

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO TEOR DE GLIFOSATO E DOS COMPOSTOS BIOATIVOS NA QUALIDADE SENSORIAL DO CAFÉ.

Kailane Pimenta Inácio¹, Laura Batista Texeira¹, Vanessa Moreira Osório¹, Karla
Moreira Vieira²

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Guararema – 29500-000 –
Alegre-ES, Brasil, kailanepimentainacio@gmail.com, lbatistateixeira@gmail.com,
moreirava@yahoo.com.br.

² Universidade Federal de Ouro Preto/Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Rua Trinta e Seis, 115,
Loanda, 35931-008 – João Monlevade-MG, Brasil, vieirakarla@ufop.edu.br.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo o estudo da correlação de alguns compostos bioativos do café Conilon e a presença de resíduo de glifosato com a qualidade da bebida no período de duas safras (safras de 2021 e 2022). Foram selecionados três compostos bioativos para estudo: Trigonelina, Cafeína e Ácido Clorogênico (5-ACQ), mediante a importância desempenhada pelos mesmos no café após passar pelo processo de torra, analisados por Cromatografia Líquida de alta Eficiência (HPLC), e pela cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas para quantificação de glifosato e pelo teste de Xicara. Em resultado o teor de Trigonelina e Cafeína apresentaram queda na safra de 2022, já o Ácido Clorogênico (5-ACQ) apresentou um aumento, o teor de glifosato apresentou redução na Safra de 2022 e a nota sensorial ficou em uma média de 78 pontos. Mais estudos são necessários para melhor discussão do assunto.

Palavras-chave: Café. Compostos Bioativos. Glifosato. Cromatografia.

Área do Conhecimento: Ciência exatas e da terra – Química.

Introdução

O café é considerado a segunda bebida mais consumida no mundo. Além de um sabor único, ele fornece energia, sendo muito consumido no mundo inteiro. O pó de café é extraído a partir de grãos torrados da planta. Existe uma variedade de tipos que fornecem um sabor único. O Brasil tem um histórico de produção de café, e desde o fim do século XIX, o Brasil controla mundialmente o mercado cafeeiro (REICHMAN, 2018). Atualmente, o Brasil continua liderando o ranking na produção de café. Além de maior produtor, o país é considerado maior exportador com um total recorde de 45,6 milhões de sacas de 60kg (do período de julho 2020 a junho de 2021) e o segundo maior consumidor da bebida (EMBRAPA, 2021).

O café pertence ao gênero *Coffea* e suas espécies que representam maior importância no comércio mundial são: *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café conilon). Estima-se que a produção mundial de café na safra 2021/2022 totalizará 164,8 milhões de sacas de 60 kg, das quais 87,7 milhões de café corresponde ao café arábica e 77,1 milhões café conilon (robusta). Caso esses números se confirmem, os cafés da espécie *Coffea arabica* representarão 53% e os cafés da espécie *Coffea canephora* 47%, respectivamente, do volume total estimado para essa safra (EMBRAPA, 2021). O estado Minas Gerais é o primeiro maior produtor do Brasil (33,4 milhões de sacas) seguido pelo estado do Espírito Santo (13,6 milhões de sacas) (EMBRAPA, 2020).

Com o aumento da demanda por cafés de qualidade superior, os mesmos tem alcançado preços melhores no mercado e com isso o interesse em compreender os fatores que afetam a qualidade sensorial da bebida. Dessa forma, vários fatores podem influenciar a qualidade dessas misturas de café, tais como: as condições ambientais, a espécie ou cultivar, condução da lavoura e sistema de cultivo, condições fitossanitárias, cuidados na colheita e pós-colheita (armazenamento dos grãos crus, o tipo de torra e até moagem).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

O presente trabalho desenvolveu-se com a necessidade de se estudar os efeitos da influência de resíduos de Glifosato em lavouras cafeeiras já que o café é amplamente apreciado em todo o mundo como uma das bebidas mais populares, com produção e consumo, nos últimos anos, na ordem de 160 e 170 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas (FERRÃO; FERRÃO; TOMAZ, 2022).

Para que ocorra uma boa safra é fundamental que o cafeeiro tenha a sua disponibilidade luz, água e todos os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Porém com o crescimento de plantas daninhas necessita-se de um controle que pode ocorrer por meio do uso de herbicidas, cuja base de glifosato é amplamente utilizada no mercado mundial (AMARANTE JUNIOR et al., 2002), para que o cafeeiro possa se desenvolver sem uma competição pelos nutrientes do ambiente.

Muitos estudos no meio científico têm sido realizados para combate de desinformação em relação ao uso de Glifosato e sua influência na composição química do grão de café e na sua qualidade enquanto bebida. Sabe-se que os componentes presentes no café podem influenciar de diversas maneiras na qualidade, outros fatores também podem influenciar como nutrientes, micronutrientes e também elementos potencialmente tóxicos (PATINHA et al, 2018).

Em razão dos múltiplos fatores que interferem na qualidade do café esse contexto tem sido alvo de estudos que visam efetivar à segurança em relação às informações obtidas.

Metodologia

Para o presente trabalho foram selecionadas três técnicas de análise sendo elas a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC-UV), a quantificação de Resíduo de Glifosato utilizando a técnica HPLC-MS/MS e Análise Sensorial pelo Teste de Xícara.

As amostras de café conilon foram colhidas na comunidade de Furquilha situada no município de Cachoeiro de Itapemirim-ES, em safras diferentes (safra de 2021 e 2022) sendo 200 gramas de cada uma.

O método de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) foi empregado com o intuito de quantificar três compostos bioativos dentre os muitos encontrados na matriz do café, sendo eles a Trigonelina, Cafeína e o Ácido Clorogênico (5-ACQ), utilizando grãos crus de café para a extração dos compostos e para a quantificação foi construída uma curva de calibração utilizando solução padrão.

A extração consistiu-se em aquecer 100,0 mL de água Mili Q a 80°C e em seguida foi pesado 0,500 g de café moído (cru) em um *elermeyer*, foram adicionados os 100,0 mL de água e agitado por 15 minutos no *shaker*. Após a agitação a amostra foi filtrada com um funil qualitativo em um balão de 100,0 mL e completou-se o volume com água Mili Q. A amostra foi novamente filtrada com um filtro de 0,45 microns e 2,0 µL dessa amostra, foram colocados em um vial e enviado para a injeção no equipamento da marca *Shimadzu*, modelo *Prominence*, o qual possui uma coluna de fase reversa C-18 Slim-pack VP-ODS *Shimadzu* de comprimento de 250 mm X 4,6 mm DI. Para a detecção, foi utilizado um detector espectrofotométrico UV/Visível ($\lambda = 272$ nm) *Shimadzu* do modelo SPD-20A conectado a um computador. As análises foram efetuadas com o volume de injeção de 2 µL e um fluxo de 1 mL/min durante 23 minutos, e com a temperatura da coluna cromatográfica de 40 °C. A fase móvel consistiu em uma solução de Metanol, água Mili Q e Ácido Acético Glacial 99,8%.

A quantificação de Resíduo de Glifosato foi realizada pelo laboratório credenciado *Merieux NutriSciences Brasil*-São Paulo, onde foram enviadas amostras de grãos crus para a execução da análise por cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas.

Por fim a análise sensorial foi realizada pelo Teste de Xícara, onde amostras foram enviadas ao laboratório *Coffee Designer Group* – IFES Campus Venda Nova do Imigrante, para avaliação. A análise sensorial avalia 11 fatores: Fragrância/Aroma, Sabor, Retrogosto, Sal/Acidez, Amargor/Doçura, Corpo, Equilíbrio, Uniformidade, Ausência de defeitos, Nota Global e Defeitos. Cada um desses atributos recebe pontuação de 0 a 10, além de uma descrição geral do café provado.

Resultados

As amostras de café da safra de 2021 e 2022 foram submetidas a análise por Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), o que permitiu a identificação, de forma simultânea, de teores de Cafeína, Trigonelina e Ácido Clorogênico (5-ACQ). Foram construídas as curvas de calibração preparando

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

soluções de concentrações conhecidas para os compostos analisados. Os padrões foram adquiridos pela Sigma Aldrich e preparadas em solução aquosa.

Após a construção da curva de calibração, as amostras de café Conilon da Comunidade de Furquilha foram analisados e os resultados encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Concentrações dos compostos bioativos.

Concentrações médias g/100g de café			
Amostra	Trigonelina	Cafeína	Ácido Clorogênico (5-ACQ)
Safra 2021	0,763 g/100g	2,624 g /100g	5,119 g/100g
Safra 2022	0,687 g/100g	2,472 g/100g	5,546 g/100g

Fonte: o autor.

Observa-se uma pequena variação em relação ao teor dos compostos bioativos analisados, enquanto que a Trigonelina e a Cafeína tiveram uma redução na safra de 2022, o Ácido Clorogênico (5-ACQ) teve um pequeno aumento.

O teor de Resíduo de Glifosato foi quantificado e descrito na Tabela 2, na Safra de 2022 houve uma redução do teor de Glifosato na amostra.

Tabela 2- Teor de Glifosato presente em grãos crus.

Amostra	Glifosato
Safra 2021	0,37 mg/kg
Safra 2022	0,27 mg/kg

Fonte: o autor.

As amostras enviadas ao Teste de Xícara foram avaliadas conforme o padrão SCA (*Specialty Coffee Association*) por um Q-Grader certificado. Os atributos analisados e suas respectivas notas estão descritos Tabela 3 referentes as Safras de 2021 e 2022.

Tabela 3- Tabela de pontuação da Safra de 2021 e 2022.

NOTAS		
Atributos	Safra 2021	Safra 2022
Fragrância/Aroma	7,5	7,5
Sabor	7,5	7,5
Retrogosto	7	7
Sal/Acidez	7	7
Amargor/Doçura	7,5	7,5
Corpo	7,5	7,5
Equilíbrio	7	7,5
Uniformidade	10	10
Ausência de defeitos	10	10
Nota Global	7	7
Defeitos	0	0
Total	78	78,5

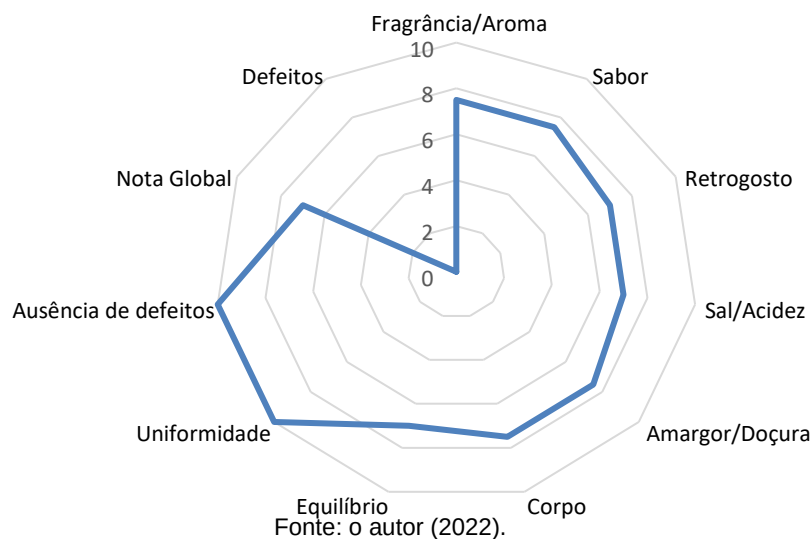
Fonte: o autor.

A Safra de 2021 apresentou uma pontuação de 78 pontos, de acordo com a SCA cafés com pontuação acima de 80 pontos são considerados especiais. A descrição sensorial do café classificou a

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

amostra como amadeirada e doce, que são classificações encontradas dentro da Roda de Sabores do provador de Café. A Figura 1 apresenta um panorama da pontuação da amostra.

Figura 1 – Resultados da amostra da Safra de 2021.

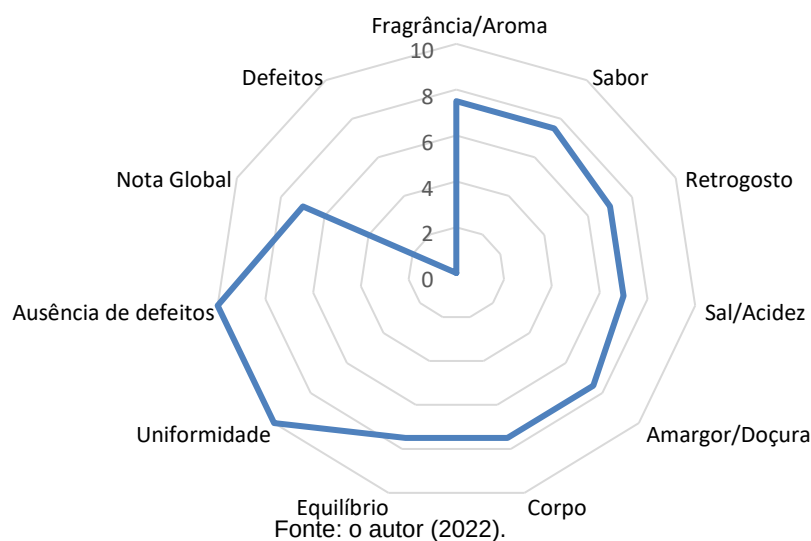


Nota: 78 pontos

Descrição: Amadeirado, doce.

A Safra de 2022 apresentou pontuação de 78,5 pontos, pode-se observar um pequeno aumento na nota. A descrição sensorial do café classificou a amostra como Caramelo, pipoca, doce e seco, alcançando mais atributos da Roda de Sabores. A Figura 2 apresenta um panorama da pontuação da amostra.

Figura 2 – Resultados da amostra da Safra de 2022.



Nota: 78,5 pontos

Descrição: Caramelo, pipoca, doce, seco.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Discussão

Embora os dados alcançados com a pesquisa apresentassem uma redução do teor de Glifosato da Safra de 2022, e um pequeno aumento no teor do composto Ácido Clorogênico além do sutil aumento na nota sensorial, não foi possível correlacionar os resultados. Considerando que a qualidade do café depende de sua composição química, pesquisas têm sido realizadas para tentar relacionar qualidade das bebidas do café com sua composição química, uma vez que há relatos de compostos químicos desejáveis e indesejáveis em cafés (TOLEDO et al., 2017), porém com o presente estudo os resultados não foram considerados plausíveis para uma correlação.

A diminuição no teor de glifosato entre as safras pode ser interpretada como um reflexo da menor absorção do cafeeiro que pode estar ligado a menor disponibilidade de herbicidas no solo.

O aumento no teor de ácido clorogênico é intrigante e pode estar relacionado a diversos fatores. Variações climáticas, práticas de cultivo, variações na aplicação de herbicidas ou até mesmo a seleção de variedades de café com maior conteúdo de ácido clorogênico podem contribuir para essa variação inter-safras. A relação entre as variações químicas e os atributos sensoriais do café é complexa e multifacetada.

Vale ressaltar que o LMR (Limite Máximo de Resíduo permitido) de glifosato em cafés autorizados no Brasil é dez vezes superior aos valores legalmente aceitos nos países da União Europeia (Alemanha, Itália, Bélgica, Espanha, França), que seria de 0,1 mg/kg (equivalente a ppm). Esta diferença causa obstáculos comerciais, como a proibição da entrada na União Europeia de produtos alimentícios cultivados no Brasil que não estão em concordância com os padrões europeus de segurança alimentar (BOMBARDI, 2017).

No entanto, estudos adicionais são necessários para elucidar os mecanismos subjacentes a esse aumento e sua potencial implicação na qualidade sensorial.

Conclusão

Mediante ao exposto foi possível a verificação de alterações nos perfis analisados por esta pesquisa, evidenciando variações interessantes nos teores de glifosato, ácido clorogênico e no teste sensorial em amostras de café entre duas safras consecutivas. No entanto, após a discussão é importante destacar a necessidade de pesquisas adicionais para compreender completamente os fatores que influenciam essas variações e suas implicações globais.

Referências

AMARANTE JUNIOR, O. P. D.; SANTOS, T. C. R. D.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, p. 420- 593, 2002.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia. FFLCH-USP**, São Paulo, 2017. Disponível em:

https://ecotoxbrasil.org.br/upload/587ed92192e9dbe77bddffd31cbe25a7-e-book_atlas_agrot_axico_2017_larissa_bombardi.pdf. Acesso em: 19 abr. 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção dos Cafés do Brasil ocupa área de 1,82 milhão de hectares dos quais 1,45 milhão são de café arábica e 375,99 mil de conilon**. 2021. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64630822/producao-dos-cafes-do-brasil-ocupa-area-de-182-milhao-de-hectares-dos-quais-145-milhao-sao-de-cafe-arabica-e-37599-mil-de-conilon>. Acesso em: 17 de ago de 2023.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção dos Cafés do Brasil atinge 61,62 milhões de sacas de 60kg em 2020, volume 25% maior que 2019**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56084554/producao-dos-cafes-do-brasil-atinge-6162-milhoes-de-sacas-de-60kg-em-2020-volume-25-maior-que-2019>. Acesso em: 18 de ago de 2023.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; TOMAZ, M. A. CCPA - Congresso capixaba de pesquisa agropecuária. **Cafeicultura**. p. 95-96, maio 2022.

PATINHA, C.; ARMIENTA, A.; ARGYRAKI, A.; DURÃES, N. Chapter 6 - Inorganic Pollutants in Soils. In: DUARTE, A. C.; CACHADA, A.; ROCHA-SANTOS, T. (Ed.). **Soil Pollution, Academic Press**, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-849873-6.00006-6>. Acesso em: 17 de ago de 2023.

REICHMAN, Daniel R. **Big Coffee in Brazil: Historical Origins and Implications for Anthropological Political Economy**. The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology, v. 23, n. 2, p. 241-261, 2018.

TOLEDO, P. R. A. B. et al. Discriminant analysis for unveiling the origin of roasted coffee samples: A tool for quality control of coffee related products. **Food Control**, 2017.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do estímulo à inovação do Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Espírito Santo – Brasil (SEBRAE) - Código de Financiamento nº 01/2022.

Deixaremos aqui nossa sincera gratidão a nossa Orientadora Professora Vanessa Moreira Osório por todo apoio prestado ao logo desta pesquisa.

E ao *Coffee Designer Group* do IFES Campus Venda Nova do Imigrante pelo excelentíssimo trabalho prestado na análise sensorial dos cafés.