

QUALIDADE DO CAFÉ DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO SUBMETIDO À MACERAÇÃO SEMICARBÔNICA

QUALITY EVALUATION OF DIFFERENT MATURATION STAGES OF COFFEE BEANS UNDER SEMI-CARBONIC MATURATION

Bianca De Cássia Moura

IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes

bianca.moura@alunos.ifsuldeminas.edu.br

<https://orcid.org/0009-0000-8978-4953>

Bruno Manoel Rezende de Melo

IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes

bruno.melo@ifsuldeminas.edu.br

<https://orcid.org/0000-0002-6930-1093>

Alane Gouvêa Alexandre

IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes

alane.alexandre@alunos.ifsuldeminas.edu.br

<https://orcid.org/0009-0007-1144-1353>

Sindynara Ferreira

IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes

sindynara.ferreira@ifsuldeminas.edu.br

<https://orcid.org/0000-0002-2557-337X>

Telma Miranda dos Santos

IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes

telmamiranda1984@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8359-1405>



DOI: 10.18406/2359-1269v11n32024404



Recebido em: 06/05/2024

Aprovado em: 13/06/2024

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a qualidade do café submetido a maceração semicarbônica em frutos de café com diferentes estádios de maturação. O experimento foi realizado no IFSULDEMINAS Campus Inconfidentes em delineamento em blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições, composto por cafés com diferentes estádios de maturação com presença e ausência da maceração semicarbônica. Os tratamentos fermentados foram colocados em baldes fermentadores maturadores. Avaliou-se sólidos solúveis, acidez titulável total e cores dadas em parâmetros da escala L^* , a^* e b^* . Para a classificação física determinou-se a contagem de defeitos e posteriormente a catação. Foi realizada também a análise sensorial. Os dados foram submetidos à rede de correlações e à análise multivariada por meio das análises de componentes principais e medida de similaridade. Foi observado correlação positiva para cor na escala a^* com a análise sensorial. Na análise de componentes principais e medida de similaridade formaram-se os grupos dos cafés fermentados e não fermentados. Conclui-se que o processo de maceração semicarbônica contribui para a melhoria da análise sensorial de cafés em mistura de diferentes estádios de maturação e para o café verde cana. Maiores valores para cor na escala a^* e condutividade elétrica estiveram associados a cafés de melhor qualidade.

Palavras-chave: Condutividade elétrica; Fermentação; Frutos verde-cana; Frutos verdes.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the quality of coffee beans subjected to semi-carbonic maceration in coffee fruits at different stages of maturation. The experiment was conducted at IFSULDEMINAS Campus Inconfidentes. The design used was randomized blocks with eight treatments and three replications, consisting of coffee beans with different maturation stages with the presence and absence of semi-carbonic maceration. The fermented treatments were placed in fermenting maturation buckets. Soluble solids, total titratable acidity and colors given in parameters on the L^ , a^* and b^* scales were evaluated. For physical classification, defects were counted and subsequently removed. Sensory analysis was also performed. The data was submitted to the correlation network and Multivariate Analysis through principal component analysis and similarity measurement. A positive correlation was observed for color on the a^* scale with sensory analysis. In the principal components analysis and similarity measurement, groups of fermented and non-fermented coffee beans were formed. It is concluded that the semi-carbonic maceration*

process contributes to improving the sensory analysis of blended coffee beans of different maturation stages and for cana-green coffee beans. Higher values for color on the a scale and electrical conductivity were associated with higher quality of coffee beans.*

Keywords: *Electrical conductivity. Fermentation. Cana-green fruits. Green fruits.*

Introdução

A cultura do café sempre apresentou destaque na economia brasileira, principalmente na produção de commodities. Nos últimos anos têm se verificado importância significativa na produção de cafés especiais aumentando o valor agregado (FREDERICO; BARONE, 2015). O mercado de cafés especiais cresce 15 % ao ano, contra 3,5 % do café convencional e com um consumo anual de 170,3 milhões de sacas de 60 kg (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION, 2022).

Para aprimorar esta qualidade, a fermentação é uma técnica que tem sido cada vez mais explorada pelos cafeicultores como uma forma de obter bebidas com diferentes nuances sensoriais. Estudos realizados por Lee et al. (2015) abordaram a fermentação como uma oportunidade para melhorar a qualidade do café, promovendo a produção de cafés com notas florais e frutadas.

O processo fermentativo do café pode ocorrer em todas as etapas do processo de produção, desde o amadurecimento do fruto na planta até o armazenamento dos grãos processados (SCHWAN & WHEALS, 2003). Este processo é intermediado por bactérias, leveduras e fungos filamentosos e afetam a qualidade da bebida obtida. Embora processos fermentativos naturais acompanhem os frutos da sua maturação até sua secagem, recomenda-se evitar a fermentação natural não controlada (CHALFOUN; FERNANDES, 2013).

A fermentação induzida e controlada dos grãos de café, pode ser realizada aeróbica e anaerobicamente e durante este processo os grãos passam por alterações físico-químicas, influenciando seu aroma e sabor. O uso da fermentação anaeróbica, na modalidade de maceração carbônica de café, em pequenas propriedades demanda tecnologias pouco acessíveis a este público. A maceração carbônica necessita da injeção de CO₂ no ambiente, sendo limitante aos cafeicultores pelo fato de não terem acesso a esses equipamentos.

Uma alternativa é a maceração semicarbônica, muito utilizado na produção de vinho, uma vez que o CO₂ será fabricado durante a fermentação expulsando o oxigênio do ambiente. Este processo se inicia com fermentação aeróbica e com

o passar do tempo, por estar em ambiente fechado, ocorre a transição para a forma anaeróbica.

Todos os trabalhos com fermentação em cafés abrangem frutos maduros, haja vista serem substrato favorável para o crescimento dos microrganismos, contudo nem todos os produtores conseguem colher ou processar os cafés para obterem o estágio de maturação adequado. Mesmo na colheita seletiva, seja manual ou mecânica, ainda ocorre a presença de frutos verdes e verde cana que podem comprometer a qualidade do café. Assim, em regiões onde a colheita seletiva é mais difícil de ser realizada, a maceração semicarbônica pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade do café com diferentes estágios de maturação. Todavia, ainda se faz necessária a realização de estudos na validação desta técnica.

Essa metodologia foi difundida no Brasil pelo barista Léo Moço, com o nome comercial de "Sprouting Process" e tem sido relatada por pequenos produtores na internet, com diversos resultados positivos (EMBRAPA, 2020).

De acordo com Palermo et al. (2023) por meio da maceração semicarbônica houve um grande diferencial para os cafés na mistura de 10 % de verde com 90 % de cereja e para o café na porção de 100% de verde cana com melhoria significativa, resultando em cafés com pontuação de até 84 pontos na escala da Associação de Cafés Especiais (SCAA, 2016).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do café submetido a maceração semicarbônica em frutos de café com diferentes estágios de maturação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de junho a dezembro do ano de 2022, na Unidade Educativa de Produção (UEP) Cafeicultura da Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Inconfidentes. A área do experimento, denominada "Experimento 2" possui 4.800 metros quadrados, 2.400 plantas de café da cultivar Icatu, com 30 anos de idade, no espaçamento 2 x 1 m.

O delineamento utilizado foi blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições, sendo os seguintes tratamentos:

- 1) Cafés sem lavar proveniente da lavoura sem maceração semicarbônica;
- 2) Frutos verde-cana lavados sem maceração semicarbônica;
- 3) Frutos cereja lavados sem maceração semicarbônica;
- 4) Frutos verdes (10 %) lavados + cereja lavados sem maceração semicarbônica;
- 5) Cafés sem lavar proveniente da lavoura submetidos a maceração semicarbônica;
- 6) Frutos verde-cana lavados submetidos a maceração semicarbônica;

- 7) Frutos cerejas lavados submetidos a maceração semicarbônica;
- 8) Frutos verdes (10 %) lavados + cerejas lavadas submetidas a maceração semicarbônica.

Os frutos de café foram colhidos por derrixa manual sobre pano, no dia 27/06/2022. Foi aferido o grau brix dos frutos maduros no momento da colheita com refratômetro digital, obtendo valor de 22,75 %. O café foi abanado e deixado em sacos de rafia com a parte superior aberta sob sombra. Após este processo os frutos permaneceram seis horas na lavoura e em seguida foram transportados em carreta para a estrutura de beneficiamento para processamento. Chegando ao local, o café foi submetido à separação hidráulica dos frutos. Uma amostra de café vindo diretamente da lavoura foi separada, correspondendo a um litro de café, para análise do estágio de maturação que correspondeu a 79,00% para a porção de frutos maduros, 9,09% de frutos verde cana e 11,91% de frutos verdes.

No dia seguinte, realizou-se a separação dos tratamentos manualmente, com os frutos nos devidos estádios de maturação correspondente aos tratamentos. Os tratamentos que não passaram pelo processo de fermentação foram diretamente para secagem em terreiro suspenso.

Os tratamentos fermentados foram colocados em baldes fermentadores/maturadores com capacidade útil de 10 litros, contendo uma válvula airlock tipo “S” na tampa e uma torneira na parte inferior, para amostragem do líquido fermentador. Após completar os baldes com café, as tampas foram lacradas. Os baldes foram colocados em local fresco, protegido da radiação solar.

O monitoramento do pH iniciou-se após vinte quatro horas do fechamento dos baldes, verificando a existência de líquido e em caso positivo retirando-se 15 ml do fluido para aferimento. O processo de fermentação teve duração de quinze dias, sendo que ao final deste período mediu-se os valores de pH, obtendo-se a média de 3,79.

Os frutos de todos os tratamentos, fermentados e não fermentados receberam as mesmas ações durante o período de secagem e permaneceram no mesmo terreiro suspenso. O terreiro utilizado possuía as dimensões de 1,65 m de largura, 15 m de comprimento e 2 m de pé direito, com estrutura em madeira e coberto por filme plástico para estufa agrícola de 150 micras. Cada parcela ocupou 0,50 m² no terreiro suspenso, sendo separadas entre si por ripas de bambu, cada unidade experimental foi representada por dez litros de café.

Os frutos foram secados de acordo com as recomendações de Borém (2008), até atingirem de 11,2 % a 11,9 % de umidade. Foram monitoradas diariamente às 13 h a temperatura e a umidade relativa do ambiente em que se encontrava os baldes fermentadores e o terreiro para secagem do café, com termo higrômetro digital modelo MTH-1300, marca Minipa.

A temperatura média do local em que permaneceram os baldes fermentadores foi de 12,81 ° C e a umidade relativa 23,87 %. Os frutos correspondentes aos tratamentos, permaneceram na secagem no terreiro suspenso por 26 dias para os cafés sem fermentar e de 18 dias para os cafés fermentados. Os cafés sem fermentar, durante a secagem obtiveram umidade relativa de 41,92 % e uma

temperatura de 28,07 °C, já os cafés fermentados tiveram umidade relativa de 37,52 ° C e temperatura de 21,07 ° C.

A temperatura da massa de cada parcela, foi de 25,84 ° C, sendo avaliada diariamente com câmera termográfica profissional compacta modelo C2 da marca Flir.

No período em que os frutos permaneceram no terreiro suspenso, quando atingiram a meia seca (20% de água nos frutos), as cortinas eram fechadas as 15 horas e abertas às 9 horas do dia seguinte. Posteriormente, quando atingiram o teor de água entre 11,2 % e 11,9 % foram colocados os cafés de cada tratamento em sacos de juta, com as três repetições separadas em sacos plásticos tipo Raschel, devidamente identificados e armazenados por 21 dias em tulha de madeira.

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo, Laboratório de Bromatologia e Laboratório de Óleos e Gorduras do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Para a determinação das variáveis, sólidos solúveis (%) e acidez titulável total (%) seguiu-se a metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990) e pelo Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008). As variáveis cores foram dadas em parâmetros da escala L*, a* e b*, que são representativas da luminosidade da cor sendo que L* = 0 se trata da representação da cor preta e L* = 100 da cor branca, a* indica a variância entre o vermelho e o verde e b* a variação entre o amarelo e azul. A condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) foi realizada segundo a metodologia de Prete e Abrahão (1995).

Após o beneficiamento foi realizada a classificação do café por tipo, de acordo com a Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003, que dispõe sobre regulamento técnico de identidade e qualidade para classificação de café beneficiado para grão cru. Para a classificação utilizaram-se 300 gramas de amostra beneficiada, sendo feita a contagem de defeitos e posteriormente determinado a porcentagem de catação de acordo com a tabela de café beneficiado grão cru em função do defeito/tipo (BRASIL, 2003).

Para conhecer a qualidade, foram realizadas as análises sensoriais executadas na Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Extensão, Pesquisa, Ensino Profissionalizante e Tecnológico (FADEMA), na cidade de Machado, sul de Minas Gerais, por provadores treinados e qualificados com credenciamento para avaliação de cafés especiais (Q-graders), utilizando-se a metodologia proposta pela Associação de Cafés Especiais – SCAA (2016).

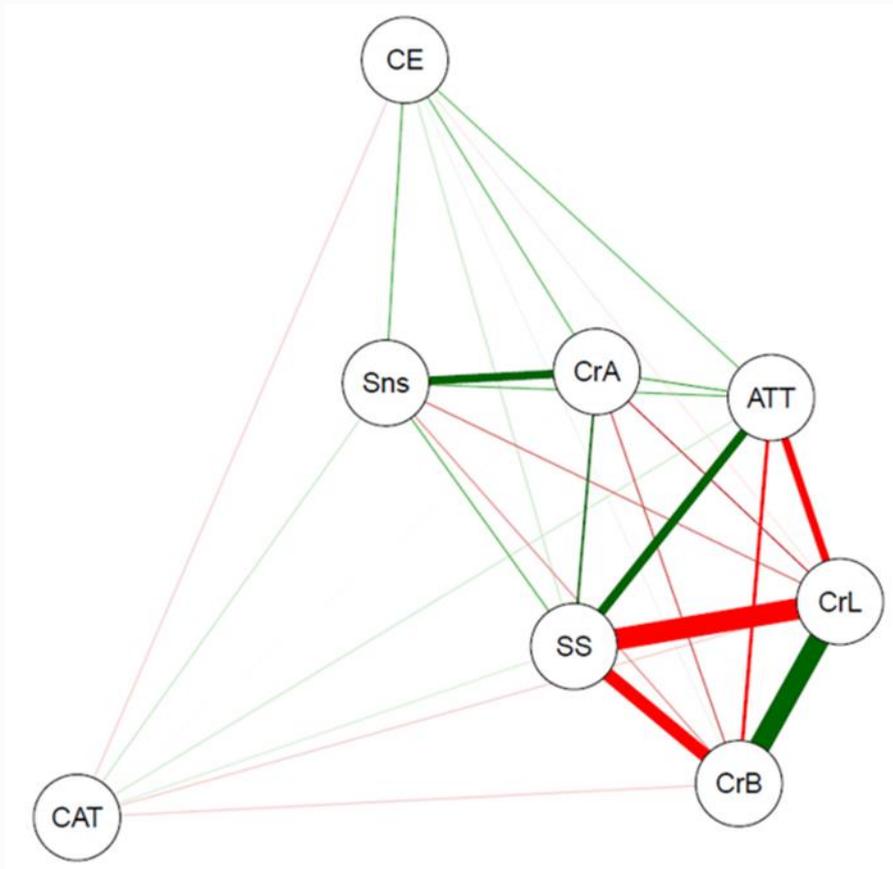
Os dados foram submetidos a rede de correlações e a Análise Multivariada por meio das análises de componentes principais e medida de similaridade utilizando o Método de agrupamento Ligação Média Entre Grupo (UPGMA). Todos dados foram analisados pelo software estatístico Genes (CRUZ, 2013).

Resultados e Discussão

Na rede de correlações (Figura 1) a linha de cor vermelha apresenta correlação negativa e a cor verde correlação positiva. Quanto mais espessa a linha, maior

o grau de correlação. O critério de corte considerando a espessura das linhas foi uma correlação de 0,8.

Figura 1 – Rede de correlações para as variáveis condutividade elétrica (CE), análise sensorial (Sns), cores nas escalas L* (CrL), a* (CrA) e b* (CrB), acidez titulável total (ATT), sólidos solúveis (SS) e catação (CAT).



Fonte: IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, Inconfidentes/MG, 2024.

Verifica-se correlação positiva para as variáveis análise sensorial com coloração dos grãos na escala a*, sólido solúveis com cor na escala a*, sólidos solúveis com acidez titulável total e cores nas escalas b* com L*. As correlações negativas foram acidez titulável total com cor na escala L*, acidez titulável total com cor na escala b*, sólidos solúveis com cor na escala L* e sólidos solúveis com cor na escala b*.

Segundo Abreu et al. (2015) as coordenadas a* e b* são uma indicação das direções que a cor dos grãos pode assumir, pois valores positivos de a*, indicam ao vermelho e valores negativos de a*, correspondem ao verde. Os valores positivos de b* indicam a cor amarela e valores negativos de b*, ao azul.

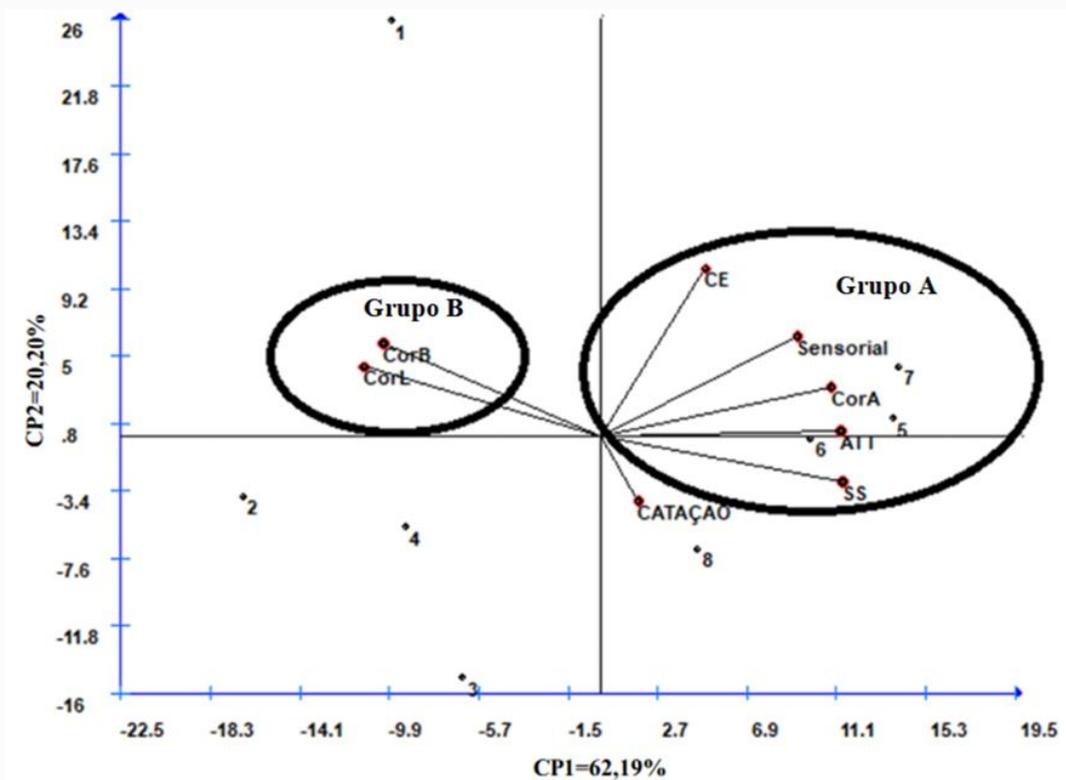
A única variável de correlação com análise sensorial foi a cor na escala a* (Figura 1). Ao observar o valor da coordenada a*, destaca-se a coloração crescente indicando uma coloração vermelha. Cores mais avermelhadas têm

vido uma tônica de algumas pesquisas que trabalham com fermentação. Palermo et al. (2023) e Paiva et al. (2023) também encontraram cafés de melhor qualidade com essa tonalidade. Os pesquisadores descreveram que durante a fermentação ocorreu normalmente uma mudança na coloração dos grãos que estavam relacionadas à fermentação desejável.

Essa informação é de grande importância para cafés fermentados, pois pensando em otimizar tempo e recursos de laboratório, podemos utilizar de menos análises físico-químicas que tenham capacidade para discriminar um café de melhor qualidade e que estejam associadas as análises sensoriais.

Por meio da ACP (Figura 2) foi capaz de explicar 82,39% de toda variância dos dados apenas nos componentes principais 1 e 2. Foi possível a formação de dois grupos (A e B) que estão altamente correlacionados e inversamente proporcionais. O grupo A com as variáveis de condutividade elétrica, análise sensorial, cor na coordenada a*, acidez titulável total e sólidos solúveis que estão em simetria com os tratamentos 5, 6 e 7.

Figura 2 – Análise de componentes principais (ACP) para as variáveis condutividade elétrica (CE), análise Sensorial (Sensorial), cores L* (CorL), a* (CorA) e b* (CorB), acidez titulável total (ATT), sólidos solúveis (SS) e catação.



Fonte: IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, Inconfidentes/MG, 2024.

Portanto, o processo de maceração semicarbônica contribui para melhorar a análise sensorial destes tratamentos. Vale observar que a maior contribuição deste processo foi para os frutos verde cana do tratamento 6 e do tratamento 5 que eram os frutos provenientes da lavoura, que era composto por 79,00% de frutos maduros, 9,09% frutos verde cana e 11,91% de frutos verdes. Estes tratamentos tinham como congruência a presença de frutos verdes e verde cana.

Esses resultados positivos para os frutos verdes certamente esta associado a sua concentração em relação aos frutos maduros, as quais não foram detectados nas avaliações de qualidade. Já os frutos verde cana, por estarem fisiologicamente maduros e induzidos pela maceração semicarbônica permitiu a melhoria significativa da qualidade.

Esses resultados são corroborados por Palermo et al. (2023) que encontraram no processo de maceração semicarbônica uma melhoria da qualidade sensorial da bebida, provenientes de frutos verde cana e verde mais cereja. Palermo et al. (2023) também verificaram que durante a fermentação semicarbônica ocorreu um aumento da condutividade elétrica, haja vistas a presença de frutos verdes que estão mais sujeitos a deterioração das membranas, facilitando o extravasamento celular. Segundo Malta, Pereira e Chagas (2005) existe um aumento significativo da condutividade elétrica, provenientes de frutos verdes, durante a secagem.

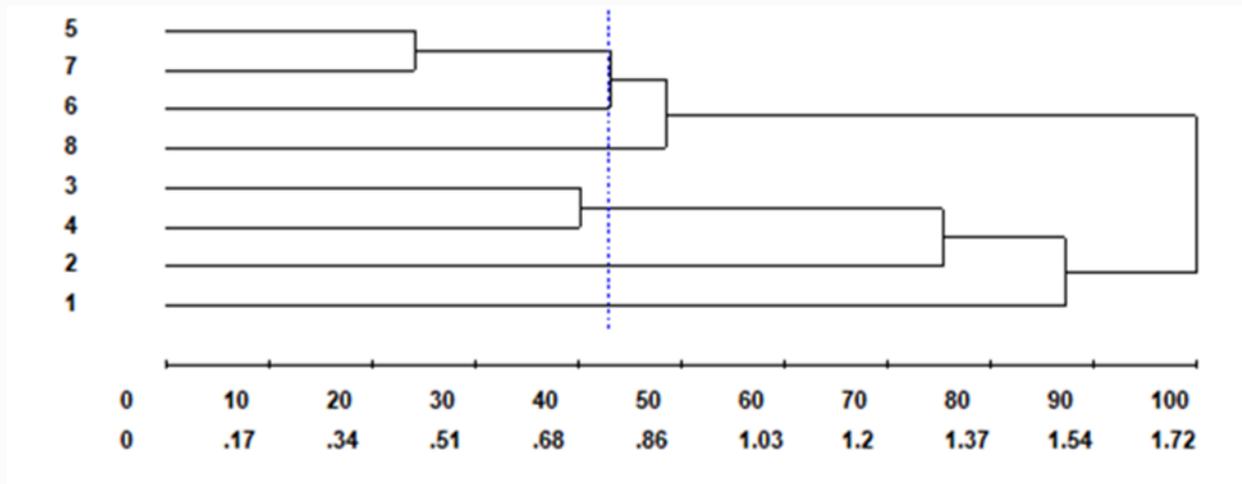
Segundo Lee et al. (2015) o processo de fermentação proporciona melhorias na qualidade do café e estão relacionadas à modificação da composição dos percursos do aroma do café. Brioschi Junior et al. (2021) afirmaram que as estratégias de fermentação, realizam diferentes interações bioquímicas, provocando alterações no perfil sensorial, químico e microbiológico do café, corroborando aos resultados encontrados.

Estudos realizados por Zhang et al. (2019) concluíram que a maceração carbônica altera rapidamente as propriedades dos frutos do café, resultando em um sabor muito diferente dos métodos tradicionais de fermentação. O uso da fermentação positiva por maceração semicarbônica atualmente desperta interesse crescente, pois vem demonstrando resultados assertivos, como os alcançados por Alvez et al. (2020), que verificaram expressiva mudança dos atributos sensoriais.

O grupo B na análise de componentes principais (Figura 2) foi formado pelas variáveis de cor nas coordenadas L^* e b^* , contudo sem associação com os demais tratamentos.

O tratamento 8, esteve mais associado a variável catação. Isso era aguardado haja vista que esse tratamento tinha 10% de frutos verdes e o restante eram frutos maduros e devido ao processo de fermentação, pode ter mudado para coloração avermelhada dos grãos, que durante o processo de catação foi contabilizado por entrar na categoria de café ardido. Os tratamentos 1, 2, 3 e 4 foram os tratamentos que não foram submetidos a maceração semicarbônica comportando-se de maneira inerte em relação as variáveis em estudo.

Figura 3 – Dendrograma representativo da dissimilaridade entre os tratamentos, pelo Método de agrupamento Ligação Média Entre Grupo (UPGMA),



Fonte: IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, Inconfidentes MG, 2024.

Analisando a dissimilaridade entre os tratamentos (Figura 3), verifica-se que houve a formação de maiores semelhanças para os tratamentos 5, 7, 6 (submetidos a maceração semicarbônica), 2, 3, 4 (sem maceração semicarbônica) e os mais divergentes foram os tratamentos 1 e 8 a qual obtiveram porcentagens semelhantes de cafés verdes e cafés maduros

Os resultados similares entre ACP (Figura 2) e o dendrograma (Figura 3) para a formação de grupo para os tratamentos evidencia o papel da maceração semicarbônica em contribuir para melhoria da qualidade principalmente dos cafés do estágio de maturação verde e verde cana.

Considerações Finais

O processo de maceração semicarbônica, contribui para a melhoria da análise sensorial de cafés em mistura de diferentes estádios de maturação e para o café verde cana.

Maiores valores para cor na escala a^* e condutividade elétrica estiveram associados a cafés de melhor qualidade.

Agradecimentos

Ao IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes pelo custeio da bolsa de pesquisa e insumos utilizados no experimento.

Referências

ABREU, G. F., PEREIRA, C. C., MALTA, M. R., et al. **Alterações na coloração de grãos de café submetidos a diferentes métodos de processamento e armazenamento**. Coffee Science, v. 10, p. 429-436, 2015. Disponível em: https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/919/pdf_3. Acesso em: 14 abr. 2024.

ALVEZ, E. A., SOUZA, C. A. de., ROCHA, R. B., et al. **Efeito da fermentação na qualidade da bebida de robustas amazônicos**. Ifes Ciência. v.6, n.3, p. 159-170, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220324/1/cpafro-18507.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of Official Agricultural Chemists**. 12. ed. Washington, 1990. 185 p.

CRUZ, C. D. **Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Scientiarum, v.35, n.3, 271 – 276, 2013.

BORÉM, F. M. **Processamento do café**. In: BORÉM, F. M. (Ed.). Pós-colheita do café. Lavras: UFLA, 2008. P. 127-158.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 8 de 11 de junho de 2003. Aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru**. 2003. Disponível em: <https://abic.com.br/wp-content/uploads/2021/07/Instrucao-Normativa-08-03.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

BRIOSCHI JUNIOR, D., GUARÇANONI, C. R., SILVA, S. C. M., et al. **Microbial fermentation affects sensorial, chemical, and microbial profile of coffee under carbonic maceration**. Food Chemistry, v. 342, out. 2021. Elsevier. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814620321580>. Acesso em: 14 abr. 2024. DOI 10.1016/j.foodchem.2020.128296.

CHALFOUN, S. M., FERNANDES, A. P. **Efeitos da Fermentação na Qualidade da Bebida do Café**. Visão Agrícola, Lavras, n. 12, p. 105-108, jan./jul.2013. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-qualidade-da-bebida01.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Fermentação positiva do café. “Sprouting Process”**. Porto Velho, Embrapa Rondônia. Maio, 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1130939>. Acesso em: 14 abr. 2024.

FREDERICO, S. BARONE, M. **Globalização e cafés especiais: a produção do comércio justo da Associação dos Agricultores Familiares do Córrego D'Antas - ASSODANTAS, Poços de Caldas (MG)**. Sociedade & Natureza, v. 27, n. 3, p. 393-404, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/tpgSzJ73QFgZks8vS7bzMkc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 14 abr. 2024. DOI: 10.1590/1982-451320150303.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Ed. 4, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

INTERNATIONAL COFFEE ASSOCIATION. **Coffee Development Report 2022**. United Nations, New York and Geneva, pp. 1–84. 2022. Disponível em: <https://www.ico.org/documents/cy2018-19/ed-2318e-overview-flagship-report.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

LEE, L. W., CHEONG, W. M., CURRAN. P., et al. **Coffee fermentation and flavor: An intricate and delicate relationship**. Food Chemistry, 185, p.182-191. 2015. Elsevier. Acesso em: 14 abr. 2024. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.03.124.

MALTA, M. R., PEREIRA, R. G. F. A., CHAGAS, S. J. R. **Condutividade elétrica e lixiviação de potássio do exsudato de grãos de café: alguns fatores que podem influenciar essas avaliações**. Ciência e Agrotecnologia, v.29, n.5, p.1015–1020. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/pNXg86LFQM9ry8YXQ6HwbwQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 abr. 2024. DOI: 10.1590/S1413-70542005000500015

PAIVA, F. A., MELO, B. M.R. de, FERREIRA, et al. **Use of Cladosporium sp. as a bioprotector of coffee quality in different post-harvest conditions**. Revista Ceres, v.70, p. 1. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/t6c5dDmjkJQPt3m3KCQP3Hd/>. Acesso em: 14 abr. 2024. DOI: 10.1590/0034-737X202370050015

PALERMO, G. P., MELO, B. M. R. de, CARVALHO, H. P., et al. **Analysis of quality of coffee subjected to semi-carbonic fermentation**. Revista de Ciências Agrárias (Lisboa), v. 46, p. 338. 2023. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/30167>. Acesso em: 14 abr. 2024. DOI: 10.19084/rca.30167

PRETE, C. E. C. ABRAHÃO, J. T. M. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (Coffee arabica L.)**. Semina: Ciências Agrárias. Londrina, v.16, n.1, p. 21-27, 1995. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4298>. Acesso em: 14 abr. 2024. DOI: 10.5433/1679-0359.1995v16n1p21.

SCA - SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION. **Protocols Cupping Specialty Coffee: by the Specialty Coffee Association of America**. Specialty Coffee Association of America. 2016. Disponível em: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

SCHWAN, R. F., WHEALS, A. E. **Mixed microbial fermentations of chocolate and coffee.** In: BOEKHOUT, T.; ROBERT, V. *Yeasts in Food.* Behr's Verlag, Hamburg, 2003, p.426–459.

ZHANG, Y.S., DU, G., GAO, Y.T., et al. **The Effect of Carbonic Maceration during Winemaking on the Color, Aroma and Sensory Properties of 'Muscat Hamburg'.** *Wine. Molecules*, v.24, n.17, p. 1-13. 2019 Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/17/3120>. Acesso em: 14 abr. 2024. DOI: 10.3390/molecules24173120