

Anais da VII Mostra de Docentes em RJJ

INCREMENTO SENSORIAL DE CAFÉ ESPECIAL ATRAVÉS DA
AÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS COMERCIAIS E INDÍGENA DURANTE
A FERMENTAÇÃO DE SUAS CEREJAS EM SISTEMA ANAERÓBICO

DORTA, C.

*Fatec Marília - Tecnologia em Alimentos,
claudia.dorta2@fatec.sp.gov.br*

*Sensory Enhancement of Specialty Coffee Through the Action of Commercial and Indigenous
Microorganisms During the Fermentation of its Cherries in an Anaerobic System*

Eixo Tecnológico: Produção Alimentícia.

Resumo

A inoculação de culturas microbianas em fermentação de cafés especiais acelera o processo, compete com micro-organismos indesejados e pode imprimir no grão aromas variados que fomentam sua valorização mercadológica. Nesse trabalho foi comparado a ação de diferentes linhagens iniciadoras autóctones e comerciais na fermentação anaeróbica de um cultivar de café arábica numa fazenda localizada em Garça-SP. Cafés predominantes no estágio cereja foram adicionados em Bombonas de 200 L e nestes inoculadas diferentes leveduras e ou bactérias lácticas (BAL), sendo as fermentações feitas em área externa a um Galpão por até 96h. Nas amostras foram feitas análises microbiológicas, físicas, químicas, e sensoriais seguindo metodologia americana. As leveduras ORO e CIMA da linha Lalcafé aceleram a fermentação em 24 h do café estadio cereja cultivar Obatã Vermelho quando comparados aos fermentos Nucoffee Artisans, *Pichia kluyveri* FA (regional) e BAL (M036L-Sacco). As fermentações agiram antagonicamente à família indesejada Enterobacteriaceae, principalmente aonde teve adição de *Pichia kluyveri* FA. A maioria dessas fermentações resultou em cafés especiais, além de diferentes características sensoriais, e a maior nota sensorial foi obtida do processo com a cultura Artisans-Syngenta. *Pichia kluyveri* FA teve melhor resultado sensorial quando associada ao fermento BAL Sacco, e as demais culturas de leveduras comerciais aplicadas resultaram em cafés especiais, apresentando variados nuances sensoriais positivos, ou seja, aumentando as possibilidades para as diferentes preferências de mercados consumidores.

Palavras-chave: *Cafés especiais, Pós-colheita, Leveduras, Bactérias Lácticas.*

Abstract

The The inoculation of microbial cultures in the fermentation of specialty coffees accelerates the process, competes against unwanted micro-organisms and can imprint varied aromas on the grain that encourage its market value. In this work, the action of different autochthonous and commercial starter strains was compared in the anaerobic fermentation of an Arabica coffee cultivar in a farm located in Garca-SP. Coffees at the predominant cherry stage were added to 200 L drums and inoculated with different yeasts and/or lactic acid bacteria (LAB), and the fermentations were carried out in an area outside a warehouse for up to 96 hours. Microbiological, physical, chemical, and sensory analyzes were performed on the samples following American methodology. ORO and CIMA yeasts from Lalcafé line accelerate fermentation of cherry stage coffee from the Red Obata cultivar in 24h when compared to yeasts from Nucoffee Artisans, *Pichia kluyveri* FA (regional) and LAB (M036L-Sacco). The fermentations acted antagonistically to the Enterobacteriaceae family, mainly due to the addition of *Pichia kluyveri* FA. Most of these fermentations resulted in specialty coffees, in addition to different sensory characteristics, and the highest sensory score was obtained from the process carried out with the Artisans-Syngenta culture. *Pichia kluyveri* FA had a better sensory result when associated with LAB Sacco yeast, and the other commercial yeast cultures applied resulted in specialty coffees, presenting various positive sensory nuances, increasing the possibilities for different preferences of consumer markets.

Keywords: *Specialty coffees, Post-harvest, Yeasts, Lactic Bacteria.*

Anais da VII Mostra de Docentes em RJJI

1. Introdução

Durante o processamento dos frutos do cafeeiro para obtenção dos grãos de café que originará a bebida, temos o processo de fermentação, o qual permite potencializar a qualidade da bebida, se realizado de modo controlado e padronizado, podendo agregar valor ao produto [1].

O mercado está buscando, cada vez mais, os cafés com sabores marcantes. Nesse segmento existe o conceito de cafés especiais que garantem a valorização comercial do produto. Para ser considerado um café especial, há a necessidade de atingir pontuação mínima de 80 em uma escala sensorial de 0 a 100, seguindo a metodologia SCAA (Specialty Coffee Association of America) [2]. A sua qualidade está diretamente relacionada ao sabor e aroma. Os cafés especiais vêm sendo tendência e seu principal objetivo é a diferenciação no sabor, textura e maciez do café o tornando especial [3].

As fermentações podem ser aeróbicas (feitas em terreiros), microaerólicas (em tanques abertos com água) e anaeróbicas (em bombonas lacradas). Desses três processos, o anaeróbio tem-se mostrado com maiores vantagens no controle do processo, resultando em lotes mais homogêneos. Em outro extremo, as fermentações aeróbicas, são de difícil controle, podendo resultar tanto em microlotes de cafés especiais ou em cafés de baixa qualidade sensorial, além de obtenção de lotes muito heterogêneos [4].

A microbiota nativa do café cereja, desde que este seja colhido com boas práticas pode ser estimulada durante o processo fermentativo na presença de alta atividade de água, resultando na fermentação natural controlada. Por outro lado, pode-se adicionar culturas microbianas iniciadoras, como leveduras e ou bactérias lácticas comerciais, ou mesmo, linhagens autóctones isoladas e selecionadas na propriedade [5, 6].

A aplicação de culturas iniciadoras nesses processos tem mostrado vantagens sobre as fermentações naturais, já que estas podem acelerar o processo, competir melhor com a microbiota nativa indesejada, além de produzirem compostos aromáticos, os quais resultam em diferencia das características sensoriais colocando-os dentro da categoria de cafés especiais [7, 8].

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi adaptar metodologia anaeróbica de fermentação de cafés arábicas em uma Fazenda localizada Garça, Centro-oeste paulista, fazendo um estudo comparativo entre a adição de micro-organismos iniciadores indígena e comerciais nas suas cerejas, com a finalidade de resultar em diversificadas e apreciadas características sensoriais impressas nos grãos de cafés e contribuir com a economia regional do café.

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais

2.1.1 Café maturação estágio cereja:

A cultivar de café foi fornecida por um produtor de Garça-SP: *Coffea arabica*, cultivar Obatã Vermelho

2.1.2 Micro-organismos como culturas iniciadoras da fermentação:

Leveduras: Levedura *Pichia kluyveri* FA isolada de fermentações naturais de cafés em Garça-SP por nossa equipe de pesquisa, estocada em meio YM glicérol 20% em Ultrafreezer a -80°C.

As Leveduras comerciais usadas foram *Saccharomyces cerevisiae* ORO e CIMA, da linha Lalcafé da Lallamend, que comercializa esses fungos para a fermentação controlada de cafés e a levedura do fermento usado no

Anais da VII Mostra de Docentes em RJ

Projeto de fermentação controlada da Nucoffee Artisans- Syngenta.

Bactérias lácticas: *Lactococcus lactis* e *Leuconostoc mesenteroides* (M036L-SACCO).

2.2. Metodologia

O café foi colhido na fazenda União Gleba 2, Garça-SP, por uma colhedeira e posteriormente, este foi lavado por um processo mecânico, separando os grãos maduros/passas dos grãos verdes para, assim, resultar em fermentações mais uniformes.

Os experimentos foram distribuídos em 6 variáveis amostrais, sendo feitos em duplicata: F1= fermentação do café com adição de *P. kluyveri* FA ($3,3 \times 10^5$ células (cel).g⁻¹ de café), F2 = adição de *P. kluyveri* FA ($3,3 \times 10^5$ cel.g⁻¹) e Lyofast M 036L (*Leuconostoc* e *Lactococcus*) ($1,6 \times 10^6$ cel.g⁻¹), F3= adição de fermento Lyofast M 036L ($1,6 \times 10^6$ cel.g⁻¹), F4 = adição do fermento Nucoffee Artisans (Syngenta) (levedura = 9×10^4 cel.g⁻¹), F5 = adição da levedura ORO (10^7 cel.g⁻¹) e F6= adição da levedura Lalcafé CIMA (Lallemand) (10^7 cel.g⁻¹).

Os cafés selecionados foram adicionados aos poucos junto aos fermentos diluídos em água potável em bombonas de polietileno de alta densidade de 200 L. Em F5 e F6 foram usadas bombonas de 250 L.

As fermentações foram feitas por 72 h em F5 e F6 e 94 h para as demais variáveis, sob temperaturas inferiores à 21°C. Os cafés fermentados foram lavados com água potável e colocados em terreiros suspensos para a secagem inicial, depois seguiu em terreiro tradicional até que os grãos-coco atingissem umidade de 14-16%, e estes foram ensacados por 20 dias para um descanso, e finalmente secos até 12%.

Foram feitas nas amostras análises de pH, temperatura e sólidos solúveis durante o processo de fermentação (nos tempos: 0, 24, 48, 72 e 94 h), seguindo metodologias oficiais do Instituto Adolfo Lutz [9].

Em amostras dos tempos inicial e final de fermentação, foram realizadas análises de bolores e leveduras através do plaqueamento em superfície em meio PDA acidificado; enterobactérias semeadas em superfície no meio Macconkey; e bactérias lácticas através do plaqueamento em profundidade no meio MRS Agar com Cisteína 0,05% [10]

As análises sensoriais nos cafés resultantes dos experimentos foram feitas por dois provadores especialistas regionais, seguindo o protocolo SCAA [11].

3. Resultados e Discussão

A composição nutricional da polpa de café ocasiona o desenvolvimento de micro-organismos com metabolismo fermentativo, tais atividades fermentativas geram a degradação da mucilagem e componentes presentes no café como açúcares simples, carboidratos complexos, proteínas, entre outros, resultando na liberação de metabolitos como, ácidos orgânicos, álcoois superiores, ésteres, ácido acético, ácido lático, ácido butírico, entre outros, que auxiliam na redução do pH do meio e agregando profundidade na bebida [12].

Sólidos solúveis (Brix) representa o total de todos os sólidos dissolvidos na água, como açúcares, ácidos orgânicos, sais, aminoácidos, pectina, óleos essenciais, fenólicos, vitaminas [13]. Na dinâmica da fermentação do café, os açúcares são consumidos à princípio em maior quantidade e o Brix diminui, entretanto, este não zera pois no catabolismo microbiano é gerado substâncias que ainda fazem parte dessa categoria. A maior concentração de sólidos solúveis

Anais da VII Mostra de Docentes em RJI

no café é proporcional ao maior rendimento e na contribuição de corpo na bebida, desta forma acaba sendo interessante a utilização de cultivares que apresentem esses valores elevados [14].

A adição das leveduras da Lalcafé permitiu a maior velocidade de fermentação no café Obatã Vermelho, pois em 24h, já atingiram o consumo máximo de Brix (73%), enquanto que nas demais variáveis experimentais, este ocorreu apenas em 48h de processo, com menor eficiência.

O consumo de nutrientes é importante, pois estes poderão se converter em substâncias inibidoras de crescimento de micro-organismos não desejados, além dos compostos aromáticos que mesmo após torra do grão contribuirão para características sensoriais apreciadas. No decorrer das fermentações, a adição do fermento *regional Pichia kluyveri* FA ou mesmo desta levedura associada à BAL da Sacco, mostraram os menores desempenhos em relação ao consumo dos sólidos solúveis chegando a 53%. O fermento da Syngenta ficou atrás dos fermentos Lalcafé com 66% de consumo, entretanto, próximo ao que se adicionou apenas as bactérias lácticas da Sacco.

Aos micro-organismos fermentarem principalmente os açúcares do fruto, o pH do meio vai diminuindo em função da liberação de ácidos orgânicos. Essa etapa é esperada, uma vez que alteram a composição da celulose e mucilagem e posteriormente auxiliam na etapa de secagem do grão [15, 16]. A faixa de pH 4,5 a 4,0 é propícia para ser sinalizado o término da fermentação e os valores menores que pH 4,0 indicam a produção de ácidos ou mesmo quantidade indesejados [17].

Os resultados mostraram diminuição gradativa do pH no meio fermentativo indicando uma desejada ação catabólica microbiana sobre os açúcares disponíveis e a liberação de ácidos orgânicos. Os pHs finais ficaram entre 4,6 (F5 e F6) e 3,9 (F4), valores próximos do ótimo para um processo bem sucedido. Em 24 horas, F5 e F6, exibiram maior velocidade de redução de pH do meio, coincidindo com o pico de consumo dos sólidos solúveis.

As fermentações em bombonas contribuíram para uma maior homogeneidade térmica do processo, protegendo o meio interno de grandes variações na temperatura ambiente, sendo importante para maior padronização do sistema. As temperaturas tenderam cair ao final das fermentações, indicando que as reações catabólicas já estavam mais baixas nestas condições.

Kim [18] obteve resultados promissores no aspecto sensorial do café em fermentações dentro de bombonas e temperatura interna entre 18 e 22°C, coincidindo com os valores dos nossos experimentos.

Fermentações desejadas de cafés resultam da diminuição de enterobactérias, clostridium e bolores após a fermentação e aumento de bactérias lácticas e leveduras [19] [4] [20]

O emprego de culturas iniciadoras emergiu nos últimos anos como uma promissora alternativa para controlar o processo de fermentação e promover o desenvolvimento da qualidade de produtos de café [7].

Bolores não foram detectados nas amostras obtidas nas fermentações com café Obatã Vermelho, o que é positivo, pois algumas espécies podem produzir Micotoxinas, ou mesmo alterar negativamente as características sensoriais da bebida.

Durante as fermentações houve aumento desejado de leveduras e bactérias lácticas e a diminuição de enterobactérias, sendo essa mais acentuada no processo em que se adicionou *Pichia kluyveri* FA (F1) chegando a -6 ciclos logarítmicos.

A introdução da linhagem *Pichia kluyveri* FA (F1) no processo fermentativo resultou no segundo maior crescimento (2,4 vezes) de levedura entre os experimentos, indicando que esta linhagem regional pode estar adaptada às sucessões microbiológicas locais, ainda existe o fato de não ser uma espécie incomum isolada em fermentações de café em outras localidades.

A adição de BAL Sacco não garantiu que no final do processo houvesse maiores números

Anais da VII Mostra de Docentes em RJJ

de suas células viáveis. Em F5 e F6, houve o maior crescimento das BAL autóctones, mostrando que a rápida fermentação das leveduras ORO e CIMA promoveram condições favoráveis aos seus desenvolvimentos.

Bactérias do ácido láctico (LAB) e leveduras são conhecidas por coexistir e cooperar em vários alimentos e bebidas fermentados, como café, cacau, kefir, kombucha, massa azeda e vinho [21] [22].

As moléculas responsáveis pelos odores do café são formadas principalmente durante o processo de torrefação, a partir de precursores não voláteis presentes em grãos de café verdes, como polissacarídeos, lipídios, proteínas e aminoácidos livres ácidos [6]. Os cuidados com as técnicas de cultivo do café são necessários, pois o grão adquire sua composição química ideal ainda quando está no pé, num processo bem conduzido de formação das suas cerejas. Entretanto, no pós-colheita um rígido controle dos processos via seca, semi-seca ou úmida, deve acontecer, pois esse também influencia na alteração sensorial do grão. Pode-se até mesmo, ampliar sua percepção sensorial através de fermentações controladas com ou sem introdução de culturas microbianas iniciadoras.

A Specialty Coffee Association of America (SCAA) considera como cafés especiais apenas aqueles que apresentam elevada qualidade física e sensorial, alcançando acima de 80 pontos, numa escala de 0 a 100, a partir de um processo de degustação de café. A literatura define como café especial, o café que é cultivado em climas adequados, paladar e sabor característicos, e com pouquíssimo ou nenhum defeito [23]. O teste de xícara avalia o café em duas categorias, a subjetiva, que representa fragrância/aroma, sabor, sabor residual, acidez, corpo, equilíbrio e impressão global da bebida, e a objetiva, representada pela uniformidade, doçura e xícara limpa (ausência de defeitos) (SCAA, 2015).

A Tab. 1 mostra os resultados da avaliação sensorial feita por especialistas em provas de café.

Tab. 1- Médias das notas e termos descritivos sensoriais dados por provadores especialistas após análise das amostras obtidas dos experimentos

Variável amostral	Características Sensoriais	Nota Final
F1	Caramelo/ Chocolate	79,00
F2	Frutas vermelhas	81,75
F3	Pepino	81,00
F4	Chocolate/ Limão/ Morango/ Avelã	83,25
F5	Chocolate/ Frutas vermelhas	81,75
F6	Maçã verde/ Caní	82,75

Legenda: F1= fermentação com adição de *P. kluyveri* FA, F2= adição de *P. Kluyveri* FA e BAL (Sacco), F3 = adição de BAL(Sacco), F4= adição do fermento Nucoffee Artisans (Syngenta), F5= Lalcafé ORO TM e F6= Lalcafé CIMA TM

Fonte: Autor

A adição de *Pichia kluyveri* FA nas fermentações anaeróbias não contribuiu para classificar o café Obatã Vermelho com especial, entretanto, suas notas finais ficaram próximas a este patamar. Entretanto, segundo Vicente et al. [24], *P. kluyveri* é caracterizada por sua capacidade

Anais da VII Mostra de Docentes em RJJ

de melhorar a composição de compostos aromáticos em bebidas, como tióis, terpenos e ésteres frutados. Esta espécie já foi citada por autores como sendo comum no processo de fermentação de cafés de diferentes países, sendo inclusive usada como cultura iniciadora objetivando controle de fungos micotoxigênicos [25] [26] [20].

A Tab.1 mostra ainda que as demais fermentações resultaram em notas sensoriais que colocaram os cafés dentro da categoria especial.

No café Obatã Vermelho, a nota maior obtida foi na variável F4, mostrando que a aplicação da cultura Artisans proporcionou maior equilíbrio na química do grão, trazendo características sensoriais agradáveis descritas pelos provadores como Chocolate/ Limão/ Morango/ Avelã, e o interessante é que esta foi caracterizada por uma fermentação mais branda em termos de velocidade e sucessão microbiológica, quando comparada com as variáveis F5 e F6. Essa cultura comercial foi resultante de uma intensa e cuidadosa pesquisa feita por equipe da Faculdade Federal de Lavras, e com muito êxito, tem sido aplicada comercialmente junto a Syngenta em fermentações de café em diferentes estados.

Foi visível que em um mesmo café, variando o inóculo no processo fermentativo, houve uma repercussão bastante diferenciada quanto à percepção do provador. Outros trabalhos também mostram que a variação do micro-organismo num mesmo café resulta em diferentes nuances sensoriais [7] [27]

A adição da levedura CIMA, resultou na segunda melhor pontuação, mesmo sendo caracterizada pela melhor sucessão microbiológica amostrada e desempenho fermentativo.

A adição do fermento láctico da Sacco em co-cultura com *P. kluyveri* FA (F2) incluiu a percepção de “frutas vermelhas” como nuance predominante, e o café passou a ter características especiais. Quando BAL Sacco foi empregada isolada (F3), teve menor pontuação, mas ainda 2 pontos a mais que em F1.

Vale [12] verificou que a cultura mista de *Pichia fermentans* YC5.2 e *Pediococcus acidilactici* LPBC161 resultaram em composto volátil mais complexo dos grãos fermentados em relação às inoculações puras e ao processo espontâneo. Os principais compostos afetados foram o benzeno acetaldeído, o 1-hexanol, o álcool benzílico, o 2-heptanol e o álcool fenil etílico, que são relatados como importantes compostos na composição do aroma.

O complexo metabolismo de BAL produz metabólitos e aromas que impactam na qualidade final do café. A intensa difusão de ácido láctico durante o processo de fermentação promove a modificação da percepção sensorial da acidez e do corpo de bebidas de café [19] [28] [12]. Além disso, uma vasta gama de metabólitos derivados de BAL associados ao catabolismo de aminoácidos, especificamente propionato de etila, acetato de etila, acetaldeído, fenil etanol e fenilacetaldéido, são conhecidos por aumentar a percepção floral e de frutas na bebida final [6].

3 Considerações finais

O método de fermentação anaeróbica em bombonas mostrou-se aplicável à cultivar estudada na fazenda de café, resultando em bebidas especiais e com diferentes características sensoriais, aumentando as possibilidades comerciais dos grãos de café para o empresário e contribuindo para a economia regional do agronegócio.

A aplicação de diferentes culturas iniciadoras mostrou pontos positivos como: melhor controle sobre a sucessão microbiológica e diversificação nos nuances sensoriais.

Pichia kluyveri FA regional se destacou no controle de Enterobacteriaceae, entretanto, para melhorar seu desempenho sensorial, foi importante fazer sua inoculação junto à cultura láctica Sacco.

Anais da VII Mostra de Docentes em RJJ

As leveduras comerciais testadas como culturas iniciadoras resultaram em bebidas especiais, com obtenção de diferentes nuances sensoriais, sendo que a Artisans, induziu às maiores pontuações.

Alunos da Fatec foram envolvidos num conhecimento científico e tecnológico do processamento do café, o qual representa importante parcela da economia agropecuária no país.

Trabalhos como esse ajudam na divulgação do Centro Paula Souza como fomentador de conhecimento científico e tecnológico e que atravessam os muros da instituição e contribuem para o desenvolvimento econômico do estado.

Agradecimentos

Esse trabalho teve a importante colaboração do proprietário da Fazenda União Gleba 2, da Profa. Dra. Renata Bonini Pardo da Fatec Marília, da empresa Sacco Brasil, da pesquisadora Dra. Adriana Novais Martins da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) Regional Marília e de discentes da Fatec Marília: Josiano Barbosa e Juliana Otreira.

Referências

[1] BELTRÃO, A. F. História completa café no Brasil. **Revista cafeicultura**, Rio Paranaíba, MG, 2016. Disponível em: <https://revistacafeicultura.com.br>. Acesso em: 30 jun. 2022.

[2] SILVA, I. S. **Obtenção de cafés especiais pela fermentação**. 2021. 47 f. TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Pato de Minas, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/32488>. Acesso em: 05 jun. 2022.

[3] BRESSANI, A. P. P. **Avaliação química e sensorial de café catuaí amarelo fermentado pelo processamento por via seca com inoculação de leveduras**. 2017. 102 f. Mestrado (Programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

[4] MUINHOS, R. Fermentação de café. 2019. Disponível em: https://buenavistacafe.com.br/blog/author/buena_blog_user/. Acesso em 19 maio 2022.

[5] DORTA, C. *et al.* Fermentação de café via úmida com adição de culturas iniciadoras e a inclusão de características sensoriais na bebida. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 1, p. 579-589, 2021.

[6] PEREIRA, G. V. M. *et al.* Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans: a review. **Food Chem**, v. 272, p. 441-452, 2019.

[7] BRESSANI, A. P. P. *et al.* Characteristics of fermented coffee inoculated with yeast starter cultures using different inoculation methods. **LWT**, v. 92, p. 212-219, 2018.

[8] 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, 2014.

[9] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/>. Acesso em: 13 fev. 2021.

[10] SILVA, N. *et al.* **Manual de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

[11] SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. SCAA Protocols. **Cupping specialty coffee**. Long Beach: SCAA, 2015.

Anais da VII Mostra de Docentes em RJI

- [12] VALE, A. S. **Fermentação de café com uso de culturas mistas de *Pichia fermentans* e *Pediococcus acidilactici***: impacto na formação de compostos aromáticos. 2019 Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia) - Universidade Federal do Paraná, 2019.
- [13] CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.
- [14] MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, n. 2, p. 239-243, abr./jun. 2005.
- [15] MARTINEZ, S. J. *et al.* Novos tanques de aço inoxidável aumentam a qualidade da fermentação do café. **Food Research International**, v. 139, 109921, 2021.
- [16] SILVA, C. F. Atividade microbiana durante a fermentação do café. *In*: SCHWAN, R. F.; FLEET, G. H. (ed.). **Fermentações de cacau e café**. Nova York: CRC Press, 2015. p. 398-423.
- [17] PEÑUELA-MARTÍNEZ, A. E.; ZAPATA-ZAPATA, A. E.; DURANGO-RESTREPO, D. L. Desempenho de diferentes métodos de fermentação e o efeito na qualidade do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência do Café**, v. 13, n. 4, p.465-476, 2018.
- [18] KIM, M. Primeiro Seminário Online de Fermentação de café. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YbMH_9AP_KE. Acesso em: 29 dez. 2021.
- [19] CARVALHO NETO, D. P. *et al.* Yeast diversity and physicochemical characteristics associated with coffee bean fermentation from the brazilian cerrado mineiro region. **Fermentation**, v. 3, n. 11, p. 1-11, 2017.
- [20] ZHANG, S. J. *et al.* Following coffee production from cherries to cup: microbiological and metabolomic analysis of wet processing of coffee arabica. **Applied And Environmental Microbiology**, v. 85, n. 6, p. 1-22, 2019.
- [21] ANDRESON, M. *et al.* Caracterização de perfis químicos, microbianos e sensoriais de kombuchas comerciais. **Int. J. Microbiol Alimentar**, 2022.
- [22] CASSIMIRIO, D. M. J. *et al.* Wet fermentation of *Coffea canephora* by lactic acid bacteria and yeasts using the self-induced anaerobic fermentation (SIAF) method enhances the coffee quality. **Food Microbiology**, v. 110, 104161, 2023.
- [23] GUIMARÃES, E. R. *et al.* The brand new brazilian specialty coffee market. **Journal of food products marketing**, v. 25, n. 1, p. 49-71, 2019.
- [24] VICENTE, J. *et al.* High potential of *Pichia kluyveri* and other *Pichia* Species in wine technology. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 22, 1196, 2021.
- [25] MASSAWE, G. A.; LIFA, S. J. Yeasts and lactic acid bacteria coffee fermentation starter cultures. **International Journal of Postharvest Technology and Innovation**, v. 2, n. 1, p. 41-82, 2010.
- [26] MASOUD, W. *et al.* Yeast involved in fermentation of *Coffea arabica* in east Africa determined by genotyping and by direct denaturing gradient gel electrophoresis. **Yeast**, v. 21, n. 7, p. 549-556, maio 2004.
- [27] PEREIRA, G. V. de M. *et al.* Conducting starter culture-controlled fermentations of coffee beans during on-farm wet processing: growth, metabolic analyses and sensorial effects. **Food Research International**, v. 75, p. 348-356, 2015.