



Qualidade de café, em diferentes estádios de maturação, em função da aplicação de *Cladosporium cladosporioides*

Karoline Cristina Pereira FRANCISCO¹, Bruno Manoel Rezende de MELO^{1*},
Sindynara FERREIRA¹, Telma Miranda dos SANTOS¹, Vitor Marinello SOUZA¹,
Raissa Lima Salomão LEME¹

¹Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Inconfidentes, MG, Brasil.

*E-mail: bruno.melo@ifsuldeminas.edu.br

ORCID: (0000-0002-1265-869X; 0000-0002-6930-1093; 0000-0002-2557-337X; 0000-0001-8359-1405;
0000-0001-8062-5841; 0000-0002-0762-6466)

Submetido em 14/02/2022; Aceito em 22/07/2022; Publicado em 29/08/2022.

RESUMO: O objetivo foi avaliar a qualidade química e sensorial do café variando-se o estágio de maturação do café para aplicação do fungo *Cladosporium cladosporioides*. O trabalho foi desenvolvido entre maio e agosto de 2019. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, composto por cinco tratamentos, determinados em função do estágio de maturação para aplicação do *Cladosporium*: (testemunha (sem aplicação com 12% frutos verdes)), 70%, 50% e 30% de frutos verdes e aplicação do *Cladosporium* no pátio de secagem com 12% frutos verdes) e cinco repetições. A colheita e secagem de todas as parcelas de cafés seguiram o mesmo protocolo. Foram avaliadas as seguintes variáveis: análise sensorial, ocorrência de microrganismos e análises físicos químicas. Os dados foram submetidos à análise de variância e rede de correlações. Não houve diferenças significativas para os atributos avaliados devido às condições edafoclimáticas da lavoura que não foram favoráveis a ocorrência dos fungos deletérios a qualidade do café. Portanto, o uso do fungo *Cladosporium cladosporioides* para bioproteção da qualidade do café não se justifica em lavouras onde as condições não são favoráveis à ocorrência de fungos deletérios à qualidade do café, como baixa umidade e temperatura amena.

Palavras-chave: Controle biológico; *Coffea arabica* L.; bioproteção; cafés especiais.

Coffee quality at different maturation stages, due to the application of *Cladosporium cladosporioides*

ABSTRACT: The objective was to evaluate the chemical and sensorial quality of coffee by varying the coffee maturation stage for application of the fungus *Cladosporium cladosporioides*. The work was carried out between may and august 2019. The experimental design was in randomized blocks, consisting of five treatments, determined according to the stage of maturation for application of *Cladosporium*: (control (without application with 12% green fruits)), 70 %, 50% and 30% of green fruits and application of *Cladosporium* in the drying yard with 12% green fruits) and five replications. Harvesting and drying of all coffee plots followed the same protocol. The following variables were evaluated: sensory analysis, occurrence of microorganisms and physical-chemical analyses. Data were submitted to analysis of variance and correlation network. There were no significant differences for the attributes evaluated due to the soil and climate conditions of the crop, which were not favorable for the occurrence of fungi deleterious to coffee quality. Therefore, the use of the fungus *Cladosporium cladosporioides* for bioprotection of coffee quality is not justified in crops where conditions are not favorable for the occurrence of fungi deleterious to coffee quality, such as low humidity and mild temperature.

Keywords: Biological control; *Coffea arabica* L.; bioprotection; specialty coffees.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os produtos agrícolas, o café, é um dos poucos que tem seu valor influenciado pela qualidade, assim os melhores preços são obtidos por produtos de qualidade superior.

Tendo em vista a importância da qualidade na formação de preço do café, se faz necessário melhorar o processo produtivo e as condições do meio, pois há obtenção de cafés especiais está intimamente relacionada com as características intrínsecas dos grãos, as quais dependem da interação genótipo x ambiente x processamento (RIBEIRO et al., 2016).

Essa interação com o meio ambiente e o processamento torna os grãos de café passíveis de contaminação por

microrganismos em diferentes estádios, as quais podem afetar negativamente a qualidade física e sensorial do produto (SILVA et al., 2008). Veloso et al. (2020) destacaram a influência do ambiente na diversidade dos microrganismos e sugeriram que a qualidade final das bebidas de café é afetada pela diversidade de microrganismos e apresenta interação com a comunidade microbiana e o ambiente de produção dos cafés. Rezende et al. (2013) com o objetivo de investigar a diversidade de microrganismos em frutos de cafeeiro identificaram as seguintes espécies produtoras de ocratoxina A: *A. ochraceus*, *A. westerdijkiae*, *A. ostianus* e *A. niger* e como produtora de aflatoxina B1 e B2, *A. flavus* as quais podem comprometer e causar perdas de qualidade, produzindo sabores e odores desagradáveis.

O entendimento dos fatores que afetam a comunidade desses microrganismos presentes nos frutos de café pode auxiliar em tomadas de decisões durante o manejo a fim de promover a qualidade do produto (VELOSO et al., 2020).

Por outro lado, também existem espécies de fungos que podem ser grandes aliados trazendo resultados promissores à qualidade do café. Um deles é o fungo *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) de Vries que de acordo com Angélico et al. (2017), tem efeito antagonista sobre fungos nocivos a qualidade do café.

Pesquisadores tem obtido resultados satisfatórios com o fungo *C. cladosporioides* (Fresen) de Vries como bioprotetor da qualidade do café, até mesmo em anos dificultosos para a qualidade, sendo que o fungo demonstrou reduzir a porcentagem de bebidas riada e rio (ANGÉLICO et al., 2017). Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que o *Cladosporium* é antagonista do fungo *A. ochraceus* e de outros fungos toxigênicos por meio da antibiose e hiperparasitismo, diminuindo a ocorrência de fungos deletérios à qualidade do café (ANGÉLICO et al., 2017).

Portanto a nossa hipótese é que a aplicação do *Cladosporium* em estádios mais precoce de maturação tende a preservar a qualidade do café haja vista o efeito protetor que este fungo pode manifestar nestes grãos, dessa forma nosso objetivo foi avaliar a qualidade química e sensorial do café variando-se o estágio de maturação do café, para aplicação do fungo *Cladosporium cladosporioides*, em condições de baixa precipitação.

352

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre maio e agosto de 2019 no município de Inconfidentes/MG, no setor de cafeicultura da Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) *Campus* Inconfidentes. A região apresenta clima mesotérmico de inverno seco (Cwb), temperatura média anual de 19,3° C e precipitação média anual de 1411 mm (BRASIL, 1992).

A pesquisa foi realizada com a cultivar Topázio Amarelo, a lavoura está localizada a 945 m de altitude e apresenta espaçamento de 2 x 1 m, situada na latitude 22°18'25.88" S e longitude de 46°20'03,68". O manejo da lavoura foi convencional, sendo que a última pulverização havia ocorrido a mais de 90 dias com os seguintes produtos: oxicloreto de cobre 588 g kg⁻¹ (4 Kg ha⁻¹), sulfato de zinco (2 Kg ha⁻¹), duo organo (4 L ha⁻¹), flutriafol 250 g L⁻¹ (1,2 L ha⁻¹), nonil fenoxi poli etilenoxi (espalhante adesivo) (120 ml ha⁻¹).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, composto por cinco tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi composta por 10 plantas, das quais as 8 centrais foram consideradas úteis, além disso considerou-se como bordadura uma linha entre cada parcela.

Os tratamentos consistiram na aplicação de um produto biológico não comercial a base de *Cladosporium cladosporioides* variando-se a aplicação de acordo com o estágio de maturação (Tabela 1). O tratamento 1 foi pulverizado somente com água. A dosagem utilizada do produto foi de 3 L ha⁻¹ em um volume de calda de 800 L ha⁻¹, sendo as aplicações realizadas por pulverizador costal motorizado com 3 pontas cônicas na barra de pulverização. A aplicação do fungo aconteceu às 15 horas.

Tabela 1. Aplicação de *Cladosporium cladosporioides* em diferentes estádios de maturação do café. IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes, Inconfidentes/MG, 2020.

Table 1. Application of *Cladosporium cladosporioides* at different stages of maturation of coffee. IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes, Inconfidentes/MG, 2020.

Trat.	Estádio de maturação do café
T1	Testemunha (Sem aplicação <i>Cladosporium</i> e colhido com 12% frutos verdes)
T2	70% de frutos verdes
T3	50% de frutos verdes
T4	30% de frutos verdes
T5	Aplicação no pátio de secagem com 12% frutos verdes

Para determinação do momento de aplicação de cada tratamento, foi realizado periodicamente o monitoramento da maturação dos frutos e determinou-se a porcentagem de frutos verdes, maduros e secos.

A colheita foi realizada, com 48% de frutos maduros, 12% de frutos verdes e 40% de frutos passa/seco, pelo método de derriça completa no pano de colheita. Retirou-se 10 L de frutos por parcela que foram encaminhadas para o pátio de secagem no mesmo dia da colheita. O terreiro utilizado foi do tipo cimento e cada parcela foi delimitada em 1 m².

A camada de secagem foi “fruto a fruto” nos primeiros dias e os frutos permaneceram sem revolvimento. Após o escurecimento da casca, a camada de secagem foi engrossada para 50% do espaço de 1 m², camada essa mantida até o momento em que os frutos perderam a umidade remanescente na superfície da casca; sendo que a partir deste momento os frutos começaram a ser revolidos 8 vezes ao dia até completar a secagem. Quando constatado que os frutos “não grudavam na mão” ao segurá-los, a camada de secagem foi engrossada para 25% do espaço. A partir da meia seca os cafés receberam a cobertura de pano e lona por volta das 15 horas que era retirada no dia seguinte por volta das 08 horas.

Tais procedimentos foram seguidos até que as amostras de cafés atingiram o teor de água de 11 a 11,5% (bu). As parcelas foram recolhidas e armazenadas na tulha em sacarias de ráfia sob paletes de madeira durante uma semana, quando então foram descascadas para realização das análises sensoriais, análises físico-químicas e análise microbiológica.

Após 30 dias da aplicação do produto biológico dos respectivos tratamentos, coletou-se 100 frutos e procedeu-se o plaqueamento para cálculo do índice de ocorrência.

O plaqueamento foi realizado por meio do método de Blotter Test (TEMPE, 1963) sem desinfestação para a observação da microbiota presente no exterior e interior dos frutos.

Utilizou-se placas de Petri contendo meio de cultura batata, dextrose e ágar (BDA). Para cada tratamento plaqueou-se 100 frutos divididos em 4 placas, sendo colocados 25 frutos por placa.

Posteriormente, as amostras plaqueadas foram incubadas em estufa do tipo Biochemistry Oxygen Demand (BOD) à temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas por 10 dias. Passado o período de incubação, foi realizada a identificação e a contagem dos principais gêneros fúngicos provenientes das amostras, com auxílio de um microscópio estereoscópio. O cálculo se deu pela porcentagem de frutos que apresentaram o gênero de cada fungo.

As análises físico-químicas foram realizadas nos Laboratórios de Solos e Bromatologia do IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. Foram avaliadas o extrato etéreo, proteínas, acidez total titulável, sólidos solúveis, lipídeos, proteína, brix, pH (AOAC, 1990) e cinzas (IAL, 2008). As análises sensoriais foram realizadas, utilizando-se a metodologia proposta pela *Specialty Coffee Association – SCA* (2015).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi verificado a correlação entre as variáveis pela rede de correlações. A linha da figura 2 com cor vermelha representa correlação negativa e a cor verde correlação positiva, sendo que quanto maior a espessura da linha maior o grau de correlação. Os dados foram analisados por meio da normalidade dos erros pelo teste de Lilliefors (LILLIEFORS, 1967), Shapiro Wilk e qui-quadrado χ^2 . As análises foram realizadas no software estatístico Genes (CRUZ, 2016).

3. RESULTADOS

Todas as variáveis analisadas apresentaram distribuição normal para todos os testes realizados com exceção para cinzas que teve normalidade dos erros apenas pelo teste Lilliefors e Shapiro Wilk.

Não houve a ocorrência nos frutos de café por *Aspergillus* sp. para nenhum dos tratamentos enquanto *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp. apresentaram-se em todos os tratamentos, mas sem diferenças estatísticas (Tabela 2).

Os teores de sólidos solúveis, cinzas, proteínas, extrato etéreo, acidez titulável e análise sensorial não foram alterados em função do estágio de maturação do cafeeiro para a aplicação do *Cladosporium* em nenhum dos tratamentos (Tabela 2 e 3).

O ambiente onde a lavoura experimental está localizada apresentou temperatura média entre 18,25 a 15,25°C e precipitação abaixo de 42 mm em maio e de 8,8 mm em junho, mês que antecedeu a colheita (Figura 1).

Mesmo que os tratamentos não tenham influenciado nas variáveis analisadas foi observado pela rede de correlações que as variáveis significativas foram o teor de cinzas e a pontuação obtida na análise sensorial, sendo uma correlação negativa (Figura 2).

Tabela 2. Tabela de médias para *Cladosporium* (Clad.) e *Fusarium* (Fus.), sólidos solúveis (SS) e teor de cinzas (Cin). IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2020.

Table 2. Table of means for: *Cladosporium* (Clad.) and *Fusarium*, soluble solids (SS) and ash content (Cin). IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2020.

	Clad.(%)*	Fus. (%)*	SS*	Cin. (%)*
Testemunha	62 a	82 a	1,20 a	5,9 a*
70% Verde	52 a	59 a	1,16 a	5,8 a
50% verde	42 a	76 a	1,14 a	5,7 a
30% verde	59 a	81 a	1,10 a	6,1 a
Pátio secagem	42 a	70 a	1,16 a	5,9 a
CV (%)	21,55	17,56	5,56	9,6

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Tabela de médias para proteína (Prot.), extrato etéreo (E.E), acidez titulável (A.T) e pontuação na análise sensorial (AS). IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2020.

Table 3. Table of means for protein (Prot.), ether extract (E.E), titratable acidity (A.T) and sensory analysis score (AS). IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2020.

	Prot. (%)*	E.E*	A.T*	AS*
Testemunha	14,8 a	12,5 a	16,9a	81,2 a
70% Verde	14,5 a	14,1 a	16,9a	81,4 a
50% verde	15,3 a	12,7 a	16,9 a	81,5 a
30% verde	15,0 a	12,9 a	20,8 a	81,0 a
Pátio de secagem	16,0 a	11,3 a	19,9 a	81,2 a
CV (%)	8,05	13,96	18,87	0,92

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

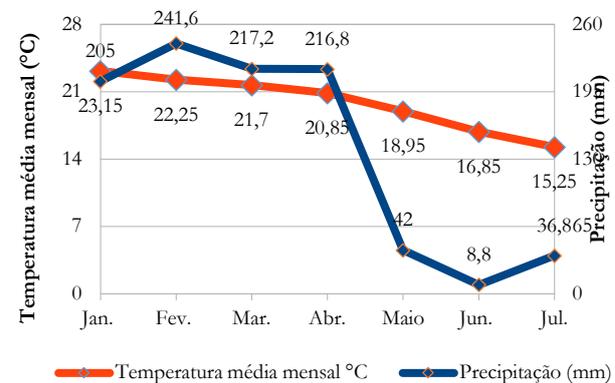


Figura 1. Valores de precipitação e temperatura média de janeiro a julho 2019, na Fazenda Escola do IFSULDEMINAS.
Figure 1. Average rainfall and temperature values from January to July 2019, IFSULDEMINAS School Farm.

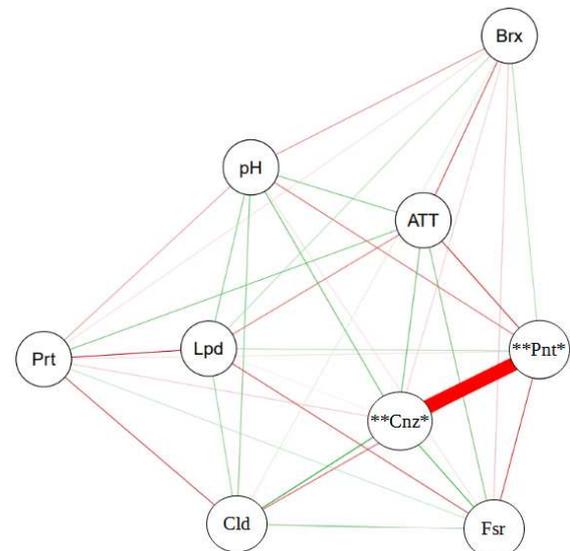


Figura 2. Rede de correlação para as variáveis pH, brix (Brx), acidez total titulável (ATT), lipídeos (Lpd), proteína (Prt), cinza (Cnz), *Fusarium* (Fsr), pontuação na análise sensorial (Pnt) e *Cladosporium* (Cld), em função dos diferentes estágios de maturação para aplicação do *Cladosporium*. **Significância a 1%; * corte de correlação = 0,9.

Figure 2. Correlation network for the variables pH, Brix (Brx), Total titratable acidity (ATT), Lipids (Lpd), protein (Prt), grey (Cnz), *Fusarium* (Fsr), Sensory analysis score (Pnt) and *Cladosporium* (Cld), depending on the different stages of maturation for application of cladosporium. ** Significance at 1%; * correlation cut = 0.9.

4. DISCUSSÃO

Não foi identificado no exocarpo dos frutos o fungo *Aspergillus* sp. em nenhum dos tratamentos (Tabela 1), observando apenas a ocorrência de *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp.. Christensen; Kaufmann (1960) relataram que os fungos dos gêneros *Fusarium* e *Cladosporium* apresentam maior ocorrência na casca e mucilagem dos frutos de café, enquanto as espécies *Penicillium* sp., *A. ochraceus* e *A. niger* apresentam maior infecção em grãos armazenados.

A alta incidência de *Fusarium* em todos os tratamentos ocorreu em virtude do atraso na colheita que foi realizada tardiamente com 40% de frutos passa/seco. Segundo Iamanaka et al. (2014) quando os cafés estão em contato com o solo ou permanecem na planta até o estágio de maturação seco, aumenta a infecção fúngica com maior ação dos fungos *Fusarium* sp., *Aspergillus* section *Nigri*. e *A. westerdijkiae*.

Inferiu-se que o *Cladosporium* não variou sua ocorrência em função dos diferentes estádios no qual foi pulverizado, mesmo na ausência de aplicação, indicando que este já ocorria de maneira natural na lavoura, conferindo efeito antagonista aos fungos toxigênicos (ANGÉLICO et al., 2017).

Observou-se que em nenhum dos tratamentos houve diferença estatística para a qualidade da bebida e os teores das análises físico-químicas com a aplicação do *Cladosporium*. Sunarharum et al., (2014) enfatizaram que estas propriedades sofrem maior influência pelos diferentes estádios de maturação que ocorre a colheita do café e pelas distintas modalidades de processamento pós-colheita.

A falta de diferença para a análise sensorial provavelmente está relacionada ao grande número de frutos verdes no qual o café foi colhido (12%). Mesmo com esta alta quantidade de frutos verdes a pontuação na análise sensorial foi classificada com bebida especial (SCA, 2015). Angélico et al. (2011) fazendo estudo com cafés em diferentes estádios de maturação e tempo de ensacamento, encontraram que os estádios de maturação verde, cereja, passa, seco e mistura de frutos, as análises sensoriais obtiveram em sua maioria bebida dura, apresentando característica de adstringência para os frutos colhidos verdes.

Silva Neto et al. (2018) verificaram que frutos de café colhidos verdes resultaram em pior qualidade de bebida, quando comparado a outros estádios de maturação, fato que pode estar associado a adstringência. Esses resultados contraditórios na literatura para a análise sensorial de frutos de cafés, ocorre devido as diferenças entre as cultivares, condições edafoclimáticas, colheita e processamentos pós-colheita no qual resulta em cafés com distintas qualidades.

Outro fator importante na ausência de diferença estatística para a qualidade de bebida é que não houve a presença do fungo *Aspergillus* sp. que é altamente prejudicial a qualidade do café. Contudo foi identificado o fungo *Fusarium* sp. nas amostras deste estudo (Tabela 2), sendo que as médias de todos os tratamentos foram estatisticamente iguais, não refletindo, portanto, na melhora ou no efeito depreciativo da qualidade, independente do estágio de maturação do café no qual foi aplicado o *Cladosporium*.

Iamanaka et al. (2014) realizando uma pesquisa com frutos de café de diferentes etapas do processamento pós-colheita, identificaram que 45% das amostras foram encontradas com infecção fúngica superior a 70%, no qual resultou em 50% das amostras com análise sensorial negativa decorrente da infecção por *Fusarium lateritium*, *Aspergillus* section *Nigri*, *A. westerdijkiae*, *Penicillium* sp. e *P. brevicompactum*.

O efeito nocivo dos fungos sobre a qualidade do café está associado também a localização da lavoura. A distância entre lavoura e a represa mais próxima é de 750 metros com uma diferença de altitude de 80 metros. Devido a grande distância da lavoura ao corpo hídrico, o baixa volume de chuva e a temperatura amena registrada para o período, fizeram que essas condições fossem mais favoráveis a um ambiente seco não contribuindo para a proliferação dos fungos que podem comprometer a qualidade dos cafés, com o que é o caso do *Aspergillus* sp.. Gil-Serna et al. (2014) trabalhando com os fungos *A. steynii* e *A. westerdijkiae* em diferentes temperaturas e atividade de água, verificaram que este fungo cresce e produz a ocratoxina A em temperatura quente variando de 28 a 32°C com altos níveis de atividade de água e umidade do ambiente

Chalfoun (2010) relatou que regiões cafeeiras localizadas próximas a grandes corpos d'água (rios, reservatórios) ou em condições de alta umidade relativa, mesmo distante, são consideradas as mais afetadas por fungos, bactérias e leveduras e apresentam problemas constantes de perda de qualidade do produto final.

Dessa forma, partindo do pressuposto que o fungo *Cladosporium cladosporioides* exerce a bioproteção da qualidade do café em função da inibição dos fungos maléficos e que estes por sua vez não encontraram condições favoráveis para deterioração da qualidade, explica-se a indiferença entre os tratamentos que receberam ou não a aplicação de *Cladosporium*, independente do momento de aplicação.

Para os constituintes químicos do café foi demonstrado a interferência do teor de cinzas como aspecto negativo na qualidade de bebida. Portanto cultivares de café ou processamento que contribuam para reduzir o teor de cinzas podem apresentar melhorias no produto final "café". Segundo Domingues et al. (2020) cafés com maiores teores de cinzas não são recomendados para consumo. Ismail et al. (2013) descreveram que os teores de cinza mais elevados não contribuem para a qualidade dos cafés.

5. CONCLUSÕES

O uso do fungo *Cladosporium cladosporioides* para bioproteção da qualidade do café não se justifica em lavouras onde as condições não são favoráveis à ocorrência de fungos deletérios à qualidade do café, como baixos índices pluviométricos e temperatura amena, independente do estágio de maturação no qual foi aplicado o fungo *Cladosporium*.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – IFSULDEMINAS e ao *Campus* Inconfidentes.

7. REFERÊNCIAS

- ANGÉLICO, C. L.; CHALFOUN, S. M.; REZENDE, M. L. V. Hiperparasitism on mycotoxigenic fungus *Aspergillus ochraceus* G. Wilh. by *Cladosporium cladosporioides*(Fresen) de Vries. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, v. 3, p. 14, 2017.
- ANGÉLICO, C. L.; PIMENTA, C. J.; CHAGAS, S.J.R.; CHALFOUN, S.M.; PEREIRA, M. C.; CHALFOUN, Y. Diferentes estádios de maturação e tempos de ensacamento sobre a qualidade do café. **Coffee Science**, v. 6, n. 1, p. 8-19, 2011.

- AOAC_Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of the association of Official Agricultural Chemists**. 12th ed. Washington, 1990. 185 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. **Normas climatológicas**. 1961 – 1990. Brasília: 1992. 84p.
- CHALFOUN, S. M. Biological control and bioactive microbial metabolites: a coffee quality perspective. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1071-1085, 2010.
- CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. **Grain storage the role of fungi in quality loss**. Minneapolis: University of Minnesota, 1969. 153p.
- CRUZ, C. D. Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, p. 547-552, 2016.
- DOMINGUES, L. O. C.; GARCIA, A. O.; FERREIRA, M. M. C.; MORGANO, M. A. Sensory quality prediction of coffee assessed by physicochemical parameters and Multivariate model. **Coffee Science**, v. 15, e151654, 2020.
- GIL-SERNA, J.; VÁZQUEZ, C.; SANDINO, F. G.; VALLE, A. M.; GONZÁLEZ-JAÉN, M. T.; PATIÑO, B. Evaluation of growth and ochratoxin A production by *Aspergillus steynii* and *Aspergillus westerdijkiae* in green-coffee based medium under different environmental conditions. **Food Research International**, v. 61, p. 127-131, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.058>.
- IAMANAKA, B. T.; TEIXEIRA, A. A.; TEIXEIRA, A. R. R.; COPETTI, M. V.; BRAGAGNOLO, N.; TANIWAKI, M. H. The mycobiota of coffee beans and its influence on the coffee beverage. **Food Research International**, v. 62, p. 353-358, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.033>.
- IAL_INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos-químicos para análise de alimentos**. Ed. 4, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- ISMAIL, I.; ANUAR, M. S.; SHAMSUDIN, R. Effect on the physico-chemical properties of liberica green coffee beans under ambient storage. **International Food Research Journal**, v. 20, n. 1, p. 255–264, 2013.
- LILLIEFORS, H. W. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. **Journal of the American Statistical Association**, v. 62, p. 399-402, 1967. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1967.10482916>
- RIBEIRO, D. E.; BOREM, F. M.; CIRILLO, M. A.; PRADO, M. V. B.; FERRAZ, V. P.; ALVES, H. M. R.; TAVEIRA, J. H. S. Interaction of genotype, environment and processing in the chemical composition expression and sensorial quality of Arabica coffee. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 2412-2422, 2016.
- REZENDE, E. F.; COUTO, F. A.; BORGES, J. G.; SILVA, D. M. da; BATISTA, L. R. Potencial enzimático e toxigênico de fungos isolados de grãos de café. **Coffee Science**, v. 8, p. 69-77, 2013.
- SILVA, C. F.; BATISTA, L. B.; SCHWAN, R. F. Incidence and distribution of filamentous fungi during fermentation, drying and storage of coffee (*Coffea arabica* L.) beans. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, n. 3, p. 521-526, 2008.
- SILVA NETO, F. J.; MORINIGO, K. P. G.; GUIMARÃES, NA. De F.; GALLO, A. S.; SOUZA, M. D. B.; SOLF, R. F. A. Shade trees spatial distribution and its effect on grains and beverage quality of shaded coffee trees. **Journal of Food Quality**, v. 2018, p. 1-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/7909467>
- SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. **SCA protocols: cupping specialty coffee**. 2015. Disponível em: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.
- SUNARHARUM, W. B.; WILLIAMS, D. J.; SMYTH, H. E. Complexity of coffee Flavor: A compositional and sensory perspective. **Food Research International**, v. 62, n. 1, p. 315-325, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.030>
- TEMPE, J. The blotter method for seed health testing. **Copenhagen**, v. 28, n. 1, p. 133-151, 1963.
- SILVA NETO, F. J.; MORINIGO, K. P. G.; GUIMARÃES, NA. DE FRANÇA.; GALLO, A. S.; SOUZA, M. D. B.; STOLF, R.; F. A. Shade trees spatial distribution and its effect on grains and beverage quality of shaded coffee trees. **Journal of Food Quality**, v. 2018, p. 1-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/7909467>
- VELOSO, T. G. R.; SILVA, M. C. S.; CARDOSO, W. S.; GUARÇONI, R. C.; KASUYA, M. C. M.; PEREIRA, L. L. Effects of environmental factors on microbiota of fruits and soil of *Coffea arabica* in Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, e14692, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-71309-y