



HENRIQUE LEMOS

**PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE CAFÉ ARÁBICA
cv. TOPÁZIO INOCULADOS COM FUNGO ENDOFÍTICO**

LAVRAS – MG

2023

HENRIQUE LEMOS

**PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE CAFÉ ARÁBICA
cv. TOPÁZIO INOCULADOS COM FUNGO ENDOFÍTICO**

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

Dra. Ana Paula de Carvalho Alves
Orientadora

Msc. Luana Haeberlin
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Homero e Silvia pelo apoio incondicional em todo meu trajeto até este momento.

Aos meus irmãos Carolina e Gusthavo por sempre poder contar e se inspirar.

Ao PósCafé pelo crescimento profissional e sobretudo pessoal.

À Ana Paula e Luana pela amizade e por me abraçarem como orientado e auxiliarem tanto na execução deste trabalho.

À Prof.^a Patrícia e Maria Isabela pela parceria no projeto e a ajuda durante as atividades do trabalho.

À Universidade Federal de Lavras onde tive toda a base para me tornar um bom profissional.

E a todas as amigadas que de alguma forma tornaram a graduação mais leve, descontraída e proveitosa, muito obrigado.

Resumo

A cafeicultura brasileira está passando por uma fase de redescobrimto e inovação acerca das técnicas de produção e processamento dos grãos e com isto, surgem novas perspectivas em relação à construção de um perfil qualitativo e sensorial dos cafés do Brasil. Neste contexto, uma das formas mais discutidas e aplicadas pela comunidade cafeeira no país é a fermentação, que pode além de evidenciar características típicas do “*terroir*” da propriedade, acrescentar complexidade de notas e aromas ao café. É necessário controle da fermentação e dos microrganismos envolvidos, pois estes modificam a composição química dos grãos trazendo mudanças à qualidade ao café. Frente a esta situação o objetivo deste trabalho foi analisar a influência da fermentação na presença de fungo endofítico, com inoculação em meio sólido e líquido, nas propriedades físicas do *Coffea arabica* cv. Topázio. O experimento foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, localizado no departamento de Engenharia Agrícola – UFLA. O café recebido sofreu separação por densidade em caixas d’água para a retirada de frutos boias e foi feita a seleção de frutos maduros, retirando os verdes. Os frutos maduros foram submetidos à cinco tratamentos: inoculação de forma sólida, inoculação líquida, controle sólido, controle líquido e testemunha. Estes foram realizados em triplicata, com fermentação durante 96 horas e a testemunha foi levada imediatamente para a secagem. A secagem ocorreu em terreiros suspensos e o final da secagem em secadores estáticos. Os cafés passaram por descanso de 30 dias e em seguida foram beneficiados. Para análise da qualidade física dos grãos, foram realizadas determinação da massa específica aparente, análise de colorimetria e quantificação de defeitos. Após a aquisição dos dados a análise estatística foi feita através do *software* estatístico SISVAR®. Os resultados indicaram que houve diminuição da massa específica aparente em todos os tratamentos com a inoculação e também no controle líquido. Já para a coloração dos grãos, os tratamentos com inoculação do fungo apresentaram maior branqueamento e amarelecimento. Ainda assim, a análise de defeitos demonstrou que os tratamentos com inoculação não aumentaram a quantidade de defeitos em relação à testemunha, sendo que o tratamento controle sólido houve o maior número de defeitos. Portanto, concluiu-se que a inoculação com o fungo endofítico diminuiu a massa específica aparente, ocasionou branqueamento dos grãos e não aumentou a quantidade de defeitos ardidos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Colorimetria. Massa específica aparente. Defeitos. Inoculo sólido. Inoculo líquido.

Abstract

The Brazilian coffee crop is passing through a phase of rediscovery and innovation about production techniques and coffee processing, therefore new perspectives with regard to create a sensory profile of Brazilian coffee arise. In this scenario, one of the most discussed and applied ways by the coffee growers community is the fermentation, which in that case can not only emphasize the typical features of the property “*terroir*”, but also increase flavors and aroma complexity to the coffee batch. Control of the fermentation and the involved microorganisms is necessary, since many of them can modify the chemical composition of coffee beans, which brings modifications in the coffee quality. In light of this situation, the aim of this study was to evaluate the endophytic fungi influence in the fermentation, using solid and liquid inoculum, on Topázio coffee physical properties. The experiment was conducted at Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas (Agricultural products processing laboratory), located at Agricultural Engineering department – UFLA. The coffee cherries received were washed in water tanks separating the floating cherries and was made the cherries selection, removing the green ones. The treatments were solid inoculation, liquid inoculation, solid control and liquid control, carried out in triplicate, the fermentation occurred by 96 hours, whereas the control was taken immediately to drying. The drying process occurred in suspended bed and by the end, in fixed-bed dryers. The coffee in dried pod stayed in resting period for 30 days, and in sequence were hulled. To analyze the physical quality of the grains, the apparent specific mass, color analysis and quantification of defects were carried out. After acquiring the data, statistical analysis was done using SISVAR® statistical software. The results showed that there was a decrease in specific mass in all treatments with inoculation and also in the liquid control. As for bean color, the treatments with fungus inoculation showed greater whitening and yellowing. Even so, the analysis of defects showed that the treatments with inoculation did not increase the number of defects compared to the control, with the solid control treatment having the highest number of defects. Therefore, it was concluded inoculation with endophytic fungi reduced apparent specific mass, caused whitening of the beans and did not increase the amount of sour bean defect.

Keywords: *Coffea arabica*. Color. Bulk density. Defects. Solid inoculum. Liquid inoculum.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação do café beneficiado grão cru quanto à equivalência de defeitos (intrínsecos)	17
Tabela 2 - Média dos valores de massa específica de cada tratamento.....	18
Tabela 3 - Valores médios das coordenadas L^* , a^* e b^* para cada tratamento.....	18
Tabela 4 - Média dos valores de grãos ardidos por equivalência, porcentagem de massa de ardidos e quebrados (%), e catação total (%).	20
Tabela 5 - Análise de Variância: massa específica.....	30
Tabela 6 - Análise de Variância: coordenada L^*	30
Tabela 7 - Análise de Variância: coordenada a^*	30
Tabela 8 - Análise de Variância: coordenada b^*	31
Tabela 9 - Análise de Variância: defeitos ardidos.....	31
Tabela 10 - Análise de Variância: porcentagem de grãos ardidos.....	31
Tabela 11 - Análise de Variância: porcentagem de grãos quebrados.....	31
Tabela 12 - Análise de Variância: porcentagem de catação.....	32

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	8
2.	OBJETIVO	10
2.1.	Objetivo geral	10
2.2.	Objetivos específicos.....	10
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1.	O café no Brasil.....	10
3.2.	Processamento.....	11
3.4.	Cultivar	13
3.5.	Propriedades físicas	13
3.5.1.	Massa específica.....	13
3.5.2.	Cor.....	14
3.6.	Análise de defeitos	14
4.	MATERIAL E MÉTODOS	15
4.2.	Controles Líquidos e Sólidos.....	16
4.3.	Testemunha	17
4.4.	Fermentação	17
4.5.	Secagem	17
4.6.	Descanso	18
4.7.	Análise de massa específica aparente.....	18
4.8.	Análise de cor.....	18
4.9.	Análise de defeitos	19
4.10.	Análise estatística.....	19
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1.	Massa específica aparente	20
5.2.	Análise de cor.....	20
5.3.	Análise de defeitos	22
6.	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
	APÊNDICE.....	30

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca mundialmente pela produção de commodities agrícolas, e mantém-se como maior produtor e exportador de café desde o final do século XIX. Este cenário é possível não somente devido à grande área de cultivo, cerca de 1,9 milhão de hectares, mas também devido ao nível tecnológico alcançado pela cafeicultura brasileira. Estima-se que a produção da safra 2023 foi de 54,94 milhões de sacas de 60kg, para *Coffea arabica* e *Coffea canephora* juntos, um aumento de 4,4% na produção em relação à safra passada (EMBRAPA, 2023).

É notório o espaço para desenvolvimento e crescimento na produção de cafés de alta qualidade no Brasil, uma vez que o consumo destes pelo brasileiro ainda é baixo. Cerca de 5 a 10% do total de cafés comercializados no país são especiais sendo comercializados principalmente em espaços como cafeterias, restaurantes, hotéis, canais de internet e em supermercados (MAPA, 2023).

Para alcançar maior qualidade o cafeicultor dispõe de várias técnicas e manejos que auxiliam nos resultados, sendo estas aplicadas na pré-colheita ou pós-colheita. Podem ser trabalhadas a fertilidade, manejo de mato, fitossanidade, maturação dos frutos, processamento, secagem, armazenamento, etc. Dentre estas, a fermentação por microrganismos, durante o processamento, destaca-se por possibilitar o desenvolvimento de sabores e qualidade diferenciada a bebida (VELMOUROGANE, 2013). É essencial que a fermentação seja conduzida em um sistema onde seja possível controlá-la e conheça-se quais microrganismos estão presentes durante os processos fermentativos (JIMENEZ et al., 2022; MOTA et al., 2020).

A variedade de microrganismos no café depende da combinação de diversos fatores incluindo espécie e cultivar do café, região geográfica, clima e tipo de processamento (PERRONE et al., 2007). Esta diversidade é alta e várias espécies de bactérias, leveduras, e fungos filamentosos já foram identificados (SILVA et al., 2008). Alguns destes microrganismos podem comprometer a qualidade final da bebida do café, seja por degradação, produção de aromas e/ou sabores indesejados além da produção de micotoxina, em especial a Ocratoxina A (OTA), (ELHALIS et al., 2023). Estes microrganismos deteriorantes são em sua maioria fungos filamentosos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, (VELMOUROGANE, 2013).

Alguns fungos demonstram potencial para serem utilizados no biocontrole de crescimento de fungos deteriorantes do café, devido à capacidade de produzir metabólitos secundários como enzimas, antibióticos, compostos solúveis e compostos orgânicos voláteis (COVs) (YADAV et al., 2019). Os fungos endofíticos se destacam nesta produção, sendo eles microrganismos que crescem e desenvolvem-se no interior dos tecidos vegetais durante todo seu ciclo ou parte dele, sem causar malefícios ao hospedeiro (PETRINI, 1991). Neste sentido, destacam-se alguns fungos da ordem Xylariales, devido à produção substancial de metabólitos secundários, em especial COVs com grande potencial para biocontrole, como, por exemplo, demonstrado por Monteiro et al. (2017) no controle de *Aspergillus ochraceus*, fungo produtor da OTA. Fungos endofíticos produtores de COVs, foram isolados no Brasil na região da Zona da Mata, MG e segundo Guimarães et al. (2021) alguns destes fungos apresentaram potencial para biocontrole de outros fungos filamentosos na pós-colheita, devido à produção de terpenos, álcoois, ésteres e ácidos carboxílicos.

Uma propriedade física possível de se relacionar à qualidade é a massa específica, estudos relatam que grãos com maiores valores desta grandeza possuem maior qualidade sensorial (Araújo, 2019 apud ILLY & VIANI, 1995).

Além de alterações na massa específica, a ação de microrganismos pode alterar a aparência da cor dos grãos, tornando-os esbranquiçados/amarelados. A possível variação de cor nos grãos de café cru pode ser um indício de processos bioquímicos e enzimáticos que por oxidação pode modificar a composição dos principais precursores de aroma e sabor do café, assim diminuindo a qualidade destes grãos, (ABREU et al., 2015).

Fermentações indesejadas que ocorrem durante o processamento e/ou secagem do café, são relacionadas à presença de microrganismos deteriorantes no lote, produzem grãos com os defeitos grão preto, grão ardido e grão preto-verde, relacionando-se a presença de microrganismos deteriorantes no lote. Estes defeitos são avaliados pela classificação por tipo de café descrita na Instrução Normativa nº 08 de 2003 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), a qual define características de identidade e de qualidade para o café beneficiado grão cru.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência da fermentação com presença do fungo endofítico DIS 06, em inoculo sólido e líquido, nas propriedades físicas e quantidade de defeitos do café arábica cv. Topázio.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi avaliar a quantidade de defeitos e as propriedades físicas de cor e massa específica de grãos de café arábica cv. Topázio submetidos a fermentação por 96 horas com a presença do fungo DIS 06 cultivado em meio sólido e líquido utilizando como única fonte de carbono pergaminho.

2.2. Objetivos específicos

Analisar a massa específica aparente dos grãos submetidos à fermentação na presença do fungo DIS 06, com inoculação em meio sólido e líquido, assim como dos tratamentos de controle e testemunha.

Analisar a cor através da utilização de um colorímetro tendo como padrão o sistema de coordenadas CIELab dos grãos submetidos à fermentação na presença do fungo DIS 06, com inoculação em meio sólido e líquido, assim como dos tratamentos de controle e testemunha.

Avaliar o efeito do meio da fermentação e a inoculação do fungo DIS 06 na formação de defeitos nos grãos crus seguindo as normas estabelecidas pela Instrução Normativa nº08 (MAPA, 2003).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O café no Brasil

O Brasil responde por um terço da produção mundial de café, o que o coloca como maior produtor mundial, posto que detém há mais de 150 anos. Conforme dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a cafeicultura brasileira é uma das mais exigentes do mundo, em relação às questões sociais e ambientais, e há uma preocupação em se garantir a produção de um café sustentável, (ABIC, 2019). Os ganhos de produtividade na cafeicultura brasileira estão associados a diversos fatores, que envolvem desde a mecanização e automação do plantio e da

colheita e as melhorias das técnicas de manejo e aplicação de defensivos com implementos mais adequados e com maior tecnologia até o desenvolvimento de variedades resistentes a doenças via melhoramento genético.

No Brasil, a produção de cafés especiais é crescente, tanto que cerca de 20% dos cafés exportados pelo país são dessa categoria. O conceito de café de qualidade (especial) com o perfil sensorial da bebida assim como parâmetros relacionados à sustentabilidade econômica, ambiental e social da produção. Diversos fatores afetam a produção de cafés de qualidade, podendo ser os mais importantes o genótipo cultivado, o ambiente de cultivo e as práticas de manejo e processamento adotado do local, assim constituindo o “*terroir*” de determinada produção, (BORÉM, 2023).

3.2. Processamento

O café é usualmente colhido por derricha total ou parcial dos frutos, seja por colheita manual ou mecanizada, e devido a isto os lotes obtidos possuem uma grande heterogeneidade em relação ao estágio de maturação dos frutos. Além disto há a presença de impurezas e matérias estranhas vindas do campo, como folhas, galhos e materiais estranhos. Tendo em vista esta realidade, a etapa de processamento na pós-colheita do café é de grande relevância pois é nela que é realizada a separação das impurezas e modificação do lote quanto ao estágio de maturação e qualidade, na intenção da formação de lotes mais uniformes. Segundo Borém (2023), as operações do processamento incluem a pré-limpeza, separação por densidade, por cor e tamanho, remoção do excesso de água, remoção da polpa, remoção da mucilagem por fermentação ou mecanicamente.

As operações de processamento podem ser separadas inicialmente por processamento via seca e via úmida. A via seca diz-se daquele café que vai para a etapa de secagem com todas suas partes anatômicas presentes (casca, mucilagem, pergaminho e semente). O processamento via úmida consiste na alteração da anatomia do fruto, em que a casca é retirada gerando o café cereja descascado, ou ainda pode-se retirar a casca e posteriormente a mucilagem, gerando cafés despulpados ou desmucilados. O café despulpado é o qual a mucilagem foi removida por fermentação e hidrólise em tanques de degomagem, já o café desmucilado a mucilagem foi removida mecanicamente por desmuciladores (BORÉM, 2023).

Dentro das possibilidades de se trabalhar o café na fase de processamento, a fermentação está sendo muito empregada por diversos produtores, sobretudo aqueles que buscam altos padrões de qualidade. A fermentação controlada pode melhorar a qualidade sensorial do café pela potencialização da diversidade de compostos que dão aroma e sabor (BRESSANI et al., 2020). Segundo Velmourougane (2013), há passos decisivos para a qualidade durante a produção do café, sendo a fermentação um dos mais importantes.

3.3. Microrganismos fermentativos

Sabe-se que há a presença de diversas espécies de microrganismos que existem junto ao café e conhecer a microbiota do local é muito importante para se evitar processos que tragam danos à qualidade final da bebida. A literatura demonstra que há diferentes espécies de leveduras (MOTA et al., 2020), bactérias (SILVA et al., 2008) e fungos na região do sul de Minas Gerais como *Colletotrichum* spp., *Phoma* spp., *Fusarium* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., além dos gêneros *Monilia*, *Arthrobotrys* e *Beauveria*, (PEREIRA, 2005; SILVA, 2000). Algumas espécies foram relatadas como capazes de trazer malefícios à qualidade do café como pertencentes aos gêneros *Penicillium*, *Fusarium* e *Aspergillus* pois são conhecidas por produzirem micotoxinas (CHALFOUN, 2002; BATISTA et al., 2003; REZENDE, 2012). Fungos filamentosos foram isolados em cafés fermentados principalmente nos processados via seca (ELHALIS et al., 2023).

A utilização de fungos endofíticos produtores de compostos orgânicos voláteis (COVs) atuantes no biocontrole de patógenos de plantas, como os da ordem Xylariales, é uma opção para o controle de saprófitas. Dentro deste grupo, algumas espécies apresentaram produção de COVs com ação antimicrobiana. O primeiro isolado destes endofíticos apresentou produção de COV's com atividade microbiana, sendo o primeiro agente de controle biológico eficiente no controle decomposição fúngica em maçãs e pêssegos, entre outros produtos agrícolas (WARAPONG et al., 2001). Desde então mais 26 espécies do mesmo grupo destes fungos endofíticos foram descritas, isoladas de diferentes hospedeiros (GUIMARÃES et al., 2021).

A espécie utilizada neste trabalho, codificada pela sigla DIS 06, foi isolada em *Coffea arabica* em uma floresta secundária na região da Zona da Mata (MG) no Brasil e controla *Aspergillus ochraceus*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Phoma* sp.

F. solani, *F. verticillioides*, *Cercospora coffeicola* e *Pestalotia longisetula* demonstrando potencial para uso na pós-colheita de café (MONTEIRO et al, 2017; GUIMARÃES et al., 2021; GOMES, 2023). Além disto, estes fungos também produzem pectinases, celulasas, fitases, amilases e proteases (MONTEIRO et al., 2020). Outros fungos saprófitos, bactérias e nematoides tiveram seu crescimento inibido pelos COV's produzidos por fungos endofíticos. (GUIMARÃES et al., 2021; MONTEIRO et al., 2017).

3.4. Cultivar

O *Coffea arabica* cv. Topázio é uma cultivar produzida na década de 1960 por técnicos do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) a partir do cruzamento das cultivares Mundo Novo e Catuaí Amarelo, e que posteriormente foi melhorada pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (EPAMIG – UFLA – UFV) e liberada para plantio comercial como Topázio MG 1190. Apresenta um porte baixo, elevada produtividade e alto vigor vegetativo, com frutos amarelos de maturação tardia, peneira alta e bebida regular, é recomenda para a maioria das regiões cafeeiras de Minas Gerais. É muito utilizada na cafeicultura irrigada para a obtenção de alta produção e bienalidade menos acentuada, porém não apresenta resistência à ferrugem (CBP&D/Café, 2011). Apesar da cultivar em ótimas condições de cultivo e processamento pós-colheita possa apresentar boa bebida, não há trabalhos que a tenham como referência produção de cafés de alta qualidade. A cultivar Topázio MG 1190 produz normalmente cafés com bebida regular, (EMBRAPA CAFÉ, 2022).

3.5. Propriedades físicas

3.5.1. Massa específica

A massa específica aparente é a razão entre massa e volume de uma certa quantidade de produto, juntamente com os espaços intergranulares, e depende do tamanho, forma e características das superfícies dos grãos. Esta propriedade física pode ser usada para estimativas de teor de água, danos por pragas de armazenamento e inclusive características de qualidade de um lote de produto, (BORÈM, 2023). Além disto, existe uma série de fatores que influenciam na massa específica aparente dos grãos, como espécie da planta, dimensão e grau de

maturidade dos frutos, tratamento pós-colheita e método de armazenamento (ALLI et al., 2017). A massa específica tem uma relação direta com as fases de maturação e de enchimento dos grãos de café. Quando essas fases tiverem maior duração, mais fotoassimilados são gerados pela planta e uma maior quantidade desses serão depositados nos grãos, apresentando maior massa específica (TOSTA et al., 2013).

3.5.2. Cor

Durante a colheita, processamento, secagem e armazenamento, o café pode ter as características físicas como cor, forma e textura alteradas. Essas características têm influência direta na qualidade e, conseqüentemente, na comercialização do produto (MOREIRA, 2015).

Carneiro (2010) descreveu que a colorimetria lida com a descrição objetiva de correlações físicas da percepção das cores. Na década de 1920, os físicos desenvolveram métodos para comparações diretas entre a luz colorida com uma luz de referência. Em 1931, a Comissão Internacional de Iluminação (CIE) definiu um observador padrão para a colorimetria e o sistema CIE de colorimetria. Os colorímetros são capazes de fornecer coordenadas colorimétricas (L^* , a^* , b^*) universais, sob iluminantes e observadores padronizados, estas coordenadas são padronizadas pelo sistema CIELab. Neste sistema, o valor de luminosidade L^* é aproximadamente o valor da luminância, variando de branco a preto, assumindo o valor 0 (zero) para o preto absoluto e 100 para o branco total. O valor de a^* pode variar de verde a vermelho e o valor de b^* pode variar de azul a amarelo, analogamente à percepção das cores pelo cérebro, ou seja, cores-opostas (FRANÇA, 2019).

Sabe-se que a cor dos grãos de café correlaciona-se com a qualidade de bebida, onde a tonalidade azul para verde é indicativa de grãos superiores, sendo este um fator importante na valorização comercial do produto, (AMORIM et al., 1977; BORÉM et al., 2013; LOPES et al., 1998 NORTHMORE, 1968).

3.6. Análise de defeitos

Os defeitos dos grãos crus são classificados seguindo a Instrução Normativa nº 08 de 2003 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esta normativa define as características de identidade e de qualidade para a classificação

do Café Beneficiado Grão Cru, servindo de diretriz para a comercialização do café no Brasil pela caracterização do café em tipos, de acordo com a quantidade dos defeitos contidos em uma amostra.

Os grãos crus beneficiados de café são classificados conforme sua origem, em defeitos intrínsecos e extrínsecos, atribuídos às imperfeições do próprio grão (MELO, 2019). Os defeitos intrínsecos são considerados grãos de café imperfeitos, ou seja, que possuem algum aspecto diferente dos grãos sadios, sendo principalmente representados por grãos pretos, ardidos, conchas e miolo de conchas, pretos-verdes, mal granados, quebrados, brocados e chochos. Estes defeitos são causados por erros no processo de condução da lavoura, colheita, pós-colheita ou beneficiamento e, também, por ocorrência de anomalias genéticas ou fisiológicas. Enquanto os defeitos extrínsecos são matérias estranhas ao café beneficiado, sendo formados por detritos vegetais oriundos ou não do grão ou de outros corpos estranhos de qualquer natureza, que ocasionam perda de qualidade, prejudicando a bebida (SENAR, 2017b).

O somatório das equivalências é utilizado para obtenção do tipo do café, por meio da tabela de tipificação dos grãos de café cru, contida na IN nº 08/2003 (MAPA, 2003) que tipifica o café entre os tipos 2 (4 defeitos) a 8 (360 defeitos). Quanto maior a quantidade de defeitos, maior é a tipificação do café cru e menor é a qualidade. Lotes com quantidade superior a 360 defeitos é considerado fora de tipo e deve ser rebeneficiado para comercialização.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Processamentos de Produtos Agrícolas (LPPA), localizado no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras, na cidade de Lavras, Minas Gerais, Brasil. O café da cultivar Topázio utilizado no experimento foi cedido pela Fazenda São Paulo localizada em Oliveira, MG, em uma altitude de 1060 metros. O café foi colhido mecanicamente e passou por separação por densidade (lavador mecânico) na propriedade, imediatamente foi colocado em 3 recipiente cilíndricos (tambores) de 100 L com água e transportados para o LPPA, onde foi feita uma nova seleção por densidade com o uso de caixas d'água para retirar alguns frutos boias que não foram retirados pelo lavador da propriedade. Em seguida foi realizada a seleção manual de frutos verdes do café, totalizando 150 Litros de café cereja.

O experimento foi realizado em triplicata com 5 tratamentos, sendo Inoculação Líquida, Inoculação Sólida, Controle Líquido, Controle Sólido e Testemunha, em delineamento inteiramente casualizado.

Para os tratamentos que passaram por fermentação, foram utilizados baldes com capacidade de 20 L, preenchidos com 10 Litros de café cada.

O fungo utilizado, DIS 06, está depositado na Coleção Micológica de Lavras (CLM) do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras com o código CML 4019.

4.1. Inoculos

4.1.1. Cultivo do fungo endofítico em meio líquido

O fungo DIS 06 foi previamente cultivados em meio BDA (Batata Dextrose Ágar), repicados em meio líquido (água de torneira) contendo 2% de pergaminho. Foram crescidos em temperatura ambiente e agitação de 100 RPM durante 30 dias em Erlenmeyers.

Para a inoculação nos baldes, contendo 10 Litros de café, utilizou-se de 2 Litros deste meio de cultura.

4.1.2. Cultivo do fungo endofítico em meio sólido

O fungo DIS 06 foi crescido em arroz autoclavado durante 20 dias em temperatura ambiente. Na sequencia o arroz com o fungo crescido foi inoculado em pergaminho moído e estéril com 60 % de umidade, na proporção de 350 g de pergaminho para cada 100 g de inoculo de arroz. O meio foi incubado por 30 dias em temperatura ambiente dentro de embalagens herméticas.

Para cada balde contendo 10 Litros de café foi utilizado uma embalagem plástica hermética contendo o inoculo.

4.2. Controles Líquidos e Sólidos

Para o controle líquido foi utilizado 2 Litros do meio líquido de água de torneira contendo 2% de pergaminho, porém sem a presença do fungo. Já para o controle

sólido foi utilizado 350 gramas de pergaminho estéril e úmido junto com 100 g de arroz sem o fungo crescido.

4.3. Testemunha

A testemunha por sua vez, após a seleção de 10 Litros de grãos maduros foi imediatamente levada para a secagem em terreiros suspensos.

4.4. Fermentação

A fermentação foi realizada durante 96 horas (5 dias), e após este período foi interrompida, todos os tratamentos passaram por lavagem dos grãos em água corrente para a retirada do líquido que se acumulou durante a fermentação e na sequência foram direcionados para os terreiros suspensos para a secagem.

4.5. Secagem

Durante os 11 primeiros dias de secagem utilizou-se os terreiros suspensos, expondo os cafés ao sol no período de 09:00 às 15:00 horas. Os cafés foram revolvidos em intervalos de 30 minutos e foi aplicado o conceito do sistema de dobras. Nos primeiros dias de secagem, até os frutos perderem a água livre, o café foi seco em camadas finas com os frutos dispostos grão a grão no terreiro. No momento em que ocorreu a murcha do exocarpo (casca) foi feita a redução da área ocupada pelo café pela metade aumentando a espessura da camada, contabilizando como a primeira dobra. A segunda e terceira dobra foram feitas da mesma forma, aumentando a espessura da camada e reduzindo a área, sempre realizando revolvimento dos grãos durante toda a secagem. Nos dias finais da secagem foram utilizados os secadores de camada fixa pois durante este período as condições climáticas não permitiram a secagem nos terreiros suspensos. A secagem terminou quando os frutos atingiram entre 11 % a 12% (b.u.) de teor de água o qual foi determinado pelo método pelo método de estufa, a 105°C, durante 24 horas, conforme a Norma ISO 6673 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO, 2003).

4.6. Descanso

Em seguida passaram pelo descanso que durou 30 dias, neste os cafés foram acondicionados em sacos de papel que por sua vez foram colocados dentro de embalagens de alta barreira seladas, o descanso aconteceu na câmara fria do Laboratório de Análises Químicas do Centro de Pesquisa em Processamento de Produtos Agrícolas (CPPPA) do Departamento de Engenharia Agrícola da UFLA, em temperatura de 10 °C e umidade relativa de 60%.

Após o descanso, os cafés em coco foram beneficiados em descascador de renda Carmomaq DC-1. Então foram realizadas as análises de caracterização física dos grãos beneficiados crus.

4.7. Análise de massa específica aparente

A massa específica aparente foi determinada em balança de peso hectolítrico com adaptações. O equipamento possui um funil suspenso, um copo de recepção com volume de 0,125 L e uma régua niveladora, o volume coletado foi pesado em uma balança analítica aferida e nivelada. Com os dados de volume e massa foi possível calcular a massa específica aparente seguindo a expressão:

$$\rho_{ap} = \frac{m}{v}$$

onde, ρ_{ap} : massa específica aparente do produto (kg/m³); m: massa do produto (kg); v: volume ocupado pela massa de produto (m³), BORÉM, 2023.

A análise foi feita em triplicata para cada amostra.

4.8. Análise de cor

A avaliação de colorimetria dos grãos crus de café foi realizada com um colorímetro/espectrofotômetro digital Delta Color (Delta Vista d.0) do tipo refletância, o qual foi previamente calibrado com fonte de iluminação de D65 e ângulo de observação de 10°. Foram determinados os parâmetros L^* (luminosidade), a^* e b^* (coordenadas de cromaticidade), seguindo os conceitos do parâmetro CIE $L^*a^*b^*$, onde os valores são definidos em três eixos perpendiculares – L^* eixo principal (preto = 0 ao branco = 100); a^* onde valores negativos indicam que a luz direciona-se para

o verde e valores positivos para o vermelho; *b** onde os valores negativos indicam que a luz direciona-se ao azul e valores positivos, ao amarelo. As análises de cor foram feitas com cinco repetições por amostra.

4.9. Análise de defeitos

A análise de defeitos foi realizada em triplicata seguindo a Instrução Normativa nº 08 do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2003). Para cada repetição de um tratamento pesou-se três amostras de 100g de grãos de café e foi feita a separação de defeitos sobre cartolina. Foram separados os defeitos seguindo a tabela de classificação do café beneficiado grão cru quanto à equivalência de defeitos (intrínsecos) de acordo com a Instrução Normativa nº 8/2003, Tabela 1. Posteriormente foram pesados isoladamente cada tipo de defeito nas amostras, obtendo assim um valor percentual em massa de cada defeito da amostra.

Tabela 1. Classificação do café beneficiado grão cru quanto à equivalência de defeitos (intrínsecos).

Defeitos	Quantidade	Equivalência
Grão preto	1	1
Grãos ardidos	2	1
Conchas	3	1
Grãos verdes	5	1
Grãos quebrados	5	1
Grãos brocados	2 a 5	1
Grão mal granados ou chochos	5	1

Fonte: MAPA (2003).

4.10. Análise estatística

Os resultados obtidos para cada tratamento foram analisados utilizando-se o *software* de análise estatística SISVAR[®], sendo realizadas análises de variância (ANOVA) para os tratamentos. Quando apresentada diferença significativa entre os tratamentos, foi realizado o teste de médias Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Massa específica aparente

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios da análise de variância da massa específica aparente dos grãos crus de café sem tratamento e à fermentação por 96h em meio sólido e líquido, com e sem inoculação do fungo DIS 06.

Tabela 2. Média dos valores de massa específica de cada tratamento.

Tratamentos	Massa específica aparente (kg/m ³)
Testemunha	618,8 a
Controle Sólido	602,5 a
Controle Líquido	592,4 b
Inoculo Sólido	577,2 b
Inoculo Líquido	582,5 b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott.

Foram encontradas diferenças significativas para os tratamentos Testemunha e Controle sólido, apresentando maiores valores de massa específica aparente do que os demais tratamentos, indicando maior presença de matéria seca nos grãos. Segundo Tosta (2013), maior massa seca é um fator para a obtenção de maior qualidade destes grãos de café, uma vez que os frutos utilizados vieram de uma mesma lavoura, de uma mesma cultivar, em uma mesma altitude e mesmo estágio de maturação. Costa (2023) observou que no café em processo de fermentação a massa específica aparente decresceu com o decorrer do tempo, sobretudo acima de 96 horas. Isso provavelmente ocorre por causa da ação dos microrganismos presentes que transformam açúcares e outros compostos em compostos voláteis por exemplo.

5.2. Análise de cor

Na Tabela 3 estão os valores médios para as coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) dos tratamentos analisados. A análise de variância para a coordenada a^* não apresentou diferenças significativa entre os tratamentos, já para as coordenadas b^* e L^* houveram diferenças significativas, portanto foi possível analisa-las estatisticamente pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 3. Valores médios das coordenadas L^* , a^* e b^* para cada tratamento.

Tratamentos	L^*	a^*	b^*
-------------	-------	-------	-------

Testemunha	48,966 c	1,273 a	10,627 c
Controle Sólido	50,863 b	1,794 a	12,236 b
Controle Líquido	51,435 b	2,216 a	12,641 b
Inóculo Sólido	52,551 a	5,163 a	14,076 a
Inóculo Líquido	52,113 a	1,388 a	13,353 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott.



Figura 1. Imagens de grãos de cada tratamento, sendo: 1 – Testemunha; 2 – Controle Sólido; 3 – Controle Líquido; 4 – Inoculo Sólido; 5 – Inoculo Líquido.

Para a coordenada L^* os tratamentos Inoculo Sólido e Inoculo Líquido, foram encontrados valores maiores, o que indica uma maior luminância e maior branqueamento dos grãos devido à fermentação com DIS 06. Os tratamentos de

controle apresentaram um branqueamento maior que a testemunha, a qual obteve o menor valor de L^* , sendo assim, grãos mais escuros.

A avaliação da cor de grãos de café é uma análise importante, pois cafés descoloridos, com cores não habituais ou com diferentes níveis de branqueamento receberão menores preços no mercado. Além de indicar a ocorrência de processos que irão alterar a composição dos precursores do sabor e aroma dos grãos, resultando em queda da qualidade da bebida (Abreu et al 2015). No caso da fermentação essa mudança significativa de cor se dá provavelmente pela ação de transformação de compostos realizadas pelos microrganismos, que é ainda mais perceptível quando há a presença do fungo, já que para os tratamentos inoculados a diferença observada em relação a testemunha, foi maior.

Da mesma forma, os tratamentos Inoculo Sólido e Inoculo Líquido apresentaram as maiores médias nos valores de b^* , isto indica que os grãos destes tratamentos tiveram uma maior tendência para a cor amarela. Os tratamentos de controle apresentaram maiores valores de b^* comparados à testemunha, a qual demonstrou um menor amarelecimento.

Segundo Malta (2011), as cores verde e esverdeada são consideradas as melhores pois indicam que os grãos não sofreram injúrias ou processos de deterioração intensos. Diversos trabalhos trazem que a mudança de cor dos grãos para amarelos e esbranquiçados não é desejável e que indica a perda da qualidade da bebida (ABREU et al., 2015; BORÉM et al., 2013; RIOS et al., 2020; VASCONCELLOS et al., 2011). Contudo estes trabalhos relacionaram o branqueamento com tempo e temperatura de armazenamento, temperatura de secagem e diferentes processamentos.

5.3. Análise de defeitos

Em relação a classificação de defeitos, foi possível perceber que a maior parte da catação era composta de grãos quebrados e/ou ardidos sendo assim decidiu-se avaliar somente essas duas categorias e não fazer a classificação por tipos das amostras. Portanto, na Tabela 4 estão apresentados os valores médios de defeito ardido, porcentagem de ardidos e porcentagem total de catação nos tratamentos (pretos, verdes, ardidos, quebrados, brocados, conchas e mal formados), sendo que

o número de defeitos ardidos segue a equivalência disposta pela Instrução Normativa nº8 (MAPA), previamente apresentada na Tabela 1.

Tabela 4. Média dos valores de grãos ardidos por equivalência, porcentagem de massa de ardidos e quebrados (%), e catação total (%).

Tratamentos	Defeito ardido	Ardidos %	Quebrados %	Catação %
Testemunha	22,44 b	4,145 b	5,34 a	12,982 a
Controle Sólido	49,78 a	9,712 a	8,52 a	24,329 a
Controle Líquido	28,00 b	5,608 b	7,41 a	19,465 a
Inoculo Sólido	37,67 b	6,754 b	15,48 a	30,511 a
Inoculo Líquido	33,67 b	6,480 b	8,04 a	20,346 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott.

Para todos os tratamentos houve uma grande porcentagem de catação, ocasionada principalmente pela quantidade de grãos quebrados, que podem possuir origem na má regulagem da beneficiadora (SENAR, 2017b). Entretanto, não houve diferença significativa no percentual de grãos quebrados. Com isto, utilizar os dados de catação total superestimaria a quantidade de defeitos, portanto foram discutidos os dados da equivalência do defeito ardido nos tratamentos, os quais apresentaram diferença significativa pelo teste de médias.

O tratamento Controle Sólido apresentou maior média de grãos ardidos, enquanto os outros tratamentos não diferiram da testemunha. Tem-se por definição que grão ardido é aquele que apresenta coloração marrom, em diversos tons, devido à ação de processos fermentativos (MAPA, 2003; MELO, 2019).

Durante o tempo de fermentação foi possível notar que principalmente para o tratamento do controle sólido houve o aparecimento de aroma de ácido acético, “avinagrado”, demonstrado por Borém (2023), que é originado por cafés que passaram por uma fermentação com más condições e com elevada produção de ácidos orgânicos, desagradáveis ao paladar, como o ácido acético.

Acreditamos assim que o processo de fermentação nos diferentes meios pode ter ocasionado reações não desejáveis causando aumentos do defeito ardido.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que a presença do fungo DIS 06 na fermentação do café durante 96 horas alterou a massa específica aparente dos grãos, diminuindo-a. Além disto, o fungo endofítico influenciou na cor dos grãos, tornando-os mais esbranquiçados e amarelados. Contudo, foi possível observar que apesar da diminuição qualitativa das propriedades físicas de cor e massa específica aparente, o fungo DIS 06 não induziu a formação do defeito grão ardido de modo como observado para os tratamentos que passaram por fermentação com inoculação sólida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC. O café brasileiro na atualidade, jun. 2019. Disponível em: <<https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/o-cafe-brasileiro-na-atualidade/>>

Abreu, G.F. et al. (2015). Alterações na coloração de grãos de café em função das operações pós-colheita. *Coffee Science*, Lavras, 10 (4): 429-36.

ALLI, M. R. et al. Proximate Composition, Physical Characteristics, and Sensory Descriptive Analysis of Commercial Coffee Beans from Different Geographic Origins. **Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 54, n. 4, p. 955-964, 2017.

AMORIM, H. V.; CRUZ, A. R. M.; DIAS, R. M.; GUTIERREZ, L. E.; OLIVEIRA, G. D.; MELO, M.; TEIXEIRA, A. A. Transformações químicas e estruturais durante a deterioração da qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. Resumos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1977. p. 15-18

BATISTA, L. R. et al. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). **Science Direct**, [S. l.], p. 293 - 300, 2003. DOI 10.1016/S0168-1605(02)00539-1. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 16 out. 2023.

BORÉM, F. M. et al. Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. *Journal of stored products research*, v. 52, p. 1-6, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2012.08.004>

BORÉM, F. M.. **Tecnologia pós-colheita e qualidade de cafés especiais**. [S. l.]: Editora UFLA, 2023. 407 p. ISBN 978-85-8127-182-8.

BRESSANI, A. P. P. et al.. Organic acids produced during fermentation and sensory perception in specialty coffee using yeast starter culture. **Food Research International**, v. 128, p. 108773, 1 fev. 2020

CARNEIREIRO, A, P, C. **DISCRIMINAÇÃO DE CAFÉS CRUS SADIOS E DEFEITUOSOS POR MEIO DE ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO MÉDIO**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010.

CHALFOUN, S.M. et al. MICOTOXINAS EM CAFÉ - RISCOS E CONTROLE. I **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, [s. l.], p. 237-256, 2000. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/540/166699_Art11f.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 out. 2023.

CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ CBP&D/CAFÉ (BR). **Topázio MG 1190**. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/tecnologias/separador-8/cultivares/503-topazio-mg-1190>. Acesso em: 30 out. 2023.

COSTA, P. H. T. **INFLUÊNCIA DA FERMENTAÇÃO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE CAFÉ ARÁBICA VARIEDADE CATUAI 62**. 2023. Monografia (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, [S. l.], 2023.

ELHALIS, H.; COX, J.; ZHAO, J. Coffee fermentation: Expedition from traditional to controlled process and perspectives for industrialization. **Applied Food Research**, v. 3, n. 1, p. 100253, 1 jun. 2023.

Embrapa Café. Catálogo de cultivares de café arábica / Carlos Henrique Siqueira de Carvalho, [et al.]. – Brasília, DF: 2022.

EMBRAPA. Produção dos cafés do Brasil ocupa 1,9 milhão de hectares em 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/81515963/producao-dos-cafes-do-brasil-ocupa-19-milhao-de-hectares-em-2023>>. Acesso em: 30 de outubro de 2023.

FRANÇA, G. S. PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS NO SISTEMA CIELab PARA MADEIRAS DE FLORESTAS NATURAIS. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 16, n. 30, p. 434 - 443, 3 out. 2023. DOI 10.18677. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019b/parametros.pdf>. Acesso em: 3 out. 2023.

GUIMARÃES, S. et al. Polyphasic characterization and antimicrobial properties of *Induratia* species isolated from *Coffea arabica* in Brazil. **Mycological Progress**, v. 20, n. 11, p. 1457–1477, 1 nov. 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 6673:2003: **Green Coffee**: determination of loss mass at 105°C. 2ª ed. Switzerland, 2003. 4 p.

JIMENEZ, E.J.M. *et al.* Influence of anaerobic fermentation and yeast inoculation on the viability, chemical composition, and quality of coffee. **Food Bioscience**, [s. l.], 2023.

LOPES, R.P.; HARA, T.; SILVA, J.S. Avaliação da qualidade de grãos de café pela colorimetria. *Engenharia Agrícola, Viçosa*, v. 6, n. 3, p. 160-169, 1998.

MALTA, M. R. Normas e padrões utilizados na classificação do café. *In*: REIS, P. R. *et al. Café arábica da pós-colheita ao consumo*. Lavras, MG: [s. n.], 2011. v. 2, cap. 7, p. 313 - 336. ISBN 978-85-99764-21-3.

MAPA. Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-e-o-segundo-maior-consumidor-de-cafe#:~:text=Segundo%20a%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Internacional%20do,atr%C3%A1s%20somente%20dos%20Estados%20Unidos>>. Acesso em: 30 de outubro de 2023.

MELO, M, L, O, et al. IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2019, Teresina, PI. **IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS DEFEITOS INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS PARA FINS DE CLASSIFICAÇÃO DE GRÃOS DE CAFÉ (*Coffea arábica* L. e *Coffea conilon*) DISTRIBUÍDOS A EMPRESAS DO AGRESTE PERNAMBUCANO [...]**. [S. l.: s. n.], 2019.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Instrução Normativa Mapa nº 8, de 8 de junho de 2003. [Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru.] Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 de jun. 2003.

MONTEIRO M.C.P. et al. Antimicrobial activity of endophytic fungi from coffee plants. **Biosci J.**, v. 32, n.2, p. 381-389, 2017. <https://doi.org/10.14393/BJ-v33n2-34494>

MONTEIRO M.C.P. et al. Enzyme production by *Induratia* spp. isolated from coffee plants in Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.63.2020.

MOREIRA, R. V. **Caracterização do processo de secagem do café natural submetido a diferentes métodos de secagem**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, [S. l.], 2015. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8501/Dissertacao_Rodrigo%20Victor%20Moreira.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 out. 2023.

MOTA, M.C.B. *et al.* Influence of fermentation conditions on the sensorial quality of coffee inoculated with yeast. **Food Research Internacional**, [s. l.], 2020.

NORTHMORE, J. M. Raw bean colors and the quality of Kenya Arabica coffee. Turrialba, San José, v. 18, n. 1, p.14-20, 1968.

PEREIRA, R. T. G. *et al.* CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA DE COLONIZAÇÃO DE *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) DE VRIES EM FRUTOS DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1112-1116, 2005. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cagro/a/fJC5H8YVmSncXmRRKxXqTwd/?format=pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.

PERRONE, G. et al. Biodiversity of *Aspergillus* species in some important agricultural products. *Studies in Mycology*, Utrecht, v. 59, p. 53-66, 2007.

REZENDE, E. F. *et al.* POTENCIAL ENZIMÁTICO E TOXIGÊNICO DE FUNGOS ISOLADOS DE GRÃOS DE CAFÉ. **Coffee Science**, Lavras, MG, p. 69-77, 2012. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7940/Coffee%20Science_v8_n1_p69-77_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 out. 2023.

RIOS, P, A. *et al.* Variação da cor de cafés imaturos secados em diferentes condições de temperatura de bulbo seco e temperatura de ponto de orvalho. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 7, 2020.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Café: cafés especiais. Brasília. p. 104, 2017a.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Café: classificação e degustação. Brasília, 2017b.

SILVA, C. F. et al. Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. *Food Microbiology*, 25(8):951-957, 2008.

SILVA, F. S. Diversidade microbiana em grãos de (*Coffea arabica* L.) processados por via seca nas pré e pós-colheita. 2000. 105p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

TOSTA, M.F. *et al.* UTILIZAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA COMO PARÂMETRO PARA SE AVALIAR A QUALIDADE DE CAFÉ. **VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, [s. l.], 2013. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3431/258_VIII-SPCB-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 out. 2023.

VASCONCELLOS, D, S, L, *et al.* UTILIZAÇÃO DO ÍNDICE DE AMARELECIMENTO COMO FATOR QUALITATIVO EM GRÃOS DE CAFÉ ARMAZENADOS. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Araxá, MG, 2011.

VELMOUROUGANE, K. Impact of Natural Fermentation on Physicochemical, Microbiological and Cup Quality Characteristics of Arabica and Robusta Coffee. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, India Section B: Biological

Sciences, [s.l.], v. 83, n. 2, p.233-239, 5 dez. 2013. Springer Nature.
<https://doi.org/10.1007/s40011-012-0130-1>

WARAPONG, J. et al. *Muscodor albus* anan. gen. et sp. nov., an endophyte from *Cinnamomum zeylanicum*. *Micotaxon*, vol. 79, p.67-79. 2001.

YADAV A. N. Endophytic fungi for plant growth promotion and adaptation under abiotic stress conditions. **Acta Sci Agric**,v. 3, p.91–93, 2019.

Tabela 5 - Análise de variância: Massa específica

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AMOSTRA	4	51.604907	12.901227	7.585	0.0045
erro	10	17.009867	1.700987		
Total corrigido	14	68.614773			
CV (%) =	1.75				
Média geral:	74.3353333	Número de observações:		15	

Tabela 6 – Análise de variância: coordenada L*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AMOSTRA	4	23.452119	5.863030	16.298	0.0002
erro	10	3.597387	0.359739		
Total corrigido	14	27.049506			
CV (%) =	1.17				
Média geral:	51.1856000	Número de observações:		15	

Tabela 7 – Análise de variância: coordenada a*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AMOSTRA	4	30.975474	7.743868	1.927	0.1824
erro	10	40.181805	4.018181		
Total corrigido	14	71.157279			
CV (%) =	84.69				
Média geral:	2.3669333	Número de observações:		15	

Tabela 8 – Análise de variância: coordenada b*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AMOSTRA	4	20.312285	5.078071	16.210	0.0002
erro	10	3.132704	0.313270		
Total corrigido	14	23.444989			
CV (%) =	4.45				
Média geral:	12.5866667	Número de observações:		15	

Tabela 9 – Análise de variância: defeitos ardidos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	1294.657360	323.664340	6.473	0.0077
erro	10	500.014133	50.001413		
Total corrigido	14	1794.671493			
CV (%) =	20.61				
Média geral:	34.3126667	Número de observações:		15	

Tabela 10 – Análise de variância: porcentagem de grãos ardidos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	50.150734	12.537684	5.444	0.0137
erro	10	23.030381	2.303038		
Total corrigido	14	73.181115			
CV (%) =	23.20				
Média geral:	6.5399333	Número de observações:		15	

Tabela 11 – Análise de variância: porcentagem de grãos quebrados

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	177.199003	44.299751	2.837	0.0825
erro	10	156.149493	15.614949		
Total corrigido	14	333.348495			
CV (%) =	44.11				
Média geral:	8.9576667	Número de observações:		15	

Tabela 12 – Análise de variância: porcentagem de catação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	501.650334	125.412583	4.245	0.0290
erro	10	295.411090	29.541109		
Total corrigido	14	797.061424			
CV (%) =	25.25				
Média geral:	21.5265333	Número de observações:		15	