



JOÃO PEDRO DE MIRANDA SILVESTRE

**MODIFICAÇÃO DO PERFIL SENSORIAL DO CAFÉ
POR MEIO DE TÉCNICAS DE FERMENTAÇÃO
ANAERÓBICAS EM DIFERENTES
PROCESSAMENTOS**

**LAVRAS-MG
2022**

JOÃO PEDRO DE MIRANDA SILVESTRE

**MODIFICAÇÃO DO PERFIL SENSORIAL DO CAFÉ POR MEIO DE
TÉCNICAS DE FERMENTAÇÃO ANAERÓBICAS EM DIFERENTES
PROCESSAMENTOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Dr. Denis Henrique Silva Nadaleti
Orientador

Me. Giovani Belutti Voltolini
Coorientador

**LAVRAS-MG
2022**

JOÃO PEDRO DE MIRANDA SILVESTRE

**MODIFICAÇÃO DO PERFIL SENSORIAL DO CAFÉ POR MEIO DE
TÉCNICAS DE FERMENTAÇÃO ANAERÓBICAS EM DIFERENTES
PROCESSAMENTOS**

**MODIFICATION IN THE SENSORY PROFILE OF COFFEE
THROUGH ANAEROBIC FERMENTATION TECHNIQUES IN
PROCESSING METHODS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 02 de maio de 2022.

Dr. Denis Henrique Silva Nadaleti	EPAMIG
Me. Giovani Belutti Voltolini	UFLA
Dra. Ana Flávia de Freitas	EPAMIG
Dra. Cyntia Stephânia dos Santos	INCT Café/EPAMIG

Dr. Denis Henrique Silva Nadaleti
Orientador

Me. Giovani Belutti Voltolini
Coorientador

**LAVRAS-MG
2022**

Aos meu pais, Luiz Carlos e Selene, pois graças ao seu esforço pude concluir este curso.

Obrigado por todo apoio e incentivo. Vocês são meus maiores exemplos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me dar forças e sempre iluminar meu caminho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura (DAG) e a todo corpo docente pela oportunidade de realização do curso de Agronomia.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), por todo apoio na condução deste trabalho.

Ao orientador Dr. Denis, pela orientação e ensinamentos.

Ao coorientador Me. Giovani, por todos ensinamentos, conselhos e orientação.

Ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura da UFLA – NECAF, por todo conhecimento e crescimento pessoal.

Aos meus familiares, por todo incentivo e ajuda.

A minha namorada Aline, por toda cumplicidade e amor.

Ao meu grande amigo Waldinei, por toda parceria e amizade.

Aos meus amigos da Republica do Kongo, pelo companheirismo e amizade.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

Pois, que adianta ao homem ganhar o mundo inteiro e perder a sua alma?

Marcos 8:36

RESUMO

Uma técnica que vem chamando a atenção dos produtores é a fermentação induzida dos frutos. No processo de fermentação induzida, a velocidade de fermentação é aumentada, porém as interferências ambientais com diferentes microbiotas podem alterar o processo fermentativo, dificultando a repetibilidade dos resultados. Objetivou-se induzir fermentações anaeróbicas nos frutos de café, por meio de diferentes processamentos, visando a modificação no perfil sensorial da bebida. O experimento foi conduzido no ano de 2019 com frutos da cultivar Mundo-Novo IAC-379/19, com 70 % de frutos no estágio de maturação cereja. No dia da colheita, separou-se o café em 78 parcelas experimentais, com 10 L cada. Os tratamentos utilizados foram adição de extratos de: *Citrus reticulata*, *Carica papaya*, *Ananas comosus*, folhas de *Eucalyptus* spp. e adição de açúcar, na concentração de 10% em solução aquosa (em baldes com 12 L) e um tratamento somente água. Foram testados tempos de 24 h e 48 h de fermentação e dois processamentos, natural e via úmida. Adicionalmente, testou-se os frutos sem fermentação induzida para o café natural e para o descascado. Conclui-se que o tratamento com fermentação induzida por 24 h sem a adição de extratos em processamento via úmida propiciou cafés de melhor qualidade sensorial, com 85,33 pontos de nota final. A adição de extratos de *A. comosus* implica em redução da qualidade sensorial na bebida do café em processo de fermentação induzida.

Palavras-chave: Cafés especiais. Fermentação induzida. Pós-colheita. Qualidade.

ABSTRACT

One technique that has been drawing the attention of producers is the induced fermentation of the fruits. In the induced fermentation process, the fermentation speed is increased, but environmental interferences with different microbiota can alter the fermentation process, making it difficult to repeat the results. The objective was to induce anaerobic fermentations in coffee fruits, through different processes, aiming at modifying the sensory profile of the beverage. The experiment was conducted in 2019, with 'Mundo Novo IAC-379/19' coffee fruits, which came from full harvest, with 70% of fruits in the parchment stage. On the day of harvest, the coffee was separated into 78 experimental plots, each containing 10 L. The treatments used were: addition extract of *Citrus reticulata*, *Carica papaya*, *Ananas comosus*, *Eucalyptus* spp. leaf and addition of sugar, at concentration of 10% in aqueous solution (stored in 12 L buckets) and treatment with water only. 24 and 48h fermentation periods were tested, besides two processing methods, natural and with peeled fruits. In addition, the fruits were tested without induced fermentation for natural and peeled coffee. It is concluded that the treatment with fermentation induced for 24 h without the addition of extracts in wet processing yielded coffees of better sensory quality, with a final score of 85.33. The wet processing of coffee fruits without the addition of extracts, immersed in water for 24 h, yielded better sensory quality. The addition of *Ananas comosus* extracts implies a reduction in the sensory quality of coffee in the induced fermentation process.

Keywords: Special coffees. Induced fermentation. Post-harvest. Quality.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Importância do Agronegócio Café	13
2.3 Cafés especiais.....	15
2.4 Processamento pós-colheita.....	17
2.5 Fermentação induzida no café	18
REFERÊNCIAS	21
SEGUNDA PARTE	25
ARTIGO MODIFICATION IN THE SENSORY PROFILE OF COFFEE THROUGH ANAEROBIC FERMENTATION TECHNIQUES IN PROCESSING METHODS	26
1 INTRODUÇÃO	27
2 MATERIAL E MÉTODOS	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4 CONCLUSÃO	36
AGRADECIMENTOS	36
REFERÊNCIAS	36

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O café consiste em um dos produtos mais estratégicos para a agricultura brasileira, haja vista a expressiva participação deste produto na pauta de exportação, bem como na geração de emprego e de renda no campo, já que o Brasil é amplamente reconhecido como maior produtor e exportador de café do mundo.

Esse título, contudo, não mais consiste em um fator decisivo para o sucesso do processo exportador. Isso porque, nos dias de hoje, se leva em conta principalmente os diferenciais do café, motivo pelo qual o café brasileiro passou a perder competitividade no mercado internacional ao longo dos anos, em razão da tradição quantitativa da cafeicultura brasileira.

Desse modo, passaram a se destacar no cenário internacional os cafés especiais, em que há a necessidade de ultrapassar somente a qualidade final da bebida. A partir de então, passa a ser essencial a obtenção de um equilíbrio quase perfeito entre suas características tangíveis – propriedades físicas, sensoriais e locais – e intangíveis – tecnologia empregada, preservação do meio-ambiente e responsabilidade social (LEÃO, 2010).

Para este propósito, diversos aspectos contribuem para uma cafeicultura cujo produto final seja atrativo e qualitativamente superior. Tais fatores vão desde a adubação equilibrada, o correto preparo do solo e implantação da lavoura, até a seleção das espécies, das cultivares para plantio e dos demais manejos que a cultura do cafeeiro demanda em relação ao controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

Além disso, sabe-se que o processamento pós-colheita interfere de maneira decisiva na qualidade do café, podendo alterar os atributos sensoriais, assim como suas nuances e, portanto, contribuir para a obtenção de cafés especiais. Inclusive, os processamentos “via seca” e “via úmida” resultaram, em diversas pesquisas e trabalhos, em cafés distintos, com sensoriais diversos, variando em sabor, corpo e doçura (MALTA et al. 2013; OLIVEIRA et al., 2013; TAVEIRA et al., 2015).

Como já exposto, o conceito de qualidade no café está intimamente ligado à qualidade da bebida, sendo que os cafés de qualidade superior são comumente caracterizados pelo seu sabor e aroma característicos, atrelados a um bom corpo, acidez natural e que seja agradável ao paladar do consumidor.

Atualmente, a fermentação induzida dos frutos de café surge como uma técnica alternativa de pós-colheita com grande destaque para a produção de cafés especiais. As fermentações são comuns nos cafés naturais processados em via seca, com a presença de todas as estruturas dos frutos. Entretanto, no processo de fermentação induzida, a velocidade de

fermentação é aumentada, o que interfere substancialmente nas propriedades do produto final.

Outrossim, a diversidade da microbiota dos ambientes em que ocorrem as fermentações induzidas pode interferir no resultado do processo fermentativo e dificultar a repetibilidade dos procedimentos propostos. A atividade microbiológica, assim como o tempo de fermentação podem alterar a concentração de alguns compostos, como os açúcares e aminoácidos livres.

A partir destes parâmetros, diversos trabalhos vêm sendo realizados utilizando no processo fermentativo microrganismos previamente isolados de lavouras cafeeiras. Todavia, fora da esfera acadêmica, relatos de cafeicultores passaram a demandar estudos científicos que ponham à prova experiências empíricas relatadas diretamente dos campos de cultivo.

Assim sendo, passa-se a testar uma imensa gama de distintas formas de fermentação induzida, quais sejam, as aeróbicas, as anaeróbicas, tais quais aquelas em que se emprega a adição de produtos exógenos, como extratos de frutas, mel, açúcar, leveduras, dentre outros componentes.

Portanto, em vista das diversas indagações que persistem e, como forma de se pôr em evidência os eventos experimentados empiricamente por cafeicultores em seu campo de atuação, objetiva-se com o presente estudo avaliar a influência da fermentação anaeróbica induzida em distintos processamentos de pós-colheita na qualidade final da bebida do café.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância do Agronegócio Café

Em solo brasileiro, o café consiste em um dos produtos mais estratégicos para o país, a curto, e longo prazo. Segundo Teixeira (2002), este fato decorre da expressiva participação deste produto na pauta de exportação, bem como na geração de emprego e de renda no campo e nas indústrias. Tanto é assim, que, igualmente, se torna cristalino visualizar o significativo volume de sua produção e seu expressivo consumo interno.

No tocante às principais espécies cultivadas em solo nacional, é possível afirmar, a partir das inferências da Conab (2022), que aproximadamente 80% da área total destinada à cafeicultura brasileira está ocupada pelo cultivo de *Coffea arabica* L., o que corresponde, nesta safra, à estimativa de 1.809,98 mil hectares de terra. O estado de Minas Gerais é aquele que concentra a maior área em espécie, destinando, nesta safra, 1.316,59 mil hectares ao plantio e, assim, alcançando cerca de 70% da área ocupada com café arábica em todo país (CONAB, 2022).

Por outro lado, consoante a Conab (2022), estima-se que haverá um aumento de 4% sobre a área total cultivada de *Coffea canephora* Pierre, que está contida, em sua maior parte, no estado do Espírito Santo. A mesma Companhia dispõe que este crescimento importará no atingimento de quase 427 mil hectares e, desse total, 389,2 mil hectares deverão estar em produção, enquanto 37,8 mil hectares estarão ainda em formação.

De acordo com o primeiro Boletim da Safra de Café da Conab (2022), a área destinada à produção de café em 2022 constitui 1,82 milhão de hectares, o que representa um discreto crescimento, se comparado à safra passada. Destarte, a produtividade média nacional prevista é de 30,6 sc/ha, isto é, superior em 16,1% em relação à safra anterior.

No que lhe diz respeito, conforme estima a Conab (2022), o café arábica tem produção aproximada de 38.783,9 mil sacas de café beneficiado, acréscimo de 23,4% em comparação à safra anterior. Por seu turno, a mesma companhia afere que o café conilon tem expectativa de produção de 16.959,2 mil sacas de café beneficiado, aumento de 4,1% em relação à safra anterior.

É importante ressaltar que, em razão de intempéries climáticas como estiagens e geadas ocorridas em algumas regiões-destaque em produtividade, para a Conab (2022), a cultura

difícilmente alcançará o potencial produtivo conjecturado. Desse modo, a expectativa de produção está estimada em 55.743,1 mil sacas de café beneficiado, o que representa um crescimento de 16,8%, se comparado ao ano de 2021 (CONAB, 2022).

Já no que concerne ao consumo doméstico de café do Brasil para a MY 2021/22, o *United States Department of Agriculture*, (USDA, 2022), estima que manter-se-á inalterado em 23,65 milhões de sacas de café, sendo 22,705 milhões de sacas de café torrado/moído e 950.000 sacas de café solúvel, respectivamente. Esta estatística indica um acréscimo de mais de um por cento em relação a MY 2020/21, a qual importou 23,307 milhões sacas, sendo 22,36 milhões de sacas de café torrado/moído e 947 mil sacas de café solúvel, respectivamente (USDA, 2022).

No ano de 2021, segundo a Conab (2022), seria lógico que os preços internacionais atrativos e a alta da taxa de câmbio no Brasil estimulassem as vendas externas, o que não ocorreu devido à quebra da produção brasileira e os problemas logísticos no transporte internacional. É em virtude disso que a referida empresa imputa a estes aspectos o fato de que o Brasil obteve um recuo de 3,3% na exportação de café verde em relação ao ano anterior, o que corresponde à remessa de 42,4 milhões de sacas de 60 quilos.

As exportações brasileiras de café para o MY 2021/22 estão estimadas inalteradas em 33,22 milhões de sacas de 60 kg, uma queda de aproximadamente 12,5 milhões de sacas em relação ao MY anterior, devido à menor disponibilidade do produto e gargalos logísticos. As exportações de grãos verdes (Arábica e Robusta/Conilon) para o MY 2021/22 estão estimadas em 30 milhões de sacas, enquanto as exportações de café solúvel estão estimadas em 3,2 milhões de sacas. Os principais destinos do MY atual incluem Estados Unidos, Alemanha, Japão, Itália e Bélgica (USDA, 2022)

Isso porque, de acordo com Paiva (2005), a valorização da qualidade e da diferenciação do produto vem ganhando destaque ao longo dos anos e, recentemente, é o que tem norteado os setores produtivo e comercial. O autor pontua que o Brasil é amplamente reconhecido como maior produtor e exportador de café do mundo, porém este não é mais o fator decisivo para exportação, quando se leva em conta os diferenciais do café.

Nesse contexto, destacam-se os cafés especiais, os quais transcendem a noção de qualidade final da bebida. Isso porque, na verdade, sobressai-se a soma de suas características tangíveis – propriedades físicas, sensoriais e locacionais – e intangíveis – tecnologia empregada, preservação do meio-ambiente e responsabilidade social (LEÃO, 2010).

2.2 Cafés especiais

Consoante o que estabelece Pires et al. (2003), o café brasileiro passou a perder competitividade no mercado internacional ao longo dos anos, em razão da tradição quantitativa da cafeicultura brasileira. Nessa perspectiva, preconizou-se por muito tempo um modelo tecnológico essencialmente favorável ao aumento da produtividade, negligenciou-se a qualidade do produto e favoreceu, portanto, outros produtores mundiais (FERREIRA et al., 2012).

A partir disso, segundo Ferreira et al. (2012), ao perceber a grande oferta de café no mercado externo e a concorrência em forte desenvolvimento, os produtores brasileiros passaram a enxergar o cenário em que estão envolvidos de outra perspectiva. Então, a produção e o consumo nacionais do café tornaram-se mais criteriosos, e as novas percepções acerca da qualidade do produto passaram a valorizar não somente o café expresso, mas também o café torrado e moído, harmônico em sabor, aroma, fragrância e pureza. Assim, os preços dos cafés especiais tornaram-se mais atraentes nacional e internacionalmente.

Consoante D'Alessandro (2015), o primeiro conceito de cafés especiais surgiu em 1978 e foi Erna Knustsen quem o mencionou e os caracterizou como “cafés de determinadas áreas geográficas, que produzem grãos com sabores únicos”. Também, a produção desses cafés foi utilizada como uma das principais estratégias de viabilização econômica da cafeicultura. Ocorre que, sobretudo em regiões com onerosos custos de produção, a opção pelo plantio de cafés especiais dificulta a produção de cafés *commodity*, uma vez que as estratégias produtivas inerentes à diversificação podem torná-la financeiramente inviável (FIGUEIREDO et al., 2015).

O conceito de qualidade do café está intimamente ligado ao seu “sabor e aroma característicos, atrelados a um bom corpo, acidez natural e que seja agradável ao paladar do consumidor” (BORÉM, 2008). É justamente a soma destas características que faz tornar possível aferir a superioridade qualitativa da bebida.

Vale sobrelevar que, conforme já dito, apesar de essencial para a qualificação do produto, não somente as características intrínsecas do grão são consideradas para tanto. Outro fator relevante consiste na combinação dos aspectos ambientais do local de cultivo, da maturação do grão e do processo de colheita e pós-colheita (JOËT et al., 2010; TOLEDO et al., 2016). Isso porque, conforme os conhecimentos de Buffo e Reineccius (2008), o sabor

característico da bebida derivada do grão é influenciado de forma imediata pelas condições edafoclimáticas, pelos cultivares, pela adubação do solo ou das vias aéreas e pela pós-colheita – tal qual os processos de secagem, armazenamento, torrefação, moagem e embalagem.

Por sua vez, com base na investigação da composição química e as variantes qualitativas dos grãos de café, partindo da espécie (MONTEIRO;FARAH, 2012), do cultivar (KITZBERGER et al., 2013), e também do processamento, do ambiente de cultivo e do manejo (RIBEIRO et al., 2016), descobriu-se que “os ácidos clorogênicos, a cafeína, a trigonelina, os fenóis e a sacarose estão intimamente relacionados com a qualidade sensorial da bebida” (FARAH et al., 2006) e, conseqüentemente, com sua classificação.

Segundo Sobreira et al. (2015); Nadaleti et al. (2018); e Fassio et al. (2019), vários estudos têm reiteradamente evidenciado que, frequentemente, determina-se a superioridade da bebida como consequência do seu local de cultivo. Ademais, para Malta et al. (2013); Pereira et al. (2019); e Barbosa et al. (2019), o material genético do café, bem como os processos pós-colheita aplicados aos lotes também são considerados essenciais nesse quesito.

Conforme afirma o Senar (2017), utilizando-se o método *Specialty Coffee Association of America* (SCAA), um lote de café deve passar por três espécies de verificação e atender a três principais requisitos para ser considerado especial, sendo duas de natureza física e uma de natureza sensorial. Uma das verificações físicas é realizada a partir de uma amostra de café cru, sendo possível, assim, encontrar seus denominados defeitos. Por outro lado, a segunda verificação física é similar, todavia é feita a partir dos os grãos *quakers*. Finalmente, a análise sensorial se consolida pela degustação da bebida, processo a partir do qual é possível avaliar sua pontuação.

Aliás, de acordo com Lingle (2011), para ser considerada especial, a bebida, na xícara, não pode apresentar defeito sensorial que a faça alcançar pontuação inferior a 80 pontos, de acordo com o protocolo de análise sensorial da SCAA. Nesse sentido, o autor pontua que a avaliação é feita por meio dos órgãos dos sentidos, principalmente do paladar e olfato, por juízes certificados, com a utilização de um protocolo. Ademais, defende ser fundamental que os provadores tenham sentidos apurados, pois tal aguçõ permite que a diferenciação das nuances formadas seja identificada (ILLY, 2002).

A metodologia de avaliação pelo protocolo da SCA é uma ferramenta útil para atender a proposta de definição da qualidade de café (DONFRANCESCO; GUZMAN; CÂMARAS, 2014), haja vista que neste método, consoante Barbosa et al. (2019) e Debona et al. (2019), nota-se uma consistência nas notas dos degustadores deste tipo de avaliação, que demonstram significativamente calibrados.

De acordo com Guimarães, Castro Júnior e Andrade (2016), para os brasileiros, o consumo de café commodity é uma tradição, ao passo que os cafés especiais, apesar de crescerem rapidamente em consumo, ainda são novidade para significativa parcela da população. Assim sendo, com base em sua recente aceitação pelo mercado, diante da globalização, nota-se a exigência de cafés com padrões sensoriais altamente desejáveis e de grande pureza, para, além de tudo, atender à segurança alimentar. (FERNANDES, 2008).

Diante disso, o Senar (2017) defende que o mercado de cafés especiais está rapidamente se consolidando entre consumidores mundiais, inclusive os brasileiros. Conseqüentemente, a entidade reconhece que, cada safra, aumenta-se a disponibilidade desta categoria de bebida no mercado interno, gerando também maior interesse no trabalho desempenhado pelos produtores e demais especialistas, desde o plantio, até a xícara.

2.3 Processamento pós-colheita

Sem prejuízo do outrora exposto, segundo Borém (2008), a escolha do modo de processamento do café também é decisiva na rentabilidade da atividade cafeeira. Tal lucratividade dependerá de diversos fatores, tais quais: as condições climáticas da região; a disponibilidade de capital; o acesso à equipamentos tecnológicos; as exigências do mercado consumidor quanto às características do produto; a outorga para o uso da água; a disponibilidade de tecnologia para o tratamento das águas residuárias; entre outros.

De acordo com o mesmo autor, pode-se dizer que três aspectos são fundamentais na escolha do método de processamento do café: a relação custo/benefício do método de processamento; a necessidade de atendimento à legislação ambiental; e o padrão desejado de qualidade.

Para mais, sabe-se que o processamento pós-colheita interfere diretamente na qualidade final do café, podendo alterar suas mais diversas nuances. Nessa perspectiva, os processamentos “via seca” e “via úmida” resultaram, em diversas pesquisas e trabalhos, em cafés distintos, com sensoriais diversos, variando em sabor, corpo e doçura (MALTA et al. 2013; OLIVEIRA et al., 2013; TAVEIRA et al., 2015).

Consoante Borém (2008), o processamento em que se submete à secagem dos grãos na sua forma integral é tradicionalmente conhecido como “via seca” e consiste no modo mais antigo e simples de se processar o café, dando origem aos cafés denominados naturais. Normalmente, a via seca é utilizada em regiões tropicais, em que se existe uma estação seca

coincidente com o período da colheita.

Por outro lado, segundo Borém, Isquierdo e Taveira (2014), no que tange ao processamento denominado como “via úmida”, três lotes distintos podem ser obtidos, quais sejam, os lotes de grãos descascados, desmucilados ou despulpados. A opção por um lote ou outro será realizada a depender da conveniência de cada modo, para cada caso.

Nesse seguimento, os mesmos autores dispõem que os cafés descascados mantêm parte do mesocarpo aderida ao pergaminho, após o descascamento mecânico. De modo distinto, a mucilagem pode ser retirada de duas maneiras. A primeira forma se dá com a utilização de desmucilador mecânico, o qual submete os frutos descascados ao atrito com jatos de água, originando, assim, o café desmucilado. Outra alternativa é a utilização de tanques de fermentação, em que a retirada da polpa ocorre biologicamente, originando o café despulpado.

Inclusive, Bytof et al. (2005) e Knopp, Bytof, Selmar (2006) observam que vários estudos apontam para a dependência entre a composição química dos grãos de café e a forma de processamento utilizada, o que interfere diretamente em qualidade. Outrossim, pesquisas recentes têm verificado consideráveis variações de glicose e frutose, bem como de aminoácidos livres nos grãos crus de café. Contudo, de acordo com os autores, tais observações decorrem somente da forma de processamento, sem pormenorizarem as possíveis interferências das condições de secagem.

Isso posto, os cafés naturais, no geral, tendem a apresentar uma bebida mais doce e encorpada, devido ao seu maior teor de açúcares (TAVEIRA et al., 2015; JOET et al., 2010), já os cafés oriundos do processamento via-úmida podem apresentar acidez agradável e desejável, menos corpo e bebida limpa (SELMAR; KLEINWACHTER; BITOF, 2015; CORADI; BORÉM; OLIVEIRA, 2008).

2.4 Fermentação induzida no café

O crescente mercado de cafés especiais é uma resposta de clientes que desejam pagar mais por atributos únicos na bebida. Consoante Pereira et al. (2019), durante séculos, as pessoas têm usado o processo de fermentação para dar sabor, aroma e textura, com intuito de preservação da qualidade de alimentos e bebidas.

Alguns estudos estão tentando relacionar a fermentação com aromas e sabores no café, e principalmente com o ganho de qualidade (SCHWAN; SILVA; BATISTA, 2012; SILVA, 2021; LEE et al., 2015). Nesse sentido, Folmer (2014), Lee et al. (2015), Poltronieri e Rossi

(2016) estabelecem que, sim, a etapa de fermentação desempenha uma das mais importantes funções de atribuição de nuances que acentuam a qualidade do café, em razão da grande variedade de modificações que têm efeito sobre seu sabor.

No entanto, os cafeicultores ocasionalmente usam práticas tradicionais para conduzir a fermentação, tornando escasso o efeito de diferentes metodologias de fermentação do café em sua qualidade (AVALLONE et al., 2001; CORREA et al., 2014; CÓRDOBA-CASTRO; GERRERO-FAJARDO, 2016; JACKELS; JACKELS, 2005; VELMOUROUGANE, 2013).

Silva et al. (2013) utilizaram cepas mesofílicas aeróbicas *B. cereus*, *B. megaterium*, *B. subtilis*, e também algumas cepas de leveduras *C. parapsilosis*, *P. guilliermondii* e *S. cerevisiae* isoladas de café arábica para verificar o desempenho na fermentação. Então, observaram que todos os inoculados estudados se destacaram promissores na desmucilação do café, melhorando assim a qualidade da bebida através da alteração em seu perfil sensorial.

Além disso, Lin (2010) infere que a fermentação do café, controlada através da aplicação de tecnologia, tem o potencial de aumentar a curva de aromas especiais, criando sabores inéditos, com mais doçura e citricidade. Todavia, deve-se ter consciência que, se não controlado corretamente, o processo certamente ensejará na perda de qualidade do produto.

Vale ressaltar que a fermentação do café não somente interfere nas nuances sensoriais do grão, mas pode trazer, igualmente, vários benefícios as suas propriedades funcionais, tais como a presença de substâncias antioxidantes, aumento de taxa metabólica, dentre outros (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; DIEZ-SIMON; MUMM; HALL, 2019). O mais interessante é que, em seus estudos, Chalfoun e Carvalho (2000) verificaram que este processo pode ocorrer mesmo antes da colheita, causada pela própria microbiota das lavouras em condições de alta temperatura e umidade.

Não obstante, embora processos fermentativos naturais sejam comuns e acompanhem os frutos durante todo seu plantio, evitar a fermentação natural não controlada é altamente recomendado. Por exemplo, foi percebido que a fermentação que ocorre espontaneamente no café cereja e seu tempo de duração dependem do estágio de amadurecimento dos grãos, da concentração de íons, da aeração, da variedade do café, do pH e da temperatura, assim como dos perfis dos microrganismos presentes (CHALFOUN; CARVALHO, 2000).

De forma a reforçar as observações acima, Rodrigues, Cunha e Almeida (2020), observaram que a temperatura e o pH, quando alterados, influenciam diretamente a taxa de fermentação. A degradação do mesocarpo mucilaginoso que está aderido ao pergaminho por enzimas produzidas pelos microrganismos permite que os grãos de café absorvam os compostos provindos da fermentação. Assim, altera-se certos aspectos do café que influenciam nas

frequências dos sabores, tal qual nos compostos químicos e voláteis do café

Já por outro lado, a fermentação induzida dos grãos de café, pode ser realizada de modo aeróbico e anaeróbico. Neste entremeio, desenrolam-se alterações físicas e químicas, tais como a redução dos açúcares e da água presente no café e a formação de precursores responsáveis pelo seu sabor e aroma (VAAST et al., 2006).

Por conseguinte, para Rodrigues, Cunha e Almeida (2010), quanto maior a atenção dada às características almejadas para o produto final e quanto mais comedidas forem as escolhas acerca dos sistemas de fermentação, maior o valor agregado ao produto. Sendo assim, este é o melhor meio de se garantir que o cafeicultor obtenha uma ótima bebida no fim de todo o árduo processo produtivo.

REFERÊNCIAS

- AVALLONE, S. et al. Microbiological and biochemical study of coffee fermentation. **Current Microbiology**, v. 42, n. 4, p. 252–256, abr. 2001.
- BARBOSA, I. P. et al. Sensory quality of *Coffea arabica* L. genotypes influenced by postharvest processing. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 4, p. 428-435, 2019.
- BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 631 p., 2008.
- BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; TAVEIRA, J. H. S. Coffee processing. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Handbook of coffee post-harvest technology**. Norcross: Gin Press, p. 49-68, 2014.
- BUFFO, R.A.; REINECCIUS, G.A. Determination of linear response in the detection of mixtures of aroma compounds by atmospheric pressure ionization-mass spectrometry (API-MS). **Flavour and Fragrance Journal**, v.23, p.16-22, 2008.
- BYTOF, G. et al. Influence of processing on the generation of γ -aminobutyric acid in green coffee beans. **European Food Research and Technology**, v.220, p.245-250, 2005.
- CHALFOUN, S. M; CARVALHO, V. D. Efeito de microrganismos na qualidade da bebida do café. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: v. 18, n. 1, p. 21-26, 2000.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**, Brasília, v. 5, Safra 2022, n. 3, 48 p., 2022.
- CORADI, P. C.; BORÉM, F. M.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem e armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande: v. 12, n. 2, p. 181-188, abr. 2008.
- CORDOBA-CASTRO, N. M.; GUERRERO-FAJARDO, J. E. Caracterización de los procesos tradicionales de fermentación de Café en el departamento de Nariño. **Biotecnología en el Sector agropecuario y agroindustrial**, v. 14, n. 2, p. 75–83, jul. – dez. 2016.
- CORREA, E. C. et al. Advanced Characterization of a Coffee Fermenting Tank by Multi-distributed Wireless Sensors: Spatial Interpolation and Phase Space Graphs. **Food Bioprocess Technology**. Nova Iorque: v. 7, n. 11, p. 3166–3174, nov. 2014.
- D’ALESSANDRO, S. C. Cap 12: Identificação de cafés especiais. In: **Café Arábica do plantio a colheita**, p. 268-291, 2015.
- DEBONA, D. G. et al. Consistência de Q-Graders na análise sensorial de cafés com diferentes perfis de torra. In: Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil, 2019, Vitória, 10,. **Anais...** Vitória, 4 p., 2019.

- DIEZ-SIMON, C.; MUMM, R.; HALL, R. D. Mass spectrometry-based metabolomics of volatiles as a new tool for understanding aroma and flavour chemistry in processed food products. **Metabolomics**, v.15, n. 3, p. 1-20, 2019.
- DONFRANCESCO, B.; GUZMAN, G.; CÂMARAS, E. Comparison of results from cupping and descriptive sensory analysis of Colombian brewed coffee. **Journal of Sensory Studies**, v. 29, p. 301-311, jun. 2014.
- ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, v. 46, n.2, p. 488-495, 2012.
- FARAH, A. et al. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v.98, n.2, p. 373-380, 2006.
- FARAH, A. et al. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v.98, p.373-380, 2006.
- FASSIO, L. O. et al. Sensory profile of arabica coffee accesses of the germplasm collection of Minas Gerais – Brazil. **Coffee Science**. Lavras: v. 14, n. 3, p. 382-393, jul. -set., 2019.
- FERNANDES, M. **Uso de cloreto de benzalcônio na pré-colheita e suas interações com a colheita e pós-colheita na qualidade do café**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2008.
- FERREIRA, A. D. et al. Sensory analysis of different bourbon coffee genotypes. **Interciencia**, p. 390-394, 3 maio 2012.
- FIGUEIREDO, L.P. et al. Fatty acid profile and parameters of quality of specialty coffees produced in different Brazilian regions. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 35, p. 3484-3493, ago. 2015.
- FOLMER, B. How can Science help to create new value in Coffee? **Food Research International**. v. 63, part C, p. 477-482, set. 2014.
- GUIMARÃES, E. R.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; ANDRADE, H. C. C. A terceira onda do café em Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras v. 18, n. 3, p. 214-227, 2016.
- ILLY, E. A saborosa complexidade do café. **Scientific American**, New York, v. 286, n. 6, p. 48-53, 2002.
- JACKELS, S. C.; JACKELS, C. F. Characterization of the coffee mucilage fermentation process using chemical indicators: a field study in Nicaragua. **Journal of Food Science**. v. 70, n. 5, p. C321-C325, jun. 2005.
- JOËT, T. et al. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. **Food Chemistry**. v. 118, n. 3, p. 693-701, fev. 2010.
- KITZBERGER, C.S.G. et al. Composição química de cafés arábica de cultivares tradicionais e modernas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p. 1498-1506, 2013.

- KNOPP, S.E.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the cont of sugars in green arabica coffee beans. **European Food Research and Technology**, v.223, n.2, p.195-201, 2006.
- LEÃO, E. A. **A produção de cafés especiais no Brasil e a emergência de novos padrões de competitividade**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- LEE, L. W. et al. Coffee fermentation and flavor - An intricate and delicate relationship. **Food Chemistry**, v. 185, p. 182–191, out. 2015.
- LIN, C. C., Approach of Improving Coffee Industry in Taiwan-Promote Quality of Coffee Bean by Fermentation. **The Journal of International Management Studies**. v. 5, n. 1, p. 154-159, 2010.
- LINGLE, T. R. The coffee cupper's handbook: a systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. **Long Beach, CA: Specialty Coffee Association of America**, 2011.
- MALTA, M. R. et al. Alterações na qualidade do café submetido a diferentes formas de processamento e secagem. **Engenharia de Agricultura**, Viçosa, v. 21, n. 5, p. 431-440, set./out, 2013.
- MONTEIRO, M.C.; FARAH, A. Chlorogenic acids in Brazilian Coffea arabica cultivars from various consecutive crops. **Food Chemistry**, v.134, p.611-614, 2012.
- NADALETI, D. H. S. et al. Productivity and sensory quality of arabica coffee in response to pruning type “esqueletamento”. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 6, maio 2018.
- OLIVEIRA, P.D. et al. Physiological aspects of coffee beans, processed and dried through different methods, associated with sensory quality. **Coffee Science**, v.8, n.2, p.203-211. 2013.
- PAIVA, Elisângela Ferreira Furtado. **Análise sensorial dos cafés especiais do estado de Minas Gerais**. 2005. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- PEREIRA, D. R. et al. Morphoagronomic and sensory performance of coffee cultivars in initial stage of development in Cerrado Mineiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 193-205, abr./jun, 2019.
- PEREIRA, L. L. et al. Construção de perfil sensorial para o café conilon fermentado. **Ifes Ciencia**, v. 5, n. 2, p. 242-252, 23 dez. 2019.
- PIRES, M. D. M. et al. Impactos do crescimento do consumo de cafés especiais na competitividade inter-regional da atividade cafeeira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 41(3), 53-71, 2003.
- POLTRONIERI, P.; ROSSI, F. Challenges in Specialty Coffee Processing and Quality Assurance. **Challenges**, v. 7, n. 19, p. 2-22, out. 2016.

- RIBEIRO, D. E. et al. Interaction of genotype, environment and processing in the chemical composition expression and sensorial quality of arabica coffee. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 27, p. 2412-2412, jul. 2016.
- RODRIGUES, G. Z.; DA CUNHA, L. T.; ALMEIDA, G. R. R. Desenvolvimento e validação da fermentação controlada de frutos do café no pós-colheita em diferentes tempos. **Revista Agro veterinária do Sul de Minas**, v. 2, n. 1, p. 45-52, 2020.
- SCHWAN, R. F.; SILVA, C. F.; BATISTA, L. R. Coffee fermentation. In: HUI, Y. H. (Ed), **Handbook of plant-based fermented food and beverage technology**. Boca Raton, Flórida: CRC Press, p.677-690, 2012.
- SELMAR, D.; KLEINWACHTER, M.; BYTOF, G. Metabolic responses of coffee beans during processing and their impact on coffee flavor. In: SCHWAN, R. F.; FLEET, G. H. (Eds.). **Cocoa and Coffee Fermentations**. 1st. ed. Boca Raton: CRC Press, p. 431-476, 2015.
- SILVA, C. F. et al. Evaluation of a potential starter culture for enhance quality of coffee fermentation. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, 29(2), 235-47, 2013.
- SILVA, I. S. **Obtenção de cafés especiais pela fermentação**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, 2021.
- SOBREIRA, F. M. et al. Potential of Híbrido de Timor germplasm and its derived progenies for coffee quality improvement. **Australian Journal of Crop Science**, Sidney, v. 9, n. 4, p. 289-295, 2015.
- TAVEIRA, J. H. S. et al. Post-harvest effects on beverage quality and physiological performance of coffee beans. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 12, p. 1457-1466, mar. 2015.
- TEIXEIRA, T. D. (2002). Política estratégica para a cafeicultura brasileira.
- TOLEDO, P. R. A. B. et al. Relationship between the Different Aspects Related to Coffee Quality and Their Volatile Compounds. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 4, p. 705-719, jul./ago. 2016.
- VAAST, P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 2, p. 197-204, 2006.
- 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**, v. 83, n. 2, p. 233-239, abr./jun. 2013.

SEGUNDA PARTE

ARTIGO PUBLICADO:

MODIFICATION IN THE SENSORY PROFILE OF COFFEE THROUGH ANAEROBIC FERMENTATION TECHNIQUES IN PROCESSING METHODS

DOI:

<https://doi.org/10.18188/sap.v19i4.25689>

AUTORES:

João Pedro de Miranda Silvestre
Giovani Belutti Voltolini
Ademilson de Oliveira Alecrim
Marcelo Ribeiro Malta
Larissa Cocato da Silva
Denis Henrique Silva Nadaleti

REVISTA:

Scientia Agraria Paranaensis

QUALIS CAPES:

B4

ARTIGO MODIFICATION IN THE SENSORY PROFILE OF COFFEE THROUGH ANAEROBIC FERMENTATION TECHNIQUES IN PROCESSING METHODS

RESUMO

Uma técnica que vem chamando a atenção dos produtores é a fermentação induzida dos frutos. No processo de fermentação induzida, a velocidade de fermentação é aumentada, porém as interferências ambientais com diferentes microbiotas podem alterar o processo fermentativo, dificultando a repetibilidade dos resultados. Objetivou-se induzir fermentações anaeróbicas nos frutos de café, por meio de diferentes processamentos, visando a modificação no perfil sensorial da bebida. O experimento foi conduzido no ano de 2019 com frutos da cultivar Mundo-Novo IAC-379/19, com 70 % de frutos no estágio de maturação cereja. No dia da colheita, separou-se o café em 78 parcelas experimentais, com 10 L cada. Os tratamentos utilizados foram adição de extratos de: *Citrus reticulata*, *Carica papaya*, *Ananas comosus*, folhas de *Eucalyptus* spp. e adição de açúcar, na concentração de 10% em solução aquosa (em baldes com 12 L) e um tratamento somente água. Foram testados tempos de 24 h e 48 h de fermentação e dois processamentos, natural e via úmida. Adicionalmente, testou-se os frutos sem fermentação induzida para o café natural e para o descascado. Conclui-se que o tratamento com fermentação induzida por 24 h sem a adição de extratos em processamento via úmida propiciou cafés de melhor qualidade sensorial, com 85,33 pontos de nota final. A adição de extratos de *A. comosus* implica em redução da qualidade sensorial na bebida do café em processo de fermentação induzida.

Palavras-chave: Cafés especiais. Fermentação induzida. Pós-colheita. Qualidade.

ABSTRACT

One technique that has been drawing the attention of producers is the induced fermentation of the fruits. In the induced fermentation process, the fermentation speed is increased, but environmental interferences with different microbiota can alter the fermentation process, making it difficult to repeat the results. The objective was to induce anaerobic fermentations in coffee fruits, through different processes, aiming at modifying the sensory profile of the beverage. The experiment was conducted in 2019, with 'Mundo Novo IAC-379/19' coffee fruits, which came from full harvest, with 70% of fruits in the parchment stage. On the day of harvest, the coffee was separated into 78 experimental plots, each containing 10 L. The treatments used were: addition extract of *Citrus reticulata*, *Carica papaya*, *Ananas comosus*, *Eucalyptus* spp. leaf and addition of sugar, at concentration of 10% in aqueous solution (stored in 12 L buckets) and treatment with water only. 24 and 48h fermentation periods were tested, besides two processing methods, natural and with peeled fruits. In addition, the fruits were tested without induced fermentation for natural and peeled coffee. It is concluded that the treatment with fermentation induced for 24 h without the addition of extracts in wet processing yielded coffees of better sensory quality, with a final score of 85.33. The wet processing of

coffee fruits without the addition of extracts, immersed in water for 24 h, yielded better sensory quality. The addition of *Ananas comosus* extracts implies a reduction in the sensory quality of coffee in the induced fermentation process.

Keywords: Special coffees. Induced fermentation. Post-harvest. Quality.

1 INTRODUÇÃO

São muitos os fatores que contribuem para a sustentabilidade da agricultura. Para a cafeicultura, esses fatores vão desde a escolha das espécies e/ou cultivares para plantio, preparo do solo e implantação da lavoura, passando pelos demais manejos que a cultura do cafeeiro demanda no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, bem como adubações equilibradas. Além desses fatores, outros relacionados às operações de colheita e pós-colheita assumem grande importância na qualidade do produto final, podendo favorecer a obtenção de cafés especiais.

Fatores genéticos (escolha da espécie e cultivar) são estudados com a finalidade de identificar materiais promissores para a produção de cafés especiais (FERREIRA et al., 2012; PEREIRA et al., 2019a; FASSIO et al., 2019). Além disso, sabe-se que o processamento pós-colheita interfere de maneira decisiva na qualidade do café, podendo alterar os atributos sensoriais, assim como suas nuances. Vários trabalhos permitem a conclusão de que os processamentos via seca e via úmida resultam em cafés com perfis sensoriais diferentes, como sabor, corpo e doçura (MALTA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013; TAVEIRA et al., 2015).

O conceito de qualidade no café está intimamente ligado à qualidade da bebida, sendo que os cafés de qualidade superior são comumente caracterizados pelo seu sabor e aroma característicos, atrelados a um bom corpo, acidez natural e que seja agradável ao paladar do consumidor (BORÉM, 2008).

A fermentação induzida dos frutos de café surge como uma técnica alternativa de pós-colheita com grande destaque para a produção de cafés especiais. Fermentações são comuns nos cafés naturais (processamento via seca), ou seja, aqueles processados com a presença de todas as estruturas dos frutos. Entretanto, no processo de fermentação induzida, a velocidade de fermentação é aumentada, interferindo significativamente na qualidade do produto final. Entretanto a diversidade de ambientes onde ocorrem as fermentações induzidas pode interferir de maneira significativa no resultado do processo fermentativo pela diversidade da microbiota de cada local, o que dificulta a repetibilidade dos tratamentos propostos (SILVA, 2014). A

atividade microbiológica, assim como o tempo de fermentação podem alterar a concentração de alguns compostos, como os açúcares e aminoácidos livres, e conseqüentemente interferindo na reação de Maillard e nos compostos voláteis durante o processo de torração (De MARIA et al., 1996).

Diversos trabalhos com fermentação em café vêm sendo realizados utilizando microrganismos previamente isolados de lavouras cafeeiras (EVANGELISTA et al., 2014, EVANGELISTA et al., 2015, BRESSANI et al., 2018), entretanto, diversas experiências são relatadas por cafeicultores, porém de modo empírico, demandando estudos científicos que possam por à prova tais relatos. Assim, testam-se fermentações induzidas aeróbicas, anaeróbicas, como também, com ou sem adição de produtos exógenos, como extratos de frutas, mel, açúcar, leveduras, dentre outros componentes. Porém é esperada grande variação nos resultados dessas pesquisas quando são realizadas em diferentes localidades e com diferentes metodologias como: mudança constante da microbiota presente em cada tipo de extrato, ou diferentes componentes exógenos inseridos no processo fermentativo.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da fermentação anaeróbica induzida em processamentos de pós-colheita distintos, na qualidade da bebida de café como forma a por a prova algumas experiências relatadas por cafeicultores.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2019, no setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura – DAG, da Universidade Federal de Lavras – UFLA. Para condução do presente trabalho, utilizou-se frutos de cafeeiros da cultivar Mundo Novo IAC 379/19 provenientes de colheita plena, com 70% dos frutos maduros. No dia da colheita, o café foi submetido a 26 tratamentos distintos (Tabela 1), em delineamento de blocos casualizados (DBC), com três repetições, totalizando 78 parcelas experimentais, constituídas por 10 litros de café em cada parcela.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados como técnicas de fermentação anaeróbica em frutos de café.

Nº	Extrato Utilizado	Tempo de Fermentação	Processamento
1	<i>Ananas comosus</i>	24 horas	Descascado
2	<i>Ananas comosus</i>	24 horas	Natural
3	<i>Ananas comosus</i>	48 horas	Descascado
4	<i>Ananas comosus</i>	48 horas	Natural
5	Açúcar	24 horas	Descascado
6	Açúcar	24 horas	Natural
7	Açúcar	48 horas	Descascado
8	Açúcar	48 horas	Natural
9	<i>Eucalyptus spp</i>	24 horas	Descascado
10	<i>Eucalyptus spp</i>	24 horas	Natural
11	<i>Eucalyptus spp</i>	48 horas	Descascado
12	<i>Eucalyptus spp</i>	48 horas	Natural
13	<i>Carica papaya</i> L.	24 horas	Descascado
14	<i>Carica papaya</i> L.	24 horas	Natural
15	<i>Carica papaya</i> L.	48 horas	Descascado
16	<i>Carica papaya</i> L.	48 horas	Natural
17	<i>Citrus reticulata</i>	24 horas	Descascado
18	<i>Citrus reticulata</i>	24 horas	Natural
19	<i>Citrus reticulata</i>	48 horas	Descascado
20	<i>Citrus reticulata</i>	48 horas	Natural
21	Sem fermentação	Sem fermentação	Descascado
22	Sem fermentação	Sem fermentação	Natural
23	Somente Água	24 horas	Descascado
24	Somente Água	24 horas	Natural
25	Somente Água	48 horas	Descascado
26	Somente Água	48 horas	Natural

Fonte: Do autor (2022).

Os tratamentos utilizados foram: (1.) adição de extrato de *Citrus reticulata*; (2.) adição de extrato de *Carica papaya* L.; (3.) Adição de extrato de *Ananas comosus*; (4.) Adição de extrato das folhas de *Eucalyptus spp* ; e (5.) adição de açúcar, na concentração de 10% em baldes com capacidade de 12 litros, com água, além de (6.) um tratamento somente com água. Foram avaliados tempos de fermentação de 24 horas e 48 horas de imersão em água, e dois processamentos de pós-colheita, com frutos naturais (via seca) e com frutos descascados (via úmida). O descascamento foi realizado utilizando descascador mecânico de amostras da marca

Pinhalense, modelo DMMP-04. Adicionalmente, testaram-se os frutos sem fermentação induzida para o café natural e para o descascado, ou seja, processados de forma convencional.

Após o tempo de fermentação em cada tratamento, as amostras seguiram para a etapa de secagem em telas individuais sobre terreiro de concreto, até atingirem 11,5% de teor de água. Como protocolo de secagem, estabeleceu-se a secagem “grão-a-grão”, na densidade de 12 litros de café por metro quadrado, durante os dois primeiros dias. Posteriormente, foram realizadas dobras de camada dia-a-dia, até atingirem a “meia seca”, com 8 dias de secagem (BORÉM, et al., 2008). Por fim, a partir desta etapa, não houve mais dobras de camadas (Figura 1).

Figura 1 - Processamento e secagem dos frutos de café submetidos aos diferentes tratamentos utilizados.



Fonte: Do autor (2022).

A partir do terceiro dia de secagem, realizou-se o revolvimento constante das amostras de café (10-15 revolvimentos diários). Após a secagem, as amostras permaneceram em armazenadas por 30 dias, em redes plásticas com malha fina, próprias para armazenamento de frutos, em tulhas de armazenamento, com temperatura ambiente, sem exposição a umidade e raios solares, para uniformização do teor de água nos grãos. Decorrido este período, as amostras foram beneficiadas e foi realizada a análise sensorial por três juízes “Q-graders” certificados, utilizando o protocolo proposto pela Associação de Cafés Especiais – SCA (LINGLE, 2011). Os atributos sensoriais avaliados foram: uniformidade, xícara limpa, doçura, fragrância/aroma, sabor, acidez, corpo, finalização, balanço, geral e nota final (somatória de todos os atributos).

Com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011), verificou-se a significância dos tratamentos por meio do teste de F, e para as características que tiveram diferença significativa realizou-se o agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Também se procedeu por meio do software Genes (CRUZ, 2006), a análise multivariada de componentes principais dos dados. Realizou-se a análise de variáveis canônicas para avaliar a similaridade dos tratamentos, por intermédio de dispersão gráfica, e realizada a análise de variância multivariada (MANOVA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos resultados observados, verificou-se diferença significativa para os atributos sensoriais: fragrância/aroma, sabor, acidez, corpo, finalização, balanço, geral e nota final (somatória de todos os atributos). Quando se avaliou as amostras de café dos diferentes tratamentos quanto a uniformidade, xícara limpa e doçura não foram encontradas diferenças significativas pois a todas as amostras foi atribuída a nota 10.

Para os atributos de fragrância/aroma, sabor e finalização, formaram-se três grupos distintos. Para os atributos balanço e geral formaram-se 2 grupos distintos e para as características de acidez, corpo e nota total final formaram-se quatro grupos distintos entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Média dos atributos sensoriais fragrância/aroma, sabor, acidez, corpo, finalização, balanço, geral e nota final, em função de diferentes tempos de fermentação, diferentes tipos de processamento e diferentes componentes exógenos aplicados na fermentação anaeróbica induzida de frutos de café.

Nº	Frag/Aroma	Sabor	Acidez	Corpo	Finalização	Balanço	Geral	Final
1	7.00 c	7.00 c	7.00 d	7.00 d	7,00 c	7,00 b	7,00 b	79.00 d
2	7.50 b	7,83 a	7.50 c	7.67 b	8,00 a	7,50 a	7,50 a	83.50 c
3	7.50 b	7,50 b	7.50 c	7.50 c	8,00 a	7,50 a	7,50 a	83.00 c
4	7.50 b	7,67 b	7.50 c	7.50 c	7,50 b	7,33 a	7,50 a	82.50 c
5	7.83 a	8,00 a	7.50 c	8.00 a	8,00 a	7,50 a	7,50 a	84.17 b
6	7.83 a	8,00 a	7.50 c	7.50 c	7,83 a	7,33 a	7,50 a	83.50 c
7	7.67 a	7,83 a	7.50 c	8.00 a	8,00 a	7,50 a	7,67 a	84.33 b
8	7.83 a	8,00 a	7.50 c	8.00 a	8,00 a	7,50 a	7,50 a	84.33 b
9	7.50 b	7,83 a	7.50 c	7.50 c	8,00 a	7,50 a	7,50 a	83.33 c
10	7.50 b	8,00 a	7.50 c	7.67 b	8,00 a	7,50 a	7,50 a	83.67 b
11	7.50 b	7,50 b	7.50 c	7.50 c	7,67 b	7,50 a	7,33 a	82.50 c
12	7.50 b	7,83 a	7.50 c	7.50 c	7,50 b	7,50 a	7,33 a	82.67 c
13	7.50 b	7,67 b	7.50 c	7.50 c	8,00 a	7,50 a	7,50 a	83.67 b
14	7.50 b	7,83 a	7.50 c	7.50 c	8,00 a	7,50 a	7,50 a	83.33 c
15	7.50 b	7,83 a	7.50 c	8.00 a	7,50 b	7,50 a	7,50 a	82.83 c
16	7.50 b	7,50 b	7.67 b	7.50 c	7,83 a	7,33 a	7,50 a	82.67 c

17	7.50 b	7,67 b	7.50 c	7.50 c	7,50 b	7,50 a	7,50 a	82.67 c
18	7.50 b	8,00 a	7.50 c	7.67 b	8,00 a	7,50 a	7,67 a	83.83 b
19	7.50 b	7,67 b	7.50 c	7.67 b	7,50 b	7,50 a	7,50 a	82.83 c
20	7.50 b	8,00 a	7.50 c	8.00 a	8,00 a	7,67 a	7,50 a	84.33 b
21	7.50 b	7,83 a	7.50 c	7.5 c	8,00 a	7,50 a	7,50 a	83.33 c
22	7.83 a	8,00 a	7.50 c	7.67 b	8,00 a	7,50 a	7,50 a	84.00 b
23	8.00 a	8,00 a	8.00 a	8.00 a	8,00 a	7,50 a	7,83 a	85.33 a
24	7.50 b	7,50 b	7.67 b	7.5 c	7,33 b	7,50 a	7,50 a	82.50 c
25	7.50 b	7,50 b	7.50 c	7.5 c	8,00 a	7,50 a	7,50 a	83.00 c
26	7.50 b	7,83 a	7.50 c	7.5 c	7,50 b	7,50 a	7,50 a	82.83 c

Médias seguidas de mesma letra na coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Do autor (2022).

Verificou-se assim que, para o atributo fragrância/aroma, houve superioridade dos tratamentos: com a adição de açúcar, independente do processamento ou tempo de fermentação; sem fermentação no processamento via seca (natural); e somente com água com 24 horas de fermentação no processamento via úmida (descascado). As amostras de café com adição de extrato de *Ananas comosus* 24 D, apresentaram menor valor para esta variável. Os demais tratamentos foram semelhantes entre si, com valores intermediários aos demais grupos.

Para a característica de acidez, as amostras que receberam “somente água 24 D” foram superiores aos demais tratamentos. Assim como o observado para o atributo fragrância/aroma, também na avaliação da acidez as amostras de café com adição de extrato de *Ananas comosus* 24 D, foram novamente o pior tratamento.

Já para o atributo sensorial “corpo”, verificou-se superioridade de alguns tratamentos frente aos demais, sendo eles: fermentação com adição de açúcar 48 D, fermentação com adição de açúcar 48 N, fermentação com adição de açúcar 24 D; fermentação com adição de extrato de *Carica papaya* L. 48 D; fermentação com adição de extrato de *Citrus reticulata* 48 N; e o tratamento de fermentação somente com água 24 D. Novamente, as amostras de café com fermentação com adição de extrato *Ananas comosus* 24 D foram as piores com relação a esse atributo.

Para os atributos sensoriais sabor e finalização, foi possível a formação de três grupos distintos, de acordo com a metodologia de agrupamento proposta com o teste estatístico. Para ambos os atributos, as amostras de café com *Ananas comosus* 24 D, foram as piores, ficando no terceiro agrupamento, inferior aos demais. As amostras de café com tratamentos alocados nos agrupamentos superiores tiveram comportamentos distintos de acordo com cada atributo sensorial. Entretanto, destacam-se as amostras de café com fermentação por adição do extrato

com açúcar, pois independentemente do processamento ou do tempo de fermentação, se mantiveram no agrupamento superior para ambos atributos sensoriais.

Já para os atributos balanço e geral, somente dois grupos foram formados, sendo um, com as amostras de café com *Ananas comosus* 24 D, que foram as piores, e o outro agrupamento com as amostras de café com todos os demais tratamentos.

Por fim, para a nota final, verificou-se superioridade das amostras de café com fermentação apenas com Água 24 D, com nota 85,33 pontos, segundo o protocolo de degustação SCA. Ainda de acordo com a nota final, as amostras de café fermentadas com *Ananas comosus* 24 D foram aquelas que apresentaram a menor nota sensorial final, ou seja, 79 pontos.

Sobretudo, ressalta-se que as amostras de café com que receberam o tratamento padrão de secagem do café, ou seja, secado naturalmente, ou também àquele que é secado sem a presença do exocarpo dos frutos (descascado), apresentaram no laudo sensorial características como acidez média, doçura média alta, caramelo, chocolate ao leite e castanha. Por outro lado, o perfil sensorial atrelado à bebida do café das amostras de café com o melhor tratamento, ou seja, aquelas que ficaram sob fermentação durante 24 horas somente com água, apresentaram notas de chocolate ao leite, frutado, mamão, açúcar mascavo, frutas amarelas, elevada acidez e elevada doçura. Já a bebida do café, quando os frutos foram submetidos à fermentação com extrato de *Ananas comosus*, por 24 horas, (pior tratamento), apresentou notas de ácido acético, e características como corpo áspero e desbalanço.

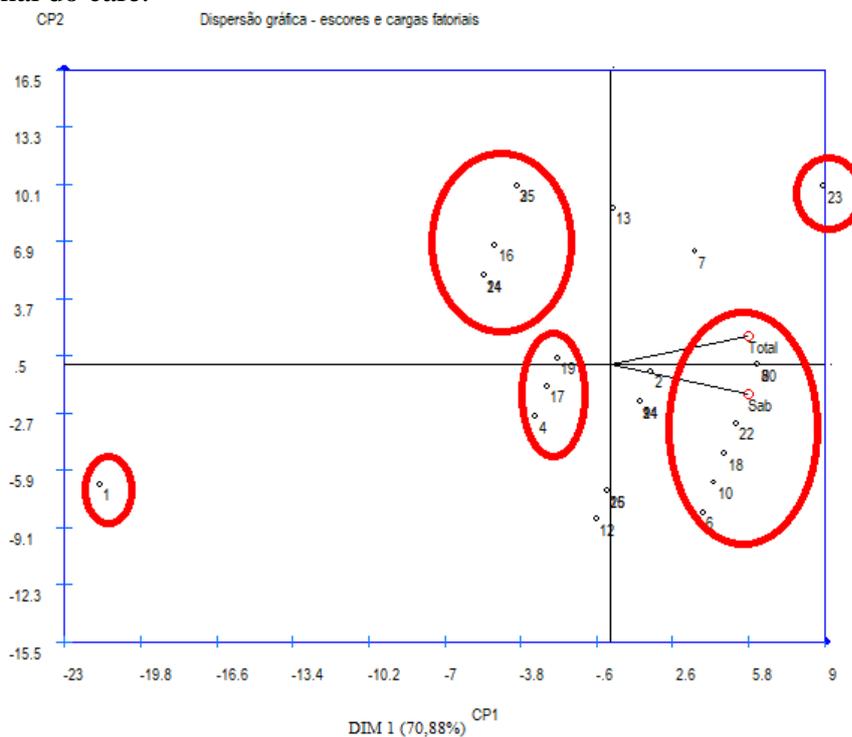
Observa-se por meio da análise de componentes principais, que resultou no gráfico de dispersão (Figura 2), o agrupamento dos vinte e seis tratamentos, resultantes da análise canônica. Pode-se verificar que os atributos sensoriais que mais explicam os resultados são sabor e nota final, e desta forma, somente estes foram utilizados no gráfico de dispersão.

Pode-se também verificar que no quadrante inferior esquerdo, o tratamento número 1 (Fermentação com *Ananas comosus* por 24 horas, Descascado) se agrupou distante das principais características positivas por meio da análise sensorial, sabor e nota final. Por outro lado, agruparam-se alguns tratamentos como o 20 (Fermentação com *Citrus reticulata* por 48 horas, processamento Natural), 22 (Sem fermentação em processamento Natural), 18 (Fermentação com *Citrus reticulata* por 24 horas em processamento Natural), 10 (Fermentação com folhas de *Eucalyptus spp* por 24 horas em processamento Natural) e 6 (Fermentação com Açúcar, por 24 horas em processamento Natural), sendo que todos estes tratamentos são com 24 horas de fermentação, exceto o tratamento 20 com 48 horas, com processamento natural. Ressalta-se que os tratamentos 6, 10 e 18 são aqueles com adição de extrato de açúcar, eucalipto

e *Citrus reticulata*, respectivamente, no quadrante inferior direito, próximos as principais características desejáveis na bebida do café.

Observou-se também o agrupamento do tratamento 23 (fermentação com somente Água por 24 horas em processamento Descascado, próximo ao atributo sensorial nota final, sendo que este tratamento foi o que conferiu maior nota dentre todos os demais. (FIGURA 2).

Figura 2 - Dispersão gráfica dos tratamentos empregados em função de diferentes técnicas de fermentação induzida em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características sabor e nota final do café.



Fonte: Do autor (2022)

Segundo Evangelista et al. (2014), o uso de leveduras oriundas das próprias lavouras de café, após isolamento, implica em mudanças no perfil sensorial dos frutos de café, produzindo sabor de caramelo e frutado. Aliado a isto, Ribeiro et al. (2017) relatam que a alteração sensorial por meio de fermentações induzidas, também é influenciada em função da cultivar de café estudada, tendo variações no resultado em função da escolha da mesma. Bressani et al. (2018) também trabalhando com fermentação induzida com leveduras, verificaram alteração no perfil sensorial, com notória melhoria, implicando assim no surgimento de notas sensoriais de banana e caju nos frutos de café, tornando-o exótico.

Por outro lado, quando em condições empíricas, alguns cafeicultores têm encontrado grande dificuldade, pois em alguns lotes de café, conseguem ganhos significativos, e em outros

ocorrem fermentações indesejáveis, que levam a deterioração da qualidade da bebida do café, o que motivou o presente trabalho.

Ressalta-se que, quando em condições de melhoria da qualidade sensorial da bebida do café, provavelmente isto ocorre em função da alteração na concentração de compostos como os açúcares que podem contribuir na reação de Maillard e dos compostos voláteis durante o processo de torração (De MARIA et al., 1996). Por outro lado, quando em condição de deterioração da qualidade sensorial da bebida, o fato possivelmente esteja relacionado com a produção de ácido acético e também outros compostos que impactam em sabores desagradáveis ao paladar, como mofado, sujo e fermentado indesejável, ou também devido à presença de microrganismos como *A. section nigri* (IAMANAKA et al., 2014a; IAMANAKA et al., 2014b).

Ainda, salienta-se que alguns componentes como o pH da água, a temperatura, e o teor de sólidos solúveis podem ser utilizados como indicativos para se obter maior precisão e estabilidade no processo fermentativo induzido (JACKELS; JACKELS, 2005; RODRIGUEZ-ZUNIGA et al., 2011)

Verificou-se que houve melhoria acentuada na qualidade sensorial dos grãos de café, com a fermentação por 24 horas, no processamento descascado, porém sem adição de componentes exógenos, ou seja, a microbiota que implicou nos processos fermentativos era implícita à lavoura de café, de onde se originaram os frutos. Neste sentido, destaca-se que, este procedimento se assemelha ao padrão utilizado como forma de despulpamento dos frutos de cafeeiro, porém, neste estudo de caso, nota-se que também pode ser um método a ser considerado para tomada de decisão voltada à produção de cafés com melhor perfil sensorial. Pereira et al. (2014), também observaram que a microbiota existente na própria lavoura cafeeira implicou em melhorias do perfil sensorial do café, quando em condições de processos fermentativos acelerados, resultando em perfis sensoriais caracterizados por nuances frutadas, amanteigadas e fermentadas.

Pereira et al. (2019b), relatam que durante a avaliação de diferentes processamentos e processos fermentativos em frutos de cafeeiros, a fermentação a seco, ou seja, sem a imersão em água, foi a que resultou no melhor perfil sensorial. Entretanto, estes resultados são diferentes dos encontrados no presente trabalho, onde o melhor café foi obtido por meio da fermentação induzida de frutos em imersão completa em água por 24 horas, com frutos descascados. A provável explicação para essa diferença de resultados pode ser que, a cada tipo de microrganismo pode haver maior expressão em um dado ambiente, e que a variação destes nos ambientes implica em alteração na interação deste com os frutos de café, resultando assim, em diferentes perfis sensoriais.

Assim, ressalta-se que, nos trabalhos citados anteriormente, com leveduras isoladas da própria lavoura de café, que induziram a fermentação desejável, corroboram com os resultados encontrados no presente trabalho, de forma que a melhor técnica de manejo pós colheita para a maior qualidade sensorial dos grãos de café foi sem a adição de nenhum componente exógeno.

Encontrou-se poucos trabalhos na literatura disponível sobre fermentações induzidas para melhoria da qualidade do café sendo necessários maiores esforços da pesquisa cafeeira para melhor explicar o efeito da interação dos frutos com os microrganismos implícitos ao seu ambiente ou exógenos à ele na qualidade da bebida do café.

4 CONCLUSÃO

O processamento via úmida dos frutos de café, sem a adição de extratos, imerso em água por 24 horas, propiciou melhor qualidade sensorial.

A adição de extrato de *Ananas comosus* na fermentação induzida de café, implica na redução da qualidade sensorial da bebida.

AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio pesquisa café, FAPEMIG, CNPq, CAPES e a INOVACAFÉ devido ao fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BORÉM, F. M. et al. Characterization of the moment of endosperm cell damage during coffee drying. In: **International conference on coffee science**, 22., 2008, Campinas. Resumes... Campinas: ASIC, p. 14-19, 2008.
- BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 631 p., 2008.
- BRESSANI, A.P.P. et al. Characteristics of fermented coffee inoculated with yeast starter cultures using different inoculation methods. **LWT - Food Science and Technology**, v. 92, p. 212–219, 2018.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: Ed. UFV, 382 p., 2006.
- DE MARIA, C.A.B. et al. Composition of green coffee water-soluble fractions and identification of volatiles formed during roasting. **Food Chemistry**, v. 55, p. 203-207, 1996.
- EVANGELISTA, S. R. et al. Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arabica*) fermentation process. **Food Microbiology**, v. 44, p. 87-95, December, 2014.

- EVANGELISTA, S. R. et al. Microbiological diversity associated with the spontaneous wet method of coffee fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v.210, n.1, p. 102-112, October 2015.
- FASSIO, L.O. et al. Sensory profile of arabica coffee accesses of the germplasm collection of Minas Gerais – Brazil. **Coffee Science**, Lavras, v.14, n.3, p.382-393, 2019.
- FERREIRA, A. D. et al. Análise sensorial de diferentes genótipos de cafeeiros Bourbon. **Interciencia** [en linea], v. 37, n.5, p.390-394, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- IAMANAKA, B.T. et al. Potential of volatile compounds produced by fungi to influence sensory quality of coffee beverage. **Food Research International**, v.64, p.166- 170, 2014b.
- IAMANAKA, B.T. et al. The mycobiota of coffee beans and its influence on the coffee beverage. **Food Research International**, v. 62, p.353-358, 2014a.
- JACKELS, S. C.; JACKELS, C. F. Characterization of the coffee mucilage fermentation process using chemical indicators: A field study in Nicaragua. **Journal of Food Science**, v.70, p.321-325, 2005.
- LINGLE, T. R. The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 4th ed. **Long Beach: Specialty Coffee Association of America**, 2011. 66 p.
- MALTA, M.R. et al. Alterações na qualidade do café submetido a diferentes formas de processamento e secagem. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 21, n. 5, p. 431-440, set/out. 2013.
- OLIVEIRA, P.D. et al. Physiological aspects of coffee beans, processed and dried through different methods, associated with sensory quality. **Coffee Science**, v.8, n.2, p.203-211. 2013.
- PEREIRA, D. R. et al. Morphoagronomic and sensory performance of coffee cultivars in initial stage of development in cerrado mineiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 193 - 205, apr./jun. 2019a.
- PEREIRA, G. V. M. et al. Isolation, selection and evaluation of yeasts for use in fermentation of coffee beans by the wet process. **International Journal of Food Microbiology**, v. 188, p. 60-66, 2014.
- PEREIRA, L.L. et al. Sensory Profile of Fermented Arabica Coffee in the Perception of American Cupping Tasters. **Agricultural Sciences**, v.10, p. 321-329, 2019b.
- RIBEIRO, L. S. et al. Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: A sensory perspective. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, n.1, p. 32-38, September 2017.
- RODRIGUEZ-ZUNIGA, U. F. et al. Produção de celulases por *Aspergillus niger* por

fermentação em estado sólido. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 2011.

SILVA, C.F. Microbial activity during coffee fermentation. Chapter 11. p. 397-430. In: **Fermented Foods and Beverages Series: Cocoa and Coffee Fermentations**. Schwan, R.F. & Fleet, G.H. eds. CRC Press, Taylor & Francis Group: Boca Raton, 611p, 2014.

TAVEIRA, J.H.S. et al. Post-harvest effects on beverage quality and physiological performance of coffee beans. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, p.1457-1466, 2015.