonçalves, Professor**, em 06/02/2024, às 18:25, 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 **1821231** e o código CRC **C0C8FBBC**.

## **RESUMO**

OLIVEIRA, L. C. S. **Viabilidade dos uredósporo da *Hemileia vastatrix***. Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2023.

A ferrugem alaranjada e a principal doença do café, sendo causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, sendosua ocorrência é influenciada pela chuva e pelo potencial produtivo da planta. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade dos uredósporos da *Hemileia vastatrix* coletado na lavoura de café do IFMG Campus Bambuí em 09/11/2023. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fitopatologia do IFMG Campus Bambuí. Foram coletadas folhas esporuladas da ferrugem alaranjada do café e levadas para análises. Os esporos foram coletados raspando as folhas com um pincel seco para um recipiente com água, em seguida a amostra foi distribuída em placas de Petri para realização da contagem de germinação do fungo. Foram utilizadas 10 placas de Petri para cada área, totalizando 20 placas, e depositada 2ml da suspensão de esporos em cada uma. Após 24 horas, na ausência de luz desde o início do experimento, foi realizada análise em microscópio. Foram contabilizados 50 esporos por placa de Petri, incluindo os germinados e não germinados. Em seguida, foi realizado o cálculo de proporção de porcentagem, e os dados foram submetidos a análise de variância. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com dois talhões avaliados. O resultado referente a taxa de germinação do patógeno, revelou que não houve diferença significativas entre os dois talhões de café analisados. Foi observado uma baixa germinação do fungo, mesmo diante das condições favoráveis para o seu desenvolvimento.

**Palavra-chave:** Ferrugem do café; Germinação; Esporos.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, L. C. S. **viability of *Hemileia vastatrix* uredospores.** Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2023.

The orange rust is the main disease of coffee, caused by the fungus *Hemileia vastatrix*, and its occurrence is influenced by rain and the plant's productive potential. The objective of this study was to evaluate the viability of *Hemileia vastatrix* uredospores collected from the coffee plantation at IFMG Campus Bambuí on November 9, 2023. The research was conducted in the Phytopathology Laboratory at IFMG Campus Bambuí. Sporulated coffee rust leaves were collected and taken for analysis. The spores were collected by scraping the leaves with a dry brush into a container with water, and then the sample was distributed on Petri dishes for the fungus germination count. Ten Petri dishes were used for each area, totaling 20 dishes, and 2ml of spore suspension was deposited in each one. After 24 hours, in the absence of light since the beginning of the experiment, a microscope analysis was performed. Fifty spores per Petri dish, including germinated and non-germinated, were counted. Subsequently, the percentage ratio was calculated, and the data were subjected to analysis of variance. The experimental design used was completely randomized (CRD), with two coffee plots evaluated. The result regarding the pathogen's germination rate revealed no significant difference between the two coffee plots analyzed. A low germination of the fungus was observed, even under favorable conditions for its development.

**Keyword:** Coffee rust; Germination; Spores.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ferrugem alaranjada do café.....	14
Figura 2 - Lavoura de café do IFMG - Campus Bambuí.....	18
Figura 3 - Lavoura de café abandonada do IFMG - Campus Bambuí.....	19
Figura 4 - Coleta dos esporos de ferrugem por raspagem com pincel.....	20
Figura 5 – Placas de Petri utilizada para o experimento.....	21
Figura 6 - Micropipeta utilizada para dosar a suspensão dos esporos.....	21
Figura 7 - Visualização, em microscópio, do esporo não germinado (inviável) ...	22
Figura 8 - Visualização, em microscópio, do esporo germinado (viável) .....	22

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
2.	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1	<b>CAFÉ.....</b>	<b>12</b>
2.2	<b>FERRUGEM DO CAFEIRO .....</b>	<b>13</b>
2.3	<b>AMBIENTE FAVORÁVEL .....</b>	<b>14</b>
2.4	<b>DISSEMINAÇÃO .....</b>	<b>15</b>
2.5	<b>SINTOMAS E DANOS.....</b>	<b>16</b>
3.	<b>MATERIAS E MÉTODO .....</b>	<b>18</b>
3.1	<b>CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....</b>	<b>19</b>
4.	<b>RESULTADOS E DISCUSÃO .....</b>	<b>24</b>
5.	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
6.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>27</b>
7.	<b>APÊNDICE A – ANÁLISE DE VARIÂNCIA.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O berço de origem do cafeeiro (*Coffea arabica L.*) é na Etiópia, e seus grãos são fonte de uma das bebidas mais apreciadas globalmente. O Brasil, destacando-se como o principal produtor de café, concentra mais de 89% da produção nacional na região Sudeste (IBGE, 2023). A extensão total de áreas cultivadas atinge cerca de 1,87 milhões de hectares, evidenciando o café como uma das commodities mais significativas no cenário brasileiro (Conab, 2023). Essa produção não apenas impulsiona o crescimento econômico do país, mas também desempenha um papel crucial na sustentabilidade social das comunidades rurais.

Entre os estados brasileiros produtores de café, Minas Gerais lidera com aproximadamente 43% da produção nacional. Sua média anual de produção ultrapassa os 21 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg/ano (Conab, 2023). Apesar da grande importância social e econômica, produtores vem enfrentando vários problemas que afetam a rentabilidade de suas lavouras. Tais problemas, estão relacionados a fatores climáticos, nutrição de plantas, relevo, condições de solo, presença de doenças dentre outros (OLIVEIRA, 2021).

Entre os fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento do cafeeiro, as doenças desempenham um papel significativo. Elas têm o impacto substancial de diminuir a produtividade, sendo um exemplo a ferrugem alaranjada do cafeeiro. Esta é causada por um fungo biotrófico, a *Hemileia vastratrix*, considerada uns dos problemas fitossanitários mais sérios da cultura. Em 1869 ocorreu a primeira epidemia severa de ferrugem no Sri Lanka, e desde então encontra-se disseminada em todas as regiões de café do Brasil. As perdas de produção causadas por essa doença estão principalmente associadas à desfolha prematura e a diminuição da área fotossintética da planta. Isso resulta na morte dos ramos plagiotrópicos, tornando o cultivo economicamente inviável e comprometendo as safras futuras. (BARTELEGA, 2022).

O ciclo da doença tem início com a liberação dos uredósporos provenientes das pústulas presentes nas lesões das folhas de plantas infectadas pelo fungo. Após a liberação, os esporos se dispersam através do vento, água ou insetos e ao entrar em contato com tecidos suscetíveis e em condições ambientais propícias, iniciam o processo de germinação. Vale notar que os esporos germinados não conseguem penetrar diretamente na folha. Para viabilizar a penetração, o uredósporo produz o promicélio, que se desenvolve ao longo da estrutura da folha até identificar um estômato. Neste ponto, ocorre a formação do apressório, permitindo a

penetração. A colonização continua com o crescimento de micélios e a formação do haustório. Em seguida a aglomeração das hifas na câmara subestomática resulta na formação de grupos de pedicelos que por meio dos estômatos, deslocam-se para a parte inferior da folha. A partir dos pedicelos, ocorre a formação dos uredósporos, constituindo o conjunto conhecido como pústula. Com o passar do tempo, as lesões envelhecem e dão origem a outro tipo de esporo chamado basidiósporo que não tem a capacidade de infectar o cafeeiro (KIMATI et al., 1997).

O conhecimento dos fatores que determinam a maior taxa de progresso da ferrugem é fundamental, pois esses fatores afetam a disseminação da doença, sua frequência e intensidade. A análise das interações entre patógeno, hospedeiro e ambiente contribui para uma compreensão da ocorrência de epidemias, que possibilita a implementação de medidas mais adequadas de controle (MONTROYA, R. H.; CHAVES, G. M., 1974).

As diferenças na incidência regional e nos danos provocados pela ferrugem geralmente decorrem principalmente das condições climáticas. Isso ocorre devido à coincidência de fatores como temperatura e umidade (intensidade, duração e frequência de chuvas, orvalho e período de molhamento), que são propícias ao desenvolvimento da doença, especialmente durante o período de outubro a março (DE MORAES, 1983).

A intensidade da ferrugem do cafeeiro também está associada à carga de frutos pendentes nas plantas. Geralmente a ferrugem atinge alta severidade em dezembro/janeiro, aumentando rapidamente de março a abril e atingindo o ápice em maio/junho. Posteriormente, diminui devido às baixas temperaturas, à queda das folhas durante a colheita, à senescência natural e ao fato de que a severidade da doença pode causar uma intensa desfolha das plantas. No ano seguinte, de baixa produção, a doença não se manifesta de forma severa, mesmo em condições climáticas favoráveis (ZAMBOLIM, L. et al., 1997).

Mesmo quando as condições favoráveis entre o hospedeiro e o patógeno estão presentes, epidemias não ocorrem se as condições ambientais não forem favoráveis. Diversos fatores do ambiente interferem na ocorrência da ferrugem do cafeeiro, atuando de maneira conjunta e simultânea (DE MORAES, 1983).

A reprodução causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, envolve diferentes tipos de esporos que desempenham papéis específicos no ciclo de vida do patógeno. A reprodução assexuada está envolvida no ciclo reprodutivo do fungo que não forma esporos de resistência viáveis e não possui um hospedeiro alternativo no Brasil. Dessa forma o aumento da ferrugem no campo é dependente dos uredósporos viáveis produzido na última safra. Diante disso, o

presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a viabilidade dos esporos da *Hemileia vastatrix* coletado na lavoura de café do IFMG-Campus Bambuí.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Café

A planta de café pertence à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, que abrange mais de 90 espécies. No entanto, apenas cerca de 25 dessas espécies são comercialmente exploradas, sendo notáveis as variedades *Coffea arábica* (conhecida como café arábica), e *Coffea canephora* (conhecida como café robusta). Estas duas espécies destacam-se devido à sua significativa representatividade na economia mundial do café (SOUZA et al., 2004).

O café arábica tem suas origens no Continente Africano, especificamente em regiões de floresta tropical da Etiópia, Quênia e Sudão. As condições climáticas favoráveis para o cultivo incluem uma temperatura do ar variando entre 18°C e 20°C, altitudes que abrangem valores entre 1500 e 2800 metros, e uma distribuição de precipitação em torno de 1600mm a 2000mm (CAMARGO, 2010). Já o café robusta é predominantemente cultivado em regiões de altitudes mais baixas, com temperaturas do ar que variam entre aproximadamente 17°C e 31,5°C (PARTELLI et al., 2010).

O cultivo do café não apenas exerce uma significativa influência no desenvolvimento histórico do país, mas também desempenha um papel social de grande relevância. É responsável pela geração de empregos diretos no setor rural e empregos indiretos no setor urbano, especialmente durante as fases de beneficiamento e comercialização (MELLO, 2001). Estima-se que, anualmente, são criados pelo menos 30 milhões de empregos em todo o mundo, sendo que 7 milhões dessas oportunidades surgem no Brasil (SIQUEIRA, 2005).

Nas últimas décadas, a produção de café passou por aprimoramentos notáveis, incluindo incrementos na produtividade, no consumo e nas exportações, enquanto a área cultivada permaneceu praticamente constante. Para alcançar esse feito, os produtores implementaram programas e adotaram práticas visando a obtenção de vantagens competitivas, em um cenário onde a competição tem crescido incessantemente (SIQUEIRA, 2005).

Devido aos custos substanciais associados à produção de café, à elevada demanda por produtos de qualidade e à significativa contribuição para o desenvolvimento geral do país, torna-se essencial eliminar fontes que causam perdas nas plantações. Pragas e doenças exemplificam agentes que podem reduzir a qualidade e produtividade das lavouras de café. Para

prevenir tais incidências e assegurar o sucesso na cafeicultura, é de extrema importância implementar um manejo adequado, incorporando boas práticas agrícolas, com especial ênfase em nutrição eficaz. A cultura do café demanda considerável aporte nutricional não para a produção, mas também para a manutenção da planta e sua proteção (MATIELLO; ALMEIDA, 1997).

Para controle desse patógeno, pode-se utilizar o manejo integrado da ferrugem do cafeeiro, que inclui métodos como o controle químico, cultural e genético. Porém mesmo com a utilização do manejo integrado a ferrugem tem sido problema em várias regiões, exigindo cada vez mais o uso de produtos químicos para seu controle. A melhor maneira para reduzir a quantidade de fungicidas aplicado nas lavouras de café seria o uso de cultivares resistentes, se não fosse o aparecimento de novas raças fisiológicas do fungo nessas cultivares, o que dificulta o controle da doença por meios puramente genéticos (SOUZA, 2008).

## 2.2 Ferrugem do cafeeiro

A ferrugem alaranjada do café foi inicialmente identificada no Ceilão em 1868. No Brasil, foi relatada pela primeira vez na Bahia em 1970 e posteriormente se disseminou por diversas áreas de produção nas regiões Sudeste, Espírito Santo e Minas Gerais. Em Rondônia, a presença da ferrugem alaranjada no café arábica foi identificada pela primeira vez na cidade de Cacoal em 1976 (BRUNA, 2021).

Entre os diversos agentes patogênicos que afetam a cultura do café, a ferrugem alaranjada (*Hemileia vastratrix* Berk & Br.) destaca-se como a principal doença do cafeeiro. Seu impacto pode resultar em prejuízos que pode atingir cerca de 50% da produtividade da lavoura afetada. Desde a sua descoberta, essa doença tem causado consideráveis prejuízos à cafeicultura, sendo responsável por crises em vários países produtores de café (MORAIS, 2021).

A ferrugem alaranjada do café causada pelo fungo *Hemileia vastratrix* Berk et Br (Figura 1) apresenta hábito biotrófico e está classificada na família Pucciniaceae, ordem

Uredinales, classe Basidiomycetes. O fungo produz dois tipos de esporos, sendo o mais comum denominado uredósporos, que são abundantemente gerados na parte abaxial das folhas. O menos comum é designado como teliósporos, os quais, em alguns casos surgem em lesões antigas na parte central de tecidos necrosados, aproximadamente de 7 a 10 semanas após o surgimento de primeiro uredósporo. Não há dados que comprovem que este esporo infecta o cafeeiro (KIMATI et al., 1997).

Figura 1 - Ferrugem alaranjada do café



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

### 2.3 Ambiente favorável

Os fatores ambientais cruciais relacionados ao desenvolvimento da doença incluem a temperatura e a umidade. A temperatura que se revela mais propícia ao processo de germinação e infecção do fungo é de aproximadamente, 22°C, sendo que temperaturas muito baixas, abaixo de 15°C, ou acima de 30°C pode gerar limitações a epidemia. As precipitações também impactam diretamente no desenvolvimento da doença; chuvas moderadas e bem distribuídas geram aumento na umidade e conseqüentemente proporciona uma melhor

disseminação do patógeno entre as folhas e plantas do cafeeiro (CHALFOUN; DE SOUZA-PIMENTEL; DE CARVALHO, 2016).

Pesquisas indicam que a germinação dos uredósporos, que atingem a parte abaxial das folhas, ocorre de maneira mais eficiente em condições ambientais de umidade elevada (ou presença de água livre), ausência de luz e uma temperatura média em torno de 21° e 25°C. Portanto, pode-se compreender que a doença tem uma tendência a iniciar primeiro e com maior severidade em terços ou faces da planta onde há menor incidência de luminosidade e onde o molhamento foliar é mantido por períodos mais prolongados (KIMATI et al., 1997).

Em condições de baixa umidade ou ausência de luz e com temperatura em torno de 23,7°C, estudos evidenciam um aumento expressivo no índice de germinação de uredósporos e consequentemente um período de latência mais curto, resultando em um ciclo mais acelerado da doença. Essa observação destaca a importância de compreender os fatores climáticos em associação ao comportamento do patógeno para um melhor entendimento da epidemia em nível de campo. Com base nessas informações, torna-se possível desenvolver estratégias de manejo mais eficientes para o controle da doença (MORAIS, 2021).

## 2.4 Disseminação

A disseminação da ferrugem alaranjada do café ocorre em três etapas distintas: a liberação dos esporos, a dispersão desses esporos e a deposição nos hospedeiros. O fungo encontra facilidade para se espalhar pela lavoura, podendo contar com ajuda de insetos, chuvas, animais e até mesmo intervenção humana (BÓCOLI, 2008).

Vento: é o principal agente na disseminação dos esporos a médias e longas distâncias. Durante o dia, especialmente a tarde, e após as chuvas, observa-se um aumento na concentração de esporos na região ao redor e sobre a copa do cafeeiro. Velocidades de vento superior a 4-10 km por hora são ideais para efetuar o transporte eficaz dos esporos (BÓCOLI, 2008).

Chuvas: desempenham um papel crucial na disseminação da ferrugem dentro da planta e entre plantas próximas. As gotas de chuva movem os esporos da parte inferior da folha para a superfície, e a partir desse ponto, são transportados pelos respingos. As chuvas ideais

para disseminação são aquelas mais leves. Em contrapartida, as chuvas mais intensas em curtos períodos tendem a lavar os esporos, levando-os para solo ( BÓCOLI, 2008).

Insetos, animais, homens e equipamento agrícolas: qualquer inseto ou animal silvestre que entre em contato com o cafeeiro pode transportar consigo os esporos da ferrugem em seu corpo. Trabalhadores e máquinas também têm o potencial de levar os esporos para outras áreas, podendo até mesmo resultar na disseminação para diferentes regiões ( BÓCOLI, 2008)

## 2.5 Sintomas e danos

Entre os principais sintomas da doença, visíveis no campo, destacam-se o surgimento de manchas circulares de coloração amarelada, com um diâmetro aproximado de 0,5 cm, presentes na face inferior da folha, é possível notar uma massa pulverulenta de cor amarelo-alaranjado, composta por uredósporos do patógeno. A medida que a doença progride, certas regiões do tecido foliar podem exibir sinais de destruição ou necrose (CARVALHO; CHALFOUN; CUNHA, 2013).

Na lavoura, um sintoma especialmente evidente é a desfolha das plantas, o que pode resultar em prejuízos significativos, como atrasos no desenvolvimento de plantas jovens e a debilitação de plantas mais antigas, afetando negativamente a produção. A perda de folhas, ocorrendo antes do florescimento, tem um impacto direto no desenvolvimento dos botões florais e na frutificação. Além disso quando a desfolha ocorre durante a fase de crescimento dos frutos, essa alteração na planta pode levar à deformação dos grãos, resultando em frutos com lojas vazias e causando danos consideráveis ao produto final (KIMATI et al., 1997).

Os danos causados pela ferrugem são mais notadamente expressos de forma indireta, principalmente devido à indução da desfolha. Isso resulta em uma diminuição do índice de vigamento de flores e pequenos frutos, além de provocar a seca dos ramos laterais, ocasionando consideráveis prejuízos à lavoura. Em casos mais graves de infestação pela doença, as perdas podem atingir mais de 50% da produção (GRÉE, 1993).

Estudos indicam que a ferrugem do cafeeiro exerce um papel restritivo na produção, uma vez que induz a desfolha nas plantas, resultando em perdas na produção futura. Informações provenientes de pesquisas destacam que em determinados casos, dependendo da

incidência e intensidade, a ferrugem do cafeeiro emerge como uma das principais causas de desfolha nas plantas de café (CUNHA; MENDES; CHALFOUN, 2004).

### 3. MATERIAS E MÉTODO

Este estudo objetivou avaliar a viabilidade dos esporos da *Hemileia vastatrix* na cultura do cafeeiro. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fitopatologia do IFMG Campus Bambuí, onde foram coletadas folhas esporuladas da ferrugem alaranjada do café, na lavoura e no café abandonado do campus.

Na lavoura onde foram coletadas as folhas, encontravam-se bem conduzidas e bem manejadas, porém apresentava desfolhada devido à colheita e à época seca, conforme mostrado na Figura 2. A cultivar dessa lavoura é a cultivar Rubi, que é suscetível a ferrugem.

Figura 2 - Lavoura de café do IFMG - Campus Bambuí



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Na lavoura abandonada, o café encontrava mal manejada, bastante desfolhada e com alta intensidade de ferrugem conforme demonstrado na Figura 3. A cultivar dessa lavoura é a cultivar Rubi.

Figura 3 - Lavoura de café abandonada do IFMG - Campus Bambuí



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

### 3.1 Condução do experimento

Para o experimento, foram coletadas folhas com incidência da ferrugem na lavoura de café e no café abandonado do IFMG Campus Bambuí, onde a incidência da ferrugem era muito elevada. Em seguida foram levadas para o laboratório de fitopatologia do campus, onde foram preparados para fazer o experimento. Os esporos foram coletados raspando as folhas com um pincel seco para um recipiente com água, conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Coleta dos esporos de ferrugem por raspagem com pincel



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Em seguida a amostra foi distribuída em placas de Petri para a realização da contagem de germinação do fungo. Foram utilizadas 10 placas de Petri para cada área, totalizando 20 placas, conforme mostrado na Figura 5 e depositados 2ml da suspensão de esporos em cada uma. Todas as medidas foram realizadas com uma micropipeta, conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 5 – Placas de Petri utilizada para o experimento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 6 - Micropipeta utilizada para dosar a suspensão dos esporos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Após 24 horas, na ausência de luz (fungo morre na presença de luz) desde o início do experimento, foi realizada análise em microscópio. Foram contabilizados 50 esporos por placa de Petri, incluindo os germinados e não germinados. Em seguida, foi realizado o cálculo da proporção de porcentagem, e os dados foram submetidos a análise de variância. O

delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com dois talhões avaliados

A presença das hifas determina a germinação do esporo. Na Figura 7, e apresentado o esporo não germinado, já na Figura 8e apresentado a germinação do esporo, sendo possível observar as hifas desenvolvidas.

Figura 7 - Visualização, em microscópio, do esporo não germinado (inviável)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 8 - Visualização, em microscópio, do esporo germinado (viável)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Após a contagem do número de esporos em cada placa de Petri, obtivemos o seguinte resultado, conforme demonstrado na tabela.

<b>Ferrugem café mata</b>	
<b>Lâminas</b>	<b>Germinação</b>
1	0
2	5
3	0
4	9
5	3
6	6
7	4
8	1
9	4
10	0

<b>Ferrugem café mecânica</b>	
<b>Lâminas</b>	<b>Germinação</b>
1	2
2	0
3	0
4	1
5	0
6	0
7	3
8	1
9	4
10	2

#### 4. RESULTADOS E DISCUSÃO

Analisando o número de germinação de cada área, observamos uma diferença significativa entre as lavouras. Houve uma média de 3,2 na lavoura de café abandonada, enquanto na lavoura do Campus a média foi de 1,3. Essa disparidade pode ser atribuída a vários fatores, incluindo a nutrição da planta e o sombreamento, uma vez que o café abandonado estava sombreado por árvores (seringueira), criando um ambiente propício para infecção do patógeno.

Ao analisarmos os resultados estatísticos, não foi identificada diferença significativa entre os dois talhões de café, considerando a germinação de uredósporos pelo teste F a 5%. A média de germinação dos uredósporos ficou em 4,5% com amostra variando em 18% de germinação a 0%.

A germinação dos uredósporos do fungo responsável pela ferrugem do cafeeiro é mais eficaz em ambiente caracterizados por elevada umidade ou presença de água livre, ausência de luz e uma temperatura em torno de 22°C (ALMEIDA et al., 1986). A chuva tem uma grande influência sobre a doença, isso porque segundo Chaves (1970) os esporos produzidos durante a estação úmida apresentavam uma germinação completa em um período de 12-14 horas, ao passo que aqueles formados no início da estação seca necessitavam de vários dias para atingir esse estágio quando expostos ao contato com gotas d'água.

Na realização deste estudo que avaliou a viabilidade do uredósporos da ferrugem na cultura do café, obtiveram-se resultados nos quais pôde notar uma baixa taxa de germinação dos esporos. Segundo (SACCAS; CHARPENTIER, 1971) a porcentagem de germinação dos esporos, o vigor e o desenvolvimento do tubo germinativo são maiores quando a temperatura se encontra ótima, e estiver em contato com um filme d'água. Mesmo nas condições ótimas a germinação dos uredósporos foi baixa. Segundo (NUTMAN; ROBERTS; CLARKE, 1963) a germinação dos uredósporos coletados em uma postula recém formada e de 90%, nesse presente trabalho os esporos foram coletados de pústulas formadas mais ou menos a 120 dias. Essa diminuição da germinação acontece, pois após 6 semanas da formação das pústulas a viabilidade dos uredósporos começam a cair rapidamente (YIRGA, 2021).

A presença de luz também gera um importante papel na viabilidade do uredósporos da ferrugem do cafeeiro, isso porque segundo (NUTMAN; ROBERTS; BOCK, 1960) a luz

exerce um efeito inibitório tanto na germinação quanto no crescimento do tubo germinativo dos uredósporos responsáveis pela ferrugem do cafeeiro, não apenas em ambiente de cultura controlada, mas também nas folhas da planta de café. Entretanto, em condições de baixa intensidade luminosa (10 lux), o processo de germinação ocorre, embora em uma escala inferior à observada na ausência completa. O fator que pode ter potencializado a diminuição da germinação dos uredósporos é a presença direta de luz sobre as pústulas visto que as plantas se encontravam com poucas folhas, devido a colheita e o período seco do ano. Geralmente, as condições propícias para a germinação dos uredósporos responsáveis pela ferrugem do cafeeiro são encontradas durante a noite, uma vez que o processo de germinação é prejudicado não apenas pela presença de luz, mas também devido à evaporação das gotas d'água (RAYNER, 1961).

Segundo Bock (1962) o inóculo residual, presente no fim da estação seca, tem influência fundamental no início do novo ciclo de progresso de *H. vastatrix* em campo e a concentração de uredósporos viáveis sobre a folha influencia a infecção do cafeeiro pela *Hemileia vastatrix*, então podemos dizer que quanto, mais estresse esses inóculo presente no fim da estação seca sofra, menor será a taxa de viabilidade dos uredósporos da *Hemileia vastatrix*, e mais tardio será o desenvolvimento da ferrugem naquele local.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliando a viabilidade dos esporos da *Hemileia vastatrix* coletado na lavoura de café do IFMG Campus Bambuí no dia 09/10/2023, constatou-se uma taxa de viabilidade de 4,5%. Esses resultados destacam a importância de conhecer a viabilidade dos uredósporos da *Hemileia vastatrix* para implementar estratégias para lidar com esse patógeno.

É importante destacar que as condições ambientais indicam um potencial favorecimento da ferrugem. Diante da atual baixa da taxa de infecção do fungo, torna-se crucial aplicações de fungicidas sistêmicos à base de triazóis no colmo da planta. Esses fungicidas circulam na planta, sendo transportados via xilema, proporcionando uma proteção eficaz. Ao iniciar o processo de germinação e tentar infectar a planta, o fungo não terá êxito ao entrar em contato com o fungicida na folha. Essa estratégia inicial de aplicação visa dificultar o avanço da ferrugem dentro da lavoura.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. et al. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. 1986.
- BARTELEGA, V. Sensibilidade de *Hemileia vastatrix* a estrobilurinas e metodologia para avaliar germinação de esporos em microplacas de “Elisa”. 12 abr. 2022.
- BOCK, K. R. Seasonal periodicity of coffee leaf rust and factors affecting the severity of outbreaks in Kenya Colony. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 45, n. 3, p. 289–300, 1962.
- BÓCOLI, P. D. **Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho**. [s.l.] Muzambinho, 2008.
- BRUNA, D. D. A ferrugem do cafeeiro (*hemileia vastatrix*) e as principais formas de controle da doença. 2021.
- CAMARGO, M. B. P. DE. Impacto da variabilidade e da mudança climática na produção de café arábica no Brasil. **Bragantia**, v. 69, p. 239–247, 2010.
- CARVALHO; CHALFOUN; CUNHA. **BT 103 – Doenças do cafeeiro: diagnose e controle – Livraria EPAMIG**, 2013. Disponível em: <<https://www.livrariaepamig.com.br/docs/bt-103-doencas-do-cafeeiro-diagnose-e-control/>>. Acesso em: 22 nov. 2023
- CHALFOUN, S. M.; DE SOUZA-PIMENTEL, G. C.; DE CARVALHO, V. L. Ferrugem-do-cafeeiro: importância do monitoramento com as mudanças climáticas. 2016.
- CHAVES, G. M. A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk et Br) revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. 1970.
- Conab**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- CUNHA, R. L. DA; MENDES, A. N. G.; CHALFOUN, S. M. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e seus efeitos na produção e preservação do enfolhamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 990–996, out. 2004.
- DE MORAES, S. A. **A ferrugem do cafeeiro: importância, condições predisponentes, evolução e situação no Brasil**. [s.l.] Instituto Agrônomo, 1983.
- GRÉE, G. Epidemiology of coffee leaf rust in the Eastern Highlands. **Coffee Research Institute Newsletter**, 1993.
- IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cafe/br>>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- KIMATI, H. et al. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 1997.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Controle associado de doenças do cafeeiro. **Correio Agrícola**, v. 2, p. 25–27, 1997.

MELLO, E. DE. Cafeicultura no Brasil. **ZAMBOLIM, L. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa: UFV**, p. 565–646, 2001.

MONTOYA, R. H.; CHAVES, G. M. Influência da temperatura e da luz na germinação, infectividade e período de geração de *Hemileia vastratrix* Berk et Br. 1974.

MORAIS, D. H. C. AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE FERRUGEM DO CAFEIEIRO EM RELAÇÃO AO ALINHAMENTO DE PLANTIO. 2021.

NUTMAN, F. J.; ROBERTS, F. M.; BOCK, K. R. Method of uredospore dispersal of the coffee leaf-rust fungus, *Hemileia vastatrix*. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 43, n. 3, p. 509–IN6, 1960.

NUTMAN, F. J.; ROBERTS, F. M.; CLARKE, R. T. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 1, p. 27–44, 1 mar. 1963.

OLIVEIRA, C. T. DE. Monitoramento da maturação dos frutos e de doenças do cafeeiro utilizando modelos de deep learning. 20 dez. 2021.

PARTELLI, F. L. et al. Seasonal vegetative growth of different age branches of Conilon coffee tree. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 619, 1 set. 2010.

RAYNER, R. W. Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* B. & Br.). **Annals of Applied Biology**, v. 49, n. 3, p. 497–505, 1961.

SACCAS, A. M.; CHARPENTIER, J. **La rouille des caféiers due à *Hemileia vastatrix* Berk. et Br.** [s.l.] IFCC, 1971.

SIQUEIRA, T. V. DE. A cultura do café: 1961-2005. set. 2005.

SOUZA, A. F. DE. Estratégias de controle da ferrugem em cafeeiro irrigado e não-irrigado. 2008.

SOUZA, F. DE F. et al. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. abr. 2004.

YIRGA, M. Potential Effects, Biology and Management Options of Coffee Leaf Rust (*Hemileia Vastatrix*): A Review. v. 6, p. 2454–9487, 15 jun. 2021.

ZAMBOLIM, L. et al. **Café (*Coffea arabica* L.), Controle de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. Controle de doenças de plantas : grandes culturas. Viçosa-MG : UFV, Departamento de Fitopatologia, 1997.:** In: VALE, F.X.R. & ZAMBOLIM, L. (Eds.), 1997. v. v. 1

## 7. APÊNDICE A – ANÁLISE DE VARIÂNCIA

```
dados <- read.table(file.choose(), header = TRUE); dados # escolher arquivo de
dados
```

```
      talhão germinação
```

```
1  café mata      0
```

```
2  café mata     10
```

```
3  café mata      0
```

```
4  café mata     18
```

```
5  café mata      6
```

```
6  café mata     12
```

```
7  café mata      8
```

```
8  café mata      2
```

```
9  café mata      8
```

```
10 café mata      0
```

```
11 café mecânica  4
```

```
12 café mecânica  0
```

```
13 café mecânica  0
```

```
14 café mecânica  2
```

```
15 café mecânica  0
```

```
16 café mecânica  0
```

```
17 café mecânica  6
```

```
18 café mecânica  2
```

```
19 café mecânica  8
```

```
20 café mecânica  4
```

```
> str(dados)
```

```
'data.frame':   20 obs. of  2 variables:
```

```
$ talhao   : Factor w/ 2 levels "café mata","café mecânica": 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
```

```
$ germinação: int  0 10 0 18 6 12 8 2 8 0 ...
```

```
> #-----
```

```
> # análise de variância
```

```

> anava <- aov(germinação~talhao, data=dados) # se for interação
(varresposta~tratamento*variável) se for bloco (~tratamento+bloco)
Error in eval(predvars, data, env) : object 'germinação' not found
> #-----
> # análise de variância
> anava <- aov(germinação~talhao, data=dados) # se for interação
(varresposta~tratamento*variável) se for bloco (~tratamento+bloco)
> summary(anava)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
talhao  1  72.2   72.20   3.259 0.0878 .
Residuals 18 398.8   22.16
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Fonte: Produzido pelo Software.

```