



ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE GRÃOS DE CAFÉ CONILON EM ALTITUDE DE TRANSIÇÃO

Tafarel Victor Colodetti¹, Inês Viana de Souza², Lucas Sartori², Wagner Nunes Rodrigues³, Lima Deleon Martins⁴, Sebastião Vinícius Batista Brinate³, Marcelo Antonio Tomaz⁵

¹Doutor em Produção Vegetal, Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional do CNPq/FAPES, CCAE-UFES, Núcleo de Pesquisas em Café, CCAE-UFES, Alegre-ES, tafarecolodetti@hotmail.com.

²Graduanda (o) em Agronomia, CCAE-UFES, Alegre-ES, ines.viana.18@gmail.com, lucasksartori@gmail.com.

³Doutor em Produção Vegetal, Professor do Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu-MG, Núcleo de Pesquisas em Café, CCAE-UFES, Alegre-ES, wagner.nunes@sempre.unifacig.edu.br, sebastiao.vinicius@sempre.unifacig.edu.br.

⁴Doutor em Produção Vegetal, Professor do Centro Universitário São Camilo, Cachoeiro do Itapemirim-ES, Grupo Geotechnology Applied to Global Environment, CCAE-UFES, Núcleo de Pesquisas em Café, CCAE-UFES, Alegre-ES, limadeleon@saocamilo-es.br.

⁵Doutor em Fitotecnia, Professor do Departamento de Agronomia, CCAE-UFES, Núcleo de Pesquisas em Café, CCAE-UFES, Alegre-ES, tomazamarcelo@yahoo.com.br.

Resumo: Objetivou-se estudar as estimativas de parâmetros genéticos para aspectos físico-químicos de grãos de nove genótipos cafeeiro conilon, cultivados em altitude de transição e com irrigação manejada. Foi possível verificar expressiva variabilidade entre os genótipos de cafeeiro conilon para as características físico-químicas dos grãos. As estimativas de parâmetros genéticos demonstraram condições favoráveis para o uso dessas características em programas de melhoramento, sobretudo para variáveis como a proporção de grãos chato, grãos moca e defeito do tipo grãos pretos e grãos verdes e ardidos, tendo em vista as elevadas estimativas dos coeficientes de determinação genotípica e os índices de variação.

Palavras-chave: Variabilidade; Genótipos; *Coffea canephora*; Qualidade de grãos.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias.

ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS FOR PHYSICOCHEMICAL ASPECTS OF GRAINS OF CONILON COFFEE IN TRANSITIONAL ALTITUDE

Abstract: The objective was to study the estimates of genetic parameters for physicochemical aspects of grains of nine genotypes of conilon coffee, cultivated in transition altitude and with managed irrigation. It was possible to verify expressive variability among the genotypes of conilon coffee for the physicochemical characteristics of the grains. The estimates of genetic parameters showed favorable conditions for the use of these traits in breeding programs, especially for variables such as the proportion of flat grains, peaberry grains and defects of the type black grains and green and burnt grains, in view of the high estimates of the coefficients of genotypic determination and variation indices.

Keywords: Variability; Genotypes; *Coffea canephora*; Quality of grains.

INTRODUÇÃO

Nos últimos 150 anos, o café conilon se tornou uma importante *commodity* no comércio global, representando um terço do mercado de café (ICO, 2019). No estado do Espírito Santo a cafeicultura é a principal atividade agrícola e, do montante de café produzido, mais de 70% é devido à cafeicultura de conilon (CONAB, 2022).

O cultivo do cafeeiro conilon em áreas com altitude de transição (acima de 500 m) tem sido objeto de interesse por muitos agricultores, tendo em vista a busca pelo aprimoramento da qualidade de bebida desses grãos, facilidade de manejo, maior resistência à pragas e doenças, entre outras características. Com isso, torna-se necessário a realização de estudos para a validação do cultivo e das técnicas a serem empregadas nestes ambientes (COLODETTI et al., 2016). Além disso, as

previsões de aumento na temperatura média global em função das mudanças climáticas (IPCC, 2014), indicam uma possível migração do cultivo de conilon para áreas tipicamente produtoras de cafeeiro arábica. Esse cenário contribui para que o cultivo do conilon seja uma alternativa para os cafeicultores dessas regiões, uma vez que já foi relatado maior tolerância dessa espécie a condições de estresse biótico e abiótico, apesar de maior susceptibilidade a baixas temperaturas em comparação ao cafeeiro arábica (RAMALHO et al., 2003). Nesse contexto, é de suma relevância o estudo de diferentes genótipos de cafeeiro conilon em regiões de maiores altitudes, com intuito de identificar materiais genéticos mais adaptados e responsivos nesses ambientes.

A elevada variabilidade fenotípica e genotípica da espécie *Coffea canephora* (café conilon) tem contribuído para a identificação e seleção de materiais com características específicas (FONSECA et al., 2006; RODRIGUES et al., 2012). A alogamia e autoincompatibilidade gametofítica dessa espécie são os responsáveis pela elevada heterogeneidade e variabilidade genética natural (FERRÃO et al., 2008; IVOGLO et al., 2008). Essa diversidade é fundamental para o desenvolvimento dos programas de melhoramento genético (CHARRIER; BERTHAUD, 1985; DALCOMO et al., 2015).

Associado à busca por aumentos na produtividade, é crescente a demanda por cafés com melhor bebida, sobretudo para o café conilon, que por muito tempo foi negligenciada a possibilidade de aprimoramento da qualidade desses grãos. Nessa vertente, é de suma importância o conhecimento dos fatores que podem interferir na qualidade de bebida do café (STURM et al., 2010). As características físico-químicas e sensoriais dos grãos podem ser influenciadas por diversos fatores, tais como material genético, condições ambientais, altitude de cultivo, manejos culturais, métodos de colheita, pós-colheita e armazenamento (MALTA et al., 2003; BORÉM et al., 2008; VERDIN FILHO et al., 2016; MACHADO et al., 2021).

Nesse contexto, objetivou-se estudar as estimativas de parâmetros genéticos para aspectos físico-químicos de grãos de nove genótipos cafeeiro conilon, cultivados em altitude de transição e com irrigação manejada.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em campo na localidade de Lagoa Seca, município de Alegre-ES, região do Caparaó Capixaba, a uma altitude de 647 m, considerada altitude de transição para o cultivo de café conilon. As plantas de conilon foram implantadas em fevereiro de 2015 e no espaçamento de 3,0 x 1,0 m. Cada planta foi conduzida com três ramos ortotrópicos e com a poda programada de ciclo (VERDIN FILHO et al., 2014). O experimento seguiu as tecnologias apropriadas ao manejo do conilon no estado do Espírito Santo, sempre de acordo com a necessidade e com a atual recomendação para a cultura (FERRÃO et al., 2019a). O campo experimental foi manejado com irrigação por gotejamento e a umidade do solo foi monitorada por conjunto de três tensiômetros (de modo a amostrar os primeiros 25 cm do solo), procedendo-se a irrigação todas as vezes em que a tensão de retenção de água no solo correspondeu a 60-70% da água disponível (46-34 kPa, respectivamente), momento em que as irrigações foram realizadas de modo a retornar a umidade do solo à capacidade de campo.

O experimento seguiu o delineamento de blocos casualizado (DBC), com quatro repetições e nove tratamentos: genótipos 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108 e 109 da cultivar de maturação precoce “Diamante ES8112”. As parcelas experimentais foram compostas por três plantas úteis, procedendo-se a colheita quando mais de 80% dos frutos atingiram o ponto de maturação denominado “cereja”. A colheita foi realizada manualmente e desconsiderando frutos caídos (frutos em contato com o solo) e compreendendo a quarta safra produtiva após o plantio do campo experimental.

Do montado de frutos colhidos em cada parcela experimental, foi retirada uma amostra de 3 L de café cereja, conduzindo-a imediatamente para secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 45 °C, até atingir umidade de 11,5% (base úmida). Após a secagem dos frutos, retirou-se uma amostra de 100 g de café beneficiado para classificação por peneiras, baseando-se na forma e tamanho dos grãos de café. Para isto, os grãos de café foram passados por um jogo de peneiras (PNAP, Pinhalense), de modo a quantificar a porcentagem de grãos moca (MOCA; %), de grãos chato (CHATO; %) e de grãos sem classificação (FUNDO; %). Além disso, quantificou-se a porcentagem de grãos graúdos, sendo moca retidos nas peneiras 13/12 e 11 (MocaGRAÚDO; %) e chato retidos nas peneiras 19/18 e 17 (ChatoGRAÚDO; %), estabelecidos conforme instrução normativa vigente (BRASIL, 2003).

Uma amostra de 300 g foi utilizada para contabilização dos defeitos, sendo eles: grãos pretos (PRETOS; unidades), grãos verdes e grãos ardidos (VA; unidades) e grãos brocados (BRO; unidades). O total de defeitos (DEFEITOS; unidades) foi estabelecido pelo somatório dos valores ponderados de todos os defeitos encontrados nas amostras, baseados na “Tabela Oficial Brasileira de Classificação”,

conforme a legislação vigente (BRASIL, 2003).

Para análise de condutividade elétrica (CE; $\mu\text{S cm}^{-1}$), amostras de 50 grãos uniformes de cada parcela foram pesadas e imersas em 75 mL de água deionizada e colocadas em estufa ventilada a 25 °C. Após o período de embebição de 5 horas, as soluções sem os grãos de café foram vertidas para outro recipiente, onde se realizou a leitura em condutivímetro. Imediatamente após a leitura, foi realizada a medição de lixiviação de potássio (LK; mg g^{-1}) em fotômetro de chama, sem prévia digestão de acordo com Prete (1992). Os cálculos foram procedidos pela multiplicação da leitura obtida no fotômetro de chama (potássio mL^{-1}) pelo volume de água destilada (mL) e dividido pela massa da amostra (g).

Os sólidos solúveis totais (SST; °Brix) foram determinados segundo a metodologia da AOAC (2005), utilizando-se refratômetro portátil. O extrato necessário foi preparado a partir de 1 g de amostra moída e diluída em 10 mL de água destilada e filtrado. O cálculo para a leitura corrigida foi realizado pela multiplicação da leitura do refratômetro em °Brix por 10, pois o volume final foi 10 vezes maior que a massa inicial.

Para a leitura do pH dos grãos (pH) foi utilizado potenciômetro digital de bancada, de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (2005), utilizando o mesmo filtrado das análises de sólidos solúveis totais.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, por meio do teste F (5% de probabilidade), a fim de identificar a existência de diferenças entre os tratamentos com base no comportamento para cada variável. Os parâmetros genéticos foram estimados utilizando o modelo individual: $Y_{ijk} = \mu + B_j + G_i + \varepsilon_{ij}$, em que Y_{ijk} representa o valor fenotípico da ijk -ésima observação, B_j representa o efeito do j -ésimo bloco, G_i é o efeito fixo do i -ésimo genótipo e ε_{ij} é o erro aleatório relacionado à ij -ésima observação.

Os parâmetros genéticos foram estimados de acordo com a metodologia descrita por Cruz e Carneiro (2003), sendo eles: variância média fenotípica ($\hat{\sigma}_p^2$), variância média ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$), componente quadrático da variabilidade genotípica ($\hat{\phi}_g$), coeficiente de variação genética (CV_g), índice de variação (CV_g/CV) e coeficiente de determinação genotípica (H^2). As análises foram realizadas por meio do software estatístico "GENES" (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a variabilidade genética entre os nove genótipos de cafeeiro conilon cultivados em altitude de transição, notou-se – com base nas estimativas dos parâmetros genéticos para todas as características físico-químicas analisadas – a existência de considerável variação entre os genótipos. Essa diferenciação pode ser constatada pela significância de todos os quadrados médios dos tratamentos (QM_g) (Tabela 1 e 2).

Ao analisar a média entre os genótipos para a classificação física por peneiras, notou-se maior proporção de grãos do tipo moca (mais de 51%), enquanto a proporção de grãos chato foi pouco maior que 47%, já os grãos sem classificação (fundagem) ocuparam menos de 2% da quantidade total. A proporção de grãos graúdos também foi maior para os do tipo moca (MocaGRAÚDO), com porcentagem quase cinco vezes maior do que observado para os chato (ChatoGRAÚDO) (Tabela 1). A ocorrência de maiores proporções de grãos moca pode ser devido ao abortamento de um dos dois óvulos do ovário da flor, comumente ocorrido pela polinização deficiente, problemas genéticos ou condições ambientais desfavoráveis (FERRÃO et al., 2019b). Esses autores descrevem que a proporção de grãos moca apresenta grande variabilidade entre os genótipos da espécie *Coffea canephora* e que há elevada correlação entre os pais e os descendentes para essa característica. Além disso, quando os mesmos nove genótipos (101 a 109) utilizados no presente estudo foram cultivados nas regiões zoneadas (altitudes menores que 500 m), já foram relatadas proporções de 18,68% de grãos do tipo moca (FERRÃO et al., 2015), o que diferencia consideravelmente do observado quando o cultivo se deu na altitude mais elevada da região do experimento.

Ao analisar o comportamento da variabilidade entre os genótipos de cafeeiro conilon cultivados em altitude de transição, para as características de classificação física por peneiras (Tabela 1), notou-se que as estimativas dos componentes quadráticos da variabilidade genotípica ($\hat{\phi}_g$) superaram, consideravelmente, os valores das variâncias ambientais ($\hat{\sigma}_e^2$) na determinação da variância fenotípica ($\hat{\sigma}_p^2$). As estimativas dos coeficientes de determinação genotípica (H^2) apresentaram valores maiores que 97% para todas as características, indicando elevada variabilidade genética e menor influência ambiental (FERRÃO et al., 2019b). Já as estimativas dos índices de variação (CV_g/CV) variaram de

3,226 (proporção de grãos moca graúdos) a 10,431 (proporção de grãos chato), reforçando a expressiva variabilidade entre os genótipos, pois a variabilidade atribuída à variação genética foi até 10,431 vezes maior que a variabilidade experimental, conforme embasado nas observações de Carias et al. (2014). Esses resultados são indicativos de uma condição favorável para uma possível seleção, uma vez que a variação genética foi maior do que a variação ambiental.

Tabela 1 – Estimativas de parâmetros fenotípicos e genotípicos para a classificação física de grãos por peneiras de nove genótipos de cafeeiro conilon cultivados em altitude de transição e em regime irrigado (647 m, Lagoa Seca, Alegre-ES).

Parâmetro	CHATO ⁽⁹⁾	MOCA ⁽¹⁰⁾	FUNDO ⁽¹¹⁾
QM _g ⁽¹⁾	2192,075*	2047,356*	6,595*
Média geral	47,382	51,016	1,602
CV (%) ⁽²⁾	4,731	4,910	22,401
$\hat{\sigma}_p^2$ ⁽³⁾	548,018	511,839	1,649
$\hat{\phi}_g$ ⁽⁴⁾	546,762	510,271	1,617
$\hat{\sigma}_e^2$ ⁽⁵⁾	1,256	1,568	0,032
H ² ⁽⁶⁾	99,771	99,694	98,047
CV _g (%) ⁽⁷⁾	49,349	44,279	79,360
CV _g /CV ⁽⁸⁾	10,431	9,018	3,543
Parâmetro	ChatoGRAÚDO ⁽¹²⁾	MocaGRAÚDO ⁽¹³⁾	
QM _g ⁽¹⁾	117,427*	963,065*	
Média geral	3,279	16,194	
CV (%) ⁽²⁾	42,274	29,355	
$\hat{\sigma}_p^2$ ⁽³⁾	29,356	240,767	
$\hat{\phi}_g$ ⁽⁴⁾	28,876	235,117	
$\hat{\sigma}_e^2$ ⁽⁵⁾	0,480	5,650	
H ² ⁽⁶⁾	98,364	97,653	
CV _g (%) ⁽⁷⁾	163,898	94,687	
CV _g /CV ⁽⁸⁾	3,877	3,226	

* significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ⁽¹⁾quadrado médio dos genótipos; ⁽²⁾coeficiente de variação; ⁽³⁾variância média fenotípica; ⁽⁴⁾componente quadrático da variabilidade genotípica; ⁽⁵⁾variância média ambiental; ⁽⁶⁾coeficiente de determinação genotípica; ⁽⁷⁾coeficiente de variação genética; ⁽⁸⁾índice de variação; ⁽⁹⁾proporção de grãos chato (%); ⁽¹⁰⁾proporção de grãos moca (%); ⁽¹¹⁾proporção de grãos em fundagem (%); ⁽¹²⁾proporção de grãos chato graúdos (%); ⁽¹³⁾proporção de grãos moca graúdos (%). Fonte: os autores.

Ao analisar os defeitos e os aspectos químicos dos grãos dos genótipos de cafeeiro conilon (Tabela 2), notou-se uma média entre os nove genótipos de 120,125 defeitos, o que classificaria o café como tipo 6/7, tendo como base a tabela brasileira de classificação oficial de café (BRASIL, 2003). Desse total de defeitos, 77,2% são devido à ocorrência de grãos pretos, verdes, ardidos e brocados, sendo este último o mais expressivo defeito. O valor médio de pH de grãos crus verificado entre os genótipos de conilon estão muito próximos ao relatado para grãos crus de café arábica secos naturalmente (pH de 5,88), de acordo com o observado por Siqueira e Abreu (2006). É possível que essa similaridade seja devida à altitude em que o conilon do experimento foi cultivado (647 m), sendo uma região tipicamente produtora de arábica.

Ao analisar as estimativas dos parâmetros genéticos para as classes de defeitos e aspectos químicos de grãos dos genótipos de cafeeiro conilon (Tabela 2), notou-se, novamente, que as variâncias genotípicas ($\hat{\phi}_g$) foram maiores que as ambientais ($\hat{\sigma}_e^2$) na definição da variância fenotípica ($\hat{\sigma}_p^2$), resultando em estimativas dos coeficientes de determinação genotípica (H²) que ultrapassaram 90% para todas as variáveis (entre 91,549 e 99,190), o que é considerado elevado (FERRÃO et al., 2008). Para essas características, os índices de variação (CV_g/CV) também foram expressivos (entre 1,646 para o total de defeitos e 5,533 para a classe de defeitos do tipo preto), porém, em menor intensidade que para as características físicas de classificação dos grãos por peneiras. Vale ressaltar os resultados das estimativas para as classes de defeitos e aspectos químicos dos grãos, onde parece haver um elevado efeito genotípico na definição das diferenças entre os genótipos. Souza et al. (2022) evidenciaram diferenças expressivas entre esses mesmos genótipos de cafeeiro conilon para essas classes de defeitos e para os aspectos químicos dos grãos.

Tabela 2 – Estimativas de parâmetros fenotípicos e genotípicos para as classes de defeitos e aspectos

químicos de grãos de genótipos de cafeeiro conilon cultivados em altitude de transição e em regime irrigado (647 m, Lagoa Seca, Alegre-ES).

Parâmetro	DEFEITOS ⁽⁹⁾	PRETO ⁽¹⁰⁾	VA ⁽¹¹⁾	BRO ⁽¹²⁾
QM _g ⁽¹⁾	9291,817*	7074,437*	269,589*	5150,497*
Média geral	120,125	38,083	9,875	44,800
CV (%) ⁽²⁾	23,328	19,878	20,684	41,403
σ_p^2 ⁽³⁾	2322,955	1768,609	67,397	1287,624
$\hat{\Phi}_g$ ⁽⁴⁾	2126,632	1754,282	66,354	1201,612
σ_e^2 ⁽⁵⁾	196,323	14,327	1,043	86,012
H ² ⁽⁶⁾	91,549	99,190	98,452	93,320
CV _g (%) ⁽⁷⁾	38,389	109,980	82,489	77,376
CV _g /CV ⁽⁸⁾	1,646	5,533	3,988	1,869
Parâmetro	pH ⁽¹³⁾	SST ⁽¹⁴⁾	CE ⁽¹⁵⁾	LK ⁽¹⁶⁾
QM _g ⁽¹⁾	0,0249*	56,062*	22669,403*	0,363*
Média geral	5,8286	20,000	471,222	1,604
CV (%) ⁽²⁾	0,6699	10,101	7,085	10,032
σ_p^2 ⁽³⁾	0,0062	14,015	5667,351	0,091
$\hat{\Phi}_g$ ⁽⁴⁾	0,0058	12,995	5388,718	0,084
σ_e^2 ⁽⁵⁾	0,0004	1,020	278,633	0,007
H ² ⁽⁶⁾	93,8664	92,721	95,084	92,866
CV _g (%) ⁽⁷⁾	1,3105	18,024	15,578	18,097
CV _g /CV ⁽⁸⁾	1,9563	1,784	2,199	1,804

* significativo e ns não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ⁽¹⁾quadrado médio dos genótipos; ⁽²⁾coeficiente de variação; ⁽³⁾variância média fenotípica; ⁽⁴⁾componente quadrático da variabilidade genotípica; ⁽⁵⁾variância média ambiental; ⁽⁶⁾coeficiente de determinação genotípica; ⁽⁷⁾coeficiente de variação genética; ⁽⁸⁾índice de variação; ⁽⁹⁾quantificação total dos defeitos nos grãos (unidades); ⁽¹⁰⁾quantidade de defeitos do tipo grãos pretos (unidades); ⁽¹¹⁾quantidade de defeitos do tipo grãos verdes e ardidos (unidades); ⁽¹²⁾quantidade de defeitos do tipo grãos brocados (unidades); ⁽¹³⁾pH da solução dos grãos; ⁽¹⁴⁾teor de sólidos solúveis totais dos grãos (°Brix); ⁽¹⁵⁾condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$); ⁽¹⁶⁾lixiviação de potássio (mg g^{-1}). Fonte: os autores.

Estudos que descrevem a magnitude da expressão da variância genética são especialmente importantes para programas de melhoramento, pois permitem compreender sobre o controle genético de características agrônômicas, selecionar variáveis eficientes e estimar ganhos, possibilitando a escolha de melhores métodos de seleção de genótipos para objetivos específicos (RAMALHO et al., 2004).

CONCLUSÃO

É possível verificar expressiva variabilidade entre os genótipos de cafeeiro conilon para as características físico-químicas dos grãos, quando cultivados em altitude de transição e com irrigação manejada.

As estimativas de parâmetros genéticos demonstraram condições favoráveis para o uso dessas características em programas de melhoramento, sobretudo para variáveis como a proporção de grãos chato, grãos moca e defeito do tipo grãos pretos e grãos verdes e ardidos, tendo em vista as elevadas estimativas dos coeficientes de determinação genotípica e os índices de variação.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) pelo fornecimento das instalações e equipamentos necessários para realização das análises. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de desenvolvimento científico regional (processo 300971/2021-4) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo auxílio financeiro do projeto (nº FAPES 535/2020) do primeiro autor. À Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG) e à FAPES pelo apoio financeiro no âmbito do projeto PPE/AGRO 76440800/16.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis of**

the Association of Official Analytical Chemistry. 17. ed. Maryland: Gaithersburg, 2005.

BORÉM, F.M.; NOBRE, G.W.; FERNANDES, S.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; OLIVEIRA, P.D. Avaliação sensorial do café cereja descascado, armazenado sob atmosfera artificial e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1724-1729, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 8**: regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado e de café verde. Brasília: MAPA, 2003. 10p.

CARIAS, C.M.O.M.; TOMAZ, M.A.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, R.G.; GONÇALVES, L.S.A. Produtividade de grãos de cafeeiro conilon de diferentes grupos de maturação pelo procedimento REML/BLUP. **Semina: Ciência Agrária**, v.35, n.2, p.707-718, 2014.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of Coffee. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. **Coffee**: botany, biochemistry, and production of beans and beverage. London: Crom Helm, 1985. p. 13-47.

COLODETTI, T.V.; BRINATE, S.V.B.; ERLACHER, W.A.; STARLING, L.C.T.; TOMAZ, M.A. Aspectos gerais do cultivo de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* em altitudes marginais. In: FERREIRA, A.; LOPES, J.C.; FERREIRA, M.F.S.; SOARES, T.C.B. **Tópicos Especiais em Produção Vegetal VI**. 1. ed. Alegre-ES: CAUFES, 2016. p. 342-362.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento safra brasileira**: café. Brasília: Conab, v.2, 2022.

CRUZ, C.D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P. C. **Modelos biométricos**. Viçosa: UFV, 2003.

DALCOMO, J.M.; VIEIRA, H.D.; FERREIRA, A.; LIMA, W.L.; FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; PARTELLI, F.L. Evaluation of genetic divergence among clones of Conilon coffee after scheduled cycle pruning. **Genetics and Molecular Research**, v.14, n.4, p.15417-15426, 2015.

FERRÃO, R.G.; CRUZ, C.D.; FERREIRA, A.; CECON, P.R.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; CARNEIRO, P.C.S.; SILVA, M.F. Parâmetros genéticos em café Conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.61-69, 2008.

FERRÃO, R.G.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; VOLPI, P.S.; VERDIN FILHO, A.C.; LANI, J.A.; MAURI, A.L.; TÓFFANO, J.L.; TRAGINO, P.H.; BRAVIM, A.J.B.; MORELLI, A.P. **“Diamante ES8112”**: nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo. 2. ed. revisada. Vitória: Incaper, 2015. (Incaper, Documentos, 221).

FERRÃO, R.G.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; VOLPI, P.S.; VERDIN FILHO, A.C.; PASCOVA, B.E.V.; FERRÃO, L.F.V. *Coffea canephora* Breeding. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; De MUNER, L.H. **Conilon Coffee**. 3. ed. Vitória: Incaper, 2019b. p. 145-201.

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; De MUNER, L.H. **Conilon Coffee**. 3. ed. Vitória: Incaper, 2019a. 973p.

FONSECA, A.F.A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D.; SAKAIYAMA, N.S.; FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G.; BRAGANÇA, S.M. Genetic divergence in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.599-605, 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Geneva: Switzerland, 2014. 151p.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION – ICO. **Dados Históricos**. ICO, 2019. Disponível em: <http://www.ico.org/pt/new_historical_p.asp?section=Estat%EDstica> Acesso em: 10 de outubro de 2022.

IVOGLO, M.G.; FAZUOLI, L.C.; OLIVEIRA, A.C.B.; GALLO, P.B.; MISTRO, J.C.; SILVAROLLA, M.B.; TOMA-BRAGHINI, M. Divergência genética entre progênies de café robusta. **Bragantia**, v.67, n.4, p.823-831, 2008.

MACHADO, J.L.; TOMAZ, M.A.; LUZ, J.M.R.; OSÓRIO, V.M.; COSTA, A.V.; COLODETTI, T.V.; DEBONA, D.G.; PEREIRA, L.L. Evaluation of genetic divergence of coffee genotypes using the volatile compounds and sensory attributes profile. **Journal of Food Science**, v.87, p.1-13, 2021.

MALTA, M.R.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G.; SILVA, F.D.M. Composição química, produção e qualidade do café e fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1246-1252, 2003.

PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exsudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 135 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.

RAMALHO, J.C.; QUARTIN, V.L.; LEITÃO, E.; CAMPOS, P.S.; CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.I.; NUNES, M.A. Cold acclimation ability and photosynthesis among species of the tropical *Coffea* genus. **Plant Biology**, v.5, n.11, p.631-641, 2003.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2004.

RODRIGUES, W.N.; TOMAZ, M.A.; FERRÃO, R.G.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; MIRANDA, F.D. Estimativa de parâmetros genéticos de grupos de clones de café Conilon. **Coffee Science**, v.7, n.2, p.177-186, 2012.

SIQUEIRA, H.H.; ABREU, C.M.P. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.1, p.112-117, 2006.

SOUZA, I.V.; COLODETTI, T.V.; JORDAIM, R.B.; SALLES, R.A.; SARTORI, L.; RODRIGUES, W.N.; TOMAZ, M.A. Caracterização físico-química de grãos de genótipos de cafeeiro conilon em altitude de transição. **Pensar Acadêmico**, v.20, p.16-31, 2022.

STURM, G.M.; COSER, S.M.; SENRA, J.F.B.; FERREIRA, M.F.S.; FERREIRA, A. Qualidade sensorial de café Conilon em diferentes altitudes. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, p.1-7, 2010.

VERDIN FILHO, A.C.; TOMAZ, M.A.; FERRÃO, R.G.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; RODRIGUES, W.N. Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and different cultivation densities. **Coffee Science**, v.9, n.4, p.489-494, 2014.

VERDIN FILHO, A.C.; VOLPI, P.S.; RODRIGUES, W.N.; COLODETTI, T.V.; MAURI, A.L.; FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; MARTINS, L.D.; BRINATE, S.V.B.; TOMAZ, M.A.; COMÉRIO, M.; ANDRADE JUNIOR, S.; PINHEIRO, C.A. The beverage quality of Conilon coffee that is kept in the field after harvesting: Quantifying daily losses. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.3134-3140, 2016.