



**USO DO *Cladosporium cladosporioides*
NA QUALIDADE DA BEBIDA DO CAFÉ**

*USE OF Cladosporium cladosporioides
IN THE QUALITY OF COFFEE BEVERAGE*

Gegisléia Maria Silva Pedroso¹

Paula Rachel Rabelo Correa²

RESUMO

A cafeicultura no Brasil é uma atividade tradicional e de grande importância econômica, o país é o maior produtor e exportador de café mundial. A qualidade do café é influenciada por diversos fatores, como espécie, cultivo, processamento e a presença de microrganismos. O aumento do consumo de cafés especiais tem impulsionado os produtores a buscar por métodos que melhorem a qualidade sensorial da bebida, destacando-se o uso de microrganismos benéficos, como o *Cladosporium cladosporioides*. Este fungo tem se mostrado promissor, pois além de proteger os grãos de fungos prejudiciais, melhora suas características sensoriais, como aroma e notas diferenciadas. O estudo visou avaliar a qualidade sensorial do café e a diversidade de fungos presentes nos grãos, com e sem o uso de *Cladosporium*, quando aplicado no terreiro e/ou na lavoura. A metodologia se baseou na análise quantitativa dos micélios pelo método de diluição seriada; na avaliação da ocorrência de microrganismos nos grãos de café e na análise sensorial da bebida. A análise quantitativa de micélio demonstrou que a diluição seriada a partir

Gegisléia Maria Silva Pedroso Discente do Curso de Engenharia Agrônoma do Centro Universitário do Sul de Minas. Email: gegisleia.pedroso@alunos.unis.edu.br

²Prof. Dra. Paula Rachel Rabelo Correa do curso de engenharia Agrônoma do centro universitário do sul de Minas. Email: paula.basilio@professor.unis.edu.br

da 10^{-5} obteve 240 UFC. Já os resultados das análises sensoriais mostraram que os tratamentos T1(Testemunha), T2 e T4 onde foram aplicados o *Cladosporium cladosporioides* uma única vez na lavoura e terreiro foram considerados cafés especiais, pois apresentaram nota igual ou superior a 80 pontos. Já o café obtido através do tratamento T3, aplicação do fungo 2x sendo uma na lavoura e uma no terreiro, esse apresentou nota inferior a 80 pontos, não sendo considerado bebida especial.

Palavras-chave: Café especial; Fungo protetor; Análise sensorial.

ABSTRACT

*Coffee growing in Brazil is a traditional activity of great economic importance, the country is the largest producer and exporter of coffee in the world. The quality of coffee is influenced by several factors, such as species, cultivar, labor management, processing and presence of microorganisms. The increase in the consumption of specialty coffees has driven the search for methods that improve the sensorial quality of the drink, highlighting the use of beneficial microorganisms, such as *Cladosporium cladosporioides*. This fungus has shown promise, as in addition to protecting the grains from specific fungi, it improves their sensory characteristics, such as aroma and different notes.*

*The study aimed to evaluate the sensorial quality of coffee and the diversity of fungi present in the beans, with and without the use of *Cladosporium*, when applied on the field and/or in the field. The methodology was based on the quantitative analysis of mycelia using the serial dilution method; in the evaluation of the occurrence of microorganisms in coffee beans and in the sensorial analysis of the drink. The quantitative analysis of mycelium demonstrated that the serial dilution from 10^{-5} obtained 240 CFU. The results of the sensory analyzes showed that the treatments T1 (Control), T2 and T4 where *Cladosporium cladosporioides* were applied only once in the field and yard were considered special coffees, as they presented a score equal to or greater than 80 points. The coffee obtained through the T3 treatment, application of the fungus twice, once in the field and once in the yard, presented a score below 80 points, not being considered a special drink.*

Keywords: Special coffee; Protective fungus; Sensory analysis

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Brasil é uma das atividades agrícolas mais importantes e tradicionais do país. Desde a sua introdução no século XVIII, o café se tornou uma das principais *commodities* brasileiras, desempenhando um papel crucial na economia e no desenvolvimento do país e tornando o Brasil o maior produtor e exportador mundial do fruto e um dos maiores consumidores da bebida (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2022; Companhia Nacional de abastecimento - CONAB, 2023).

A qualidade do café pode ser influenciada por diversos fatores, sendo eles: a espécie, o cultivo utilizado, o manejo da lavoura, o processamento e principalmente, como se vem destacando como as comunidades microbianas associadas aos frutos de café (*Coffea spp.*) (Veloso et al. 2020).

Com o crescimento de cafeterias e o interesse por cafés especiais tem aumentado o consumo de cafés de alta qualidade no país (Carvalho; Spence, 2018). A procura por aromas e notas sensoriais diferenciadas têm levado os produtores a buscarem por alternativas para conseguirem produzir um café especial que atenda a demanda dos consumidores. Compreender os fatores que influenciam a interação entre genótipo, ambiente e processamento do café desempenham um papel crucial na tomada de decisões durante o manejo. Essa abordagem visa melhorar a qualidade do produto, atendendo à crescente demanda de consumidores que valorizam atributos sensoriais em cafés especiais, além de garantir a segurança alimentar (Ribeiro et al., 2016; Paiva et al., 2023).

Uma das alternativas para a melhoria da qualidade, que tem se mostrado promissora, é a utilização de microrganismos benéficos para ressaltar a qualidade dos grãos. A utilização de microrganismos, em conjunto com manejos que intensificam aromas, notas e pontuações diferenciadas, além de preservar as qualidades benéficas do fruto, atuam como uma proteção contra fungos prejudiciais que comprometem a bebida, levando à perda de qualidade e, consequentemente, à redução nas pontuações (Angélico; Chalfoun; Rezende, 2017).

Um microrganismo com destaque para uso no café é o *Cladosporium cladosporioides*, que nos últimos anos tem sido um aliado do cafeicultor quanto à produção de cafés especiais e está presente em algumas regiões cafeicultoras do país, em especial no Sul de Minas Gerais (Pereira; Pfenning; Castro, 2005; Chalfoun, 2010; Angélico; Chalfoun; Rezende, 2017).

Angélico, Chalfoun e Rezende (2017) descrevem que o fungo é antagonista, agindo

como bioprotetor do grão de outros fungos nocivos ao café, que causam fermentação indesejada dos grãos sadios, causando a desvalorização da bebida.

Para que o café se beneficie desse agente protetor é preciso que os grãos fiquem o máximo de tempo possível em contato com os grãos (Chalfoun, 2010).

Existem algumas particularidades para a aplicação do *Cladosporium* na lavoura. Estudos mostraram que o fungo não consegue se multiplicar em altas temperaturas, no entanto, quando o clima é favorável ele se multiplica facilmente, tornando-se um protetor para os grãos do café (Oliveira et al., 2004; Pereira; Pfenning; Castro, 2005; Guimarães, 2014). Para o café que já foi colhido e está no terreiro, foram poucas as avaliações com os efeitos da aplicação do *Cladosporium*, com resultados ainda não significativos.

Por isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade sensorial da bebida de café, investigar a diversidade de fungos presentes na extremidade dos grãos e realizar a contagem do número provável de unidades formadoras de colônias, a fim de determinar a concentração de fungos nas diferentes condições de tratamento, com e sem aplicação de *Cladosporium cladosporioides* nos grãos de café na lavoura e no terreiro de secagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do café (*Coffea arabica*)

O cafeeiro pertence à família *Rubiaceae* e ao gênero *Coffea* e possui uma grande variedade de espécies, sendo que as espécies *C. arabica* e *C. canephora* são as mais cultivadas para fins comerciais (Martinez et al., 2017; Moldvaer, 2015).

A espécie *Coffea arabica* L, é uma planta arbustiva, que pode atingir de 2,5 a 4,5 metros de altura e possui folhas alongadas, de coloração verde-escura e brilhante. A espécie é sensível a condições climáticas extremas, preferindo temperaturas entre 15°C e 24°C e altitudes elevadas, geralmente acima de 600 metros. Ela floresce com pequenas flores brancas, que exalam um perfume semelhante ao jasmim e são responsáveis pela formação dos frutos. Esses frutos, também conhecidos como cerejas do café, demoram de sete a nove meses para amadurecer, passando de uma coloração verde para tons de vermelho ou amarelo, dependendo da variedade (Camargo, 2010; Ovalle-Rivera et al., 2015; Bilen et al., 2022).

Os grãos de café arábica apresentam características únicas em comparação com outras espécies. Geralmente, eles possuem um formato ovalado, com uma ranhura central curva, o que

é um traço típico dessa espécie. Além disso, esses grãos são conhecidos pelo menor teor de cafeína em comparação ao *Coffea canephora* (robusta), o que contribui para o sabor mais suave e menos amargo da bebida. O perfil sensorial dos grãos de arábica é complexo, com notas que vão de frutadas a florais e nuances achocolatadas. Esses grãos também têm um corpo mais leve e uma acidez balanceada, fatores que contribuem para sua popularidade entre consumidores que buscam uma experiência refinada ao apreciar o café (Ovalle-Rivera et al., 2015; Bilen et al., 2022).

Além disso, o café arábica se destaca por oferecer uma bebida de alta qualidade, suave, rica em sabor e aromas. A bebida é obtida a partir de grãos de café torrados e moídos, possui características como gosto amargo, coloração marrom e aroma bem marcante, amplamente consumida e considerada popular por suas propriedades estimulantes e composição (Moldvaer, 2015; Martinez et al., 2017; Fereira et al., 2022).

2.2 Café no Brasil

O café chegou no Brasil em 1727, trazidos por Francisco de Melo Palheta, militar brasileiro, que foi presenteado pela esposa do governador francês Claude d'Orvilliers. Inicialmente, o café foi plantado no Estado do Pará, próximo de Belém, porém perdeu força na região devido ao interesse maior na extração de borracha que já era grande na região (Martins, 2017; Bacarat, 2020).

Do Norte, o café expandiu-se pelo Brasil, chegando ao Nordeste, nas regiões do Maranhão e Bahia, mas foi no Rio de Janeiro, onde o Brasil começou a ter uma produção de café mais notória, onde o café era destinado principalmente para o mercado interno e as exportações eram de poucas sacas. Em meados de 1840, no Brasil, o café era produzido em pequenas chácaras apenas para o consumo local, porém os europeus já consumiam muito a bebida. A estabilidade econômica do país na época contribui para o crescimento e disseminação da cultura no Brasil (Pereira, 2008; Bacarat, 2020).

Com a rápida expansão do café no Brasil, hoje o país é conhecido mundialmente como o maior produtor e exportador de café, segundo maior consumidor desempenhando um papel importante na economia global (Associação Brasileira da Indústria de Café - ABIC, 2024). As diversidades climáticas e geográficas das regiões produtoras, contribuem para a variedade e riqueza dos perfis de sabor dos cafés brasileiros (Torres, 2014).

De acordo com a CONAB (2023), as exportações de café geram receitas significativas em moeda estrangeira, contribuindo para o saldo positivo da balança comercial. Em 2023, o Brasil exportou aproximadamente 40 milhões de sacas de café, gerando receitas superiores a 6 bilhões de dólar. A cafeicultura é uma fonte fundamental de empregos, tanto diretos quanto indiretos e estima-se que o setor empregue cerca de 8 milhões de pessoas, incluindo pequenos agricultores, trabalhadores de colheita, processadores e profissionais de logística e exportação, tornando ramo importante para muitas famílias rurais, especialmente em estados como Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia (CONAB, 2023).

Vários estudos destacam a evolução das práticas agrícolas no Brasil, especialmente a adoção de técnicas sustentáveis e de manejo integrado que visam a aumentar a produtividade sem comprometer a qualidade e o meio ambiente. Os desafios enfrentados pelos produtores de café, como as mudanças climáticas, que afetam diretamente a produção e a qualidade dos grãos, e a necessidade de inovação constante para se manter competitivo no mercado internacional têm sido pontos importantes encontrados nestas pesquisas (Chalfoun, 2010; Angélico, 2011; Francisco, 2022; Paiva et al., 2023).

2.3 Qualidade do café

A definição da qualidade de um produto é dificultada por existir uma relação de dependência do mesmo com o mercado de destino, assumindo o consumidor um papel preponderante neste contexto. De maneira abrangente, pode ser definida como um conjunto de atributos físico-químicos, sensoriais e de segurança que atenda às exigências dos consumidores (Silva; Minim; Ribeiro, 2005; Torres, 2014).

Por muitos anos, o cenário do café no Brasil esteve associado a um produto de baixa qualidade, frequentemente adulterado com impurezas, enquanto os grãos de melhor qualidade eram exportados. No entanto, a partir da década de 1990, ocorreram mudanças significativas com foco na melhoria da qualidade, tanto para o mercado interno quanto para o externo (Silveira et al., 2020). Em 1989, no Brasil, a Associação Brasileira da Indústria do café (ABIC) definiu o selo de pureza, proporcionando ao consumidor a segurança de estar adquirindo um produto de qualidade (ABIC, 2024).

Assim, observou-se um aumento na popularidade dos cafés especiais e de bebidas à base de café com características sensoriais diferenciadas e exclusivas nacionalmente. Atualmente,

os cafés especiais representam uma parte importante do mercado global (Brazil Speciality Coffee Association – BSCA, 2018; Silveira et al., 2020).

A obtenção de cafés especiais depende dos procedimentos adotados em toda a cadeia produtiva que se iniciam com a dedicação dos produtores desde o plantio até a colheita, processamento e armazenamento. Existem várias características que influenciam na qualidade, e, conseqüentemente, no preço do café, sendo elas: a qualidade químico-física, os atributos sensoriais e a segurança alimentar, que proporcionam perspectivas diferentes ao consumidor (Mesquita et al., 2016; Maretto, 2016).

Para Veloso et al. (2020) destacaram a influência do ambiente na diversidade dos microrganismos e sugeriram que a qualidade final das bebidas de café é afetada por esta diversidade.

2.4 Classificação quanto à qualidade da bebida

De acordo com a Instrução Normativa Brasileira nº 8, de 11 de junho de 2003 (Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA, 2003), a qualidade dos cafés arábica brasileiro é apurada em 7 classificações distintas que estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificações do grão de café segundo Instrução Normativa nº 8 do MAPA.

Classificação	Descrição
Estritamente mole	Café com todos os requisitos de aroma e sabor “mole”, porém mais acentuado
Mole	Café com aroma e sabor agradável, brando e adocicado
Apenas mole	Café que apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar
Dura	Café que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos
Riada	Café que apresenta leve sabor, típico de iodofórmio
Rio	Café que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio
Riozona	Café que apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar

Fonte: Adaptado de MAPA (2003).

Além de cumprir as exigências legislativas em relação à qualidade do café, ainda existe uma classificação para cafés especiais no Brasil, que é feita pela Specialty Coffee Association of America (SCAA), “a classificação sensorial dos cafés, é baseada na pontuação de 0 (zero) a 100 que a bebida atinge ao final da degustação. Aqueles cafés que atingem uma nota final maior que 80 pontos são considerados especiais” (SENAR, 2017, p. 31).

O café especial representa o ápice da cafeicultura em termos de qualidade, sustentabilidade e valor agregado. É um segmento que exige dedicação e conhecimento profundo por parte dos produtores, mas que oferece recompensas significativas tanto em termos de reconhecimento quanto de retorno econômico (Chalfoun, 2010; Christo et al., 2021).

2.5 Uso do *Cladosporium cladosporioides*

O gênero *Cladosporium* possui cerca de 500 espécies descritas, das quais aproximadamente 15 são de ocorrência comum e relevância. Esse fungo forma colônias que variam em coloração, predominantemente verde-oliva, mas que também podem apresentar tons de cinza, amarelo, marrom ou preto, com textura aveludada ou flocosa (Pereira et al., 2005; Elizei, 2009).

O *Cladosporium cladosporioides* é um fungo distribuído globalmente, encontrado em diversas condições e ambientes. O fungo é encontrado como saprófita em solo e matéria orgânica, além de ser um contaminante do ar e dos alimentos. Este fungo atua como um competidor forte contra outros microrganismos, o que pode ser benéfico em ambientes onde a competição por recursos é intensa. Sua capacidade de colonizar substratos diversos o torna um importante agente na dinâmica microbiana do solo e do ar (Pereira; Pfenning; Castro, 2005; Silva, 2015).

Diversos estudos indicam que o *Cladosporium* está associado à qualidade sensorial desejável na bebida de café. Estes microrganismos são capazes de produzir substâncias metabólicas com potencial interesse, desenvolvendo essa habilidade como uma resposta adaptativa ao crescimento em habitats desfavoráveis (Pereira et al., 2005; Elizei, 2009; Rolim et al., 2019; Salvatore; Andolfi; Nicoletti, 2021).

2.6 Efeito do uso de *Cladosporium cladosporioides* no café

O fungo *Cladosporium* sp. em grãos de café foi descrito pela primeira vez por Bitancourt (1957). Alves (1996) ao estudar a dinâmica das populações de fungos nos grãos de café, ele identificou o fungo *Cladosporium* sp. em várias fases do desenvolvimento e processamento dos grãos, e notando um aumento da incidência do fungo na fase de maturação do fruto. O fungo mostrou relação com a qualidade do grão nos trabalhos de Carvalho, Chalfoun e Chagas (1989), Meirelles (1990), Pereira (2002) e Pereira, Pfenning e de Castro (2005).

Um fator que compromete a qualidade do café em certas regiões do Brasil é a presença de chuvas durante o inverno, que coincide com o período da colheita. Essa situação pode favorecer o surgimento de fungos, bactérias e leveduras, resultando em fermentações indesejadas nos grãos de café, portanto, a implementação de boas práticas agrícolas e de manufatura é essencial para minimizar os riscos e garantir a qualidade e segurança do café, trazendo melhorias significativas para a bebida (Silva; Batista; Schwan, 2008).

Para reduzir esses problemas e evitar o uso de fungicidas, estudos conduzidos com fungos do gênero *Cladosporium* sp. indicaram que esses microrganismos são muito promissores quanto ao uso como agentes biológicos em diversas culturas (Islam et al., 2019), devido a um metabólito chamado cladosporol, que tem atividade inibidora na germinação e desenvolvimento de outros fungos (Nasini et al., 2004) e da bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Blacutt et al., 2020).

Embora a presença de fungos nos grãos de café seja geralmente vista como uma preocupação, considerar os efeitos específicos de diferentes gêneros microbianos como o *Cladosporium cladosporioides*, em particular, pode oferecer benefícios únicos que melhoram a qualidade final da bebida e, ainda, apresenta atributos de antagonismo em microrganismos nocivos ao café (Angélico; Chalfoun; Rezende, 2017; Francisco et al., 2022). A utilização de *Cladosporium* sp. em sistemas agroecológicos deve ser investigada, pois pode reduzir a severidade de doenças, assim como aumentar a produção.

Um possível mecanismo de ação desse fungo, em grãos de café, é o consumo acelerado da mucilagem do fruto, o que pode impedir ou dificultar o estabelecimento de outros fungos que afetariam a qualidade final do café (Pereira et al., 2005; Elizei, 2009; Haile; Hee Kang, 2019).

O emprego de *C. cladosporioides* na cafeicultura é benéfico, pois diminui a dependência

de pesticidas e fertilizantes, incentivando uma agricultura orgânica e sustentável. A população do fungo nos frutos aumenta proporcionalmente com o amadurecimento do fruto, atingindo seu ponto máximo no estágio cereja. Além disso, seu uso pode aprimorar as qualidades sensoriais do café, trazendo, assim, novas vantagens para a indústria de bebidas de café (Pereira, Pfenning; de Castro, 2005; Assad et al., 2023).

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Capoeirinha, no município de Nepomuceno/MG, onde o clima da região é tropical de altitude com temperaturas médias que variam de 17° a 22° C, altitude de 853 m, nas coordenadas 45°18'28.46"O e 21°13'55.16"S (Zákhia et al., 2020).

A pesquisa foi realizada em um talhão de café (*Coffea arábica*), cultivar Catuaí vermelho, plantado a 850 m de altitude, espaçamento de 2,8 x 0,9 m e com 20 anos de idade. Esse talhão recebeu alguns manejos de condução em 2024, como adubação convencional com 27.00.00, na dose de 1.667 kg por hectare, em fevereiro de 2024, e pulverização com 100 ml de Essencial neutro, 500 g de Quelato MN, 500 g de Quelato ZN, 1 L de inseticida omite e 1,5 L fungicida Opera por hectare, em março de 2024.

3. 1 Descrição das atividades com fungo *Cladosporium cladosporioides* in vitro

A cepa original do *Cladosporium cladosporioides* foi isolada de um plantio comercial de café *C. arabica* no município de Campos Gerais e levada ao Laboratório Multiuso do UNIS, em Varginha, para multiplicação e repicagem.

Após o crescimento do *Cladosporium* em cultura pura iniciou-se o método de diluição seriada, descrita por Pinto, Lucon e Bettiol (2019) com modificações na escala, como descrito a seguir. Num Erlenmeyer, contendo 9 mL de solução salina a 0,9 %, adicionou-se 1 mL da cultura pura do fungo *Cladosporium* e submetendo-os à agitação de 1500 rpm, por 1 hora, na mesa agitadora. Após agitação, com auxílio de uma micropipeta, ressuspendeu-se a solução no Erlenmeyer e retirou-se 1 ml da solução e transferiu-se para um tubo de ensaio contendo 9 ml de água salina, obtendo-se assim, a primeira diluição (10^{-1}).

Novamente, após nova ressuspensão, o procedimento foi realizado, retirando-se 1 mL

do tubo de ensaio da diluição 10^{-1} e transferindo-o para o próximo tubo de ensaio, contendo 9 mL de solução salina, obtendo-se assim a diluição 10^{-2} . Assim, sucessivamente, o procedimento foi sendo cuidadosamente realizado obtendo-se as diluições 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} . A partir da diluição 10^{-4} , 0,1 mL da solução foi transferido para placas contendo Ágar Batata Dextrosado (BDA) com auxílio de uma micropipeta. Na sequência, foram montadas 3 placas com a diluição 10^{-4} , 3 placas com a diluição 10^{-5} e 3 placas com a diluição 10^{-6} . As placas, devidamente etiquetadas, foram incubadas em BOD (Biochemical Oxygen Demand) a 25°C, por 7 dias, para oferecer as condições ideais para o desenvolvimento do fungo e posterior contagem do número provável de unidade formadoras de colônias, nas respectivas diluições e no inóculo inicial.

Após procedimento, as placas novamente repicadas em BDA e mantidas na BOD por 15 dias para realização da avaliação da caracterização morfológica do *Cladosporium cladosporioides*. Nos procedimentos *in vitro* foram feitas as seguintes avaliações:

Avaliação qualitativa do fungo com caracterização morfológica do *Cladosporium* que foi aplicado no experimento.

Avaliação quantitativa com contagem das colônias Unidades Formadoras de Colônias (UFC) do fungo que cresceram nas placas com as diluições, com auxílio de um contador de colônias manual.

Escolheu-se a diluição que apresentou o maior número de colônias, mas que cresceram isoladamente, sendo possível uma contagem segura das UFC. Como foram 3 repetições de cada diluição, o resultado foi a média das colônias contadas na melhor diluição.

3.2 Descrição das atividades com fungo *Cladosporium cladosporioides* *in vitro*

A cepa do fungo *Cladosporium cladosporioides* aplicado no experimento foi multiplicada em fermentadores na fazenda Capoeirinha.

Quanto à aplicação do *Cladosporium cladosporioides* na lavoura, o fungo foi aplicado na lavoura com a utilização de um pulverizador costal da Jacto®, com ponta simples cônicas na barra de pulverização na dosagem de 10 litros por hectare. O *Cladosporium* foi aplicado na fase dos “grãos passa a seco” no final da tarde do dia 1 julho de 2024 e colhido 40 dias após a aplicação, no dia 10 de agosto de 2024. A colheita foi realizada através de derriça motorizada onde os grãos caíram no pano cuidadosamente colocado no chão debaixo dos pés de café. Com auxílio de um soprador, as folhas e os ramos que caíram juntos com os grãos no pano foram

separados e retirados até que ficassem apenas os grãos em cima do pano. Na sequência, os grãos foram colocados dentro de sacarias de ráfia e levados para secagem manual no terreiro de cimento da fazenda. Com auxílio de um rodo de madeira, os grãos foram revolvidos a cada 6 h. Esse processo foi repetido até que os grãos atingiram 12 % de umidade. Após o processo de secagem no terreiro, o café foi armazenado em sacarias de ráfia, em cima de paletes, na tulha de descanso, por aproximadamente por quase dois meses. Após esse período, o café voltou ao terreiro de secagem e foi revolvido com auxílio de rodo de madeira até atingir 11,5% de umidade, para depois seguirem para o processo de beneficiamento. Na sequência, foram encaminhadas amostras de 2 kg para o provador qualificado e 500g para o laboratório de microbiologia do grupo Unis para as análises microbiológicas.

Em relação à aplicação do *Cladosporium cladosporioides* no terreiro foi realizada após a colheita, através de derriça motorizada como descrita no item acima, os grãos foram colocados dentro de sacarias de ráfia e levados para aplicação do fungo *Cladosporium* no terreiro de cimento da fazenda. Os grãos foram amontoados manualmente para aplicação do fungo com a utilização de um pulverizador costal da Jacto®, com ponta simples cônicas na barra de pulverização na dosagem de 10 litros por hectare. Com auxílio de um rodo de madeira, os grãos foram revolvidos a cada 6 h. Esse processo foi repetido até que os grãos atingiram 12% de umidade. Após a secagem no terreiro, o café foi armazenado em sacarias de ráfia, em cima de paletes, na tulha de descanso, por aproximadamente quase dois meses. Após esse período o café voltou ao terreiro de secagem e foi revolvido com auxílio de um rodo de madeira até atingir 11,5% de umidade, onde seguiram para o processo de beneficiamento. Na sequência, foram encaminhadas amostras de 2 kg para os provadores qualificados e 500g para o laboratório de microbiologia do grupo Unis para as análises microbiológica.

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido com 4 tratamentos diferentes (Tabela 2), de acordo com aplicação ou não do fungo e seus respectivos locais de aplicação.

Tabela 2 – Tratamentos e suas descrições. Nepomuceno, 2024.

Tratamento	Aplicação de <i>Cladosporium cladosporioides</i>	Local de aplicação
T1 (testemunha)	Não	na lavoura e no terreiro
T2	Sim	na lavoura
T3	Sim	na lavoura e no terreiro
T4	Sim	no terreiro

Fonte: Da autora (2024).

A pesquisa foi conduzida em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) com 12 plantas por parcela, 4 tratamentos e 5 repetições, sendo considerada como parcela útil as 8 plantas centrais, totalizando 20 parcelas.

Foram utilizadas estacas de bambu para separar os tratamentos e duas estacas para delimitar os blocos, que foram fixadas ao solo com auxílio de uma marreta, para que não houvesse interferência nos resultados.

3.4 Avaliações e Análise Estatística

Foram realizadas as análises quantitativas dos micélios pelo método de diluição seriada; avaliação da ocorrência de microrganismos nos grãos de café e análise sensorial da bebida.

Para a análise sensorial, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo *software* Sisvar 4.3 (Ferreira, 2014).

3.5 Avaliação microbiológica qualitativa e quantitativa dos grãos de café

Para essa avaliação, foram montadas em 3 placas de BDA (batata + dextrose + ágar) para cada tratamento, com 8 frutos por placa. Posteriormente, as amostras plaqueadas foram armazenadas em meio ambiente, para avaliação do crescimento dos possíveis microrganismos presentes nos grãos de café em condições não asséptica.

Após o período de 14 dias, foi realizada a observação visual do crescimento das principais colônias provenientes das amostras, com auxílio de um microscópio estereoscópio.

3.6 Análise Sensorial

As análises sensoriais foram realizadas, utilizando-se a metodologia proposta pela Specialty Coffee Association – SCA (SCAA, 2008), por provadores devidamente treinados. Utilizou-se o Laudo de Classificação e Degustação de Café Arábica SCAA, para a prova dos tratamentos, para avaliação sensorial e classificação da bebida do café nos quatro tratamentos.

Segundo esta metodologia de análise sensorial descritiva quantitativa, os atributos avaliados foram: fragrância, sabor, *aftertaste*, acidez, corpo, uniformidade, xícara limpa, doçura, balanço e geral. Para cada um dos parâmetros, a amostra recebe uma nota de 0 a 10 que, ao final, são somados para obtenção da nota final (máximo de 100 pontos). A amostra de café que atingir a pontuação de 80 pontos ou mais é considerada café especial (SCAA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise sensorial

Conforme a análise de variância realizada, constatou-se que não houve diferenças significativas ($Pr > F_c$) para sabor e doçura em relação aos tratamentos durante o estudo (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância (ANAVA) para as variáveis sabor e doçura. Nepomuceno – MG, 2024.

FV	GL	Pr>Fc	
		Sabor	Doçura
Tratamento	3	0,2568ns	0,1948ns
Bloco	4		
Erro	12		
Total	19		
CV (%)		4,38	1,59
Média Geral		7,15	9,92

ns: não significativo; FV: fontes de variação; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Da autora (2024).

Entretanto, observou-se diferença significativa nas variáveis dos atributos avaliados: fragrância, *aftertaste*, acidez, corpo, uniformidade, xícara limpa, balanço, geral e Nota final (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância (ANAVA) para as variáveis: fragrância, *aftertaste*; acidez; corpo; uniformidade; xícara limpa; balanço; geral e Nota final. Nepomuceno – MG, 2024.

FV	GL	Pr>Fc				
		Fragrância	<i>Aftertaste</i>	Acidez	Corpo	Uniformidade
Tratamento	3	0,0036*	0,0098*	0,0046*	0,0002*	0,0000*
Bloco	4					
Erro	12					
Total	19					
CV%		5,63	5,93	5,05	3,5	2,27
Média Geral		7,03	6,78	6,82	7,37	9,42

FV	GL	Pr>Fc			
		Xícara Limpa	Balanço	Geral	Nota Final
Tratamento	3	0,0000*	0,0003*	0,0365*	0,0000*
Bloco	4				
Erro	12				
Total	19				
CV (%)		1,18	4,74	4,49	0,59
Média Geral		9,47	7,27	7,4	78,66

*: significativo a 5%; FV: fontes de variação; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Da autora (2024).

Os tratamentos com e sem aplicação de *Cladosporium cladosporioides* nos grãos de café em lavoura e terreiro foram avaliados e após a coleta dos dados do provador os dados foram tratados e estão apresentados na Tabela 5.

De acordo com a Tabela 5, os tratamentos T1(Testemunha), T2(Aplicação lavoura) e T4(Aplicação terreiro) podem ser considerados cafés especiais, pois apresentaram nota igual ou superior a 80 pontos, conforme a classificação dos cafés especiais da Specialty Coffee Association of America (SCAA), sendo possível também observar, que entre a testemunha e onde foi aplicado o fungo apenas na lavoura ou apenas no terreiro não houve diferença significativa nos tratamentos.

Tabela 5 - Médias e desvio padrão das notas de cada tratamento Nepomuceno –MG,2024.

	Tratamento				CV (%)
	1	2	3	4	
Fragrância	7,20 a	7,60 a	6,42 b	6,90 ab	5,63
Aftertaste	7,00 a	7,00 a	6,12 b	7,00 a	5,93
Acidez	7,00 a	7,10 a	6,20 b	7,00 a	5,05
Corpo	7,50 a	7,70 a	6,70 b	7,60 a	3,50
Uniformidade	10,00 a	9,80 a	7,9 b	10,00 a	2,27
Xícara Limpa	10,00 a	10,00 a	7,90 b	10,00 a	1,18
Balanço	7,50 a	7,60 a	6,40 b	7,60 a	4,74
Geral	7,40 ab	7,50 ab	7,00 b	7,70 a	4,49
Nota Final	80,90 a	81,20 a	71,44 b	81,10 a	0,59

T1: testemunha (sem aplicação do *Cladosporium cladosporioides*); T2: com aplicação do *Cladosporium cladosporioides* na lavoura; T3: com aplicação do *Cladosporium cladosporioides* na lavoura e no terreiro; T4: com aplicação do *Cladosporium cladosporioides* no terreiro. CV: coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. Fonte: Da autora (2024).

Os resultados também mostraram que, onde foi aplicado o fungo apenas uma única vez, houve um acréscimo de 0,3 pontos na nota final da bebida, ou seja, a aplicação do fungo trouxe um ganho a mais para o produtor na nota final. Os resultados apresentados na Tabela 4 revelaram que os manejos aplicados nessa lavoura foram adequados, pois o T1 (testemunha), no qual não foi feita nenhuma aplicação, também recebeu uma nota com mais de 80 pontos, sendo assim considerada uma bebida especial, mesmo sem aplicação do *Cladosporium*.

Avaliando o atributo fragrância (Tabela 5), os tratamentos T1 (testemunha) e T2

(*Cladosporium* na lavoura) não apresentaram diferença estatística entre si, porém ao analisar a nota final, T2 (com aplicação do fungo) foi um ligeiramente maior do que a testemunha.

O tratamento com aplicação do *Cladosporium cladosporioides* na lavoura e no terreiro (T3) apresentou, de forma geral, as menores notas. Para os parâmetros de *aftertaste*, acidez, corpo, uniformidade, xícara limpa e balanço, o T3 apresentou diferenças significativas dos demais, mostrando a necessidade de mais estudos com a aplicação do fungo no terreiro, juntamente com a aplicação na lavoura. Quanto aos parâmetros de sabor e doçura, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Para a nota final, que foi a soma das notas dadas em cada parâmetro, apenas o T3 apresentou diferença significativa dos demais tratamentos (T1, T2 e T4). De acordo com sua nota final, T3 pode ser classificado como “comercialmente fino”.

Ao avaliar o uso de diferentes doses e diferentes condições pós-colheita, Paiva et al. (2023) não encontraram diferença significativa entre as diferentes doses de *C. cladosporioides* para grão de café cultivados no terreiro. Entretanto, ao avaliar a qualidade da bebida em diferentes condições pós-colheita, os grãos de café deixados armazenados em *bags* são mais afetados por esses processos fermentativos do que os expostos à chuva. Sendo assim, conclui-se que o café de terreiro manteve a qualidade nas avaliações sensoriais, independentemente da dose do bioprotetor, enquanto para grãos de café deixados na chuva ou em *bags*, os atributos foram melhorados com a aplicação do produto (Paiva et al., 2023), mostrando que a aplicação do fungo tem ação antagonista. Sunarharum et al. (2014) destacaram que essas propriedades também podem ser influenciadas pelos diferentes estágios de maturação em que o café foi colhido e pelos diversos métodos de processamento após a colheita.

Francisco et al. (2022), avaliando a qualidade do café em diferentes estádios de maturação, observaram que não houve diferenças estatísticas, para análise sensorial, entre a testemunha e os tratamentos (com a aplicação do *Cladosporium*) na qualidade da bebida. O mesmo perfil foi observado neste estudo, entre a testemunha (T1) e os tratamentos T2 e T4. Porém, este trabalho indicou que com a aplicação de *C. cladosporioides*, pode-se obter alguns pontos a mais na nota final na avaliação sensorial da bebida. E, esse resultado responde a hipótese desse trabalho, demonstrando que a aplicação foi positiva. Apesar de não haver diferenças estatísticas entre a testemunha (T1) e a aplicação apenas na Lavoura (T2), e entre a maioria dos quesitos de aplicação no terreiro (T4), observou-se um aumento da nota que poderá render maiores ganhos ao produtor na comercialização do seu produto, quando aplicado o fungo. Os bons resultados obtidos pela testemunha (T1) demonstrou que os tratos culturais e os

manejos com a lavoura, dentro da propriedade onde o experimento foi conduzido, foram muito bem empregados para a produção de um café de melhor qualidade (Caixeta, 2024).

Os resultados obtidos nesse experimento apontaram bons resultados para a aplicação *C. cladosporioides* na lavoura, apesar de não ter sido significativo. Esse resultado foi bastante promissor porque, para o produtor, a aplicação do fungo na lavoura é mais fácil, uma vez que o fungo pode ser aplicado com auxílio de maquinário, agilizando a operação. Por outro lado, a aplicação no terreiro exige mais tempo e espaço, já que nessa época de colheita fica muito mais difícil e oneroso para o produtor organizar-se para esse tipo de manejo no terreiro.

4.2 Avaliação microbiológica qualitativa e quantitativa dos grãos de café

Esta atividade ocorreu com a diluição 10^{-5} da diluição seriada realizada com a cepa do fungo *Cladosporium* usado no experimento em campo.

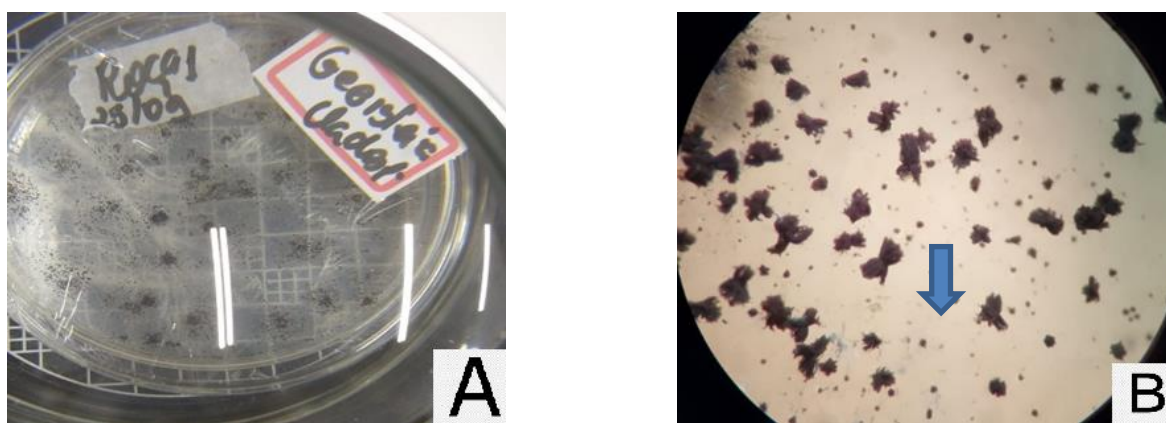


Figura 1 - *Cladosporium cladosporioides* (A) Placa no Contador de Colônias no laboratório (B) Foto em microscópio estereoscópico no fungo em Crescimento micelial inicial pontuado e disperso. Fonte autora, Varginha-MG, 2024.

Nessa diluição o fungo cresceu de forma isolada, possibilitando, uma contagem segura das UFC. O resultado final da contagem um total de 240 UFC por placa (Figura 1).

A partir da contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) obteve-se em 1 ml de solução 24×10^7 partes do *Cladosporium*. A Aplicação com *Cladosporium* no experimento no

campo (lavoura e terreiro) foi feita na dosagem de 10 litros/ha e essa cepa do fungo foi fermentado em fermentadores artesanais na própria fazenda, utilizando a metodologia “*On Farm*” (Monnerat et al., 2020). Testes preliminares com a cepa da fazenda, observou-se no microscópio a presença apenas de micélios. Portanto, tudo indicava que o que estava se aspergindo no café eram partes de micélio e não esporos.

Apesar da associação comum e ocorrência generalizada de *Cladosporium* em frutos do cafeeiro, a espécie ainda não foi devidamente caracterizada e identificada. O *Cladosporium* tem ampla dispersão, crescimento muito diversificado e com relações ecológicas saprofíticas, endofíticas e até patogênicas, isso levando em consideração apenas as relações de importância agrônômica (Pereira, 2021).

O fungo utilizado nesse experimento apresentou no laboratório crescimento micelial inicial lento em BDA. Caracterizando-se pela formação de colônias puntiformes e efusas de coloração cinza-olivácea de reverso preto e consistência aveludada e flocosa (Bensch et al., 2012) (Figura 2).

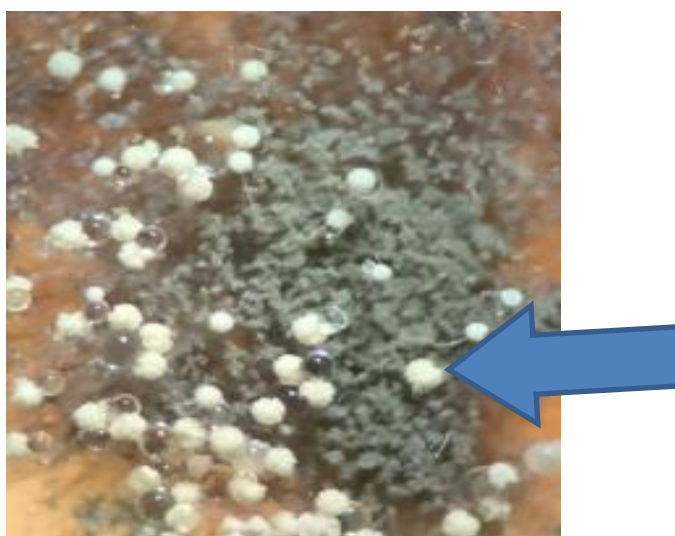


Figura 2 - *Cladosporium* com início das estruturas de reprodução. Varginha-Mg, 2024. Fonte: Da autora.

Observou-se o início de formação de estruturas de reprodução para formação de esporos assexuados, sendo, portanto, classificado como um fungo anamorfo, pela ausência de estruturas de reprodução sexuada (Freire, 2019). Essa descrição foi compatível com a descrição micelial

e reprodutiva do fungo em meio BDA, na literatura. No entanto, até o momento da apresentação desse trabalho, as estruturas de reprodução encontradas estavam imaturas, impossibilitando, assim, o acréscimo de informações a essa caracterização morfológica.

Aprender o procedimento de realizar uma diluição seriada e contar, sejam colônias ou esporos, passou a ser uma atividade muito importante e segura na agricultura “*On Farm*” pois, permite ao agricultor, conhecer a concentração de micélios ou esporos que ele está aspergindo nos talhões de café na sua propriedade. E, permite ao produtor caracterizar o fungo que ele está fermentando e aplicando na sua lavoura e para evitar contaminações bacterianas e de outros fungos no seu fermentador e assim, evitar prejuízos futuros (Monnerat et al., 2020).

A Figura 3 mostra a análise quantitativa de microrganismos presentes nos grãos de café dos tratamentos.

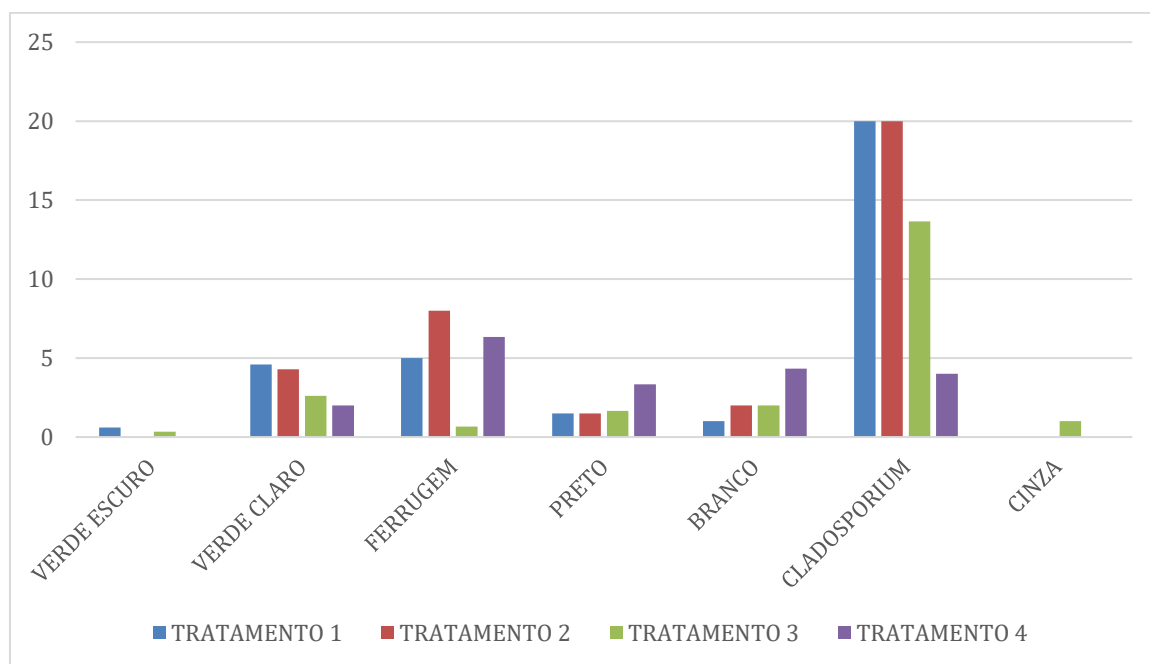


Figura 3 - Gráfico de quantidades de microrganismos presentes nos grãos. Varginha-MG, 2024. Fonte: Da autora.

Como podemos observar através da Figura 3, os Tratamentos 1 e 2 apresentaram quantidades iguais de *Cladosporium*, sendo esses os tratamentos que mais apresentaram crescimento de microrganismos (Figura 3). Os estudos indicam que a ocorrência e a diversidade de microrganismos estão diretamente relacionadas à disponibilidade de ambientes propícios

para seu desenvolvimento (Ferreira, 2022). E que, além disso, temperaturas e altitudes, podem também influenciar o processo de amadurecimento dos frutos, promovendo um maior acúmulo de compostos químicos e contribuindo para a ampliação da diversidade microbiana (Perrone et al., 2007; Braccini et al., 2008; Pimenta, 2020).

Foi realizada uma análise qualitativa dos grãos através do microscópio estereoscópico no Laboratório, sendo possível observar o crescimento dos microrganismos nos grãos. Essa análise, revelou uma grande uniformidade de microrganismos presentes tanto nos grãos onde foi aplicado o *Cladosporium* como na testemunha (Figura 4).

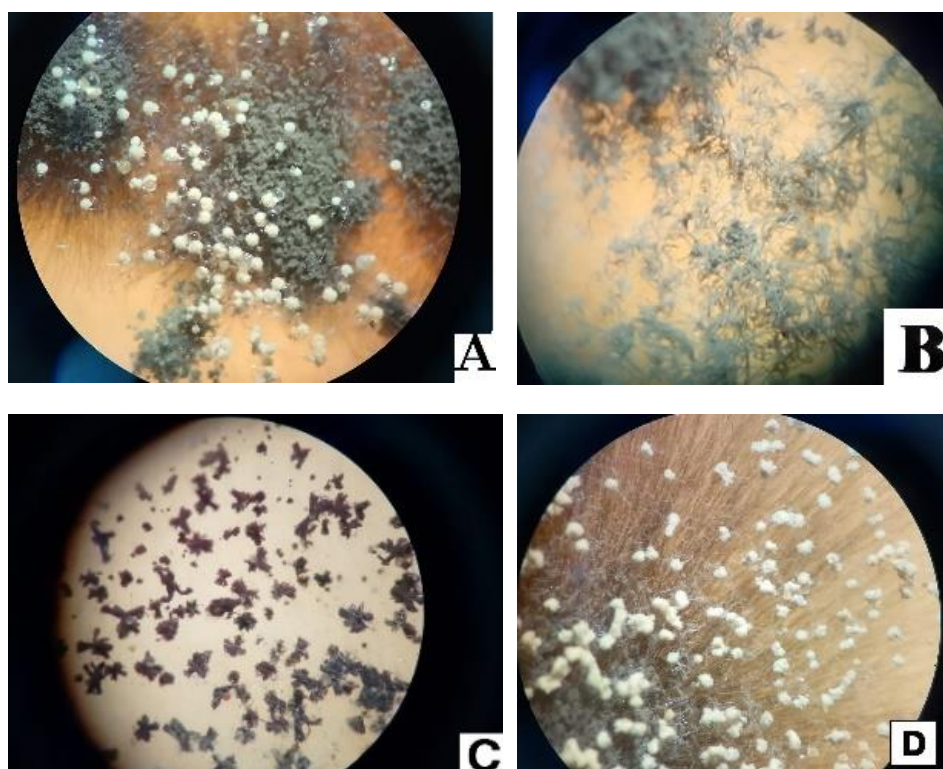


Figura 4 - Crescimento micelial nos grãos de café: Tratamento 1 (A), Tratamento 3 (B), Tratamento 2 (C) e Tratamento 4 (D). Varginha-MG, 2024. Fonte: Da autora.

Veloso et al. (2020) ressaltaram que há influência do ambiente na diversidade microbiana e sugeriram que essa diversidade afeta a qualidade final das bebidas de café, destacando a interação entre a comunidade microbiana e o ambiente, ou seja, a lavoura estudada apresenta características propícias para o desenvolvimento de microrganismos benéficos a qualidade, junto a isso o manejo.

Inferese-se que o *Cladosporium* não variou sua ocorrência em função dos diferentes estádios no qual foi pulverizado, mesmo na ausência de aplicação, indicando que este já ocorria de

maneira natural na lavoura, conferindo efeito antagonista aos fungos toxigênicos (Angélico; Chalfoun; Rezende, 2017), o que possivelmente foi comprovado com o presente estudo.

5 CONCLUSÕES

O uso de *Cladosporium cladosporioides* não demonstrou diferença estatisticamente significativa em relação aos tratamentos aplicados isoladamente na lavoura ou no terreiro. Porém, os resultados indicam que a aplicação do *Cladosporium cladosporioides* possui potencial para promover melhorias significativas na qualidade do café.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café. **Categorias de Qualidade do Café**. 2024. Disponível em: <https://www.abic.com.br/certificacoes/qualidade/>. Acesso em: 12 maio 2024.

ALVES, E. **População fúngica associada ao café (*Coffea arabica* L.) beneficiado e às fases pré e pós colheita** – relação com a bebida e o local de cultivo. 1996. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

ANGÉLICO, C. L.; CHALFOUN, S. M.; REZENDE, M. L. V. Hiperparasitism on mycotoxigenic fungus *Aspergillus ochraceus* G. Wilh. By *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) de Vries. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, v. 3, n. 11, p. 14-16, Nov. 2017.

ANGÉLICO, C. L.; PIMENTA, C. J.; CHALFOUN, S. M.; CHAGAS, S. J. D. R.; PEREIRA, M. C.; CHALFOUN, Y. Diferentes estádios de maturação e tempos de ensacamento sobre a qualidade do café. **Coffee Science**, v. 6, n. 1, p. 8-19, jan./abr. 2011.

ASSAD, S.; PRIYASHANTHA, A. K. H.; TIBPROMMA, S.; LUO, Y.; ZHANG, J.; ZHUQING, V.; ZHAO, L.; SHEN, K.; NIU, C.; LU, L.; PROMPUTTHA, I.; KARUNARATHNA, S. C. Coffee-Associated Endophytes: Plant Growth Promotion and Crop Protection. **Biology**, v. 12, n. 7, 911, 2023.

BACARAT, M. N. da S. **Uma abordagem sobre a qualidade da bebida café.** 2020. Monografia (Bacharel) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2020. 32f.

BENSCH, K. et al. The genus *Cladosporium*. **Studies in Mycology**, v. 72, n. 1, p. 1–401, June 2012.

BILEN, C.; EL CHAMI, D.; MEREU, V.; TRABUCCO, A.; MARRAS, S.; SPANO, D. A Systematic Review on the Impacts of Climate Change on Coffee Agrosystems. **Plants (Basel)**, v. 12, n. 1, p. 102, 2022.

BITANCOURT, A. A. **As ferramentas e podridões da cereja do café.** Boletim da Superintendência dos Serviços do Café, São Paulo, v. 32, n. 359, p. 7-14, jan. 1957.

BLACUTT, A.; GINNAN, N.; DANG, T. An In Vitro Pipeline for Screening and Selection of Citrus-Associated Microbiota with Potential Anti-”*Candidatus Liberibacter asiaticus*” Properties. **Applied Environmental Microbiology**, v. 86, e02883-19, 2020.

BRACCINI, A. L. et al. Produtividade de grãos e qualidade de sementes de café em resposta à densidade populacional. **Revista Ceres**, v. 55, n. 6, p. 489-496, 2008.

BSCA – BRAZIL SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION. **Café especial:** Brasil se consolida como fornecedor de qualidade no mercado dos EUA. 2018. Disponível em: https://brazilcoffeenation.com.br/news/cafe-especial-Brasil-consolida-_fornecedor-qualidade-mercado-EUA. Acesso em: 30 jun. 2024.

CAIXETA, E. T. et al. **Circular Técnica 008:** Manejo integrado de pragas e doenças do café arábica. Brasília: Embrapa Café, 2024.

CAMARGO, M. B. P de. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Agrometeorology**, Bragantina, v. 69, n. 1, p. 239-247, 2010.

CARVALHO, F. M.; SPENCE, C. The shape of the cup influences aroma, taste, and hedonic judgements of specialty coffee. **Food Quality and Preference**, v. 68, p. 315-321, May 2018.

CARVALHO, V. D. de.; CHALFOUN, S. M.; CHAGAS, S. J. de R. Relação entre classificação de café pela bebida e composição físicoquímica e química do grão beneficiado. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS*, 15., 1989, **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989, p. 25-26.

CHALFOUN, S. M. Biological control and bioactive microbial metabolites: a coffee quality perspective. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1071-1085, out. 2010.

CHRISTO, B. F.; DIAS JUNIOR, C. M.; SILVA, T. B. S.; COLODETTI, T. V. Cafés especiais como oportunidade de competitividade para pequenos e médios produtores brasileiros. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 8, p. 83617-83633, 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 10, safra 2023, n. 10 décimo levantamento, dezembro 2023. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>. Acesso em: 23 maio 2024.

ELIZEI, V. G. **Avaliação da viabilidade de fungos encapsulados e armazenados em diferentes temperaturas**. 2009. 59f. Dissertação (mestrado) Universidade federal de Lavras, Lavras, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2014.

FERREIRA, W. P. M. **Boas práticas agrícolas aplicadas à lavoura cafeeira para o estado de Minas Gerais**. Brasília: Embrapa Café, 2022.

FRANCISCO, K. C. P. et al. Qualidade de café, em diferentes estádios de maturação em função da aplicação de *Cladosporium cladosporioides*. **Nativa**, [Sinop], v. 10, n. 3, p. 351-

355, 2022.

FREIRE, K. T. L. de S. **Fungos endofíticos de bromélias do Parque Nacional do Vale do Catimbau (Caatinga) e produção de proteases com ação coagulante do leite.** 2019. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. 83 f.

GUIMARÃES, G. R. **Controle de *Cladosporium herbarum* e promoção de crescimento do feijoeiro pelo emprego de *Trichoderma harzianum*.** 2014. 54f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2014.

HAILE, M.; HEE KANG, W. The role of microbes in coffee fermentation and their impact on coffee quality. **Journal of Food Quality**, v. 2019, n. 1, p. 4836709.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Tabela 1618. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>. Acesso em: 26 out. 2024.

ISLAM, T.; GUPTA, D. R.; SUROVY, M. Z.; MAHMUD, N. U.; MAZLAN, N.; ISLAM, T. Identification and application of a fungal biocontrol agent *Cladosporium cladosporioides* against Bemisia tabaci. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 33, p. 1698-1705, 2019.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003.** Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. Associação Brasileira da Indústria do Café, 2003. Disponível em: <https://abic.com.br/wp-content/uploads/2021/07/Instrucao-Normativa-08-03.pdf> Acesso em: 25 jun. 2024.

MARETTO, C. **Cafés da espécie *Coffea arábica* L. produzidos no Circuito das Águas Paulista:** caracterização física, química e sensorial. 2016. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. 142f.

MARTINS, A. L. **História do Café**. 2. Ed. São Paulo: Editora Contexto, 2017.

MARTINEZ, S. J.; BRESSANI, A. P. P.; MIGUEL, M. G. C. P.; DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F. Different inoculation methods for semi-dry processed coffee using yeasts as starter cultures. **Food Research International**, [s.l.], v. 102, p. 333–340, 2017.

MEIRELLES, A. M. A. Ocorrência e controle da microflora associada aos frutos de café (*Coffea arabica* L.) provenientes de diferentes localidades do Estado de Minas Gerais. 1990. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1990.

MESQUITA, C. M. et al. **Manual do café: colheita e preparo** (*Coffea arábica* L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016.

MOLDVAER, A. **O livro do café**. [tradução Laura Schichvarger]. São Paulo: Publifolha, 2015.

MONNERAT, R. et al. **Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020.

NASINI, G.; ARNONE, A.; ASSANTE, G.; BAVA, A.; MORICCA, S.; RAGAZZI, A. Secondary mould metabolites of *Cladosporium tenuissimum*, a hyperparasite of rust fungi. **Phytochemistry**, v. 5, p. 2017:2111, 2004.

OLIVEIRA, J. S.; SOUZA, S. E. de.; CARVALHO, D. de A.; MOREIRA, D. M. de O. Distribuição do fungo do fungo do fungo *Cladosporium cladosporioides* em regiões produtoras de café na Bahia. **Bahia Agrícola**, v. 6, n. 3, p. 72-75, 2004.

OVALLE-RIVERA, O.; LÄDERACH, P.; BUNN, C.; OBERSTEINER, M.; SCHROTH, G. Projected Shifts in *Coffea arabica* Suitability among Major Global Producing Regions Due to Climate Change. **PLoS One**, v. 10, n. 4, e0124155, 2015.

PAIVA, F. A. de.; MELO, B. M. R de.; FERREIRA, S.; OLIVEIRA, E. M. de.; SANTOS, T. M. dos.; CASTRO, D. G. Use of *Cladosporium* sp. as a bioprotector of coffee quality in different post-harvest conditions. **Revista Ceres**, [Lavras], v. 70, n. 5, e70515, Ago./Sept. 2023.

PEREIRA, L. A. da S. **Breve histórico da influência da cafeicultura na vida social, econômica e política do Brasil, em seus primórdios até meados da década de 30.** 2008. Monografia (Tecnólogo em Cafeicultura) - Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.

PEREIRA, R. T. G.; PFENNING, L. H.; CASTRO, H. A. de. Caracterização e dinâmica de colonização de *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de vries em frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1112-1116, nov./dez, 2005.

PEREIRA, R. T. **Influência de *Cladosporium cladosporioides* na qualidade da bebida do café.** 2002. Dissertação (mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

PEREIRA, C. M. **Taxonomia de fungos dos gêneros *Cladosporium* e *Cordyceps* com potencial para o biocontrole de *Hemileia vastatrix*.** 2021. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021. 111 f.

PERRONE, G. et al. Biodiversity of *Aspergillus* species in some important agricultural products. **Studies in mycology**, v. 59, n. 1, p. 53–66, 2007.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café.** Lavras: Editora UFLA, 2020. 273 p.

PINTO, Z. V.; LUCON, C. M.; BETTIOL, W. Controle de qualidade de produtos biológicos à base de *Trichoderma*. **Trichoderma**, p. 275, 2020.

RIBEIRO, B. B. et al. Profile coffee cultivars sensory processed in dry and humid via after storage. **Coffee Science**, v. 12, n. 2, p. 148–155, 2017.

ROLIM, J. M.; WALKER, C.; MEZZOMO, R.; MUNIZ, M. F. Antagonism and Effect of Volatile Metabolites of *Trichoderma spp.* on *Cladosporium spp.* **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 2, e20170594, 2019.

SALVATORE, M. M.; ANDOLFI, A.; NOCILETTI, R. The Genus *Cladosporium*: A Rich Source of Diverse and Bioactive Natural Compounds. **Molecules**, v. 26, n. 13, p. 3959, 2021.

SCAA - SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **Protocol For Sensory Analysis Of Coffee**. SCAA Cuping Protocols. Doc V. Rev. Dec. 2008.

SENAR – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Café: cafés especiais**. Brasília: SENAR, 2017. 104p. Disponível em:
<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/193-CAF%C3%89.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SILVA, E. C. e. **Ação de *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A de Vries isolado de ambiente climatizados sobre as vias respiratórias de camundongos**. 2015. 49f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.

SILVA, A. F. da; MINIM, V. P. R.; RIBEIRO, M. M. Análise sensorial de diferentes marcas comerciais de café (*Coffea arabica* L.) orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1224-1230, dez. 2005.

SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; SCHWAN, R. F. Incidence and distribution of filamentous fungi during fermentation, drying and storage of coffee (*Coffea arabica* L.) beans. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, n. 3, p. 521-526, July 2008.

SILVEIRA, L. et al. colheita do café de qualidade: custo e retorno para os produtores da região de Mantiqueira de Minas - MG. **Energia na Agricultura**, v. 35, n. 3, p. 437-446, 2020.

SUNARHARUM, W. B.; WILLIAMS, D. J.; SMYTH, H. E. Complexity of coffee Flavor: A compositional and sensory perspective. **Food Research International**, v. 62, n. 1, p. 315-325, 2014.

TORRES, L. M. **Compostos bioativos, ácidos orgânicos, atividade antioxidante e suas correlações com a qualidade da bebida de café arábica.** 2014. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. 93f.

VELOSO, T. G. R.; SILVA, M. C. S.; CARDOSO, W. S.; GUARÇONI, R. C.; KASUYA, M. C. M.; PEREIRA, L. L. Effects of environmental factors on microbiota of fruits and soil of *Coffea arabica* in Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 14692, Sept. 2020.

ZÁKHIA, E. M. S. et al. Avaliação de projeções climáticas para uma bacia experimental, localizada na região sul de Minas Gerais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 6, p. 234-250, 2020.