

BEBIDAS ESPECIAIS DE CAFÉ ICATU AMARELO OBTIDAS DE PROCESSOS DE FERMENTAÇÃO SEMI-CARBÔNICA, UTILIZANDO LEVEDURAS AUTÓCTONES E COMERCIAL COMO CULTURAS INICIADORAS

CLAUDIA DORTA¹; RENATA BONINI PARDO¹; ALDA MARIA MACHADO BUENO OTOBONI¹, DAMIANA NEVES DA SILVA DE BARROS¹; ADRIANA NOVAIS MARTINS²

¹Fatec Marília – CST Tecnologia em Alimentos

²Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Marília-SP
claudia.dorta2@fatec.sp.gov.br

Specialty coffee beverages made from Yellow Icatu, obtained through semi-carbonic fermentation processes using both indigenous and commercial yeasts as starter cultures

Eixo Tecnológico: Produção Alimentícia

Resumo

A fermentação controlada com a introdução de culturas microbianas nos frutos de cafés especiais tem sido uma ferramenta tecnológica para a inclusão de sensações sensoriais únicas e que muitas vezes agregam valor comercial ao grão. Fermentações semi-carbônicas de café Icatu Amarelo foram testadas com adição de leveduras autóctones e comercial visando verificar suas influências sobre a sucessão microbiológica, o desempenho fermentativo e finalmente na inclusão de nuances sensoriais especiais aos seus grãos. Os experimentos fermentativos foram divididos em três variáveis amostrais: 1) L1L2: adição das culturas iniciadoras autóctones *Pichia kluyveri* e *Starmerella bombicola*; 2) L1L3: com *P. kluyveri* e L3 (não identificada) e 3) CIMA: com *Saccharomyces cerevisiae* (Lallemand). As fermentações das cerejas de cafés (Icatu Amarelo) foram realizadas em Bombonas de 80L por até 96 horas. Nas amostras foram feitas análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais por especialistas. A inclusão das espécies *Pichia Kluyveri*, *Starmerella bombicola* e *Saccharomyces cerevisiae* em processo de fermentação semi-carbônica resultou em cafés especiais com impressões sensoriais únicas. A adição de leveduras em processo semi-carbônico foi um processo viável comercialmente resultando em produtos de qualidade sensorial desejada e com maior segurança microbiológica.

Palavras-chave: *Café especial, Cultura iniciadora, Leveduras.*

Abstract

Controlled fermentation through the introduction of microbial cultures in specialty coffee cherries has been a technological tool for incorporating unique sensory experiences, often adding commercial value to the beans. Semi-carbonic fermentations of Yellow Icatu coffee were tested with the addition of indigenous and commercial yeasts to assess their influence on microbial succession, fermentation performance, and the inclusion of special sensory nuances in the beans. The fermentation experiments were divided into three sample variables: 1) L1L2: addition of the indigenous starter cultures *Pichia kluyveri* and *Starmerella bombicola*; 2) L1L3: using *P. kluyveri* and L3 (unidentified) and 3) CIMA: using *Saccharomyces cerevisiae* (Lallemand). The fermentations of Yellow Icatu coffee cherries were carried out in 80L containers for up to 96 hours. The samples were analyzed for physical, chemical, microbiological, and sensory characteristics by experts. The inclusion of *Pichia Kluyveri*, *Starmerella bombicola*, and *Saccharomyces cerevisiae* species in the semi-carbonic fermentation process resulted in specialty coffees with unique sensory impressions. The addition of yeasts in the semi-carbonic fermentation process was commercially viable, resulting in products with the desired sensory quality and greater microbiological safety.

Key-words: *Specialty coffee, Starter culture, Yeasts.*

1. Introdução

O título "café especial" surgiu em 1978, sendo atribuído a Erna Knutsen, fundadora da Knutsen Coffees, durante uma conferência internacional de café na França. Esses cafés provêm

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJI

de microclimas distintivos que resultam em grãos com um perfil sensorial exclusivo e com alto valor comercial agregado. Este é o conceito que a SCAA (Specialty Coffee Association of America) adota até a data atual, utilizando uma metodologia específica para classificação, se baseando em uma escala que vai de 0 a 100 pontos. Somente os cafés que obtêm um score superior a 80 são considerados especiais [1]

Em 1991, com a intenção de explorar novas oportunidades de negócio através da qualidade do café, produtores fundaram a Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA) [2].

Para apresentar a evolução do consumo de café essa pode ser dividida em “ondas de consumo”. A primeira onda é marcada pela qualidade inferior do café, consequência do crescimento exponencial do consumo e dos métodos de produção e comercialização padronizados, voltados para a distribuição em larga escala (as commodities). A segunda onda é definida pela introdução de cafés de alta qualidade, como cafés especiais e aqueles de origem com produção controlada. Essa fase viu um aumento significativo nas cafeterias especializadas [2,3]. Durante a fase da terceira onda, o café é tratado como um produto artesanal tão sofisticado quanto o vinho. Ele se destaca por uma série de atributos. Na cadeia de valor, percebe-se uma tentativa de criar uma conexão mais próxima entre os produtores e os consumidores finais. Essa diferenciação vai além da excelência do grão; inclui também a oferta limitada (microlotes), variedades exclusivas, cafés de origem específica, a história do cultivo, além dos métodos de colheita e preparação, junto com preocupações ambientais e sociais [2].

Segundo Araújo Filho [4], os alimentos fermentados são aqueles que foram expostos às ações de microrganismos atingindo transformações bioquímicas esperadas e posteriores mudanças na estrutura desta. Admiravelmente, a expressão “fermentar” é de origem do latim “fervere”, com relação ao comportamento de produzir bolhas gasosas durante a fermentação, então, o alimento “fervia sem calor”. Os fermentos milenares, na realidade, são conjuntos de bactérias e fungos que coabitam em associação e têm potencial de apresentar funcionalidades biológicas de interesse para a humanidade. Existem registros que esses micro-organismos e seus metabólitos possuem ações: probióticas, antioxidantes, antimicrobianos, anti-inflamatórias, antidepressivas, antivirais, auxílios para melhorias de quadros como, desequilíbrio na microbiota intestinal, no tratamento cicatrizante e pressão alta.

Estudos evidenciam que a fermentação pode conferir características sensoriais atraentes, ressaltando os componentes aromáticos e enriquecendo os sabores da bebida. Os metabólitos das leveduras que têm esse efeito positivo incluem ácidos orgânicos, álcoois alifáticos de cadeia longa (também conhecidos como álcoois superiores), álcoois aromáticos, ésteres, carbonilas e uma variedade de compostos sulfurados. Ademais, compostos orgânicos resultantes da fermentação, como trigonelina, ácido fórmico, hidroximetilfurfural, lipídios e γ -butirolactona, gerados durante o processo fermentativo do café, podem contribuir para a elevação da pontuação e da qualidade sensorial da bebida [5,6].

Tendo em vista a utilização desta da tecnologia de fermentação controlada, este trabalho teve como objetivo contribuir para os estudos de induções das fermentações semi-carbônicas de café Icatu Amarelo numa propriedade em Garça-SP, situada em uma região com Identidade Geográfica para cafés especiais. O intuito foi testar nessas ações como culturas iniciadoras de leveduras do próprio habitat e uma levedura comercial influenciaram sobre a sucessão microbiológica, o desempenho fermentativo e finalmente na inclusão de nuances sensoriais especiais aos cafés.

2. Materiais e métodos

2.1. Fermentações semi-carbônicas

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

As Cerejas de *Coffea arabica*, cultivar Icatu Amarelo foram colhidas em 2023 na Fazenda Nascente localizada em Garça, fazendo parte do Centro Oeste Paulista, cujas Coordenadas Geográficas desse município são Latitude 22° 12' 38" S e Longitude 49° 39' 22" W, e a altitude igual a 683 metros.

Os experimentos de fermentações foram distribuídos em 3 variáveis amostrais, no mínimo em duplicata: 1) L1L2: adição das culturas iniciadoras *P. kluyveri* ($5,4 \times 10^5 \times \text{mL}^{-1}$ de café cereja) e *Starmerella bombicola*. ($2,0 \times 10^5 \times \text{mL}^{-1}$); 2) L1L3: uso das culturas *P. kluyveri* ($5,4 \times 10^5 \times \text{mL}^{-1}$) e L3 ($2,0 \times 10^5 \times \text{mL}^{-1}$); e 3) CIMA: adição de *S. cerevisiae* Lalcafé (Lallemand) ($10^7 \times \text{mL}^{-1}$). Em cada teste, foram usados 80L de cafés estágio cereja, adicionados em Bombonas fermentativas com capacidade para 80L (Fig. 1). As fermentações ocorreram por até 96 horas sob temperaturas inferiores a 20,5°C. As Bombonas possuem vedação e saída para a liberação de gases através de um “arlok”. Essas fermentações são chamadas de semi-carbônicas pois no início existe considerável concentração de O_2 e conforme ocorre o catabolismo e liberação de CO_2 pelos microrganismos, o O_2 , por ser mais leve é “empurrado” para fora da Bombona, predominando o CO_2 no processo interno [7].

Após a fermentação, os cafés foram lavados com água potável e colocados em terreiros suspensos para a secagem durante 15 dias, até atingir 12% de umidade (b.u.).

Fig.1- Cerejas de café Icatu Amarelo com adição da levedura CIMA em Bombona de 80 L



Fonte: (Fazenda Nascente, 2024)

2.2 Análises de pH, temperatura e sólidos solúveis durante o processo de fermentação

As análises seguiram metodologias oficiais do Instituto Adolfo Lutz [8] usando os instrumentos pHgâmetro de bancada, Refratômetro manual e Termômetros digitais.

2.3 Análises Microbiológicas por plaqueamento em meios de cultivo

Sob condições assépticas, nas amostras foram realizadas as seguintes análises: bolores e leveduras através do plaqueamento em superfície no meio YEGC com azitromicina 150ppm; enterobactérias sementeadas em superfície no meio VRBG; e bactérias lácticas (BAL) através do plaqueamento em profundidade no meio MRS Agar baseado em Silva *et al.* [9].

2.4 Análise sensorial

Foram realizadas análises sensoriais nos cafés resultantes dos experimentos por dois provadores especialistas regionais seguindo o protocolo do SCAA [10].

3. Resultados e Discussão

A polpa e a mucilagem do fruto café são substratos densos, compostos por 27 a 30% de açúcares fermentáveis, especialmente glicose e frutose. Durante o processo de fermentação do café, esses açúcares servem como fonte para o crescimento microbiano, o que gera quantidades significativas de etanol e ácidos orgânicos de cadeia curta como o lático, e uma diminuição do pH, de 5,5-6,0 para 3,5-4,0. Essa fase é desejada, pois altera a composição da celulose e da mucilagem, auxiliando, em seguida, na etapa de secagem dos grãos. Um pH entre 4,5 e 4,0 é indicado para sinalizar o fim da fermentação, enquanto valores abaixo de 4,0 sugerem a produção excessiva de ácidos, o que pode comprometer a qualidade da bebida [11,12,13,14].

A variação na inoculação de diferentes culturas microbianas nas fermentações semi-carbônicas do café Icatu Amarelo resultou em diferenças nos desempenhos fermentativos, e o processo feito com a levedura comercial CIMA resultou na economia de 42 h de fermentação quando comparado aos outros experimentos: L1L2 e L1L3. Durante as medições de pH e sólidos solúveis, a variável amostral CIMA mostrou maior velocidade em metabolizar a casca e polpa dos cafés cerejas, pois apresentou a mais rápida redução do pH e menor sólidos solúveis residuais no meio fermentativo, resultados que vieram de um maior consumo de substrato, consequentemente maiores liberações de ácidos graxos de cadeia curta originados de seu catabolismo fermentativo. O melhor desempenho dessa levedura comercial provavelmente ocorreu devido a maior concentração usada do inóculo e o outro fator importante a ser considerado, é que a linhagem comercial foi selecionada após rigorosos testes de performance fermentativo em cafés em diferentes regiões no globo terrestre.

A temperatura interna nas Bombonas de fermentação fica sujeita às reações metabólicas que geram e/ou retiram calor do meio, além de se influenciar também com a temperatura externa do ambiente [14,15,16]. Em todas as amostragens verificou-se que as temperaturas no meio de reação foram abaixo da externa para todas as variáveis amostrais, mantendo-se entre 16,85 a 20,5°C, e as externas entre 20 a 24,5°C.

Em concordância com esses resultados apresentados, Kim [17], em experiências práticas numa grande propriedade mineira, argumenta que processos de café em Bombonas, com temperaturas médias em torno de 18°C, favorecem a qualidade sensorial dos grãos. As temperaturas mais baixas durante as fermentações do café, possibilitam reações químicas e bioquímicas de maneira mais lenta, promovendo maior equilíbrio das transformações e interações moleculares do processo, surtindo em resultados sensoriais mais desejados no grão.

As melhores bebidas de café tradicionalmente são resultantes dos plantios em altas altitudes, aonde as temperaturas são mais amenas, o O₂ mais escasso e com alta umidade. Dessa maneira, fazendo a fermentação das cerejas em temperaturas mais baixas, em anaerobiose e com umidade considerável dentro de Bombonas, em regiões de médias e baixas altitudes, pode-se promover incremento sensorial nos seus grãos [17,18].

Em geral, uma fermentação de café bem-sucedida é caracterizada pelo crescimento de bactérias lácticas e leveduras, ao mesmo tempo em que há redução de enterobactérias e bolores. As bactérias lácticas desempenham um papel crucial no equilíbrio da microbiota durante a

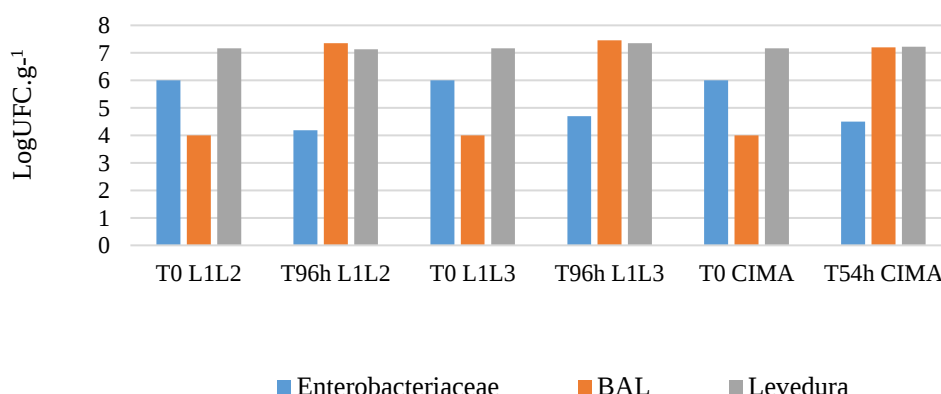
Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

fermentação, enquanto as leveduras são responsáveis pela geração de aromas, entretanto, ambas podem inverter essas funções. Por outro lado, as enterobactérias e certos tipos de fungos podem causar a liberação de odores desagradáveis e comprometer tanto a qualidade sensorial da bebida quanto a segurança do produto final [7,19].

Dentre as centenas de espécies de bactérias da família Enterobacteriaceae, algumas são patogênicas, como sorotipos de *Escherichia coli*, a *Salmonella*, a *Shigella* e a *Yersinia enterocolitica*. Inicialmente, essas bactérias podem ajudar na degradação da mucilagem de frutas, mas, em grandes quantidades, podem produzir substâncias que afetam o perfil sensorial do grão [9,10,21].

Ao final das fermentações, as bactérias lácticas (BAL) tiveram crescimento superior a 3 ciclos logarítmicos nas as três variáveis amostrais, com vantagem para L1L3 (3,46 ciclos log), o que provavelmente justifica o seu menor pH do meio (3,9) ao final de 96h, por essas liberarem principalmente ácido lático no catabolismo da glicose, frutose, contribuindo para sua redução. Na Fig. 2, verifica-se que após as fermentações das três variáveis amostrais, houve a diminuição desejada das enterobactérias, sendo essa mais pronunciada em L1L2, significando uma redução de 1,82 ciclo logarítmico, enquanto que para L1L3 foi - 1,3 e para CIMA de - 1,5.

Fig. 2 - LogUFC dos micro-organismos. g^{-1} do café estádio cereja *in natura* e após os processos fermentativos de 54 e 96h



Legenda: L1L2: adição das leveduras *P. kluyveri* e *S. bombicola*, L1L3: adição de *P. kluyveri* e de levedura L3, CIMA: adição da levedura comercial *S. cerevisiae* CIMA da linha Lalcafé (Lallemand).

T0h, T24h, T48h, T96h, são os tempos de fermentação

Fonte: (Dorta, 2024).

As leveduras totais iniciais das cerejas do café estavam na ordem de 7 $\log UFC.g^{-1}$ e permaneceram próximas a esse número ao final das fermentações nas três variáveis amostrais, sendo que em valores absolutos L1L3 apresentou o maior número, seguido pela amostra CIMA. É importante reportar que as colônias que predominaram ao final da fermentação de L1L2, L1L3 e CIMA, eram as próprias leveduras adicionadas como iniciadoras, indicando que essas foram bem-sucedidas em conduzir a fermentação e competirem com as outras espécies.

Zhang *et al.* [21] mostraram em análises por PCR que durante as fermentações naturais de café as espécies de leveduras iniciais vão sendo substituídas por outras mais adaptadas ou

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

principalmente que produzem fatores *killer*, os quais não são incomuns em *Pichia kluyveri*, *Starmerella bombicola* e *Saccharomyces cerevisiae*.

Dorta *et al.* [11, 22] em experimentos fermentativos feitos em outra propriedade em Garça/SP, nos anos 2020 e 2021, e em cultivares diferentes de café arábica, obtiveram resultados microbiológicos semelhantes aos encontrados no atual trabalho, conseguindo atingir maior número de bactérias lácticas (8 LogUFC.g^{-1}) ao final dos processos, quando essas foram adicionadas através das culturas lácticas da empresa Sacco. Zhang *et al.* [21] reportaram números de leveduras e bactérias lácticas próximos ao atual trabalho após a fermentação de café em processamento úmido.

Também se realizaram estudos sobre diferentes espécies de microrganismos, autóctones ou não, que possuem potencial para atuar como culturas iniciadoras durante o processo de fermentação, devido à sua atividade pectinolítica, bem como a alterações físicas e químicas e à produção de compostos voláteis. Diversas leveduras foram reconhecidas como potenciais culturas iniciadoras, incluindo *Saccharomyces sp.*, *Pichia sp.* e *Candida sp.*, que demonstraram uma atividade superior da enzima pectinolítica, favorecendo a degradação eficaz da mucilagem durante a fermentação [5,14,20]

As amostras obtidas de L1L3 não foram enviadas para análises por especialistas, pois em análises preliminares, julgou-se que este não resultou numa boa bebida, talvez a excessiva acidez ao final da fermentação possa ser um dos fatores responsáveis, entretanto, a associação dessas duas culturas poderia ser testada numa próxima safra, e reduzir o tempo de finalização do processo para obter uma bebida de melhor qualidade sensorial.

Levando em conta que para um café ser considerado especial, esse precisa obter notas por especialistas seguindo o protocolo SCAA (2015) superiores ou iguais a 80. Ambas as fermentações CIMA e L1L2, mostraram notas finais que as colocam dentro da categoria de especiais. A levedura comercial resultou na maior nota (84,5) do que as leveduras autóctones (83,5). Esse resultado está em acordo com os descritos por Dorta *et al.* [11,22], aonde a inoculação da levedura CIMA mostrou notas maiores que as leveduras autóctones, chamando atenção, mais uma vez, para a percepção sensorial de frutas vermelhas.

A inclusão de leveduras autóctones *Pichia kluyveri* e *Starmerella bombicola* (L1L2) resultou em impressões sensoriais diferenciadas podendo ser citadas como: aroma de mel e sabor leve limão. É interessante ressaltar que a *Starmerella* é encontrada em patas de abelhas e provavelmente poderiam participar da fermentação que auxilia na produção do mel. Segundo o pesquisador Cristiano Menezes da Embrapa Meio Ambiente, dois tipos de leveduras benéficas são frequentemente encontradas nas colmeias das abelhas sem ferrão: *Zygosaccharomyces* e *Starmerella*. A *Starmerella* é a principal responsável pela fermentação do pólen, da digestão, da secreção de substâncias benéficas que ajudam na composição do mel das abelhas sem ferrão [23]. A *Pichia kluyveri* quando adicionada em estudos de fermentações de café por Dorta *et al.* [11,22], resultou em comum com a fermentação L1L2 o aroma e sabor chocolate, sendo essa espécie produtora de ésteres, usadas em fermentações de cacau, vinhos e comum em fermentações espontâneas em cafés em diferentes regiões geográficas [24].

4 Conclusão

O processo de fermentação realizado em Bombona, com a adição de leveduras iniciadoras autóctones (*Pichia kluyveri* e *Starmerella bombicola*) e comercial (CIMA) proporcionou um

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

processo fermentativo seguro microbiologicamente, obtendo produtos com nuances sensoriais apreciados por especialistas e adequados para o mercado de cafés especiais.

Agradecimentos

Agradecemos pelas colaborações do Centro Paula Souza por permitir o desenvolvimento desse trabalho de RJ, da Propriedade de café Fazenda Nascente situada em Garça/SP, dos docentes e dos discentes da Fatec Marília/SP e da APTA Regional Marília, da Docente Dra. Iolanda Cristina Silveira Duarte da UFSCAR de Sorocaba/SP e de seus orientados.

Referências

- [1] SILVA, A. F. O café especial e as novas formas de consumir café. Curso Superior de Jornalismo. Trabalho de Conclusão. Mackenzie, 2019. <https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/29554/>
- [2] BOAVENTURA, P.S.M. *et al.* Cocriação de valor na cadeia do café especial: o movimento da terceira onda do café. **Revista de administração de empresas**, 58, 254-266, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-759020180306>
- [3] GUIMARÃES, E.R. *et al.* A terceira onda do café em Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v.18, n.3, p. 214-227, 2016.
- [4] ARAÚJO-FILHO, A. A. L. **Estudo cinético da fermentação de Kefir e Kombucha em extrato hidrossolúvel de amêndoa de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 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] SOUZA, A. S. **Fermentação do café em diferentes tempos e processos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2021.
- [7] BARBOSA, J. A. S. **Utilização de culturas microbianas em processos fermentativos de café arábica especial: contribuições tecnológicas para fortalecer a comercialização de cafés especiais na região de Garça/SP**. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Tecnologia em Alimentos) – Fatec Estudante Rafael Almeida Camarinha, Marília, SP, 2023.
- [8] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008.
- [9] SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. (6ª ed). São Paulo: Blucher, 577p, 2021.
- [10] SCAA. **Specialty Coffee Association of America**, 2015. <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>
- [11] DORTA, C. *et al.* Incremento sensorial de café especial através da ação de micro-organismos comerciais e indígena durante a fermentação de suas cerejas em sistema anaeróbico. **International Journal of Scientific Management and Tourism**, v.10, n.4., p.1-19, 2024.
- [12] MARTINEZ, S. J. *et al.* Novos tanques de aço inoxidável aumentam a qualidade da fermentação do café. **Food Research International**, v. 139, 109921, 2021.
- [13] MARTINS, P.M.M. *et al.* Altitude de cultivo do café influencia a microbiota, compostos químicos e a qualidade dos cafés fermentados. **Food Research International**, v. 129, 108872, 2020. doi:10.1016/j.foodres.2019.108872.

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

- [14] PEREIRA, G. V. M *et al.* Potential of lactic acid bacteria to improve the fermentation and quality of coffee during on-farm processing. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 1689-1695, 2016.
- [15] PEREIRA, G. V. M. Isolation, selection and evaluation of yeasts for use in fermentation of coffee beans by the wet process. **International journal of food microbiology**, 188, 60-66, 2014.
- [16] JACOB, A. B. F., CAMPOS, R. T. Estudo sobre a viabilidade celular da levedura no processo de fermentação em uma usina de álcool e açúcar. **Environmental Science & Technology Innovation-** ISSN 2965-1158, 1(02), 2022.
- [17] KIM, M. **Primeiro Seminário Online de Fermentação de café.** Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YbMH_9AP_KE. Acesso em: 29 de dez. de 2021.
- [18] ALVES, H.M.R. *et al.* Relações entre ambiente e qualidade sensorial de cafés em Minas Gerais. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/904246/1/Relacaoentreambienteequalidade.pdf>
- [19] BRESSANI, A. P. P. **Avaliação química e sensorial de café Catuaí amarelo fermentado pelo processamento por via seca com inoculação de leveduras.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- [20] RIBEIRO, L.S. **Application of microorganisms for coffee fermentation.** Universidade Federal de Lavras. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola do Departamento de Biologia. Lavras-MG, 2018. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/14092>
- [21] ZHANG, S. J. *et al.* Following coffee production from cherries to cup: Microbiological and metabolomic analysis of wet processing of *Coffea arabica*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 85, n. 6, p. e02635-18, 2019.
- [22] DORTA, C. *et al.* Leveduras autóctones e alóctones usadas como culturas iniciadoras na fermentação de café cereja (*Coffea arabica*) por processamento via seca. **Revista Foco**, v.16, n.4, e1672, p01-17, 2023.
- [23] TORDIN, C. Biodiversidade: Abelhas sem ferrão usam microrganismos para preservar o mel e muito mais. **Embrapa**, 2021. Disponível in: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/63051018/abelhas-sem-ferrao-usam-microrganismos-para-preservar-o-mel-e-muito-mais>.
- [24] VICENTE, J. *et al.* S. High Potential of *Pichia kluyveri* and Other *Pichia Species* in Wine Technology. **Internatinal Jounal Molecular Science**. v. 22, 1196, 2021.