

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MARLETE LITTIG**

**PERFIL SENSORIAL E QUÍMICO DE GENÓTIPOS DE CAFEIEIRO  
CONILON EM RESPOSTA AO SOMBREAMENTO ARTIFICIAL**

**ALEGRE-ES**

**2023**

MARLETE LITTIG

**PERFIL SENSORIAL E QUÍMICO DE GENÓTIPOS DE CAFEEIRO  
CONILON EM RESPOSTA AO SOMBREAMENTO ARTIFICIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia na linha de pesquisa de Produção de Plantas Cultivadas e Nativas.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral

Coorientadores: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vanessa Moreira Osório

Prof. Dr. Wagner Nunes Rodrigues

ALEGRE-ES

2023

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

L775p Littig, Marlete, 1997-  
Perfil sensorial e químico de genótipos de cafeeiro comilon em  
resposta ao sombreamento artificial / Marlete Littig. - 2023.  
58 f. : il.

Orientador: José Francisco Teixeira do Amaral.  
Coorientadores: Wagner Nunes Rodrigues, Vanessa Moreira  
Osório.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal  
do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Café. I. Amaral, José Francisco Teixeira do. II.  
Rodrigues, Wagner Nunes. III. Osório, Vanessa Moreira. IV.  
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências  
Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 63

---

MARLETE LITTIG

**PERFIL SENSORIAL E QUÍMICO DE GENÓTIPOS DE CAFEIEIRO  
CONILON EM RESPOSTA AO SOMBREAMENTO ARTIFICIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia na linha de pesquisa de Produção de Plantas Cultivadas e Nativas.

Aprovada em 16 de fevereiro de 2023.

**COMISSÃO EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral  
Universidade Federal do Espírito Santo - Orientador



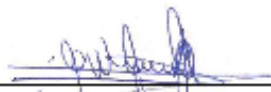
---

Prof. Dr. Wagner Nunes Rodrigues  
UNIFACIG - Coorientador



---

Prof. Dr. Marcelo Antonio Tomaz  
Universidade Federal do Espírito Santo - Membro Interno



---

Dr. Abraão Carlos Verdin Filho  
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural –  
Membro Externo

## DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho a Deus, pois por meio Dele que cheguei até aqui e a minha família que sempre esteve comigo nessa jornada.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por todo cuidado e proteção, sem Ele não seria possível concluir essa etapa. Ele sempre esteve no controle de todas as coisas e nunca me deixou sozinha durante a caminhada. A Ele, toda honra, toda glória e todo poder.

À minha família, por sempre me acolher e me ajudar em todas situações, vocês são fundamentais para mim. Minha mãe Arlete Hollunder Littig com sua força e determinação, que me ensinou a alcançar meus objetivos. Ao meu irmão Marcelo Littig, juntamente com minha cunhada Ivone Gonçalves de Mello, por todas doses de ânimo e alegria e meu querido e amado sobrinho Marlon Littig, que me ensina a valorizar o que realmente importa nessa vida.

Ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-E-UFES) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de cursar o mestrado nessa instituição.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pelo financiamento do projeto e pela bolsa concedida.

Ao professor e orientador, Dr. José Francisco Teixeira do Amaral, pela confiança, por todos ensinamentos para a realização desse trabalho e todos conselhos para a vida profissional.

Aos meus coorientadores, professora Dr<sup>a</sup>. Vanessa Moreira Osório e professor Dr. Wagner Nunes Rodrigues, por todas as contribuições, ensinamentos e suporte para a realização do trabalho.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper, pela parceria e apoio técnico por meio da disponibilização das áreas experimentais para execução deste trabalho.

Ao professor Dr. Lucas Louzada Pereira e toda equipe do Laboratório de Análise e Pesquisa em Café - LAPC do IFES, *campus* Venda Nova do Imigrante, na realização das análises sensoriais.

À técnica Mayara Silva Dutra, do Laboratório Central de Analítica do Centro de Ciências Exatas, Saúde e Naturais da UFES, pelas contribuições e ensinamentos sobre as análises químicas.

Aos amigos e profissionais do Laboratório de Classificação e Degustação de café do IFES, *campus* de Alegre e da Empresa Caparaó Junior, por tantos ensinamentos de classificação e degustação de cafés, obrigada por contribuir com a minha jornada profissional.

A todos os professores da Pós-Graduação em Agronomia que foram grandes mestres, por todos os ensinamentos. A todos os colegas do mestrado que foram fundamentais para a construção do conhecimento.

Às minhas amigas, Mirian, Mariana, Julcinara, Cristiane, Gisele, Lohanne e Renata, que sempre me apoiaram e incentivaram, me ajudando a ser mais forte e continuar a caminhada. Obrigada por todos conselhos e por todos os momentos juntas.

A minha comunidade de fé, Igreja Basel, aos meus pastores e amigos, Gabriel e Daliane, pela unidade, por ser família e pelo fortalecimento da minha fé. A todos do Academic Church e da Associação Sete Montes, a jornada foi mais leve com vocês.

Enfim, agradeço a todos que estiveram comigo e contribuíram para que esse trabalho fosse realizado, minha gratidão.

*Por isso não tema, pois estou com você; não tenha medo, pois sou o seu Deus.*

*Eu o fortalecerei e o ajudarei; eu o segurarei com a minha mão direita vitoriosa.*

*Isaías 41:10*



## BIOGRAFIA

Marlete Littig, filha de Mário Littig (*in memoriam*) e Arlete Hollunder Littig, natural de Domingos Martins (ES), nascida em 13 de maio de 1997.

Em março de 2015, ingressou como aluna de graduação no curso de bacharelado em Agronomia, na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE). Concluiu o curso em dezembro de 2019, colando grau em fevereiro de 2020 obtendo o título de bacharel em Agronomia.

Em março de 2021 iniciou o curso de pós-graduação *stricto sensu* em nível de mestrado em Agronomia na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Alegre (ES), na linha de pesquisa Produção de Plantas Cultivadas e Nativas, sob orientação do professor Dr. José Francisco Teixeira de Amaral. Em 16 de fevereiro de 2023 foi realizada a defesa da dissertação com título Perfil sensorial e químico de genótipos de cafeeiro conilon em resposta ao sombreamento artificial.

## RESUMO

LITTIG, Marlete. **Alterações no perfil sensorial e na composição química volátil de genótipos de cafeeiro conilon submetidos ao sombreamento.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. Orientador: Prof. D.Sc. José Francisco Teixeira do Amaral. Coorientadores: Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Vanessa Moreira Osório e Prof. D.Sc. Wagner Nunes Rodrigues.

A busca pela qualidade tem sido um dos grandes interesses na cadeia produtiva do cafeeiro conilon (*Coffea canephora*), visto que tem se tornado gradativamente mais importante na comercialização do produto. Com o lançamento de novas cultivares de cafeeiro conilon é importante compreender o comportamento em relação ao cultivo a pleno sol e sombreado. Assim, objetivou-se nesse trabalho caracterizar e identificar as alterações no perfil sensorial e na composição química volátil de diferentes genótipos de cafeeiro conilon, cultivados sob condições de sombreado artificial e a pleno sol. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Bananal do Norte, pertencente ao Incaper e situada no município de Cachoeiro de Itapemirim – ES, e o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro blocos, e os tratamentos foram estabelecidos em esquema fatorial 11x2, sendo os 11 genótipos *C. canephora* submetidos a duas disponibilidades de irradiância, pleno sol e 30% de sombreado artificial. A colheita foi realizada considerando os ciclos de maturação, sendo os frutos colhidos, secos em terreiro suspenso até atingirem 12% de umidade, e então beneficiados, com a catação dos defeitos. O perfil sensorial foi avaliado com base na qualidade de bebida, de acordo com a metodologia de análise sensorial da *Specialty Coffee Association* (SCA). O perfil químico foi avaliado por meio da microextração em fase sólida no modo *headspace* combinado com cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas. Foram realizadas análises descritivas para caracterizar os genótipos quanto ao perfil químico e qualidade da bebida e estimadas as correlações lineares de Pearson para as somas de classes de compostos e parâmetros de qualidade de bebida para os 11 genótipos de cafeeiro conilon cultivado a pleno sol e sob sombreado. Com base nos resultados foi possível comprovar que: a alteração da irradiância é capaz de modificar o perfil sensorial e a composição química de compostos voláteis do café conilon; a variabilidade entre os genótipos de cafeeiro conilon permite identificar respostas diferentes ao sombreado; alguns genótipos (104, 12V, 109, 820/87, 304) apresentam maiores modificações em seu perfil sensorial e composição volátil do que outros (103, 2B/88, 108, 604/97, 207, 303), em função do sombreado. As principais classes de compostos químicos identificados foram os furanos, pirazinas e fenóis. As classes que mais se correlacionaram com parâmetros da qualidade de bebida do café foram as pirimidinas e aminas, para o cultivo a pleno sol, e pirazinas e fenóis, para o cultivo sombreado.

Palavras Chaves: *Coffea canephora*. Compostos voláteis. Qualidade do café.

## ABSTRACT

LITTIG, Marlete. **Changes in sensory profile and volatile chemical composition of conilon coffee genotypes subjected to shading.** Dissertation (Master in Agronomy) – Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES. Advisor: Prof. D.Sc. José Francisco Teixeira do Amaral. Co-advisors: Prof. D.Sc. Vanessa Moreira Osório and Prof. D.Sc. Wagner Nunes Rodrigues.

The search for quality has been one of the main interests in the production chain of conilon coffee (*Coffea canephora*), since it has gradually become more important in the commercialization of the product. With the launch of new conilon coffee cultivars, it is important to understand the behavior in relation to full sun and shaded cultivation. Thus, the objective of this work was to characterize and identify alterations in the sensory profile and in the volatile chemical composition of different genotypes of conilon coffee plants, cultivated under conditions of artificial shade and full sun. The experiment was conducted at the Experimental Farm of Bananal do Norte, belonging to Incaper and located in the municipality of Cachoeiro de Itapemirim - ES, and the experimental design used was in randomized blocks, with four blocks, and the treatments were established in a factorial 11x2, being the 11 *C. canephora* genotypes submitted to two irradiance availabilities, full sun and 30% of artificial shading. The harvest was carried out considering the maturation cycles, the fruits being harvested, dried in a suspended terrace until they reached 12% of humidity, and then processed, with the removal of defects. The sensory profile was evaluated based on the quality of the beverage, according to the Specialty Coffee Association (SCA) sensory analysis methodology. The chemical profile was evaluated using headspace solid phase microextraction combined with gas chromatography coupled to mass spectrometry. Descriptive analyzes were carried out to characterize the genotypes in terms of chemical profile and beverage quality, and Pearson's linear correlations were estimated for the sums of classes of compounds and parameters of beverage quality for the 11 genotypes of conilon coffee cultivated in full sun and under shade. Based on the results, it was possible to prove that: changing irradiance is capable of modifying the sensory profile and chemical composition of volatile compounds in conilon coffee; the variability between conilon coffee genotypes allows identifying different responses to shading; some genotypes (104, 12V, 109, 820/87, 304) show greater changes in their sensory profile and volatile composition than others (103, 2B/88, 108, 604/97, 207, 303), depending on shading. The main classes of chemical compounds identified were furans, pyrazines and phenols. The classes that most correlated with coffee beverage quality parameters were pyrimidines and amines, for full sun cultivation, and pyrazines and phenols, for shaded cultivation.

Keywords: *Coffea canephora*. volatile compounds. Coffee quality.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Perfil sensorial de bebida de 11 genótipos de cafeeiro conilon no cultivo pleno sol e com sombreamento artificial. ....35
- Figura 2.** Ganhos e perdas relativas para soma de classes de compostos e parâmetros de qualidade de bebida em função do sombreamento do cultivo. ....37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Descrição e classificação da qualidade da bebida para o café conilon ....	23
<b>Tabela 2.</b> Caracterização dos genótipos utilizados no experimento .....	26
<b>Tabela 3.</b> Soma da área em % de compostos químicos por classes, cultivo a pleno sol .....	31
<b>Tabela 4.</b> Soma da área em % de compostos químicos por classe, cultivo sombreado .....	32
<b>Tabela 5.</b> Notas globais da qualidade da bebida no cultivo a pleno sol e no cultivo sombreado .....	33
<b>Tabela 6.</b> Descrição sensorial de cada genótipo cultivado a pleno sol, de acordo com os Q- graders .....	42
<b>Tabela 7.</b> Descrição sensorial de cada genótipo cultivado sob condições de sombreamento artificial, de acordo com os Q- graders.....	43
<b>Tabela 8.</b> Correlações entre as somas de classe de compostos e parâmetros de qualidade de bebida para os 11 genótipos de cafeeiro conilon cultivado a pleno sol e sob sombreamento artificial.....	45

## LISTA DE ABREVIações

BAG – Banco Ativo de Germoplasma

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CCENS/UFES – Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo

CQI – *Coffee Quality Institute*

DVB/CAR/PDMS – *Divenylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane*

GC-EM – Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

LAPC – Laboratório de Análise e Pesquisa em Café

SCA – *Specialty Coffee Association*

UCDA – *Uganda Coffee Development Authority*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.1. QUALIDADE DO CAFÉ.....	17
2.2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E COMPOSTOS VOLÁTEIS .....	19
<b>2.2.1. Furanos</b> .....	21
<b>2.2.2. Pirazinas</b> .....	21
<b>2.2.3. Fenóis</b> .....	21
<b>2.2.4. Pirróis</b> .....	22
<b>2.2.5. Aminas</b> .....	22
2.3. CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ CONILON .....	23
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	25
3.2. Delineamento Experimental .....	25
3.3. MATERIAIS GENÉTICOS .....	25
3.4. SOMBREAMENTO .....	26
3.5. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	27
3.6. COLETA DAS AMOSTRAS.....	27
3.7. ANÁLISES SENSORIAIS .....	28
3.8. ANÁLISES QUÍMICAS .....	28
3.9. ANÁLISE DE DADOS.....	29
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	48
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	49

## 1. INTRODUÇÃO

Os cafeeiros pertencem ao gênero *Coffea* da família Rubiaceae, com cerca de 124 espécies catalogadas (DAVIS et al., 2011). Tratando-se de fins econômicos, o mercado cafeeiro é movimentado principalmente por duas espécies: *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (KALSCHNE et al., 2018).

Para o agronegócio do Brasil, o café é de grande representatividade, uma vez que o país se destaca como o maior produtor mundial do grão. O Estado do Espírito Santo se destaca como o maior produtor nacional de café conilon (CONAB, 2022).

Originalmente, a espécie *Coffea canephora* evoluiu em ambientes parcialmente sombreados, mas atualmente os cultivos são predominantemente a pleno sol, em monocultura (DaMATTA, 2004; FERRÃO et al., 2017) e geralmente dependem de mais insumos (CAVATTE et al., 2012).

Em contrapartida, a técnica de sombreamento vem sendo adotada por alguns agricultores, visto que pode trazer alguns benefícios para o cultivo do café, já que promove a proteção mecânica que pode ser causada pelo vento; diminuição da intensidade de luz e a melhoria do microclima na lavoura; diminuição da fotorrespiração e proteção contra danos pelo excesso de radiação, o que pode influenciar a qualidade do café produzido (WORKU et al., 2018, SALES; BALDI, 2020).

O aumento da qualidade tem sido um dos grandes interesses na cadeia produtiva do café, visto que é uma característica determinante para a comercialização e valorização do produto no mercado nacional e internacional. Tem-se observado aumento na procura por cafés de qualidade pelo mercado consumidor, com previsões de aumento para os próximos anos, ao contrário do observado para os cafés tradicionais, comercializados como *commodity*, que não crescem na mesma proporção (SILVA; MORELLI; VERDIN FILHO, 2015; TEIXEIRA, 2015).

A qualidade do café pode ser compreendida como o conjunto de características físicas, químicas e sensoriais dos grãos. Considerando os atributos sensoriais, o aroma é de grande relevância para a decisão de compra de um café especial. O aroma está intrinsecamente ligado à composição química do grão, que, durante o processo de torra, passa por diversas modificações químicas, gerando uma grande quantidade de compostos voláteis (TOLEDO et al., 2016).



O café conilon apresenta uma grande diversidade de aromas e fragrâncias (MACHADO FILHO et al., 2020), sendo que os fatores genéticos podem influenciar e contribuir para a existência de variação na composição química dos precursores que formam os compostos voláteis no café (PEREIRA et al., 2021). Por essa razão, a composição dos compostos voláteis, responsáveis pelo perfil aromático do café, tem sido alvo de muitas pesquisas (VIEGAS e BASSOLI, 2007).

Diante disso, o objetivo desse trabalho é caracterizar e identificar as alterações no perfil sensorial e na composição química volátil de diferentes genótipos de cafeeiro conilon, considerados altamente produtivos, causadas pelo seu cultivo sob condições de sombreamento artificial, em comparação ao cultivo a pleno sol.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. QUALIDADE DO CAFÉ**

Na comercialização do café, a qualidade dos grãos é indispensável para determinação do valor comercial (BARBOSA, 2011). Dessa forma, tem se intensificado nos últimos anos as pesquisas que visam a melhoria da qualidade do produto final, a fim de atender as exigências do mercado consumidor e assegurar a competitividade do setor (FONSECA et al., 2019).

A qualidade do café está relacionada com um conjunto de atributos físicos, químicos e sensoriais que são influenciados por diversos fatores: genéticos (espécie e cultivar); condições ambientais: solo, clima, altitude, face de exposição ao sol; condições culturais: manejo, espaçamento, controle de pragas e doenças, uso de irrigação; método de colheita: colheita seletiva, derriça no solo ou em peneiras; tratamento pós-colheita: preparo via seca ou úmida, descascado ou desmucilado, método de secagem; armazenamento; beneficiamento; transporte (BORÉM, 2008; CORRÊA et al., 2015).

A avaliação da qualidade da bebida do café é realizada por meio da análise sensorial e representa uma ferramenta muito importante que busca a padronização dos cafés produzidos (BORÉM, 2011).

A análise sensorial da bebida do café é realizada por avaliadores *Q-Grader* que são provadores qualificados de classificação e degustação de cafés certificados pelo

Instituto de Qualidade do Café (*Coffee Quality Institute – CQI*). Os avaliadores realizam a prova da xícara, que no Brasil seguem os protocolos da *Brazilian Speciality Coffee Association* (BSCA) e da *Speciality Coffee Association* (SCA) para definição dos procedimentos para a avaliação sensorial de cafés especiais (FERREIRA et al., 2018).

No protocolo de avaliação da qualidade de bebida de café da *Specialty Coffee Association* (SCA), a avaliação é baseada em uma análise sensorial descritiva quantitativa da bebida, onde tanto a nota global quanto as pontuações obtidas em cada um dos atributos considerados para a qualidade global têm fundamental importância, sendo eles: fragrância/aroma, sabor, acidez, doçura, corpo, equilíbrio, conjunto, finalização, uniformidade, ausência de defeitos e avaliação global (SCAA, 2015).

A escala de qualidade da SCA varia de 0 (zero) a 10 (dez) pontos para cada atributo. Entretanto, atributos com pontuações abaixo de 6 (seis) caracterizam cafés com qualidade abaixo do Grau *Specialty*. O resultado final considera a soma dos atributos avaliados, subtraindo-se os defeitos (SCAA, 2015).

Os atributos para a avaliação sensorial são descritos de maneira mais detalhada a seguir:

- **Fragrância/aroma:** os aspectos aromáticos compreendem fragrância e aroma, definidos como o cheiro do café ainda seco e após diluição em água quente, respectivamente;
- **Sabor:** representa a nota da “fase central” da avaliação, reflete a combinação de todas as percepções captadas através das papilas gustativas, dos sabores básicos aos mais complexos. A pontuação atribuída ao sabor relata a intensidade, qualidade e complexidade da combinação de gosto e aroma;
- **Acidez:** pode ser agradável ou não, a depender da natureza do ácido que predomina na bebida. A nota atribuída à acidez é caracterizada pelo equilíbrio agradável entre acidez e doçura, que resultam da presença de ácidos e açúcares nos frutos de café;
- **Doçura:** faz referência ao agradável sabor doce e resulta da presença de certos carboidratos. Neste contexto, seu oposto é a adstringência ou sabores “verdes” e o amargor.

- **Corpo:** este atributo considera a percepção tátil do líquido na boca, especialmente quando percebida entre a língua e o céu da boca. Normalmente bebidas com “corpo intenso” apresentam maior número de sólidos solúveis dissolvidos;
- **Equilíbrio:** nota atribuída considerando o sinergismo entre sabor, finalização, acidez e corpo, que podem ser complementares ou contrastantes entre si. Dessa forma, uma boa pontuação deste atributo sugere o perfeito equilíbrio dos componentes do conjunto;
- **Conjunto:** representa a classificação integrada considerando todos os atributos combinados;
- **Finalização:** é definida como o retrogosto ou a persistência do sabor, ou seja, as características que são percebidas em sequência no paladar e que permanecem depois que o café é expelido da boca;
- **Uniformidade:** representa a consistência de diferentes xícaras e amostras provadas. Portanto, uma vez que as xícaras apresentem sabores diferentes, o valor atribuído a esse aspecto não deverá ser alto;
- **Defeitos:** defeitos são sabores negativos ou pobres que depreciam a qualidade do café, sendo classificados em defeitos leves ou graves. Os defeitos leves referem-se a um sabor desagradável menos intenso, ao qual é atribuído uma nota 2 (dois) em intensidade. Já os defeitos graves, devem-se a aspectos de sabor, como adstringência excessiva, sabor de verde ou de fermentação não desejada, sendo concedido o valor de 4 (quatro) pontos para intensidade. A pontuação dos defeitos resulta da multiplicação do número de xícaras defeituosas pela intensidade dos defeitos, devendo ser subtraído do total;
- **Avaliação global:** resulta da soma das pontuações atribuídas a cada atributo separadamente, subtraídos os defeitos.

## 2.2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E COMPOSTOS VOLÁTEIS

A composição química dos grãos e sua qualidade, pode ser influenciada por diversos fatores como as espécies e cultivares, o local de cultivo (BRUYN et al., 2016),

a qualidade do grão, tipo de blend, processamento de pós-colheita, ponto de torra e o armazenamento (TOLEDO et al., 2016).

Devido à grande diversidade de ambientes no Brasil, são cultivadas tanto cafeeiro arábica quanto conilon, que diferem na sua composição química devido às diferenças existentes entre as espécies, métodos de colheita, local de cultivo, processamento e armazenado dos grãos (FERNANDES et al., 2001). Os constituintes químicos dos grãos do café conilon apresentam maiores teores de sólidos solúveis e de cafeína em relação ao café arábica (MORAES et al., 1973; CLIFFORD, 1985).

Quando se considera a qualidade da bebida, são esperados altos teores de sólidos solúveis, pois é o que dá corpo e o gosto a bebida. A associação desses compostos não voláteis com a formação do corpo da bebida possui muita importância na qualidade (MENDONÇA et al., 2007). Por isso, o teor de sólidos solúveis é um parâmetro importante para o programa de melhoramento genético do café, principalmente para o conilon. Os açúcares totais são constituídos pela soma dos açúcares redutores como glicose e frutose, e com os açúcares não redutores, representados pela sacarose (PEREIRA, 2008).

Os compostos químicos voláteis contribuem na qualidade do café, o que também influencia no valor final do café (DURÁN et al., 2017). O aroma do café está relacionado com a composição química do grão, que durante o processo de torrefação sofre muitas transformações, gerando uma grande variedade de compostos voláteis, associadas ao sabor e aroma do café (FLAMENT, 2002; TOLEDO et al., 2016). Dessa forma, compreender a composição química do café possibilita um melhor entendimento sobre os aspectos da qualidade, associando a análise sensorial (PEREIRA et al., 2020).

As transformações que ocorrem durante a torra envolvem muitas reações químicas, como a reação de Maillard, que devido às modificações atribui o aroma característico à bebida (RIBEIRO et al., 2009).

Mais de 900 compostos voláteis foram identificados em café torrado, podendo ser divididos em diferentes classes: furanos, pirazinas, cetonas, pirróis, fenóis, hidrocarbonetos, ácidos e anidridos, aldeídos, ésteres, álcoois, compostos de enxofre e outros (FLAMENT, 2002; TOLEDO et al., 2016). Alguns deles são descritos a seguir.

### **2.2.1. Furanos**

Os furanos são compostos heterocíclicos encontrados em grande quantidade no café torrado e incluem funções como aldeídos, cetonas, ésteres, alcoóis, éteres, ácidos e tióis (MARIA et al., 1999). A formação dos furanos é principalmente pela degradação de glicídios, mas também existem evidências que alguns podem ser formados pela degradação de terpenos e por polissacarídeos (FLAMENT, 2002).

A presença de furanos contribui para a qualidade da bebida e das características sensoriais de sabor doce e semelhantes ao sabor de frutas e castanhas ou caramelo (FLAMENT, 2002).

### **2.2.2. Pirazinas**

As pirazinas são compostos aromáticos contendo dois átomos de nitrogênio nas posições 1 e 4 de um anel de seis membros (MARIA et al., 1999). As pirazinas são formadas por degradação de carboidratos (RIBEIRO et al, 2013). As pirazinas, assim como os furanos, contribuem para o impacto no aroma do café. Das pirazinas presentes no café torrado, aproximadamente 100 foram identificadas, entretanto para o aroma da bebida do café as principais contribuições são por meio de 2-etilpirazina; 2-etil-3,5-dimetilpirazina; 2-etil-5- metilpirazina; 2,3,5-trimetilpirazina; 2-etil-6-metilpirazina; 2-etilpirazina; 2,5 dimetilpirazina; 2,6-dimetilpirazina; 2-metilpirazina; 2,3-dimetilpirazina (CZERNY; MAYER; GROSCH, 1999; SANZ et al., 2002; AKIYAMA et al., 2005; TOCI; FARAH, 2014).

### **2.2.3. Fenóis**

Os compostos fenólicos estão presentes em todas as plantas e representam o maior grupo de compostos bioativos constituintes dos vegetais. O café é um dos alimentos que é rico em compostos fenólicos, sendo um dos principais alimentos contribuintes para o consumo de fenólicos pela população brasileira (CORRÊA et al., 2015). A variedade e a concentração dos compostos fenólicos voláteis no café torrado

variam de acordo a variedade, estádios de maturação, processamentos pós colheita e processo de torra (TANG et al., 2021; WANG et al., 2021).

Os compostos fenólicos são formados a partir da degradação térmica dos ácidos clorogênicos (principalmente ácidos ferúlico, cafeíco e quínico) e sua concentração no grão torrado é proporcional à quantidade de ácidos clorogênicos presentes no grão verde. A concentração de ácidos clorogênicos no grão verde de café conilon é maior que do café arábica, por essa razão acredita-se que os compostos fenólicos desempenham um papel importante na diferenciação do sabor entre essas duas variedades de café (BICHO et al., 2013; SUNAHARUN et. al., 2014).

Os compostos fenólicos são responsáveis por atribuir uma variedade de características sensoriais, a depender de suas concentrações, assemelhando-se ao odor de matéria queimada, especiarias, cravo, fumo, além de serem responsáveis pela sensação de amargor e adstringência encontradas no café (NASCIMENTO et al., 2007). Os que são os mais encontrados são o guaiacol, 4-etilguaiacol e 4-vinilguaiacol, que possuem aroma fenólico picante (SUNAHARUN et. al., 2014).

#### **2.2.4. Pirróis**

São formados a partir da reação de Maillard, na degradação de Strecker, da pirólise de aminoácidos, ou ainda, pela degradação da trigonelina (NASCIMENTO et al., 2007). Os pirróis apresentam características sensoriais bem marcantes. Foi verificado que osalquil- e acil-pirróis apresentaram um odor desagradável, porém os alquil-pirróis, em baixas concentrações, forneceram um aroma doce e levemente queimado (MOREIRA; TRUGO; MARIA, 2000).

#### **2.2.5. Aminas**

Na literatura, são encontradas poucas as informações em relação à origem e às propriedades sensoriais das aminas voláteis no café, sendo a dimetilamina uma das aminas majoritárias presentes na fração volátil do café torrado. Porém, alguns estudos em outros alimentos mostraram que pequenas quantidades de algumas

aminas voláteis poderiam ser oriundas da cafeína e da teobromina (MOREIRA et al., 2000; FLAMENT, 2002).

### 2.3. CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ CONILON

Para o café conilon, Cortez (2004) propôs um padrão de classificação para atender o comércio nacional e internacional, com as seguintes classificações da melhor para a pior qualidade; 1) Suave: gosto característico de café conilon com intensidade suave; 2) Médio: gosto característico de café conilon com intensidade média; 3) Intenso: gosto característico de café conilon com intensidade elevada; 4) Gosto estranho: outros gostos de origens diversas predominando sobre o gosto característico do café conilon.

Porém, esse padrão não foi adotado por todo o mercado e comércio de café e um novo protocolo de classificação sensorial para o café conilon foi desenvolvido pelo *Coffee Quality Institute* (CQI) em parceria com *Uganda Coffee Development Authority* (UCDA), denominada de Normas e Protocolos para a classificação de café Robusta de Qualidade (*Fine Robusta Coffee Standards and Protocols*) (CQI/ UCDA, 2019). Nesse protocolo, a classificação do café é de acordo com as notas obtidas nos dez atributos da prova da xícara, sendo eles: a fragrância/aroma, sabor, retrogosto, salinidade/acidez, amargor/doçura, sensação na boca, equilíbrio, uniformidade, limpeza, conjunto, subtraindo os valores pelos defeitos encontrados. Conforme a pontuação final, as amostras podem ser classificadas de acordo com a Tabela 1, sendo que pontuações acima de 80 pontos os classificam como robustas/conilon finos (UCDA, 2010).

**Tabela 1.** Descrição e classificação da qualidade da bebida para o café conilon

<b>Pontuação Total</b>	<b>Descrição da Qualidade</b>	<b>Classificação</b>
90 -100	Excepcional	Muito Fino
80 - 89	Fino	Fino
70 - 79	Muito Bom	Prêmio
60 -69	Bom	Boa Qualidade Usual
50 -59	Médio	Boa Qualidade Usual
40 - 49	Razoável	Comercial
< 40		Comercializável
< 30		Abaixo da Mínima
< 20		Não Classificável
< 10		Escolha

Fonte: UCDA, 2010

## 2.4. SOMBREAMENTO PARA O CAFÉ

A espécie de café conilon é originária de sub-bosques africanos, em regiões de menor altitude, localizados na região do Congo e Guiné. No Brasil, as variedades de café foram geneticamente selecionadas para os cultivos a pleno sol, entretanto alguns produtores têm testado técnicas de sombreamento em busca de melhoria para a bebida do café (DaMATTA, 2004; FERRÃO et al., 2012).

Lock (1888) fez observações importantes sobre o sombreamento proporcionado por árvores, em experimentos realizados com manejo de cafezais no Ceilão, atual Sri Lanka, sendo eles: a necessidade de sombra varia de acordo com o clima; o sombreamento aumenta a longevidade das plantas de café; redução de custos, aumento da serapilheira e maior disponibilidade de nutrientes. Os efeitos negativos relatados foram: redução de produção do café, porém compensado pelo aumento da longevidade.

Outros pesquisadores têm destacado os benefícios do sombreamento em relação aos aspectos da planta, como: internódios mais longos, redução do número de folhas, porém aumento no tamanho; obtenção de cafés com bebida mais suave devido à maturação mais lenta; redução da bienalidade; redução da incidência de doenças e atenuação das temperaturas máximas e mínimas do ambiente, menor incidência de escaldadura e geadas (FERNANDES, 1986; MATIELLO, 1995).

Em relação ao café conilon, são necessários mais estudos a respeito da qualidade do café submetido ao sombreamento, principalmente para as variedades desenvolvidas pelo Incaper, visando à qualidade, das quais podem-se citar as cultivares Diamante ES8112, de maturação precoce, Jequitibá ES8122, de maturação intermediária, e Centenária ES8132, de maturação tardia (INCAPER, 2013).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Os genótipos foram cultivados em campo experimental, localizado na Fazenda Experimental de Bananal do Norte (FEBN), pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), situada no município de Cachoeiro de Itapemirim-ES (20°45'S, 41°16'W). A altitude do local é de aproximadamente 140 metros, com topografia ondulada e clima classificado como subtropical úmido (Cwa), segundo a classificação de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013), com precipitação pluviométrica em torno de 1.200 mm, temperatura média anual de 23°C e solo classificado como Argissolo Vermelho.

#### 3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento seguiu delineamento em blocos casualizados, com quatro blocos, os tratamentos foram estabelecidos em esquema fatorial 11×2, sendo os 11 genótipos *C. canephora* submetidos a duas disponibilidades de irradiância (pleno sol e 30% de sombreamento artificial), com 4 plantas por parcela experimental, circundadas e protegidas por bordaduras.

#### 3.3. MATERIAIS GENÉTICOS

Todos os genótipos avaliados são pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do Incaper (Tabela 2), possuem elevada capacidade produtiva para condições de plantio a pleno sol, além de características morfológicas de interesse agrônomo (vigor, porte e enfolhamento) e diferentes épocas de maturação (precoce, intermediário e tardio), sendo que a maioria dos genótipos já integra cultivares atualmente recomendadas para plantios comerciais (FERRÃO et al., 2017).

**Tabela 2.** Caracterização dos genótipos utilizados no experimento

Identificação	Disponível em:	Ciclo de maturação	Referência
103	Incaper Diamante ES8112	Precoce	Ferrão et al. (2015a)
2B/88	Banco ativo de germoplasma do Incaper	Precoce	-
104	Incaper Diamante ES8112	Precoce	Ferrão et al. (2015a)
12V	Conilon Vitória Incaper 8142	Precoce	Fonseca et al. (2004)
108	Incaper Diamante ES8112	Precoce	Ferrão et al. (2015a)
109	Incaper Diamante ES8112	Precoce	Ferrão et al. (2015a)
604/97	Banco ativo de germoplasma do Incaper	Intermediário	-
820/87	Banco ativo de germoplasma do Incaper	Intermediário	-
207	Incaper Jequitibá ES8122	Intermediário	Ferrão et al. (2015b)
303	Incaper Centenária ES8132	Tardio	Ferrão et al. (2015c)
304	Incaper Centenária ES8132	Tardio	Ferrão et al. (2015c)

As variedades Diamante ES8112, Jequitibá ES8122 e Centenária ES8132 são variedades lançadas pelo Incaper que apresentam a qualidade da bebida superior/prêmio. Nesse estudo, estão presentes alguns genótipos dessas variedades, sendo eles: 103, 104, 108 e 109 (Diamante ES8112); 207 (Jequitibá ES8122) e 303 e 304 (Centenária ES8132).

As mudas utilizadas no experimento foram obtidas de multiplicação assexuada (clonagem), de plantas matrizes do BAG do Incaper, utilizando a técnica de estaquia, sendo plantadas em linhas identificadas para a formação do campo experimental.

### 3.4. SOMBREAMENTO

Para o estabelecimento dos tratamentos, o sombreamento artificial das plantas foi feito com uso telas de poliolefina, que formavam uma barreira protetora com retenção de 30% da radiação incidente sobre e a lateral das plantas dos tratamentos correspondentes à condição de sombreamento. O nível de 30% foi selecionado com base em trabalhos onde foram testados diferentes níveis de sombreamento artificial em cafeeiro conilon, sendo verificado que o nível de 30% de sombreamento artificial, proporcionou melhores resultados, tanto em desenvolvimento vegetativo quanto em produtividade (MARTINS et al., 2016; VENANCIO et al., 2019).

### 3.5. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Os genótipos foram cultivados sob as condições de sombreamento e a pleno sol, sendo avaliados no ciclo produtivo de 2017/2018. As plantas cultivadas no espaçamento de 3,0 m x 1,2 m, com 4 hastes por planta, se apresentavam com nove anos de idade e suas copas renovadas, foram submetidas previamente à poda de renovação em conformidade com o planejamento da poda programada de ciclo (FONSECA et al., 2017).

O manejo nutricional foi realizado de acordo com as recomendações do Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação (PREZOTTI et al., 2007), baseado nos resultados das análises de solo.

O manejo e os tratos culturais no experimento foram realizados de acordo com as necessidades e as recomendações técnicas para a cultura e para a região (FONSECA et al., 2019), sendo conduzidas em sequeiro, porém com uso de irrigação para suprir a demanda hídrica da cultura em momentos de adversidade climática (secas prolongadas).

### 3.6. COLETA DAS AMOSTRAS

A colheita dos frutos foi realizada entre maio e agosto, quando os frutos atingiram ponto de maturação adequado, com pelo menos 80% dos frutos das parcelas estando no estágio de “cereja” (FONSECA et al., 2019). Os frutos foram coletados das parcelas experimentais de todos os blocos, sendo formadas amostras compostas homogêneas com 5kg de café maduro após a coleta das plantas de cada parcela experimental.

Terminada a colheita, foi realizada a secagem dos grãos em terreiro suspenso, expostos ao sol, sendo revolvidos regularmente para uniformidade na secagem, até atingirem aproximadamente 12% de umidade. Para realização das análises sensoriais e químicas, as amostras foram beneficiadas, sendo realizada a catação dos defeitos para a formação de amostras uniformes.

### 3.7. ANÁLISES SENSORIAIS

As análises sensoriais das amostras de café conilon foram realizadas no Laboratório de Análise e Pesquisa em Café (LAPC) do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Venda Nova do Imigrante, por quatro julgadores credenciados como *Q-Graders* (certificação mundial dada a profissionais de classificação e degustação de cafés), utilizando a metodologia de análise sensorial da *Specialty Coffee Association* (SCAA, 2015).

Para cada tratamento, uma amostra de café foi torrada (torrador *Laboratto TGP2*) e os perfis de torra foram monitorados (conjunto de discos *Agtron*), obtendo ponto de torra situado entre as cores determinadas pelos discos #65 e #55.

A torra foi realizada com antecedência, sendo as amostras rapidamente resfriadas e estocadas em local fresco e escuro durante um período de 8 horas. Após esse período, as amostras permaneceram lacradas de acordo com a metodologia de análise sensorial (SCAA, 2015).

Em seguida, as amostras de café foram moídas (moedor elétrico *Bunn G3*), para padronização com granulometria média/grossa. Para cada tratamento foram preparadas cinco xícaras para degustação, em infusão com água, a temperatura entre 92 e 95 °C, na proporção de 8,25 g de café moído para 150 mL de água (SCAA, 2015).

As avaliações respeitaram o tempo de 3 a 5 minutos para a degustação após a infusão, sendo iniciadas pelos provadores quando a temperatura das xícaras atingiu 55 °C. Dessa forma, cada amostra foi pontuada quanto aos parâmetros: aroma, sabor, acidez, doçura, corpo, equilíbrio, conjunto, retrogosto, uniformidade, limpeza e defeitos, resultando em uma nota global, considerando todas as características citadas e foram anotadas as descrições sensoriais.

### 3.8. ANÁLISES QUÍMICAS

As análises químicas foram realizadas no Laboratório Central de Analítica 1 do Departamento de Química e Física lotado no Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (CCENS/UFES).

As amostras de café conilon, torradas e moídas, foram submetidas à microextração em fase sólida no modo *headspace* combinado com cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-EM).

Para análise dos compostos voláteis, 1 g de café conilon, torrado e moído, foi aquecido em banho maria a 70 °C por 30 minutos. Os compostos voláteis foram extraídos por microextração em fase sólida no modo *headspace* com a fibra DVB/CAR/PDMS (Divinilbenzeno/Carboxen/Polidimetilsiloxisano), espessura de 30/50 µm, e injetados no cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massas (CG-EM) QP-PLUS-2010 (Shimadzu), coluna capilar Rtx-5MS (30 m de comprimento, 0,25 µm de espessura e 0,25 mm de diâmetro interno).

Foi utilizada temperatura do injetor de 250 °C e do detector de 300 °C no modo Split. A programação da temperatura foi realizada iniciando a 40 °C, sendo mantida por 5 minutos, seguida por uma taxa de aquecimento de 3 °C a cada minuto até 125 °C, e, por fim, outra taxa de 10 °C a cada 3 minutos, até 245 °C. O espectrômetro de massas foi operado a 70 eV, temperatura de interface a 240 °C e temperatura da fonte de íons a 250 °C. Foram calculados os índices de retenção pela injeção de padrões de alcanos. O gás hélio foi utilizado como gás de arraste. O total da corrida cromatográfica foi de 49 minutos por amostra.

Para determinação dos constituintes químicos, os espectros de massas foram comparados com os da biblioteca (WILEY7V100) do aparelho.

Para a identificação dos compostos voláteis, foi utilizada a mistura de hidrocarbonetos (C<sub>8</sub>-C<sub>23</sub>) injetados nas mesmas condições cromatográficas das amostras, possibilitando o cálculo dos índices de *Kovats*.

### 3.9. ANÁLISE DE DADOS

Os dados coletados foram empregados para caracterizar o perfil sensorial e a composição química volátil de cada genótipo. Os resultados das análises de compostos voláteis dos genótipos foram categorizados quanto à soma das principais classes de compostos identificados (furanos, pirazinas, pirimidinas, fenóis, pirróis e aminas) para o cultivo sombreado e a pleno sol. Os resultados das análises de

qualidade foram empregados para caracterizar e comparar o perfil sensorial da bebida dos genótipos sob condições de cultivo sombreado e a pleno sol.

Os ganhos e perdas relativas (%) para soma de classe de compostos e parâmetros de qualidade de bebida em função do sombreamento do cultivo foram estimados para cada genótipo, empregando-se o cultivo a pleno sol como condição de referência.

Foram estimadas as correlações lineares de Pearson para as somas de classe de compostos e parâmetros de qualidade de bebida para os 11 genótipos de cafeeiro conilon cultivado a pleno sol e sob sombreamento, com suas significâncias testadas pelo teste t a 1% e a 5% de probabilidade, com o intuito de identificar e quantificar possíveis relações entre as variáveis do perfil químico e do perfil sensorial.

As análises foram realizadas com emprego do software estatístico “Programa GENES” (CRUZ, 2016). Os resultados foram analisados no intuito de compreender como os genótipos cultivados a pleno sol e sombreados se comportam referente a qualidade do café e aos compostos voláteis, assim como as relações que apresentam entre si.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Por meio da técnica de cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas, foi realizada a identificação dos compostos voláteis do cultivo a pleno sol e sombreado, que foram agrupados em classes químicas, conforme apresentado nas Tabelas 3 e 4.

Vários atributos da qualidade são importantes na aceitação do café pelos consumidores, dentre eles destaca-se o aroma, que é resultado da mistura complexa de vários compostos voláteis, que podem estar presentes no café com diferentes intensidades e concentrações. Por isso, os compostos voláteis presentes no café podem contribuir para a determinação do aroma final da bebida, sendo responsáveis por gerar uma quantidade variada de perfis sensoriais (MORAIS et al., 2003).

As classes de compostos químicos que mais contribuíram para o total foram os furanos, as pirazinas e os fenóis (Tabela 3).

**Tabela 3.** Soma da área em % de compostos químicos por classes, cultivo a pleno sol

Genótipos	Classes de compostos químicos					
	Furanos	Pirazinas	Pirimidina	Fenóis	Pirróis	Aminas
103	11,38	21,31	0,96	12,75	0,83	1,44
2B/88	15,15	26,24	1,07	15,37	1,16	1,46
104	14,78	26,25	1,18	15,30	1,18	2,57
12V	10,77	12,36	0,83	8,75	0,80	0,96
108	16,67	18,05	1,03	15,82	1,04	1,62
109	15,32	21,80	1,04	14,48	1,24	1,96
604/97	13,56	9,95	0,73	11,85	0,90	0,88
820/87	16,00	19,04	0,94	15,75	1,21	0,98
207	15,01	10,56	0,76	15,59	1,05	1,20
304	13,98	11,83	0,68	15,00	1,04	0,68
303	16,05	13,36	0,94	9,65	1,02	1,24

Esses resultados corroboram o relato de Kim et al. (2018), que descrevem que entre todos os compostos voláteis que podem ser identificados no café torrado, os mais encontrados são pertencentes às classes de furanos, pirazinas, piridinas e pirróis. Sunaharun et al. (2014) descreveram que, quantitativamente, as duas principais classes de compostos no café são os furanos e as pirazinas.

A classe química dos furanos, contribuem para o aroma do café, geralmente apresentando características sensoriais de sabor doce, castanhas ou caramelo (FLAMENT, 2002). Machado (2019), em estudo sobre a discriminação genética de genótipos por meio do perfil dos compostos voláteis e os atributos sensoriais, observou diferenças na concentração relativa da classe dos furanos entre o café produzido com uso das variedades clonais Diamante ES8112, Jequitibá ES8122 e Centenária ES8132, evidenciando que a variabilidade genética contribui para as alterações da composição química volátil do café, em concordância com o observado no presente estudo.

No café torrado, as classes de compostos das pirazinas e dos furanos são as mais encontradas, sendo também as classes que mais contribuem com o aroma da bebida (TOCI; FARAH, 2008). A classe de compostos das pirazinas, está associada ao aroma doce no café torrado (FLAMENT, 2002).

O café conilon apresenta uma maior diversidade de compostos fenólicos em relação ao café árabica (AGNOLETTI et al., 2019), os quais são responsáveis por uma variedade de características sensoriais ao café (NASCIMENTO et al., 2007), sendo

associados principalmente a aromas herbais ou adocicados e ao fenólico picante (SUNAHARUN et al., 2014).

Na Tabela 4 estão apresentadas a soma da área em porcentagem de compostos químicos por classe no cultivo sombreado. Observa-se que as principais classes de compostos também foram os furanos, as pirazinas e os fenóis.

**Tabela 4.** Soma da área em % de compostos químicos por classe, cultivo sombreado

Genótipos	Classes de compostos químicos					
	Furanos	Pirazinas	Pirimidina	Fenóis	Pirróis	Aminas
103	13,50	25,06	1,07	8,86	1,11	1,75
2B/88	17,10	23,12	1,04	16,07	1,13	1,67
104	10,35	32,00	1,06	9,83	1,10	1,10
12V	12,80	14,74	0,82	9,29	0,79	1,70
108	16,73	18,19	1,13	13,97	1,07	1,22
109	18,39	19,88	0,96	14,78	1,30	2,08
604/97	15,36	15,15	0,92	14,45	1,06	1,18
820/87	10,39	11,65	0,75	7,98	0,91	1,44
207	14,17	12,95	0,81	14,47	0,98	0,79
304	13,18	10,41	0,68	14,41	0,88	0,62
303	12,52	14,44	0,89	13,56	0,85	0,51

Observa-se nas Tabelas 3 e 4 que os genótipos responderam de maneiras variadas ao sombreamento em relação à composição química de compostos voláteis. Os genótipos 103, 2B/88, 12V, 109, 604/97 apresentaram a soma da área em porcentagem para a classe dos furanos maior no cultivo sombreado em relação ao cultivo a pleno sol. Já os genótipos 104, 820/87 e 303 apresentaram valores inferiores no cultivo sombreado para a classe dos furanos. Os demais genótipos apresentaram valores bem similares nos dois sistemas de cultivo.

Para a classe das pirazinas, os genótipos 103, 104, 12V, 604/97 e 207 apresentaram a soma da área em porcentagem maior no cultivo sombreado em relação ao cultivo a pleno sol. Os genótipos 108, 303 e 304 apresentaram valores similares para a classe das pirazinas em ambos os sistemas de cultivo. Já os genótipos 2B/88, 109 e 820/87 apresentaram valores relativamente inferiores no cultivo sombreado em relação ao cultivo pleno sol.

Com relação aos fenóis, os genótipos 604/97 e 303 apresentaram valores relativamente superiores no cultivo sombreado. Os genótipos 2B/88, 12V, 109, 207 e 304 apresentaram valores próximos em ambos sistemas de cultivos para a classe dos



fenóis, enquanto os genótipos 103, 104, 108 e 820/87 apresentaram valores relativamente inferiores para essa classe de compostos no cultivo sob sombreamento.

Ribeiro et al. (2019), estudando diferentes níveis de sombreamento (variando de 9% a 85%), em café arábica, verificaram que cafés cultivados com menores níveis de sombreamento apresentaram maior concentração de compostos químicos que são percussores de sabores e aromas, porém com menor atividade antioxidante.

Por essa razão, é importante estudar e identificar como as espécies e genótipos se comportam quando cultivados em diferentes sistemas de cultivos e como influenciam na qualidade e na composição química da bebida.

As notas globais da qualidade da bebida no cultivo a pleno sol e no cultivo sombreado são apresentadas na Tabela 5.

**Tabela 5.** Notas globais da qualidade da bebida no cultivo a pleno sol e no cultivo sombreado

<b>Genótipos</b>	<b>Cultivo a pleno sol</b>	<b>Cultivo sombreado</b>
103	74,25	74,63
2B/88	76,13	76,25
104	74,00	72,75
12V	74,75	73,63
108	76,38	76,50
109	75,75	74,56
604/97	78,75	78,50
820/87	76,75	75,88
207	76,00	76,00
304	77,81	77,00
303	79,50	77,13

De acordo com a classificação da UCDA (2010), os cafés cultivados a pleno sol e em condições de sombreamento foram classificados como prêmio, que compreende os cafés que apresentam de 70 até 79 pontos.

No cultivo a pleno sol, o genótipo 303 se destacou pela sua nota global relativamente alta (79,50), com elevada contribuição dos parâmetros de sabor e de corpo para a mesma. Dentre os materiais genéticos estudados, o genótipo 104 apresentou uma nota global inferior aos demais, apresentando a pontuação de 74,00 pontos.

Para o cultivo sombreado, o genótipo que se destacou em relação à qualidade da bebida foi o 604/97, que alcançou uma pontuação de 78,5. O genótipo 104 apresentou limitação de notas no cultivo sombreado, sendo que nota global foi de 72,75.

Mori et al. (2018), estudando a descrição sensorial de bebidas de café conilon de genótipos desenvolvidos para o Estado do Espírito Santo, verificaram que a acidez foi o atributo com maior impacto sobre a qualidade global da bebida e que as bebidas obtidas das cultivares Diamante ES8122 e Centenária ES8132 chegaram a classificação na faixa de qualidade tradicional, porém próxima à categoria superior.

A Figura 1 apresenta a comparação entre os perfis sensoriais da bebida dos 11 genótipos de cafeeiro conilon no cultivo pleno sol e com sombreamento.

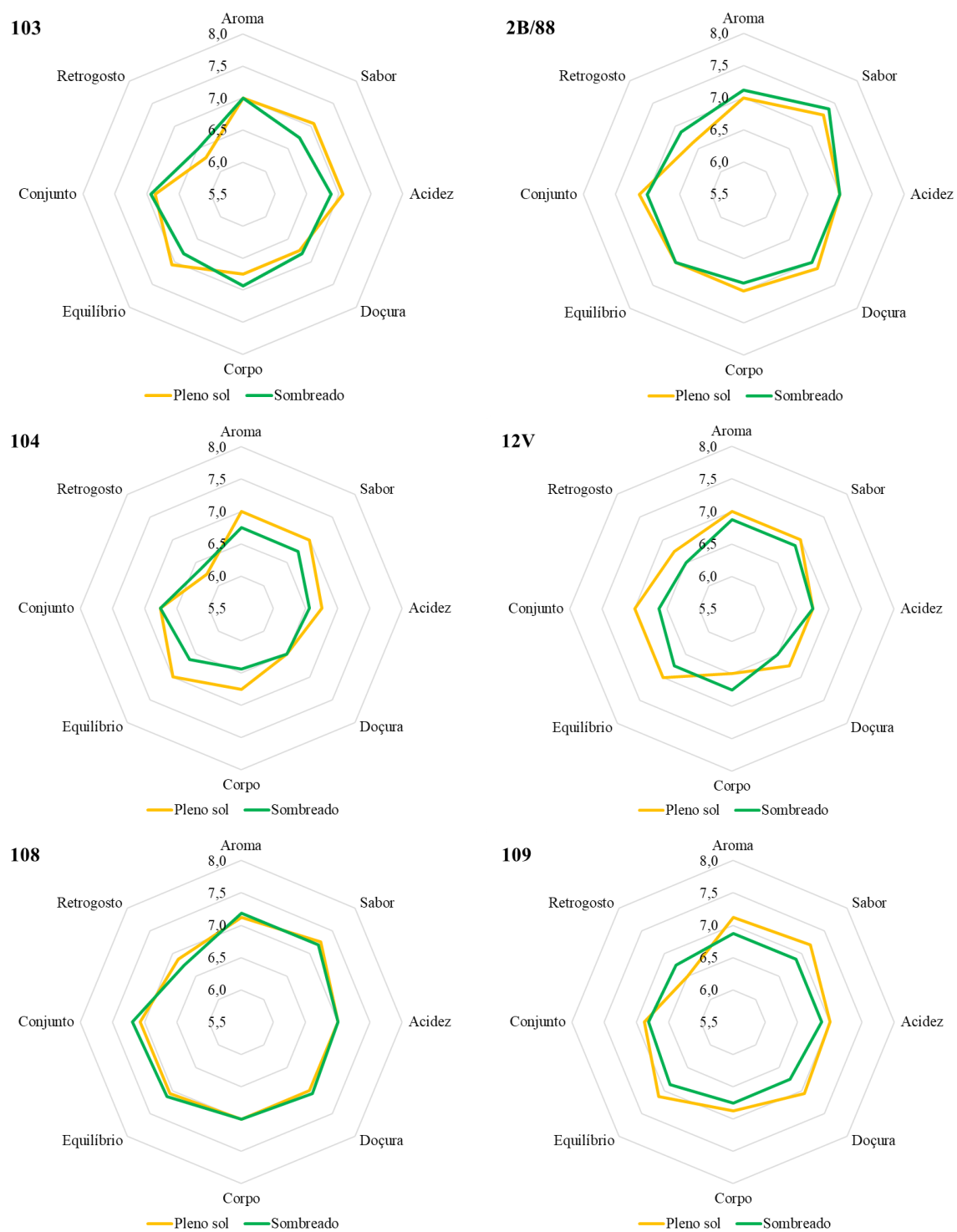
O sombreamento é benéfico para o cafeeiro por proporcionar redução do estresse que pode ser causado pelo excesso de radiação incidente sobre as plantas, além da atenuação da temperatura. Também se observa que o sombreamento pode prolongar o período de maturação dos frutos, proporcionando maior uniformidade e contribuindo para a qualidade da bebida (SOUZA; ALMEIDA; BERILLI, 2019).

Para os genótipos estudados, pode-se identificar que alguns parâmetros se destacaram no cultivo sombreado. A nota para o parâmetro aroma do genótipo 820/87 no cultivo sombreado apresentou um acréscimo em relação ao cultivo pleno sol. Para o parâmetro retrogosto, foi observado esse incremento de nota no cultivo sombreado nos genótipos 2B/88 e 109 em relação ao cultivo pleno sol. Já o genótipo 12V foi superior no parâmetro corpo no cultivo sombreado em relação ao cultivo pleno sol.

Observando os resultados dos parâmetros da bebida, identifica-se que alguns genótipos apresentaram notas inferiores no cultivo sombreado em relação ao cultivo a pleno sol. A qualidade da bebida se expressa por meio do acúmulo dos fotoassimilados no grão (BYTOF et al., 2007) e depende do tempo gasto no processo de formação dos frutos, podendo ser influenciado pelos fatores ambientais, manejo da lavoura e pelos diferentes genótipos.

**Figura 1.** Perfil sensorial de bebida de 11 genótipos de cafeeiro conilon no cultivo pleno sol e com sombreamento artificial

(Continua)



**Figura 1.** Perfil sensorial de bebida de 11 genótipos de cafeeiro conilon no cultivo pleno sol e com sombreamento artificial

(Conclusão)



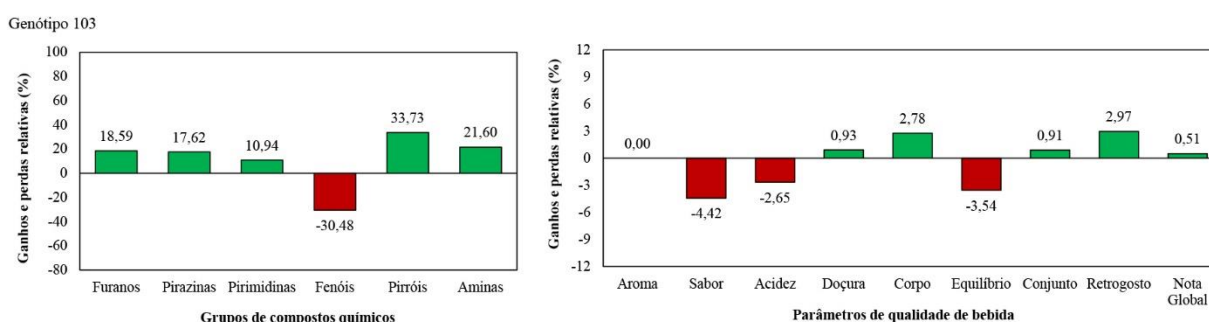
Alguns estudos relacionam que o sombreamento, por reduzir a captação de radiação solar pelo cafeeiro, também pode influenciar na redução de fotoassimilados nos grãos (ARAÚJO et al., 2015; RAMOS et al., 2017) e dessa forma influenciar na qualidade da bebida do café.

Como pode ser observado nos gráficos dos parâmetros da qualidade da bebida, o genótipo 104, que apresentou a menor nota global, tanto no cultivo pleno sol quanto no cultivo sombreado. Entre os parâmetros, o retrogosto apresentou pontuação inferior, parâmetro que representa as características que são percebidas em sequência no paladar e que permanecem depois que o café é expelido da boca (SCAA, 2015).

O genótipo 303, com a maior nota global no cultivo a pleno sol, destacou-se nesse sistema de cultivo, já que apresentou todos os parâmetros da bebida com notas iguais ou superiores no cultivo a pleno sol em relação ao cultivo sombreado. Devido ao genótipo possuir maturação tardia (FERRÃO et al., 2015), o sombreamento pode ter retardado ainda mais o processo de maturação nesse genótipo, gerando os resultados observados no cultivo sob sombreamento artificial.

Na Figura 2 estão apresentados os ganhos e as perdas relativas para soma de classes de compostos químicos e parâmetros de qualidade de bebida em função do sombreamento do cultivo.

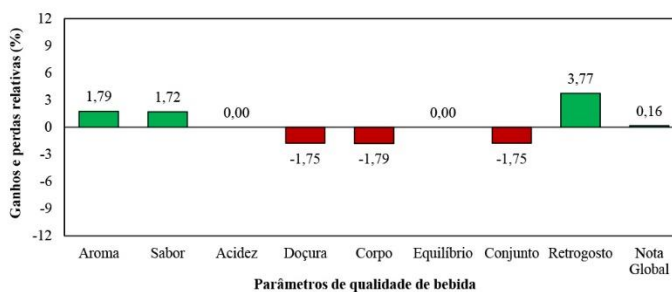
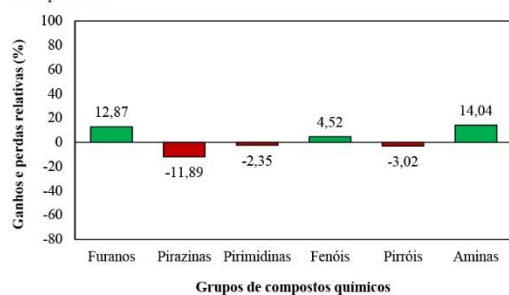
**Figura 2.** Ganhos e perdas relativas para soma de classes de compostos e parâmetros de qualidade de bebida em função do sombreamento do cultivo



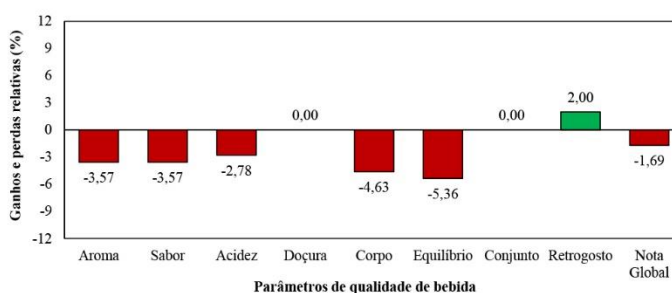
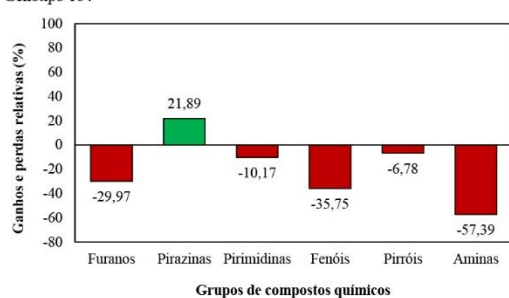
(Continua)

**Figura 2.** Ganhos e perdas relativas para soma de classes de compostos e parâmetros de qualidade de bebida em função do sombreamento do cultivo (Continuação)

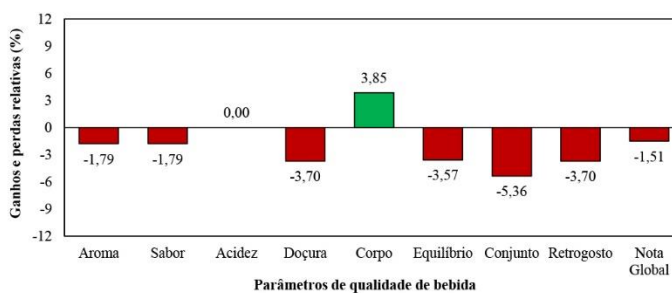
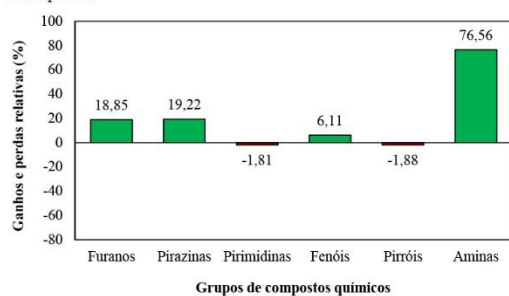
Genótipo 2B/88



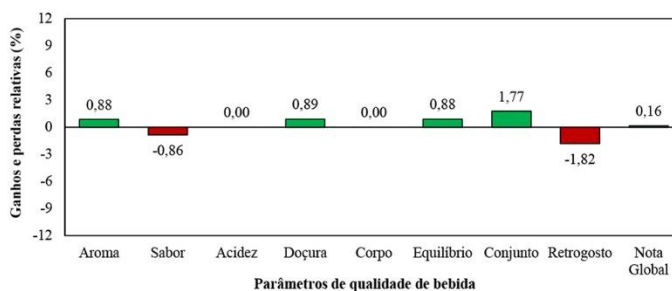
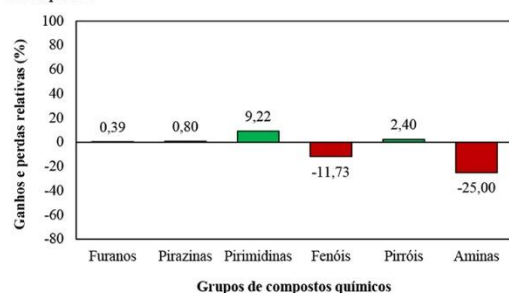
Genótipo 104



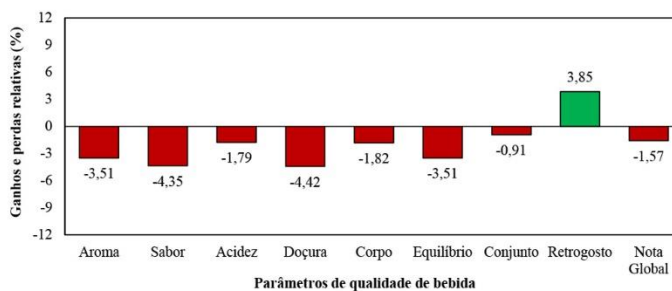
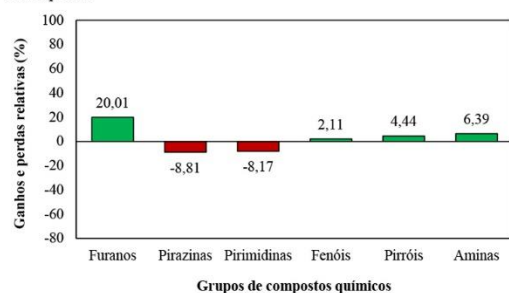
Genótipo 12V



Genótipo 108



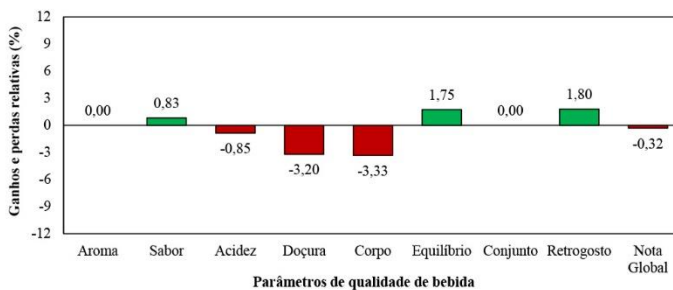
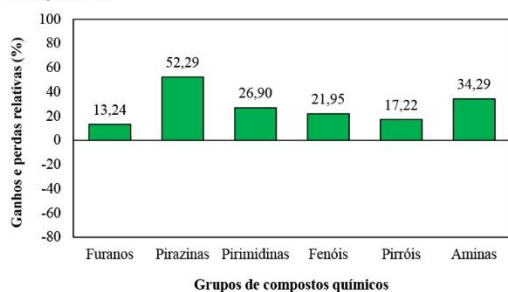
Genótipo 109



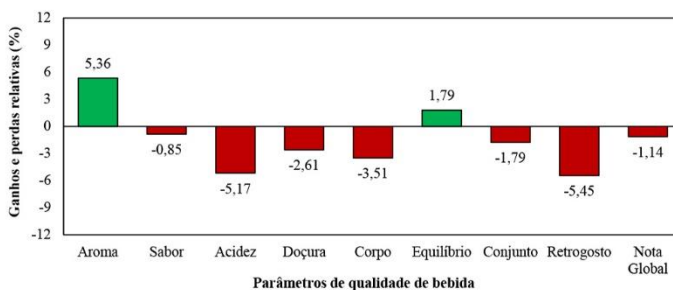
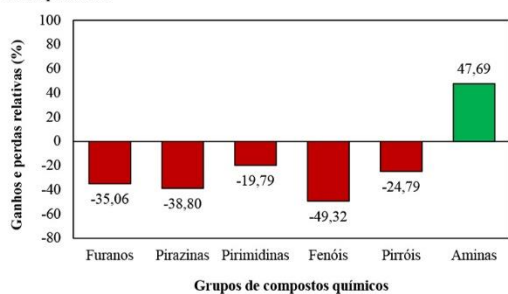
(Continua)

**Figura 2.** Ganhos e perdas relativas para soma de classes de compostos e parâmetros de qualidade de bebida em função do sombreamento do cultivo (Continuação)

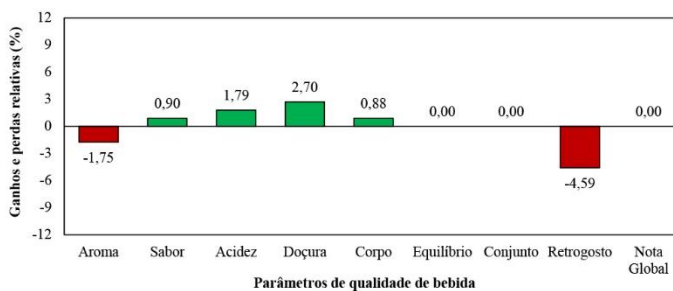
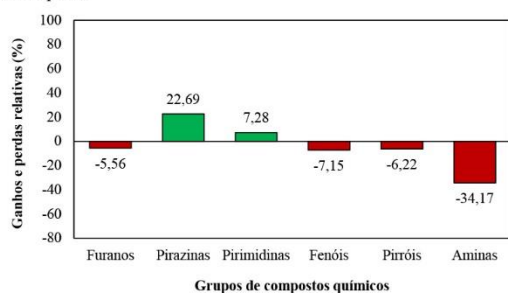
Genótipo 604/97



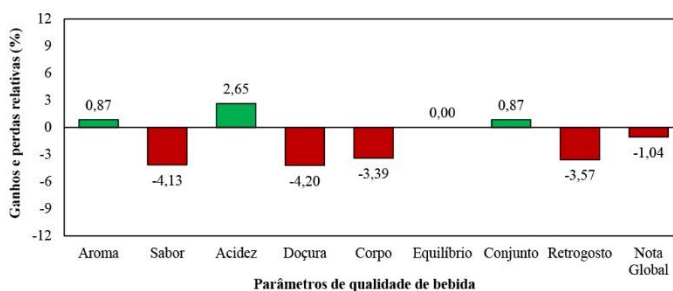
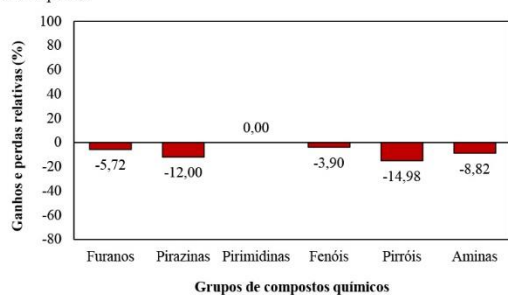
Genótipo 820/87



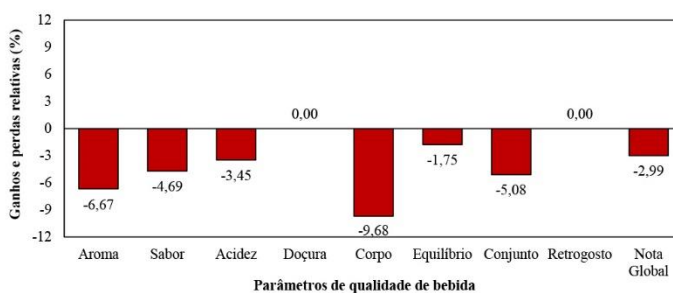
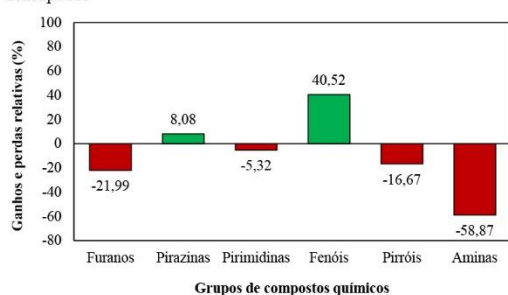
Genótipo 207



Genótipo 304



Genótipo 303



O comportamento dos genótipos foi variado nas condições de sombreamento, como relatado por DaMatta et al. (2017), sendo que essas diferenças são principalmente relacionadas com a variabilidade genética dos genótipos.

O genótipo 103, quando cultivado com sombreamento, apresentou ganhos relativos consideráveis para todos os compostos voláteis, exceto para os fenóis. Para os parâmetros da bebida, esse genótipo apresentou ganhos relativos em doçura, corpo, conjunto, retrogosto e incremento na nota global (0,51%).

Para o genótipo 2B/88, os ganhos relativos foram referentes à classe dos furanos, fenóis e aminas, sendo também observados ganhos para os parâmetros da bebida para aroma, sabor, retrogosto, com pequeno incremento na nota global.

No cultivo sombreado o genótipo 104 apresentou perdas na maioria dos compostos voláteis, podendo também serem observadas perdas para parâmetros da qualidade da bebida e conseqüentemente perda na nota global (1,69%), o que indica que o sombreamento não favoreceu a qualidade da bebida para esse genótipo.

Foram observados ganhos na maioria dos compostos químicos para o genótipo 12V quando cultivado com sombreamento, mas esses ganhos não refletiram nos parâmetros da bebida, que foram inferiores em sua maioria, apresentando uma perda de (1,51%) na nota global da bebida, quando esse genótipo foi submetido ao sombreamento.

Para o genótipo 108, foram observadas poucas variações com o sombreamento, sendo os resultados muito similares àqueles observados com o cultivo a pleno sol, tanto para os compostos químicos quanto para os parâmetros de qualidade da bebida, o que indica estabilidade desse genótipo em manter as características dos frutos mesmo sob condições ambientais diferenciadas de irradiância. Esse comportamento de maior estabilidade do genótipo 108 também foi observado em estudos que quantificaram respostas morfofisiológicas ao cultivo sombreado (TORRES, 2020).

O genótipo 109 quando submetido ao sombreamento apresentou ganhos relacionados às classes dos compostos químicos dos furanos, fenóis, pirróis e aminas, enquanto as classes de compostos químicos das pirazinas e pirimidinas apresentaram perdas relativas de 8,81 e 8,17%, respectivamente. Porém, para os parâmetros de qualidade da bebida foram registradas principalmente perdas, com uma redução de 1,57% da nota global, o que indica que o sombreamento não favoreceu a qualidade do café para esse genótipo.



Quando cultivado com sombreamento o genótipo 604/97 apresentou ganhos para todas as classes de compostos químicos, já para os parâmetros de qualidade da bebida foram observadas pequenas modificações do cultivo a pleno sol para o sombreamento artificial, sendo observada uma estabilidade desse genótipo diante dos dois sistemas de cultivo.

No genótipo 820/87 foram observadas perdas para todas as classes de compostos químicos, exceto para a classe de compostos das aminas, onde foram observados ganhos, quando cultivado com sombreamento. Pode-se verificar que os parâmetros da qualidade da bebida também apresentaram perdas, principalmente da acidez e do retrogosto, resultando em uma perda de 1,14% na nota global desse genótipo. Com isso, não seria um genótipo indicado para o cultivo sombreado, visando ao aumento da qualidade.

Para o genótipo 207, foram verificados ganhos para a classe das pirazinas e pirimidinas, sendo que para os demais compostos foram observadas perdas, principalmente para as aminas, de 34,17%. Para os parâmetros da bebida foi observado ganhos para o sabor, acidez, doçura e corpo, mas para o balanço da nota global observou-se a mesma nota tanto para o cultivo sombreado como para o cultivo a pleno sol.

Quando cultivado com sombreamento, o genótipo 304 apresentou perdas para todos os compostos químicos, apenas a classe das pirimidinas apresentou o mesmo valor em ambos os sistemas de cultivo. Para os parâmetros da bebida foram observadas perdas para o sabor, doçura, corpo, retrogosto e uma perda de 1,04% na nota global.

O genótipo 303, quando cultivado no ambiente sombreado, apresentou ganhos para as pirazinas (8,08%) e fenóis (40,52%), e as perdas das aminas chegaram em 58,87%. Ao analisar os parâmetros da bebida, pode-se observar que todos obtiveram notas menores ou iguais ao cultivo pleno sol e a nota global apresentou uma perda de 2,99% no cultivo sombreado. Dessa maneira, esse não seria um genótipo recomendado para o cultivo sombreado artificial nas condições do estudo.

Devido à maturação do genótipo 303 ser tardia (FERRÃO et al., 2015), o sombreamento pode ter influenciado para um acúmulo de sólidos solúveis ainda mais lento, e conseqüentemente um menor acúmulo até o período da colheita e pode ter ocasionado essas perdas na qualidade da bebida (RAMOS et al., 2017).

Na Tabela 6 está apresentada a descrição dos cafés de cada genótipo, de acordo com as avaliações dos *Q-Graders* para o cultivo pleno sol. Os descritores sensoriais ou nuances auxiliam na caracterização do potencial de mercado do produto e na comercialização como café especial.

**Tabela 6.** Descrição sensorial de cada genótipo cultivado a pleno sol, de acordo com os *Q- graders*

<b>Genótipo</b>	<b>Descrição sensorial</b>
103	Amadeirado, amendoim, áspero, cebola, cedro, cereal, insosso, milho de pipoca, pimentão, seca
2B/88	Amadeirado, amargo, amendoado, floral, fruta macerada, herbal, pimenta, seco
104	Assado, cedro, pimentão
12V	Amadeirado, cedro, cenoura
108	Adstringente, amadeirado, amendoado, cedro, chocolate, doce, frutado, seco, suave
109	Banana, beterraba, caramelo, cebola, cereal, doce, ervilha, especiarias, madeira, pepino, pimentão, seco, terroso
604/97	Amadeirado, caramelo, cereal, chocolate, doce, doce de leite, ervilha, fino, floral, fresco, mel, seco
820/87	Amadeirado, áspero, caramelo, cedro, cereal, doce, doce de leite, pipoca, seco, torrada
207	Amadeirado, chocolate, condimento, doce de leite, encorpado, pimenta, seco
304	Amadeirado, amargo, áspero, beterraba, café doce, caramelo, chocolate, cravo, doce, especiarias, mel, seco
303	Acidez brilhante, caramelo, chocolate, chocolate ao leite, doce, frutado leve

Na Tabela 7 está apresentada a descrição dos cafés de cada genótipo, de acordo com as avaliações dos *Q-Graders* para o cultivo sob condições de sombreamento artificial.

**Tabela 7.** Descrição sensorial de cada genótipo cultivado sob condições de sombreamento artificial, de acordo com os Q- graders

Genótipo	Descrição sensorial
103	Assado, caramelo, madeira, paçoca, pimentão, seco
2B/88	Amargo, cereal, doce, encorpado, leve, leve floral, madeira, seco
104	Amadeirado, assado, cereal, condimentado, couro, ervilha, fermentado, herbal, madeira, pau, pimenta, pimentão, raiz, riado, sal, seco
12V	Áspero, cedro, cereal, condimentado, doce, ervilha, especiarias, folha, pimentão, seco, suave
108	Amargo, áspero, beterraba, canela, cereal, doce, doce de leite, finaliza amadeirado, herbal, insosso, madeira, mel, pimenta, pipoca, seco, sem corpo, vegetal
109	Adstringente, agrião, amadeirado, amargo, aspereza, borracha, cebola, cereal, chocolate, doce, leve, madeira
604/97	Café com leite, caramelo, cereal, doce, floral, mel, pimenta, seco
820/87	Cebola, cítrico, doce de leite, especiarias, herbal, poeira, seco, terroso
207	Áspero, cedro, doce, polpa de café, seco
304	Doce, especiarias, frutado, seco, sobremaduro
303	Áspero, doce, especiarias, limpo, seco

Os descritores na análise sensorial são importantes para descrever as características da bebida em relação a fragrância/aroma e sabor, além do corpo, acidez e finalização.

Os cafés avaliados não obtiveram classificação de especial e isso também pode ser observado na caracterização dos descritores, visto que muitos genótipos foram relacionados a notas sensoriais que podem ter relação negativa com a qualidade.

Considerando a bebida fina da espécie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner espera-se para o atributo da fragrância notas que incluem rosa, limão, flor do café, mel, baunilha, manteiga, caramelo, cacau e nozes, malte e polpa de café. Para o atributo de sabor, apresentam características sensoriais como cereja, groselha, uva passa, framboesa, frutos em bagas, figo seco, limão e ameixas secas, castanha, amêndoa e malte, cravo, coentro, melado, xarope, caramelo, mel, chocolate amargo, cacau e manteiga com o conjunto equilibrado, complexo, completo, maduro, profundo e delicado (UCDA, 2010). Alguns genótipos até apresentaram notas sensoriais de fragrância para cafés especiais, mas não é somente esse atributo que define a classificação do café.

Já para a bebida comercial da espécie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner são encontradas para o atributo da fragrância notas de batata e ervilha, pão tostado e amendoim torrado, pimenta, cedro, tabaco, terra, remédios, fumaça, borracha e palha. Já para o atributo aroma, apresentam notas sensoriais de grama, feno, grãos, cevada, legumes, batata, ervilha, silagem, jaca, pipoca e biscoito, remédios, metais, borracha, fumaça, queimado, madeira, salgado, salmoura, salobro e um conjunto monótono, sem vida, insípido, desigual, neutro, duro, ensaboado (UCDA, 2010). Conforme pode ser observado, essas notas sensoriais apareceram em diversos genótipos, o que condiz com a classificação da qualidade da bebida que os genótipos apresentam.

Na Tabela 8 estão apresentadas as correlações lineares de Pearson para a soma da classe de compostos e parâmetros de qualidade de bebida para os 11 genótipos de cafeeiro conilon cultivado a pleno sol e sob sombreamento artificial.

**Tabela 8.** Correlações entre as somas de classe de compostos e parâmetros de qualidade de bebida para os 11 genótipos de cafeeiro conilon cultivado a pleno sol e sob sombreamento artificial

Cultivo a pleno sol						
Parâmetros da bebida	Classes de compostos químicos					
	Furanos	Pirazinas	Pirimidinas	Fenóis	Pirróis	Aminas
Aroma	0,3423 <sup>ns</sup>	0,3423 <sup>ns</sup>	-0,3253 <sup>ns</sup>	-0,3985 <sup>ns</sup>	-0,0921 <sup>ns</sup>	-0,2647 <sup>ns</sup>
Sabor	0,3612 <sup>ns</sup>	0,3612 <sup>ns</sup>	-0,2335 <sup>ns</sup>	-0,3232 <sup>ns</sup>	0,0195 <sup>ns</sup>	-0,3824 <sup>ns</sup>
Acidez	0,2963 <sup>ns</sup>	0,2963 <sup>ns</sup>	-0,3880 <sup>ns</sup>	-0,0658 <sup>ns</sup>	-0,016 <sup>ns</sup>	-0,5181 <sup>ns</sup>
Doçura	0,2561 <sup>ns</sup>	0,2561 <sup>ns</sup>	-0,5573 <sup>ns</sup>	-0,1760 <sup>ns</sup>	-0,0432 <sup>ns</sup>	-0,6282*
Corpo	0,4741 <sup>ns</sup>	0,4741 <sup>ns</sup>	-0,3946 <sup>ns</sup>	-0,0910 <sup>ns</sup>	0,0904 <sup>ns</sup>	-0,4276 <sup>ns</sup>
Equilíbrio	0,1517 <sup>ns</sup>	0,1517 <sup>ns</sup>	0,0070 <sup>ns</sup>	-0,3865 <sup>ns</sup>	-0,1002 <sup>ns</sup>	0,0598 <sup>ns</sup>
Conjunto	0,2299 <sup>ns</sup>	0,2299 <sup>ns</sup>	-0,5821 <sup>ns</sup>	-0,3265 <sup>ns</sup>	-0,2239 <sup>ns</sup>	-0,6791*
Retrogosto	0,3012 <sup>ns</sup>	0,3012 <sup>ns</sup>	-0,6652*	-0,1722 <sup>ns</sup>	-0,1253 <sup>ns</sup>	-0,7725**
Nota Global	0,4097 <sup>ns</sup>	0,4097 <sup>ns</sup>	-0,4825 <sup>ns</sup>	-0,2170 <sup>ns</sup>	0,0055 <sup>ns</sup>	-0,5615 <sup>ns</sup>
Cultivo com sombreamento						
Parâmetros da bebida	Classes de compostos químicos - Sombreamento					
	Furanos	Pirazinas	Pirimidinas	Fenóis	Pirróis	Aminas
Aroma	0,0363 <sup>ns</sup>	-0,6063*	-0,3495 <sup>ns</sup>	0,1368 <sup>ns</sup>	-0,2313 <sup>ns</sup>	-0,1970 <sup>ns</sup>
Sabor	0,1235 <sup>ns</sup>	-0,5109 <sup>ns</sup>	-0,2276 <sup>ns</sup>	0,4920 <sup>ns</sup>	-0,2995 <sup>ns</sup>	-0,4784 <sup>ns</sup>
Acidez	0,3761 <sup>ns</sup>	-0,6450*	-0,3608 <sup>ns</sup>	0,6469*	-0,1180 <sup>ns</sup>	-0,4230 <sup>ns</sup>
Doçura	0,1676 <sup>ns</sup>	-0,5366 <sup>ns</sup>	-0,2111 <sup>ns</sup>	0,5268 <sup>ns</sup>	-0,1839 <sup>ns</sup>	-0,5762 <sup>ns</sup>
Corpo	0,277 <sup>ns</sup>	-0,6913*	-0,3410 <sup>ns</sup>	0,4731 <sup>ns</sup>	-0,2362 <sup>ns</sup>	-0,4212 <sup>ns</sup>
Equilíbrio	0,3063 <sup>ns</sup>	-0,6258*	-0,2062 <sup>ns</sup>	0,4387 <sup>ns</sup>	-0,0814 <sup>ns</sup>	-0,2587 <sup>ns</sup>
Conjunto	0,3066 <sup>ns</sup>	-0,4084 <sup>ns</sup>	-0,0944 <sup>ns</sup>	0,6153*	-0,0052 <sup>ns</sup>	-0,5523 <sup>ns</sup>
Retrogosto	0,5204 <sup>ns</sup>	-0,2949 <sup>ns</sup>	0,0434 <sup>ns</sup>	0,7096*	0,0721 <sup>ns</sup>	-0,2157 <sup>ns</sup>
Nota Global	0,2882 <sup>ns</sup>	-0,6083*	-0,2448 <sup>ns</sup>	0,5817 <sup>ns</sup>	-0,1672 <sup>ns</sup>	-0,468 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup>Não significativo, \*significativo a 5% e \*\*significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

Para o cultivo a pleno sol foram verificadas correlações significativas entre a classe de compostos das pirimidinas e o parâmetro da bebida do retrogosto ( $r = -0,6652$ ), para os demais parâmetros da bebida as correlações com a classe de compostos das pirimidinas também foram negativas no cultivo pleno sol, exceto para o equilíbrio, porém não apresentaram significância. Já para o cultivo sombreado, mesmo apresentando correlações negativas, elas foram mais fracas do que as observadas no cultivo a pleno sol, não sendo observadas correlações significativas.

Correlações negativas também foram observadas entre a classe das aminas com a doçura ( $r = -0,6282$ ), aminas com conjunto ( $r = -0,6791$ ) e classe das aminas com retrogosto ( $r = -0,7725$ ) no cultivo a pleno sol. Observando essas correlações para o cultivo sombreado elas foram mais fracas do que do ambiente a pleno sol, o que demonstra que a relação entre a classe dos compostos químicos e a qualidade torna-se menos direta no cultivo com sombreamento artificial, o que pode ser um reflexo de alterações na composição e na interação entre as classes de compostos.

Para o cultivo sombreado as correlações significativas foram entre a classe de composto das pirazinas com o aroma ( $r = -0,6063$ ), pirazinas com acidez ( $r = -0,6450$ ), pirazinas com corpo ( $r = -0,6913$ ), pirazinas com equilíbrio ( $r = -0,6258$ ), pirazinas e nota global ( $r = -0,6083$ ), sendo que todas essas correlações foram negativas, indicando que com o aumento desses compostos químicos, ocorre uma diminuição nas notas dos parâmetros da bebida citados.

A classe de compostos das pirazinas podem apresentar variadas características sensoriais e contribuem com aromas e sabores distintos nos alimentos (MÜLLER; RAPPERT, 2010), justamente essas variações referentes à classe das pirazinas, que podem ter ocasionado essas correlações negativas para os parâmetros da bebida no cultivo sombreado, devido a todas as interações que podem ter gerado esses resultados.

Alves et al. (2018), em estudos do sombreamento de café conilon com seringueira, também concluíram que as pontuações para a nota da bebida foram inferiores ao cultivo a pleno sol, sendo essas perdas atribuídas às fermentações indesejadas que podem ter iniciado na lavoura, devido à maior umidade retida no ambiente sombreado.

No cultivo sombreado também pode-se destacar as correlações da classe de compostos dos fenóis com acidez ( $r = 0,6469$ ), fenóis com conjunto ( $r = 0,6153$ ), e fenóis com retrogosto ( $r = 0,7096$ ), de modo que essas correlações positivas indicam que com o aumento da classe de compostos dos fenóis também se observa um aumento para as notas dos parâmetros da bebida citados. Machado (2019) também observou que a concentração de fenóis é diretamente proporcional a qualidade, demonstrando a importância dos compostos fenólicos para parâmetros da bebida.

É importante destacar que as correlações apresentadas são entre a soma das classes de compostos pertencentes a cada grupo químico com os parâmetros da qualidade da bebida, mas existem diferentes compostos em cada classe química e

suas concentrações também variam em resposta à alteração de cada sistema de cultivo.

As correlações indicam a relação presente entre as classes de compostos químicos e os parâmetros da bebida, apontando como foi o comportamento nesse estudo, porém a qualidade sensorial da bebida do café é muito complexa, pois é relacionada com formação do aroma e existem muitas interações em todos os processos de produção do café e principalmente pelo equilíbrio da composição química dos grãos torrados com contribuições sensoriais de diferentes compostos (MALTA et al., 2020; DEBONA et al., 2021), por essa razão é difícil relacionar um único composto como determinante na qualidade da bebida do café, o que também explica as variações que ocorrem entre os genótipos. Dessa forma, torna-se importante verificar a possibilidade de uso de métodos alternativos para a análise da composição volátil, como o uso da soma de classes de compostos empregados no presente estudo.

As alterações observadas nas magnitudes e significâncias das correlações obtidas no cultivo sombreado indicam que algumas interações entre classes de compostos voláteis e os parâmetros da qualidade de bebida dos genótipos de café conilon podem ser intensificadas pela alteração ambiental. Os resultados demonstram que a interpretação da composição volátil para estudos da qualidade do café pode ser mais eficiente levando em consideração o sistema de cultivo. Para o cultivo a pleno sol, correlações significativas poderiam ser exploradas para as classes de pirimidinas e aminas e parâmetros da qualidade de bebida. Enquanto no cultivo sombreado, foram encontradas correlações significativas entre a qualidade e a soma de pirazinas e fenóis.

Apesar da nota global apenas se correlacionar significativamente com a soma das pirazinas no cultivo sombreado; outras correlações significativas e mais fortes foram observadas para os parâmetros de retrogosto, doçura, aroma, acidez, corpo e conjunto da bebida; para diferentes sistemas e classes de compostos.

Esses resultados evidenciaram que algumas classes de compostos podem ser mais fortemente correlacionadas com a qualidade em um sistema de cultivo a pleno sol, enquanto outros no sistema sombreado, indicando que pode ser possível enfatizar classes de compostos específicos para cada sistema, visando a exploração das correlações com a qualidade para concentrar recursos em futuras pesquisas.

## 5. CONCLUSÕES

O sombreamento é capaz de alterar o perfil sensorial e a composição volátil da bebida do café conilon, sendo essas alterações dependentes do genótipo.

Alguns genótipos (104, 12V, 109, 820/87, 304) apresentam maiores modificações em seu perfil sensorial e composição volátil do que outros (103, 2B/88, 108, 604/97, 207, 303), em função do sombreamento.

As principais classes de compostos químicos identificados foram os furanos, pirazinas e fenóis. As classes que mais se correlacionaram com parâmetros da qualidade de bebida do café foram as pirimidinas e aminas, para o cultivo a pleno sol, e pirazinas e fenóis, para o cultivo sombreado.



## 6. REFERÊNCIAS

AGNOLETTI, B. Z.; OLIVEIRA, E. C. S.; PINHEIRO, P. F.; SARAIVA, S. H. Discriminação de Café Arábica e Conilon Utilizando Propriedades Físico-Químicas Aliadas à Quimiometria. **Revista Virtual de Química**, v.11, n. 3, p.785-805, 2019.

AKIYAMA, M.; MURAKAMI, K.; IKEDA, M.; IWATSUKI, K.; KOKUBO, S.; WADA, A.; TOKUNO, K.; ONISHI, M.; IWABUCHI, H.; TANAKA, K. Characterization of flavor compounds released during grinding of roasted robusta coffee beans. **Food Science and Technology Research**, Switzerland, v. 11, n. 3, p. 298-307, 2005.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Mapa de classificação climática de G. Köppen para o Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

ALVES, A. L.; PESSOA, M. S.; SOUZA, P. E. N.; PARTELLI, F.L.; MOSCON P.S.; SILVA, E.C.; GUIMARÃES, A. O.; MUNIZ, E. P.; PINHEIRO, P. F.; BORÉM, F. M.; MORAIS, P. C. Influência de fatores ambientais e microclimáticos na qualidade dos grãos de café (*C. canephora*): Correlação entre análise química e radicais livres estáveis. **Ciências Agrárias**, v. 9, n. 9, p. 1173-1187, 2018.

ARAÚJO, A. V.; PARTELLI, F. L.; OLIVEIRA, M. G.; PEZZOPANE, J. R. M.; FALQUETO, A. R.; CAVATTE, P. C. Microclima e crescimento vegetativo de café Conilon consorciado com bananeiras. **Coffee Science**, v. 10, n.2, p. 214-222, 2015.

BARBOSA, M. Novo Raio-X da Cafeicultura Brasileira. **Revista do Café**, Rio de Janeiro, n. 837, p. 20-27, mar. 2011.

BICHO, N. C.; LEITÃO, A. E.; RAMALHO, J. C.; ALVARENGA, N. B.; LIDON, F. C. Impacto do tempo de torra no perfil sensorial de café Arábica e Robusta. **Ecologia da Alimentação e Nutrição**, v. 52, n. 2, p. 163-177, 2013.

BRUYN, F.; ZHANG, S. J.; POTHAKOS, V.; TORRES, J.; LAMBOT, C.; MORONI, A. V. D. E.; VUYST, L. Exploring the impacts of postharvest processing on the microbiota and metabolite profiles during green coffee bean production. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 83, n.1, p. 1-40, 2016.

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

BYTOF, G.; KNOPP, S. E.; KRAMER, D.; BREITENSTEIN, B.; BERGERVOET, J. H. W.; GROOT, S. P. C.; SELMAR, D. Transient occurrence of seed germination processes during coffee postharvest treatment. **Annals of Botany**, Rockville, v. 100, p. 61-66, 2007.

CAVATTE, P. C.; OLIVEIRA, Á. A.; MORAIS, L. E.; MARTINS, S. C.; SANGIARD, L. M.; DaMATTIA, F. M. Could shading reduce the negative impacts of drought on coffee? A morphophysiological analysis. **Physiologia Plantarum**. v. 144, n.1, p. 111–122. 2012.

CLIFFORD, M. N. Chlorogenic acids. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R. (Ed.) **Coffee**. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1985. v.1, p.153-202.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de café. **Companhia Nacional de Abastecimento**, v. 9, n. 1, p. 60, 2022.

CORRÊA, V. G.; TURECK, C.; LOCATELI, G.; PERALTA, R. M.; KOEHNLEIN, E. A. Estimative the consumption of phenolic compounds by Brazilian population. **Revista de Nutrição**, v. 28, n. 2, p. 185- 196, 2015.

CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H.; BOTELHO, F. M.; TRETTO, P. C.; ALVES, E. A. Propriedades físicas e químicas interferentes na pós-colheita do café. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M.C. (ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa; Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2015. cap.18, p.399-424. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-depublicacoes/-/publicacao/1023755/cafenaamazonia>. Acesso em: 20 out. 2021.

CORTEZ, J. C. Padrões de bebida para café conilon. In: SIMPOSIO ESTADUAL DE CAFÉ, 6, 2004, Vitória, ES. *Anais...Vitoria*, ES, 2004.

CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*. v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

CQI/UCDA. Coffee Quality Institute/Ugandan Coffee Development Authority. Fine robusta coffee standards and protocols. Disponível em: <<https://finerobusta.coffee/>>. Acesso em: 06 ago. 2021.

CZERNY, M.; MAYER, F.; GROSCH, W. Sensory study on the character impact odorants of roasted Arabica coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 47, p. 695-699, 1999.

DaMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; SALES, E. F.; ARAÚJO, J.B.S. O café conilon em Sistemas Agroflorestais. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. **Café Conilon**. 2 eds. atual. e ampli. 2ª reimpressão – Vitória, ES: Incaper, 2017, p.481-493.

DaMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Research*, v. 86, n. 2-3, p. 99-114, 2004.

DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 167, n. 4, p. 357-377, 2011.

DEBONA, D. G.; OLIVEIRA, E. C. S.; CATEN, C. S.; GUARÇONI, R. C.; MOREIRA, T. R. PEREIRA, L. L.; MORELI, A. P. Sensory analysis and mid-infrared spectroscopy for discriminating roasted specialty coffees. *Coffee Science*. v. 16, 2021.

DURÁN, C. A. A.; TSUKUI, A.; SANTOS, F. K. F; MARTINEZ, S. T.; BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. *Revista. Virtual de Química*, v.9, n.1, p. 107-134, 2017.

FERNANDES, D. R. Manejo do Cafezal. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do Cafeeiro**. Piracicaba: Potafós, 1986. cap. 36, p. 275-301.

FERNANDES, S. M.; PINTO, N. A. V. D.; THÉ, P. M. P.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D. Teores de polifenóis, ácido clorogênico, cafeína e proteína em Café torrado. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7 n 3, p.197-199, 2001.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. **Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. 4.ed. rev. e ampl. Vitória: Incaper, 2012. 74p. (Incaper. Circular técnica, nº 03-I).

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. Vitória: Incaper, 2015a. 5p. (Documentos)

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. **'ES8122' - Jequitibá: nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo**. 2.ed. Vitória: Incaper, 2015b. 5p. (Documentos).

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. **'Centenária ES8132': nova variedade clonal de café conilon de maturação tardia para o Espírito Santo**. 2.ed. Vitória: Incaper, 2015c. 6p. (Documentos).

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; VERDIM FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Origem, dispersão, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora*. In: FERRÃO, R. G. et al. (2 eds.). **Café Conilon**. Vitória: Incaper, Cap.4, p.81-97, 2017.

FERREIRA, W. M. P.; JÚNIOR, J. I. R.; DIAS, C. R. G.; OLIVEIRA, K. R.; GOMES, J. V.; SOUZA, C. F. Requisitos para credibilidade da análise sensorial do café. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n 1, p. 257-269, 2018.

FLAMENT, I. **Coffee flavor chemistry**. John Wiley & Sons: Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore and Toronto, 2002.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. 'Conilon Vitória - Incaper 8142': improved *Coffea canephora* var. kouillou clone cultivar for the State of Espírito Santo. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, p. 503-505, 2004.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; LANI, J. A.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; FILHO, A. C. V.; RONCHI, C. P.; MARTINS, A. G. Manejo da Cultura do Café Conilon: Espaçamento, Densidade de Plantio e Podas. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2017. p. 258-277.

FONSECA, A. F. A. FILHO, J. A. M.; FILHO, A. C. V., FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; EUGÊNIO, M. H. A. Quality and Classification of Conilon Coffee. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. (Eds.). **Conilon coffee**. 3ed. updated and expanded. Vitória, ES: Incaper, 2019. p. 685-729.

FONSECA, A.; SAKIYMA, N.; BORÉM, A. **Café Conilon: do plantio a colheita**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 257p. 2015.

INCAPER - INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. '**Centenária Incaper 8132**' – **Nova Variedade Clonal de Conilon de Maturação Tardia para o Espírito Santo**. 2013.

KIM, S. Y.; KO, J. A.; KANG, B. S.; PARK, H. J. Prediction of key aroma development in coffees roasted to different degrees by colorimetric sensor array. **Food Chemistry**, v.240, p.808-816, 2018.

KALSCHNE, D. L.; VIEGAS, M. C.; CONTI, A. J.; CORSO, M. P.; BESSANI, M. T. Steam pressure treatment of defective *Coffea canephora* beans improves the volatile profile and sensory acceptance of roasted coffee blends. **Food Research International**, v. 105, n. August 2017, p. 393–402, 2018.

LOCK, C. G. W. **Coffee: its culture and commerce in all countries**. Londres: E & FN Spon, 1888, 274 p.

MACHADO FILHO, J. A.; FONSECA, A. F.; FILHO, A. C. V.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; COSTA, P. R. Quality and classification of Conilon coffee. **Informe Agropecuário**. Cafés Conilon e Robusta: potencialidades e desafios, Belo Horizonte, v.41, n.309, p.114-123, 2020.

MACHADO, J. L. **Perfil químico e sensorial de grãos de diferentes genótipos de *Coffea canephora***. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal do Espírito Santo, 78 p., 2019.

MALTA, M. R.; FASSIO, L.O.; LISKA, G. R.; CARVALHO, G. R.; PEREIRA, A. A. BOTELHO, C. E.; FERRAZ, V. P.; SILVA, A. D.; PEDROSA, A. W.; ÁLVARO, L. N.; FONSECA, A. G.; PEREIRA, A. Discrimination of genotypes coffee by chemical composition of the beans: Potential markers in natural coffees. **Food Research International**, v. 134, p. 109219, 2020.

MANCUSO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; PERDONÁ, M. J. Produção de café sombreado. **Colloquium Agrariae**, v. 9, n.1, 2013, p. 31-44.

MARIA, C. A. B., MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C. Volatile components in roasted coffee. Part I: heterocyclic compounds. Revisão, **Química Nova**, v. 22, n. 2, 1999.

MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N.; MACHADO, L. S.; BRINATE, S. V. B.; COLODETTI, T. V.; FERREIRA, D. S.; CÔGO, A. D.; APOSTÓLICO, M. A.; TEODORO, P. E.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; PARTELLI, F. L.; RAMALHO, J. D. C. Genotypes of conilon coffee can be simultaneously clustered for efficiencies of absorption and utilization of N, P and K. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 3633-3642, 2016.

MATIELLO, J. B. **Sistemas de Produção na Cafeicultura Moderna, Tecnologias de plantio adensado, renque mecanizado, arborização e recuperação de cafezais**. Rio de Janeiro: MM Produções Gráficas, 1995. 102p.

MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G.; BORÉM, F. M.; MARQUES, E. R. Composição química de grãos crus de cultivares de *Coffea arabica* L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berg et Br. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 413-419, 2007.

MESQUITA, C. M.; MELO, E. M.; REZENDE, J. E.; CARVALO, J. S.; JUNIOR, M. A. F.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; CARVALHO, R. M.; ARAÚJO, W. G. **Manual do café: implantação de cafezais *Coffea arabica* L.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 50 p.

MORAES, R. M.; ANGELUCCI, E.; SHIROSE, I.; MEDINA, J.C. Determinação de sólidos solúveis em cafés arábica e canephora. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.5, p. 199-221, 1973.

MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A.; ROCHA, R. S. Constituintes voláteis de cafés gourmet e mole do cerrado do triângulo mineiro em função da torra. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 282-284, 2003.

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; MARIA, C. A. B.; Componentes voláteis do café torrado. Parte ii. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, v. 2, p. 23, 2000.

MORI, A. L. B.; GARCIA, A. O.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; BENASSI, M. T. Sensory profile of conilon coffee brews from the state of Espírito Santo, Brazil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.53, n.9, p.1061-1069, 2018.

MÜLLER, R.; RAPPERT, S. Pyrazines: occurrence, formation and biodegradation. **Applied microbiology and biotechnology**. v.85, p. 1315–1320, 2010.

NASCIMENTO, E. A.; AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, P. M.; CHANG, R.; MORAIS, S. A. L. Composição química do café conilon em diferentes graus de torração. **Ciência & Engenharia**, v. 16, n. 1/2, p. 17-21, 2007.

PEREIRA, M. C. **Características químicas, físico-químicas e sensorial de genótipos de grãos de café (*Coffea arabica* L.)**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras, 101 p. 2008.

PEREIRA, L. L.; GUARÇONI, R. C.; PINHEIRO, P. F.; OSÓRIO, V. M.; PINHEIRO, C. P.; MOREIRA, T. R.; CATEN, C. S. New propositions about coffee wet processing: Chemical and sensory perspectives. **Food Chemistry**. v. 310, p.1-10,2020.

PEREIRA, P. V.; BRAVIM, D. G.; GRILLO, R. P.; BERTOLI, L. D.; OSÓRIO, V. M.; OLIVEIRA, D. S.; MIGUEL, M. G. C. P.; SCHWAN, R. F.; SILVA, S. A.; COELHO, J. M.; BERNARDES, P. C. Microbial diversity and chemical characteristics of *Coffea canephora* grown in different environments and processed by dry method. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 37, p. 51, 2021.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória, ES: SEEA; INCAPER; CEDAGRO, 305 p. 2007.

RAMOS, P. J.; PRIETO, F. A.; MONTOYA, E. C.; OLIVEROS, C. E. Automatic fruit count on coffee branches using computer vision. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.137, p. 9-22, 2017.



RIBEIRO, J. S.; AUGUSTO, F.; SALVA, T. J.; THOMAZIELLO, R. A.; FERREIRA, M. M. Prediction of sensory properties of Brazilian Arabica roasted coffees by headspace solid phase microextraction-gas chromatography and partial least squares. **Analytica Chimica Acta**, v. 364, p.172-179, 2009.

RIBEIRO, J. S.; TEÓFILO, R. F.; SALVA, T. J.; AUGUSTO, F.; FERREIRA, M. M. C. Exploratory and discriminative studies of commercial processed Brazilian coffees with different degrees of roasting and decaffeinated. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 198-206, 2013.

RIBEIRO, L. A. B.; KAJIWARA, V.; SANTIS, V. B. G.; ROSISCA, J. R.; KITZBERGER, C. S. G.; MORAIS, H.; SANTORO, P. H. Relação da composição e atividade antioxidante de cafés cultivados sob sombreamento. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Vitória. ISSN: 1984-9249, 2019.

RODRIGUES, W. P.; MARTINS, M. Q.; FORTUNATO, A. S.; RODRIGUES, A. P.; SEMEDO, J. N.; SIMÕES-COSTA, M. C.; PAIS, I. P.; LEITÃO, A. E.; COLWELL, F.; GOULAO, L.; MÁGUAS, C.; MAIA, R.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. C.; DaMATTa, F. M.; RAMALHO, J. C. Long-term elevated air [CO<sub>2</sub>] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical *Coffea arabica* and *C. canephora* species. **Global Change Biology**, v. 22, n. 1, p. 415–431. 2015.

SALES, E. F.; BALDI, A. **CAFEZAIS SOMBREADOS: Experiências com o manejo do sistema no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, 2020. 39 p.

SANZ, C.; CZERNY, M.; CID, C.; SCHIEBERLE, P. Comparison of potent odorants in a filtered coffee brew and in an instant coffee beverage by aroma extract dilution analysis (AEDA). **European Food Research and Technology**, New York, v. 214, p. 299-302, 2002.

SCAA PROTOCOLS. Cupping Specialty Coffee. Specialty Coffee Association of

America - SCAA. **Published by the Specialty Coffee Association of America.**  
Revised: December 16, 2015. Disponível em:  
<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SILVA, B. S. R.; SANT'ANA, G. C.; CHAVES, C. L.; ANDROCIOLI, L. G.; FERREIRA, R. V.; SERA, G. H.; CHARMETANT, P.; LEROY, T.; POT, D.; DOMINGUES, D. S.; PEREIRA, L. F. P. Population structure and genetic relationships between Ethiopian and Brazilian *Coffea arabica* genotypes revealed by SSR markers. **Genetica**, v. 147, n. 2, p. 205-216, 2019.

SILVA, J. S.; MORELLI, A. P.; VERDIN FILHO, A. C. Tecnologias pós-colheita para Conilon de qualidade. In: FONSECA, A.F.A da; SAKIYAMA, N.S.; BORÉM, A. (ed.) **Café Conilon: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2015. cap.10, p.204-230.

SOUZA, T. S.; ALMEIDA, R. N.; BERILLI, S. S. Efeito do sombreamento na qualidade da bebida de café conilon cultivado em sistemas consorciados. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.14, n.4, p.1-6, 2019.

SUNAHARUN, W. B.; WILLIAMS, D. J.; SMYTH, H. E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. **Food Research International**. v. 62, p. 315-325, 2014.

TEIXEIRA, A. A. O que são cafés especiais? **Hoje em dia**, Belo Horizonte, 5 ago. 2015. Disponível em: <http://www.hojeemdia.com.br/noticias/aldir-alves-teixeira-o-que-s-o-cafes-especiais-1.337467>. Acesso em: 22 out. 2021.

TANG, V. C. Y.; SUN, J. CORNUZ, M.; YU, B.; LASSABLIERE, B. Effect of solid-state fungal fermentation on the non-volatiles content and volatiles composition of *Coffea canephora* (Robusta) coffee beans. **Food Chemistry**, v. 337, p. 128023, 2021.

TOCI, A. T.; FARAH, A. Volatile fingerprint of Brazil and effective coffee seeds: corroboration of potential marker compounds and identification of new low quality indicators. **Food Chemistry**, v. 153, p. 298-314, 2014.

TOLEDO, P. R.; PEZZA, L.; PEZZA, H. R.; TOCI, A. T. Relationship between the different aspects related to coffee quality and their volatile compounds. *Comprehensive Reviews in. Food Science and Food Safety*, v. 15, n. 4, p. 705-719, 2016.

TORRES, C. F. **Alterações fitotécnicas em genótipos de cafeeiro Conilon em resposta ao sombreamento.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo. 49p. 2020.

UCDA. Uganda Coffee Development Authority. **Protocolos para Degustação do Robusta.** Junta Consultiva do Setor Privado. Junho de 2010, Londres, Inglaterra, 22p, jul. 2010. Disponível em: < <http://www.ico.org/documents/pscb-123-p-robusta.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2021.

VENANCIO, L. P.; AMARAL, J. F. T.; CAVATTE, P. C.; VARGAS, C. T.; REIS, E. F.; DIAS, J. R. Vegetative growth and yield of robusta coffee genotypes cultivated under different shading levels. *Bioscience Journal*, v. 35, p. 1490-1503, 2019.

VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G. Linear retention index for characterization of volatile compounds in soluble coffee using GC-MS and HP-Innowax column. *Química Nova*, v. 30, n. 8, p.2031-2034, 2007.

WANG, Y.; WANG, X.; HU, G.; HONG, D.; BAI, X.; GUO, T.; ZHOU, H.; LI, J.; QIU, M. Chemical ingredients characterization basing on <sup>1</sup>H NMR and SHS-GC/MS in twelve cultivars of *Coffea arabica* roasted beans. *Food Research International*, v. 147, 2021.

WORKU, M.; MEULENAER, B.; DUCHATEAU, L.; BOECKX, P. Effect of altitude on biochemical composition and quality of green arabica coffee beans can be affected by shade and postharvest processing method. *Food Research International*, v.105, p. 278-285, 2018.