



Qualidade da bebida do café sob diferentes tempos de fermentação induzida

Pollyane Stéfany Ferreira Lopes¹, Suellem Fonseca da Mata¹ e Kátia Daniela Ribeiro^{2*}

¹ Bacharel em Engenharia Agrônoma, Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, Formiga-MG, Brasil; lopes.pollyane@yahoo.com, susufonsecadmata01@gmail.com

² Professora Titular II, Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, Formiga-MG, Brasil;

* Autor Correspondente: katiaribeiro@unifor.br

Recebido: 21/12/2022; Aceito: 11/08/2023.

Resumo: O café é uma das bebidas com maior consumo mundial, por isso a busca por qualidade e diferentes sabores vem crescendo ano após ano. O Brasil ocupa o papel de maior produtor e exportador mundial do grão. Diante do aumento do consumo da bebida e a busca por cafés com perfis sensoriais diferentes, vem-se adotando métodos alternativos de processamento do grão para proporcionar atributos sensoriais, como é o caso da fermentação. Assim, o trabalho objetivou analisar a influência do tempo de fermentação, induzida por leveduras de *Saccharomyces cerevisiae*, no processamento de café arábica, de modo a estabelecer o tempo de fermentação ótimo, para essa levedura, que potencializa as características sensoriais da bebida. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0, 72, 96, 120 e 144 horas de fermentação) e quatro repetições. Avaliou-se o perfil sensorial dos cinco tratamentos, destacando-se a fermentação de 120 horas, que apresentou a maior nota média entre os tratamentos analisados (87,83) e descrição sensorial de aroma e sabor de frutas vermelhas, vinho rosê, acidez tartárica média-alta, corpo médio e licoroso, finalização longa.

Palavras-chave: Café especial; perfil sensorial; leveduras.

Coffee beverage quality under different induced fermentation times

Abstract: Coffee is one of the most consumed beverages in the world, so the search for quality and different flavors is growing year after year. Brazil is the world's largest producer and exporter of the grain. In view of the increased consumption of the beverage and the search for coffees with different sensory profiles, alternative methods of grain processing have been adopted to improve sensory attributes, such as fermentation. Thus, this work aimed to analyze the influence of fermentation time, induced by *Saccharomyces cerevisiae* yeasts, in the processing of Arabica coffee in order to establish the optimal fermentation time for this yeast, which enhances the characteristics of the drink. The experimental design was randomized blocks, with five treatments (0, 72, 96, 120 and 144 hours of fermentation) and four replications. The sensory profile of the five treatments was evaluated, highlighting the 120-hour fermentation, which presented the highest average score among the analyzed treatments (87.83) and sensory description of aroma and flavor of red fruits, rosé wine, tartaric acidity medium-high, medium and liqueur body, long finish.

Key-words: Special coffee; sensory profile; yeasts.

1. INTRODUÇÃO

O café é uma das bebidas com maior consumo mundial, por isso a busca por qualidade e diferentes características sensoriais, como sabor, corpo e aparência, vem crescendo. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial do grão, sendo que sua produção em 2021 foi de 47.716 mil sacas de café beneficiadas e a produção de café arábica foi de 65,6% da produção total. O grande consumo e produção de café evidenciam sua importância econômica para o país, sendo que, na safra 2022, produziram-se 50,92 milhões de sacas beneficiadas, 6,7% a mais que a safra anterior (CONAB, 2023).

Verifica-se “uma crescente no mercado de cafés de melhor qualidade, fazendo com que os produtores se adaptassem a essa nova demanda, buscando melhorias e atualizações em todo processo de produção” (BARACAT, 2020).

O cafeeiro é uma planta sensível aos fatores edafoclimáticos, sendo exigente em todo o processo produtivo do grão, de modo a garantir grãos de boa qualidade e com bebidas especiais (MARTINEZ et al., 2014).

O processamento pós-colheita requer alguns cuidados no intuito de se reduzir o risco de fermentação depreciativa e a ocorrência de reações enzimáticas que podem comprometer a qualidade e o valor nutritivo do produto (PITOMBEIRA, 2011). O processamento pós colheita pode ser conduzido por via seca ou via úmida e, em ambas, interferências climáticas podem afetar de forma negativa a qualidade do produto final (MARTINS et al, 2005).

De acordo com Borém (2008), o processamento do café é dividido em dois métodos: a via seca e a via úmida. No processamento via seca os frutos são secados com todos seus componentes (exocarpo, mesocarpo e endocarpo). Já no processamento via úmida, podem ser produzidos três tipos de café: o café descascado, em que é removido mecanicamente o exocarpo e partes do mesocarpo; o café desmucilado em que é removido mecanicamente o exocarpo e todo o mesocarpo; e o café despulpado, aquele em que é removido mecanicamente o exocarpo e, por fermentação biológica, o mesocarpo.

O processamento via seca é a forma mais comumente utilizada na etapa pós colheita do café, por apresentar manejo mais simples e economia; o melhoramento desta técnica permite ao produtor garantir a qualidade do grão e da bebida. (SARAIVA et al., 2009).

Diante do aumento do consumo da bebida e a busca por cafés com perfis sensoriais diferentes, vem-se adotando métodos alternativos de processamento do grão para melhorar os atributos sensoriais, como é o caso da fermentação (MOTA, 2019).

Na cultura do café, a fermentação pode ocorrer antes mesmo da colheita pois existem fungos e bactérias nas lavouras em condições favoráveis para seu desenvolvimento (PIMENTA & VILELA, 2003). Estes microrganismos estão presentes em todos os processos de produção, desde a formação dos frutos até sua armazenagem, podendo ocasionar alterações físicas e químicas, alterando a qualidade do produto final (MESQUITA et al., 2016).

Por sua vez, a fermentação induzida controlada vem sendo uma estratégia para a produção de cafés com perfis sensoriais diferenciados, sendo denominados cafés especiais. Esse termo foi criado pela *Specialty Coffee Association of America (SCAA)* com o objetivo de classificar cafés com alto padrão de qualidade. A classificação consiste em parâmetros técnicos de avaliação por meio de avaliação feita oficialmente por um *Q-Grader (Arabica Quality Grader)* certificado pelo *Coffee Quality Institute (CQI)* (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR, 2017).

A fermentação induzida faz com que haja a ocorrência de diferentes processos bioquímicos, na presença de leveduras e bactérias, em que ocorre a produção de enzimas presentes na mucilagem que degradam lipídios, proteínas, ácidos e açúcares, convertendo-os em ácidos, álcoois, ésteres e cetonas. Esta fermentação pode potencializar a melhoria na qualidade da bebida e do aroma do café, desenvolvendo perfis sensoriais diferenciados ou exóticos observados nas análises sensoriais, agregando valor e qualidade ao produto final (MESQUITA et al., 2016).

Todo o processo de fermentação induzida deve ser controlado, visto que ela é proveniente de microrganismos vivos que afetam diretamente nos processos bioquímicos. O não controle do processo pode trazer interferências negativas na bebida, desenvolvendo perfis sensoriais com sabores amargos, adstringentes e ásperos ao paladar. Adotar parâmetros de referências na fermentação induzida controlada, como um adequado tempo de fermentação, garante a potencialização dos perfis sensoriais diferenciados com sabores, aromas e doçuras agradáveis ao paladar (FREITAS, 2018).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a influência de diferentes tempos de fermentação, induzida por leveduras de *Saccharomyces cerevisiae*, na qualidade da bebida de café arábica produzido no município de Camacho-MG, de modo a estabelecer o tempo de fermentação ótimo, para essa levedura, que potencializa as características da bebida e engloba-a na classificação de cafés especiais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Morro Grande, localizada no município de Camacho-MG, de latitude = -20,6402° e longitude = -45.1471°. O local de estudo fica na região conhecida como Campo das Vertentes, com uma altitude aproximada de 1040 m, cujo clima é caracterizado como subtropical úmido, segundo a *Köppen e*

Geiger. As temperaturas médias durante o ano variam entre 22,2 °C e 17,1 °C, possuindo uma pluviosidade média de 1362 mm durante o ano (CLIMATE-DATA, 2022).

A cultivar adotada para a realização do experimento foi a Arara, originada em 1996 no Paraná. Trata-se de uma hibridação natural entre Obatã e o Catuaí ou Icatu Amarelo (MATIELLO & ALMEIDA, 2018), que, em 2012, foi lançada pelo instituto da Fundação de Apoio à Tecnologia Cafeeira para produtores. A planta possui copa cilíndrica, folhas com tamanho médio e onduladas, possui porte baixo, com frutos de cor amarela, com alto vigor, brotos na cor verde e sementes de grande tamanho, tendo formato oblongo e largo, caracterizando-se como uma cultivar extremamente produtiva. Possui resistência à ferrugem e à bactéria *pseudomonas*, apresenta boa adaptação às regiões com secas prolongadas, sua maturação é tardia, com boa qualidade de bebida (CARVALHO, 2007). Essas características permitiram a realização do experimento no mês de agosto do ano de 2021.

O café utilizado no experimento tem sua lavoura implantada no espaçamento de 3 m por 0,80 m, totalizando 4.166 plantas por hectares. Para o plantio, foi utilizado esterco de aves com a mistura de casca de café para liberação de nutrientes e aumento da matéria orgânica no solo, durante dois anos seguidos em uma dosagem média de 8 litros por m². Durante o plantio, foi adicionado ao solo também o superfosfato simples para suplementação do teor de fósforo. Durante a safra colhida para o experimento, foram realizadas quatro adubações entre os meses de outubro a março, conforme as necessidades verificadas nas análises de solo realizadas pelo produtor. Os insumos adotados para a suplementação nutricional foram o cloreto de potássio e o nitrato, aplicados de forma parcelada.

Foi realizada adubação foliar, também para suplementação nutricional, utilizando Visa Café® e Niphokam®, conforme recomendação agrônômica. O controle de bicho-mineiro foi realizado via solo através do produto Actara®; ácaros foram controlados apenas uma vez no ano, através da aplicação do produto Talento®. O controle de *brachiaria* nas entrelinhas foi realizado através de capina química e, quando necessário, foram também utilizadas trinchas e roçadeiras.

Para o experimento, frutos foram colhidos manualmente no dia 05 de agosto de 2021. Para seleção dos frutos, foram adotados alguns critérios que são desejáveis para o processo fermentativo, como alto teor de grau Brix (% em massa), avaliado por um refratômetro conforme o ilustrado na Figura 1, e a correlação dos aspectos visuais. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação cereja (90% de maturação). Os cafés que se desprenderam do pé foram retidos por um pano de polietileno e, após a colheita, foram colocados em sacos também de polietileno e levados para a lavagem no mesmo dia.

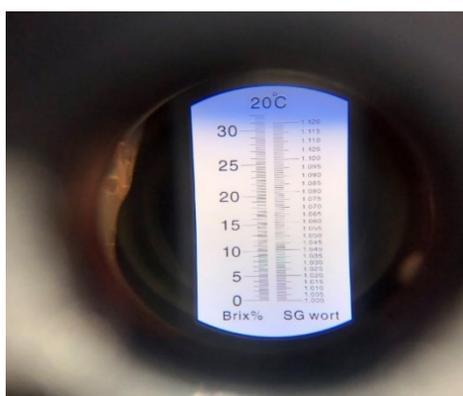


Figura 1 – Refratômetro utilizado no experimento.

Fonte: Autoras, 2022.

Os cafés colhidos foram lavados para que ocorresse a separação dos frutos brocados, mal granados, chocos e as impurezas, antes de serem submetidos ao processo de fermentação induzida, evitando a contaminação dos lotes de café e a interferência na qualidade final da bebida, bem como para que não ocorressem fermentações indesejadas (TEIXEIRA et al., 2005). Os cafés colhidos foram transportados e despejados em uma caixa d'água de 500 litros para ocorrência da lavagem, sendo que esta estava forrada com tela de sombrite para retenção dos frutos cerejas e verdes que se depositam ao fundo pela sua densidade; já os cafés mal granados ou secos, bem como as impurezas, permanecem na superfície pela flotação (LOPES e tal., 2021). Com o auxílio de uma peneira com aro de madeira e fios de aço, as impurezas e os grãos indesejados foram removidos dos lotes de cafés lavados, conforme ilustram as Figuras 2 e 3.

**Figura 2** – Lavagem do café colhido

Fonte: Autoras, 2022.

**Figura 3** – Separação de impurezas do café lavado

Fonte: Autoras, 2022.

Após a lavagem e separação das impurezas, foi retirada uma amostra 20 litros de café lavado, que foi submetida à secagem em peneiras de aço com aro de madeira, colocadas suspensas ao chão. Essa amostra constituiu a testemunha do experimento (tempo de fermentação = zero), conforme ilustra a Figura 4.

Para que ocorra o processo de fermentação induzida, algumas leveduras são utilizadas, como a *Saccharomyces cerevisiae*, patentada pela marca *Nucoffee Artisans*[®], a qual foi escolhida para o experimento, conforme ilustra a Figura 5.

**Figura 4** – Secagem do café lavado e não fermentado.

Fonte: Autoras, 2022.

**Figura 5** – Levedura utilizada no experimento.

Fonte: Autoras, 2022.

Para a inoculação da levedura aos frutos de café lavado, foi realizado o preparo de uma calda na proporção de 1 litro de levedura para 9 litros de água limpa sem tratar. A mistura foi feita em um recipiente previamente higienizado com água corrente limpa e sabão neutro.

Após o preparo da calda, os frutos de café foram direcionados para os biorreatores (bombonas plásticas de 250 litros) previamente higienizadas com água corrente limpa, sabão neutro e hipoclorito de sódio. Os frutos foram despejados nos biorreatores de forma lenta para que ocorresse simultaneamente a pulverização da solução (levedura + água) utilizando um pulverizador manual, numa proporção de 2 litros de calda para 200 litros de café lavado; o processo foi feito com cautela para que todos os grãos entrassem em contato com a calda, conforme ilustra a Figura 6. No total, foram utilizados 5 biorreatores dotados de alívio para os gases gerados durante os processos de fermentação e impedimento da entrada de O₂ no meio, sendo que tais mecanismos foram inseridos na tampa plástica dos biorreatores, sendo compostos por válvulas de Airlock[®], conforme ilustrado na Figura 7.



Figura 6 – Inoculação dos grãos e transferência para os biorreatores de fermentação induzida.

Fonte: Autoras, 2022.



Figura 7 – Válvulas de alívio dos biorreatores.

Fonte: Autoras, 2022.

Após a inoculação dos cinco biorreatores, foi feita a verificação da temperatura inicial em cada um deles, com o auxílio de um medidor de temperatura por sonda. Os dados coletados foram inseridos no aplicativo disponibilizado pela *Nucoffee Artisans*[®] com a finalidade de se realizar o controle de temperatura durante o processo fermentativo. A temperatura é um indicador da ocorrência do processo de fermentação. A temperatura inicial de cada biorreator está apresentada na Tabela 1 e estas temperaturas foram utilizadas como referência para monitoramento do processo.

Tabela 1 – Temperatura inicial dos biorreatores após a inoculação da levedura.

Biorreator	Temperatura inicial (°C)
1	21,3
2	20,5
3	21,0
4	20,3
5	20,4
Temperatura ambiente	20,5

Fonte: Autoras, 2022.

Em seguida, os biorreatores foram fechados e permaneceram assim por dois dias para que as leveduras inoculadas iniciassem o processo de multiplicação e fermentação. Os biorreatores foram dispostos em local arejado e com incidência dos raios solares durante o dia, a fim de manter a temperatura no ambiente interno dos biorreatores maior do que a temperatura ambiente, conforme ilustrado na Figura 8. Os biorreatores foram codificados com a numeração de 1 ao 5, para organização da amostragem. Ressalta-se que, na Figura 8, os biorreatores dispostos após o reator de número 5 são biorreatores que não participaram das amostragens do experimento, estando ali com finalidades comerciais do café fermentado pelo produtor da fazenda.



Figura 8 – Biorreatores utilizados no experimento.

Fonte: Autoras, 2022.

Após os biorreatores permanecerem fechados por dois dias, os mesmos foram reabertos diariamente para aferição da temperatura às 10:00 e às 16:00 horas, durante todo o processo fermentativo (Figura 9).

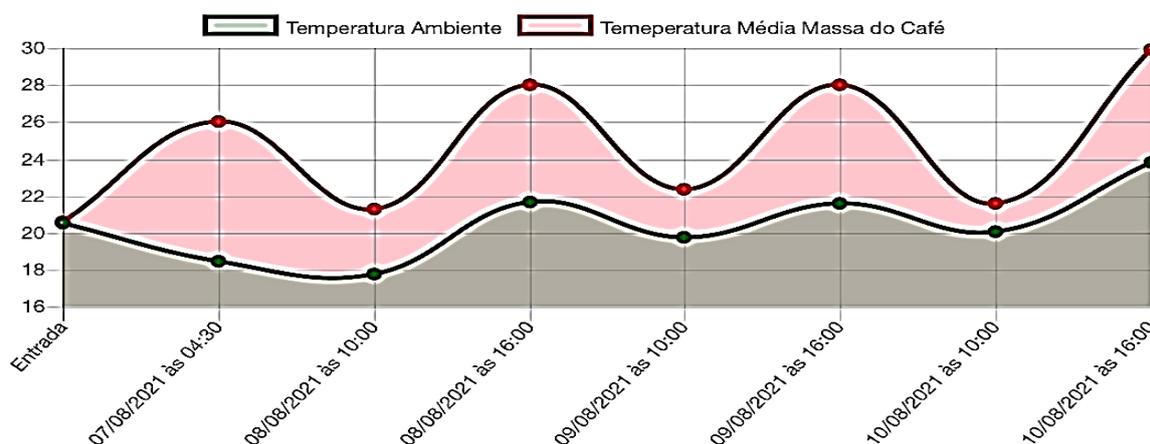


Figura 9 – Temperaturas verificadas entre os dias 07 e 10/08/2021, às 10:00 e 16:00 horas.

Fonte: Aplicativo Nucoffee Artisans®.

Após se passarem 72 horas de fermentação (tratamento 1), no dia 08/08/2021 a primeira amostragem foi realizada. Retiraram-se 4 litros de café fermentado de cada biorreator (1 ao 5), totalizando 20 litros. Essa amostra foi levada para secagem em peneiras de aço com aro de madeira colocadas suspensas ao chão. Esse processo de amostragem e secagem se repetiu para as amostras coletadas após 96 horas, 120 horas e 144 horas de fermentação (tratamentos 2, 3 e 4, respectivamente).

Para cada tratamento, as amostras permaneceram secando nas peneiras suspensas durante dois dias, sem revolvimento. Após os dois dias, os cafés foram revolvidos de 10:00 às 15:00 horas, em intervalos de 1 em 1 hora, sempre com cuidado de evitar a descascamento dos frutos. Depois de dois dias de exposição ao sol, com revolvimento, ocorreu a 1ª dobra. As amostras foram cobertas com pano de colheita e lona a partir das 15:00 h e descobertas no dia seguinte às 10:00 h. Dois dias depois da 1ª dobra, que consiste em diminuir a ocupação do café por m², que equivale à sua redução pela metade, aumentando a espessura da camada de café, realizou-se a 2ª dobra. Dois dias depois da 2ª dobra, realizou-se a 3ª dobra atingindo espessura ideal de secagem. Esse procedimento de dobras foi repetido até que as amostras secas atingissem 15,5% de umidade, que foi verificada utilizando-se um medidor de umidade de grãos de bancada disponível na propriedade.

Uma vez atingida a umidade desejada, os cafés em coco foram conduzidos para descanso em sacos de pão envelopados com sacos plásticos para evitar o contato com a umidade relativa do ar, permanecendo em local fresco sem contato com a luz solar (ARAUJO, 2018). As amostras entraram em descanso no dia 20/08/2021, conforme ilustra a Figura 10.



Figura 10 – Café em coco seco e em descanso.

Fonte: Autoras, 2022.

Os cafés permaneceram em descanso até o dia 03/09/2021, quando retornou para a secagem final. O processo de secagem se repetiu da mesma maneira descrita anteriormente até que as amostras atingissem 11% de umidade, retornando novamente para descanso em sacos de pão envelopados com plástico por mais 30 dias, em coco, momento em foram enviadas para a empresa Ceres Coffees Experts, responsável pela realização da análise sensorial e estatística dos dados. As informações apresentadas nos 4 (quatro) parágrafos a seguir foram fornecidas pela empresa que realizou a análise sensorial e estatística dos dados.

A análise sensorial foi realizada por Juízes Certificados pela SCAA, de acordo com a metodologia proposta por Lingle (2011 apud ARAUJO, 2018). Esta metodologia adota notas que vão de 0 a 10 para atributos como fragrância, aroma, uniformidade, ausência de defeitos, doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio e impressão global. Os resultados finais da avaliação do perfil sensorial correspondem ao somatório de todos os atributos.

A torra foi realizada pelos avaliadores após a separação dos cafés em peneira 16, sendo utilizados um total de 100 gramas de grãos retidos nessa peneira. A torra foi monitorada para que não se ultrapassasse 12 minutos e nem fosse inferior do que 8 minutos, controlando-se a temperatura.

As informações descritivas das notas sensoriais foram encontradas durante a análise sensorial, sendo retratada na ficha sensorial contendo os seguintes descritores: frutas cítricas, frutas tropicais, frutas vermelhas, morango, caramelo, amora preta, chocolate amargo, rum, laranja, mel, mexerica, baunilha e notas adocicadas, além da intensidade de acidez, finalização, tipo de doçura e corpo.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Todos os dados experimentais foram submetidos à aplicação do teste F para análise da variância. Quando da ocorrência de variáveis com efeitos de tratamentos significativos, estes foram agrupados por meio do teste de Scott-Knott. Todos os testes foram aplicados com nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a fermentação do café, ocorrem processos bioquímicos que degradam açúcares, lipídeos, proteínas e ácidos através das leveduras e bactérias que, através da degradação, transformam-nos em álcoois, ácidos, ésteres e cetona (FILETE et al., 2020). Esses processos alteram ou potencializam as características sensoriais da bebida do café, contribuindo para melhoria da qualidade final da bebida.

A Tabela 2 apresenta o resultado da análise de variância (ANAVA) realizada para os tratamentos. Verifica-se, a 5% de significância, que os diferentes tempos de fermentação induzida adotados no experimento interferiram significativamente na qualidade da bebida do café.

Tabela 2 – ANAVA realizada para os tratamentos do experimento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	16,625000	8,312500	17.802	0.0000 *
Tempo	4	63,645833	15,911458	34.075	0.0000 *
Erro	29	13,541667	0,466954	-	-
Total corrigido	35	93,812500	-	-	-
CV (%) =	0,80				
Média geral:	85,2916667	Número de observações:		36	

Nota: * significativo a 5%; ns não significativo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

A Tabela 3 exemplifica as notas de todos os atributos que foram analisados e a Tabela 4 apresenta os resultados da nota final global obtidos para os tempos de fermentação induzida analisados e para a testemunha, que aparece como tempo 0 (zero).

De um modo geral, a fermentação induzida realizada no experimento favoreceu a qualidade final da bebida do café. A fermentação proporcionou melhorias na nota final obtida, corroborando com Cândido (2017), que também avaliou os atributos sensoriais da bebida do café induzidas ao processo de fermentação biológica. Verificaram-se variações de notas entre 84,08 a 87,83, além de alterações nos perfis sensoriais encontrados durante a degustação (Tabela 5). Ressalta-se que outros fatores também podem ter influenciado na qualidade das bebidas obtidas, como ambiente de cultivo, genética da planta, qualidade dos frutos colhidos e manejos tecnológicos adotados na lavoura até a colheita e pós colheita (FAVARIN et al., 2004).

Tabela 3 – Notas atribuídas por um dos avaliadores para os atributos avaliados na análise sensorial do café fermentado segundo método da Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA)

Atributo	Tempo de fermentação induzida (horas)				
	0	72	96	120	144
Fragrância/Aroma	8,00	8,00	8,00	8,50	8,25
Sabor	8,00	8,25	8,25	8,25	8,00
Finalização	7,75	7,75	7,50	8,00	7,75
Acidez	7,75	7,75	7,75	8,25	8,00
Corpo	7,75	8,00	8,00	8,25	8,00
Balanço	7,75	7,75	7,75	8,25	8,00
Uniformidade	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Xícara limpa	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Doçura	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Geral	7,75	8,00	8,00	8,25	8,00

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Tabela 4 – Notas finais globais obtidas para as bebidas de café fermentado segundo método da Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA)

Tempo de fermentação induzida (horas)	Nota média obtida
0	84,58 c
72	84,42 c
96	84,08 c
120	87,83 a
144	86,25 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Tabela 5 – Descrição do perfil sensorial obtido para os tratamentos analisados.

Tempo de fermentação (horas)	Descrição sensorial da bebida obtida
0	Aroma e sabor de mel, chocolate, caramelo, baunilha, notas adocicadas e leve frutas cítricas. Acidez cítrica média, corpo médio e aveludado. Finalização média-longa, persistente e forte.
72	Aroma e sabor de frutas cítricas, mexerica, laranja, mel, caramelo, baunilha, notas adocicadas. Acidez cítrica média, corpo médio e aveludado. Finalização media-longa, persistente e doce.
96	Aroma e sabor frutado, fumo de corda, notas alcoólicas, rum, chocolate amargo. Acidez cítrica média, corpo médio e licoroso. Finalização longa, persistente e marcante.
120	Aroma e sabor de frutas vermelhas, amora preta, notas alcoólicas, vinho rosê. Acidez tartárica média-alta, corpo médio e licoroso. Finalização longa, persistente e marcante.
144	Aroma e sabor de frutas vermelhas, morango, caramelo, baunilha, notas alcoólicas, vinho tinto. Acidez tartárica média-alta, corpo médio e licoroso. Finalização longa, persistente e marcante.

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

A fermentação induzida pelos tempos de 72 e 96 horas não proporcionaram melhorias nas notas das bebidas do café quando comparadas à da testemunha, cujos grãos não sofreram fermentação. Assim, esses tempos não apresentaram viabilidade de uso quando o critério de seleção comercial for a nota da bebida. Porém, em relação à descrição dos perfis sensoriais, esses tempos provocaram alterações nas propriedades da bebida, em comparação à testemunha, validando, nesse ponto de vista, o uso da fermentação induzida. Os perfis sensoriais são parâmetros correlacionados à nota final global que interferem diretamente no valor agregado de venda do produto.

Chama-se a atenção para o fato de que, mesmo não tendo sido fermentado, a bebida obtida pela testemunha classificou-a como de café especial, uma vez que a nota obtida foi superior a 80. Drumond Neto (2017) concluiu que o fator ambiente influencia na variância total do atributo bebida, de modo que grãos produzidos em ambientes de maior altitude proporcionam maiores notas sensoriais e, em alguns casos, frequências de amostras com notas de bebidas acima de 80 pontos. O autor ainda afirma que a condução da lavoura e o processo de pós-colheita

(desmucilado e natural) não interferem nos atributos sensoriais da bebida dos cafés produzidos em ambientes de menor altitude, mas esses processos geram resultados distintos em ambientes de maior altitude.

A fermentação induzida pelos tempos de 120 e 144 horas apresentaram diferença significativa entre si e entre a pontuação final global obtida para a testemunha, validando, tanto em termos de nota quanto em termos de descrição dos perfis sensoriais, os benefícios provocados pela fermentação induzida na qualidade da bebida do café, corroborando com Filete et al. (2020), que também verificaram a agregação de atributos sensoriais à bebida do café, oriunda da fermentação induzida, e que propiciou uma melhoria significativa da qualidade global devido ao aumento do tempo de fermentação.

Contudo, este resultado diverge da observação proposta por Puerta-Quintero (2010), na qual a autora defende uma perda de qualidade quando o café fica em processo de fermentação acima das 70 horas sem adição de microrganismos. Para a autora em questão, nesta condição de fermentação, os cafés apresentaram sabores e aromas azedos, fermentados, avinagrados que são desagradáveis ao paladar.

De acordo com os estudos de Puerta-Quintero (2013), as diferenças verificadas nas bebidas dos cafés fermentados são devidas ao tempo de fermentação, no qual as bactérias demoraram a se adaptar ao ambiente de fermentação e promoveram a ativação de suas vias metabólicas para a geração de metabólitos nos mostos (meio) da fermentação ocorrida durante o processamento.

Assim, as leveduras atuam como produtoras de enzimas que, durante o processamento do café, hidrolizam a polpa pectínica ao redor dos grãos e desencadeiam alterações bioquímicas que conferem sabor e cor aos grãos (LUDLOW et al., 2016).

Dentre os tratamentos analisados, a fermentação induzida por um tempo de 120 horas destacou-se, gerando os melhores resultados. Apesar de o tempo de 144 horas ter melhorado a nota da bebida, em comparação da testemunha, observa-se que esse tempo promoveu um decréscimo da nota final global quando comparado ao tempo de 120 horas. Como foi possível observar na Tabela 4, acima do tempo de fermentação de 120 horas, o perfil sensorial apresenta-se mais agressivo, diminuindo as notas dadas aos atributos como aroma, sabor, finalização e outros; conseqüentemente, a nota final global apresentou-se menor, evidenciando que tempos de fermentação superiores a 120 horas não se torna mais viável.

4. CONCLUSÕES

Nas condições do experimento realizado em Camacho-MG, o melhor tempo de fermentação induzida, utilizando-se leveduras de *Saccharomyces cerevisiae*, para potencializar a melhoria da qualidade final da bebida do café foi o tempo de 120 horas, viabilizando o uso do processo para produtores rurais da região.

A produção de cafés especiais é possível também quando os fatores genotípicos, fenotípicos e manejo da cultura se complementam, resultando em bebidas especiais, como observado na testemunha, que mesmo sem ter sido fermentada, obteve pontuação de 84,41 pontos, nota essa maior que 80, que a classifica a bebida do café como especial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, G.A.F. **Novos processos de fermentação para potencializar o perfil sensorial dos cafés obtidos no município de Coromandel, MG**. Patrocínio-MG, 2018. Disponível em: <<https://www.unicerp.edu.br/public/docs/e7161a5a657d-d441.pdf>>. Acesso em 10 mar. 2022.
- BARACAT, M.N. da S. **Uma abordagem sobre a qualidade da bebida café**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica). Araras: UFSCar, 2020.
- BORÉM, F. M. Processamento do Café. In: **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, p.127–158. 2008.
- CÂNDIDO, T. A. T. **Indução de fermentações biológicas na diferenciação sensorial do café**. (Trabalho de Conclusão de Curso – Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Machado: IFSULDEMINAS, 2017. 45 p.
- CARVALHO, C.H.S. de. **Cultivares de café**. Brasília: EMBRAPA, 247p. 2007.
- CLIMA-DATE. **Clima Camacho** (Brasil). 2022. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/camacho-175969/>>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra 2022, 4º levantamento CAFÉ**. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/47541_e284efeca39f89eef5e20180c490b662>. Acesso em: 11 ago. 2023.
- DRUMOND NETO, A.P. **Qualidade física e sensorial de grãos de *Coffea canephora* Pierre Ex. Froehner de diferentes ambientes**. 2017. 77 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

- FAVARIN, J.L.; VILLELA, A.L.G.; MORAES, M.H.D.; CHAMMA, H.M.C.P.; COSTA, J.D.; DOURADO-NETO, D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.2, p.187-192, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000200013>.
- FILETE, A.; SOUSA, L.H.B.P.; GUARÇONI, R.C.; BRIOSCHI JUNIOR, D.; MARCATE, J.P.; MORELI, A.P.; MOREIRA, T.R.; GOMES, W.S.; SIQUEIRA, E.A.; PEREIRA, L.L. Fermentação anaeróbica no café arábica e seu impacto no perfil sensorial. **Revista Ifes Ciência**, v.6, n.3, p.112-123, 2020. <https://doi.org/10.36524/ric.v6i3.859>.
- FREITAS, V.V. **Avaliação da fermentação do café arábica com uso de culturas starters**. 46 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, MG, 2018.
- LOPES, J.P.F.; MAURÍCIO, L.D.C.; NORONHA, R.L. **Produção de café especial premiado por fermentação e prática de pós-colheita**. Niterói, 2021. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/24611/TCC_Joao_LucasRodrigo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 10 mar. 2022.
- LUDLOW, C.L.; CROMIE, G.A.; GARMENDIA-TORRES, C.; HAYS, M.; FIELD, C.; JEFFERY, E.W.; FAY, J.C.; DUDLEY, A.M. Independent origins of yeast associated with coffee and cacao fermentation. **Current Biology**, v.26, n.7, p.965-971. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.02.012>
- MARTINEZ, H.E.P.; CLEMENTE, J.M.; LACERDA, J.S.; NEVES, Y.P.; PEDROSA, A.W. Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, v.61, n. suppl., p.838-848, 2014. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000009>.
- MARTINS, D.R.; CAMARGO, O.A. de; BATACLIA, O.C. Qualidade do grão e da bebida em cafeeiros tratados com lodo de esgoto. **Bragantia**, v.64, n.1, p.115-126, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000100013>.
- MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R. **Cultivar de café arara, campeã de qualidade**. 2018. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/11892/296200_44-CBPC-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- MESQUITA, C.M. de; REZENDE, J.E.; CARVALHO, J.S.; FABRI JUNIOR, M.A.; MORAES, N.C.; DIAS, P.T.; CARVALHO, R.M.; ARAÚJO, W.G. **Manual do café: colheita e preparo (Coffea arabica L.)**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 52p. 2016.
- MOTA, M.C.B. da. **Uso de culturas iniciadoras na fermentação do café arábica (Coffea arabica) em biorreatores**. 77 p. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2019.
- PIMENTA, C.J.; VILELA, E.R. Composição microbiana e ocratoxina a no café (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes tempos de espera antes da secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1315-1320, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000600016>.
- PINTO, G.A.S.; BRITO, E.S. de; ANDRADE, A.M.R.; FRAGA, S.L.P.; TEIXEIRA, R.B. **Fermentação em estado sólido: uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais**. Fortaleza-CE, 2005. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/426390/1/Ct102.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- PITOMBEIRA, K. **Cuidados na pós-colheita do café são essenciais**. 2011. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24881&secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos&c2=Ca%E9#:~:text=A%20cada%20nova%20safra%2C%20ele>>. Acesso em: 11 ago. 2023.
- PUERTA-QUINTERO, G.I. Cinética química de la fermentación del mucilago de café a temperatura ambiente. **Revista Cenicafé**, v.64, n.1, p.42-59, 2013.
- PUERTA-QUINTERO, G. I. **Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café**. Cenicafé, Chinchiná, 2010. 12 p. (Avances Técnicos No. 402).
- SARAIVA, S.H.; ARAÚJO, M.Z.; LUCIA, S.M.D.; SILVA, L.C.; ZEFERINO, L.B. Comparação dos tipos de processamento pós-colheita do café arábica quanto à qualidade do produto final. VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais...** 2009.
- SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Café: cafés especiais**. Brasília. p. 104, 2017.