

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

**EFEITO DA MATURAÇÃO E DO GRAU DE TORRA NO PERFIL
QUÍMICO E SENSORIAL DA CULTIVAR DE CAFÉ CONILON
“CONQUISTA ES8152”**

ARTHUR MERIGUETI DE SOUZA COSTA

VILA VELHA-ES
FEVEREIRO/2022

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

**EFEITO DA MATURAÇÃO E DO GRAU DE TORRA NO PERFIL
QUÍMICO E SENSORIAL DA CULTIVAR DE CAFÉ CONILON
“CONQUISTA ES8152”**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, para obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

ARTHUR MERIGUETI DE SOUZA COSTA

VILA VELHA-ES
FEVEREIRO/2022

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

C837e

Costa, Arthur Meriqueti de Souza.
Efeito da maturação e do grau de torra no perfil químico e sensorial da cultivar de café conilon "conquista es 8152" / Arthur Meriqueti de Souza Costa. – 2022.
54 f. : il.

Orientador: Rodrigo Scherer.
Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) –
Universidade Vila Velha, 2022.
Inclui bibliografias.

1. Farmacologia e terapêutica. 2. Café – Cultivo.
I. Scherer, Rodrigo. III. Universidade Vila Velha. IV. Título.

CDD 615

ARTHUR MERIGUETI DE SOUZA COSTA

**EFEITO DA MATURAÇÃO E DO GRAU DE TORRA NO PERFIL
QUÍMICO E SENSORIAL DA CULTIVAR DE CAFÉ CONILON
“CONQUISTA ES8152”**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, para obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

Aprovado em 23 de fevereiro de 2022.

Banca examinadora:



Prof. Dra. Mayara Fumiere Lemos – Multivix



Prof. Dra. Vanessa Moreira Osório – UFES



Prof. Dr. Rodrigo Scherer – UVV
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

É impossível listar todas as pessoas que sou grato. Gostaria de agradecer, em geral, a todos que, de alguma forma, estiveram presentes neste caminho. Mais especificamente, agradeço a todas as minhas famílias.

Agradeço, primeiramente, à minha família de sangue, que sempre colocou a educação como prioridade. Agradeço à minha mãe, ao meu pai, à minha irmã, às minhas avós, avôs, tias e primos. Sou extremamente privilegiado por pertencer a este ciclo que prioriza a educação assiduamente. Foram muitos os esforços e situações das quais eu provavelmente nem tenho conhecimento que me trouxeram até aqui. Espero orgulhá-lo da mesma forma que me orgulho de vocês.

Agradeço à minha família de amigos, às minhas irmãs de outras mães, que se tornaram minhas mães também. Obrigado por estarem sempre ao meu lado. Obrigado pela, infância, adolescência e vida adulta. Sei que posso sempre contar com vocês, e vocês comigo.

Agradeço à minha família Lab 30, ou LabCrom. Eu nunca me senti tão bem em um ambiente escolar quanto eu me sinto com vocês. Obrigado por me acolherem, do jeito que eu sou. Agradeço também por responderem a todas as minhas perguntas, mesmo que pela 14ª vez, por se tornarem meus exemplos, pelo suporte e por me ensinarem tanto sobre tudo. A admiração que eu tenho por vocês é enorme, obrigado.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Scherer, o qual também tenho imensa admiração. Até hoje não sei por que me escolheu para participar do seu laboratório, mas eu não tenho palavras suficientes para agradecer. Você me proporcionou momentos e escolhas que eu nunca conseguiria fazer sem estar sob a sua orientação e dentro do Lab30. Obrigado.

Agradeço, também, à família UVV, que viabilizou a realização do meu curso de graduação e mestrado, a todos os membros de outros laboratórios que disponibilizaram tempo e equipamentos e a todos os professores que tive até aqui. Agradeço à agência de fomento FAPES, pelo auxílio fornecido, indispensável para a minha formação.

À minha avó, Eliza. Por todos os esforços e incentivos, por nos ensinar a lutar pelos nossos. Por todo amor.

Muito obrigado!

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Estruturas químicas e nomenclatura dos ácidos clorogênicos obtidos a partir da esterificação do ácido quínico com o ácido cafeico. 21
- Figura 2.** Cromatogramas do café de torra clara com 60% de grãos maduros (C60) lido em (a.) 325 nm para a identificação dos padrões 5-CQA, 4-CQA, 3-CQA, 4,5-diCQA, 3,4-diCQA e 3,5-diCQA; e (b.) 270 nm para a identificação da cafeína. 33
- Figura 3.** Perfil Sensorial do café Conquista em diferentes maturações e graus de torra. C: Torra clara; M: Torra média; E: Torra escura; 60, 80 e 100: teor de grãos provenientes de frutos maduros na amostra. 41
- Figura 4.** Correlação de Pearson entre os atributos sensoriais e compostos voláteis do café Conquista em diferentes maturações e graus de torra. Cores mais intensas correspondem a correlações mais fortes entre os compostos e os atributos. 1: 2-metilpirazina; 2: Furfural; 3: 2-Furilmetanol; 4: Acetoxiacetona; 5: 2,5-dimetilpirazina; 6: 2,6-dimetilpirazina; 7: etilpirazina; 8: 5-metilfurfural; 9: Acetato de Furfurila; 10: 2-etil-6-metilpirazina; 11: 2-etil-5-metilpirazina; 12: trimetilpirazina; 13: 3-etil-2,5-dimetilpirazina; 14: 3,5-dietil-2-metilpirazina; 15: 2-nonenal; 16: 1-furfurilpirrol; 17: Dodecano; 18: Salicilato de etila; 19: 4-etil-2-metoxifenol; 20: Éter difurfurílico; 21: 4-etenil-2-metoxifenol; 22: Ácido 4-hidroxi-7-metil-1,8-naftiridina-3-carboxílico; 23: 1,2,3-propanotriol, diacetato; 24: Ácido propanoico, 2-metil-3-hidroxi-2,4,4-trimetilpentil éster; 25: β -damascenona; 26: Tetradecano; 27: 1-furfuril-2-formilpirrol; 28: Cafeína; 29: Butil ciclohexil ftalato. 43
- Figura 5.** Análise de Componentes principais do café Conquista em diferentes maturações e graus de torra, agrupados por grau de torra, sendo a coloração vermelha correspondente aos cafés 60% maduros; coloração verde, cafés 80% maduros; e coloração preta, cafés 100% maduros. 44
- Figura 6.** Análise de Componentes principais do café Conquista em diferentes maturações e graus de torra, agrupados por grau de torra, sendo a coloração preta correspondente aos cafés de torra clara; coloração verde, cafés de torra média; e coloração vermelha, escura. 45
- Figura 7.** Influência das variáveis na separação das amostras da PCA separada por torra. 46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
BS	Base seca
CCENS/UFES	Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde/ Universidade Federal do Espírito Santo
CFQA	Ácido cafeoilferuloilquínico
CGAs	Ácidos Clorogênicos
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
CQA	Ácido cafeoilquínico
CoQA	Ácido p-cumaroilquínico
DAD	Detector de arranjo de diodos
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
diCQA	Ácido dicafeoilquínico
DVB/CB/PDMS	Divinilbenzeno/Carbowax/Polidimetilsiloxisano
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ER	Equação da Reta
FQA	Ácido feruloilquínico
IFES	Instituto Federal do Espírito Santo
IK	Índice de Kovats
INCAPER	Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
IR	Índice de retenção
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
HS-SPME-GC-MS	Microextração "headspace" em fase sólida acoplada à cromatografia gasosa e espectrometria de massa
LD	Limite de detecção
LQ	Limite de quantificação
PCA	Análise de Componentes Principais
SCAA	Specialty Coffee Association of America
UCDA	Uganda Coffee Development Authority
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UHPLC	Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência

RESUMO

DE SOUZA COSTA, Arthur Merigueti. M.Sc. Universidade Vila Velha – ES, fevereiro de 2022. **Efeito da maturação e do grau de torra no perfil químico e sensorial da cultivar de café conilon “conquista es8152”**. Orientador: Rodrigo Scherer.

O café é uma das bebidas mais consumidas mundialmente. O Espírito Santo é o maior produtor brasileiro de café conilon, tendo investido na criação de novas cultivares, como a “Conquista ES8152”, lançada no ano de 2019. O aroma e sabor da bebida se devem, principalmente, pela complexidade de sua composição, a qual é alterada desde o plantio até a xícara. O processamento, destacando-se o beneficiamento dos grãos e a torrefação, é uma etapa importante para esta mudança. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da maturação e da torra na composição química e sensorial da nova variedade de café conilon “Conquista ES8152”. Para tal, os grãos da cultivar foram colhidos contendo 3 diferentes porcentagens de frutos maduros: 60%, 80% e 100% e torrados em 3 diferentes graus de torra: clara, média e escura para a avaliação do perfil de compostos voláteis por HS-SPME-GC/MS, composição química de não-voláteis, por UHPLC, e análise sensorial, por meio do protocolo da UCDA para café conilon. Constata-se que o café Conquista “ES8152” possui teor de umidade entre 1,38 e 2,62%; de minerais, entre 4,34 e 4,72%; e rendimento entre 30,7 e 35,8%. As notas sensoriais variaram entre 75 e 80 e os compostos voláteis majoritários pertencem aos grupos pirazina, fenol, furano e pirrol. O teor de ácidos clorogênicos totais da cultivar situa-se entre 2,40 e 9,33%, e, cafeína, entre 2,16 e 2,41%. Correlacionando-se a nota sensorial dos cafés com o perfil de voláteis, observou-se que os compostos furfural e 1-metilfurfural correlacionaram-se positivamente com os atributos avaliados, enquanto 1-furfurilpirrol, 4-etil-2-metoxifenol e éter difurfurílico correlacionaram-se negativamente. A diferença na porcentagem de grãos maduros não influenciou na alteração do perfil químico da cultivar, entretanto, o perfil sensorial sofreu pequenas alterações. Já a torra ocasionou mudanças tanto no perfil químico quanto no sensorial. Conclui-se que o estudo dos cafés conilon capixabas é importante principalmente por conta do perfil sensorial, podendo o café Conquista ser classificado como uma bebida especial, além das suas possíveis utilizações em

diferentes áreas, principalmente pela presença de compostos bioativos e rendimento elevado.

Palavras chaves: *coffea canephora*. Torra. Maturação. ácidos clorogênicos. compostos voláteis. sensorial. UHPLC.

ABSTRACT

DE SOUZA COSTA, Arthur Meriguetti. M.Sc. Vila Velha University - ES, February 2022. **Effect of maturation and roast degree on the chemical and sensory profile of the conilon coffee cultivar “conquista es8152”**. Advisor: Rodrigo Scherer.

Coffee is one of the most consumed beverages worldwide. Espírito Santo is the largest Brazilian producer of conilon coffee, having invested in the creation of new cultivars, such as “Conquista ES8152”, launched in 2019. The aroma and flavor of the beverage are mainly due to the complexity of its composition, which is changed from planting to cup. Processing, especially bean beneficiation and roasting, is an important step in this change. The objective of the present work was to evaluate the effects of ripeness and roasting on the chemical and sensory composition of the new conilon coffee variety “Conquista ES8152”. To this end, the beans of the cultivar were harvested containing 3 different percentages of ripe fruits: 60%, 80% and 100% and roasted in 3 different degrees of roasting: light, medium and dark for the evaluation of the profile of volatile compounds by HS-SPME-GC/MS, chemical composition of non-volatiles, by UHPLC, and sensory analysis, by UCDA protocol for conilon coffee.

It appears that Conquista coffee “ES8152” has a moisture content between 1.38 and 2.62%; minerals, between 4.34 and 4.72%; and yield between 30.7 and 35.8%. Sensory notes ranged between 75 and 80 and the majority volatile compounds belong to the pyrazine, phenol, furan and pyrrole groups. The total chlorogenic acid content of the cultivar is between 2.40 and 9.33%, and caffeine, between 2.16 and 2.41%. Correlating the sensory note of the coffees with the volatile profile, it was observed that the compounds furfural and 1-methylfurfural were positively correlated with the evaluated attributes, while 1-furfurylpyrrole, 4-ethyl-2-methoxyphenol and difurfuryl ether were negatively correlated. The difference in the percentage of mature beans did not influence the change in the chemical profile of the cultivar, however, the sensory profile suffered small changes. The roasting caused changes in both the chemical and sensory profiles. It is concluded that the study of conilon coffees from the state of Espírito Santo is important mainly because of the sensory profile, as Conquista coffee can be classified as a special drink, in addition to its possible uses in different areas, mainly due to the presence of bioactive

compounds and high yield.

Keywords: *Coffea canephora*. Roast. Ripeness. chlorogenic acids. volatile compounds. sensory. UHPLC.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. Origem do café	13
2.2. A produção de café no Brasil e Espírito Santo	14
2.3. Processamento do café	15
2.4. Composição	18
3. OBJETIVOS	23
3.1. Objetivo geral	23
3.2. Objetivos específicos	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1. Desenho experimental	24
4.2. Processo de torra e moagem	25
4.3. Análises físico-química	25
4.3.1. Determinação de umidade e matéria seca	25
4.3.2. Teor de minerais totais	25
4.3.3. Rendimento de extrato solúvel	26
4.3.4. Determinação do teor de ácidos clorogênicos e cafeína	26
4.3.5. Análise de compostos voláteis	27
4.4. Análise sensorial	28
4.5. Análises estatísticas	28
5. RESULTADOS	30
5.1. Umidade e matéria seca	30
5.2. Teor de minerais totais	31
5.3. Rendimento de extrato solúvel	31
5.4. Teor de ácidos clorogênicos e cafeína	32
5.5. Compostos voláteis	35
5.6. Análise sensorial	40
6. DISCUSSÃO	41
7. CONCLUSÃO	47
8. REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

O café é um comódite agrícola composto por mais de 2000 substâncias, dentre elas, proteínas, lipídios, compostos fenólicos e moléculas voláteis responsáveis pelo sabor e aroma (JEON et al., 2019). Dentre várias espécies, as mais conhecidas e comercializadas são *Coffea arabica* (arábica) e *Coffea canephora* (conilon e robusta). O sul do Espírito Santo é um importante produtor de arábica, porém, o estado destaca-se pela produção de café conilon, compreendendo aproximadamente 69% da produção deste café no Brasil (CONAB, 2021; FERRÃO et al., 2019).

O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), desde 1985, atua no “Programa de Melhoramento Genético do Incaper”, responsável pelo fornecimento de cultivares de café conilon e, no ano de 2019, lançou em colaboração com a Embrapa Café a cultivar “Conquista ES8152”, de propagação sexuada (por semente), de maturação intermediária a tardia (colheita em junho/julho), porte médio, alta produtividade e resistência, composta por 56 progênies de *Coffea canephora* (clones e progênies híbridas) superiores escolhidas entre 3000 progênies, as quais foram observadas durante três décadas (INCAPER, 2019). Apesar dos dados citados, os aspectos químicos da cultivar ainda não são conhecidos.

O perfil químico do café é alterado durante todo o processamento do alimento pela escolha do grão, condições de lavoura, processamento pós-colheita e a torra (FERRÃO et al., 2019). Além disso, os defeitos comumente observados no alimento, divididos em extrínsecos (galhos, pedras, cascas e outros) e intrínsecos (presença de grãos imaturos, pretos, ardidos, pretos-imaturos, brocados ou grãos danificados e quebrados por insetos), também alteram a sua qualidade. A presença de grãos imaturos é bastante comum por conta da prática agrícola de derriça, caracterizada pela retirada de todos os frutos do galho ao mesmo tempo, sem seleção visual dos frutos cereja (TOCI; FARAH, 2008). Essa pode alterar seu perfil químico e sensorial (LE MOS et al., 2020; VELÁSQUEZ et al., 2019).

O protocolo de torrefação utilizado, bem como o grau de torra a ser atingido, também resultarão em bebidas diferentes (TOCI; AZEVEDO; FARAH, 2020). Os compostos são formados em diferentes momentos da torra e, dependendo da metodologia utilizada (temperatura e tempo de exposição), o café pode não atingir

a temperatura necessária para a formação de determinadas substâncias ou, até mesmo, ser superior às ideais, causando a degradação de outras moléculas (COLZI et al., 2017; SCHENKER et al., 2002). A torra média é a que possui um maior número de compostos desejáveis, e, portanto, notas sensoriais mais elevadas (WEI; TANOKURA, 2015).

Os compostos voláteis – representados predominantemente por aldeídos, cetonas, álcoois, ésteres, pirazinas, pirróis, furanos, ácidos e compostos fenólicos – são os principais responsáveis pelo aroma do café e as diferentes nuances observadas na bebida são associadas à sua formação (CAPORASO et al., 2018; TOCI; BOLDRIN, 2018). Dentre os mais de 1000 compostos voláteis do café (incluindo verde e torrado), entre 20 e 30 são considerados mais importantes para o aroma da bebida. Estes são liberados durante todo o processo de torra, dependendo da temperatura e do tempo (KIM et al., 2017; MAHMUD; SHELLIE; KEAST, 2020).

A partir do exposto é possível verificar que as inúmeras variáveis existentes tornam necessários mais estudos em cafés maduros e imaturos, aumentando o número de dados nesta área. Apesar do volume crescente de estudos a respeito do processo de torra em grãos de café, perfil sensorial e composição química (volátil e não-volátil), a quantidade de trabalhos correlacionando estes fatores e, principalmente, em *C. canephora*, é escassa. Além disso, dados a respeito da cultivar “Conquista ES8152” são inexistentes até o dado momento, tornando necessária a realização deste trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem do café

O café é a segunda bebida natural mais consumida mundialmente. Possui um caráter universal/democrático, já que pode ser consumida por todos, sem distinção socioeconômica, de pessoas, raças, culturas e outros. O produto do cafeeiro pode ser utilizado de diversas formas: em bebidas com diferentes técnicas de preparo, em outros alimentos, na área de cosmetologia e de produtos nutracêuticos e farmacêuticos (FERRÃO et al., 2019).

A origem do café foi descrita pela primeira vez no lêmên, pela Lenda de Kaldi, registrada em manuscritos que datam do ano de 575. De acordo com esta lenda, um pastor (Kaldi) de cabras que vivia na Etiópia notou o comportamento de seu rebanho alterado – mais alerta/agitado, efeito estimulante – após o consumo de folhas e frutos de um dos arbustos da vegetação local (o café). Para comprovar tal fato, Kaldi experimentou os frutos e confirmou o efeito das frutas, disseminando a notícia pela região, a qual iniciou o consumo pela ingestão da polpa, maceração do fruto e/ou mistura deste em banha para a refeição. Além disso, uma bebida alcoólica produzida por meio do suco de café fermentado e a mastigação ou infusão das folhas também eram usados (MARTINS, 2017).

O processo de torra e, conseqüentemente, o consumo da bebida na forma em que é conhecida hoje, teve início apenas no século XIV. O comércio do café também expandiu na região e o clima favoreceu o investimento em seu plantio para a posterior venda no comércio de especiarias do Oriente e como produto exótico e “misterioso” das terras islâmicas (MARTINS, 2017).

A cafeicultura foi introduzida no Brasil em 1727 e se tornou uma das atividades econômicas mais importantes para o país (FERRÃO et al., 2019). Desde a sua origem até os dias atuais, o manejo do café foi aprimorado. As etapas de colheita, pós-colheita, torra, preparo da bebida, tecnologias de melhoramento genético e muitos outros aspectos foram acrescentados e/ou modificados, buscando-se sempre uma melhor qualidade do produto.

2.2. A produção de café no Brasil e Espírito Santo

O café é um dos itens mais exportados pelo Brasil, sendo Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Bahia os principais estados produtores, responsáveis por 91,8% do total produzido no país (CONAB, 2021). Dentre várias espécies, as mais conhecidas são *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora* (conilon e robusta). O sul do Espírito Santo é um importante produtor de arábica, porém, o estado destaca-se pela produção de *C. Canephora*, predominantemente a variedade conilon, e compreende aproximadamente 69% da produção deste café no Brasil (CONAB, 2021). A cafeicultura é a principal e mais tradicional atividade agrícola do Espírito Santo, sendo uma fonte de renda fundamental para 80% dos municípios do estado e empregando diretamente cerca de 400 mil pessoas (FERRÃO et al., 2019).

A prática de melhoramento genético tem por objetivo atender demandas econômicas, sociais e ambientais por meio da alteração genética de espécies, levando à melhora de seus aspectos químicos, físicos, sensoriais, de resistência e relacionados à produção. Para gerar bons resultados, é necessário que se conheça as características genotípicas da espécie a ser tratada, bem como as estratégias que serão utilizadas. Isso posto, percebe-se a importância do melhoramento genético de café conilon, principalmente para o Espírito Santo, e reforça-se a necessidade de investimento em pesquisas de caracterização química e comportamento agrícola de materiais genéticos e espécies que fazem parte dos programas de melhoramento (AMABILE; VILELA; PEIXOTO, 2018; FERRÃO et al., 2019).

O Espírito Santo possui um importante programa de criação de cultivares de café conilon. O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), desde 1985, atua no “Programa de Melhoramento Genético do Incaper”, responsável pelo fornecimento de cultivares (de propagação clonal e por semente) de café conilon e, no ano de 2019, lançou em colaboração com a Embrapa Café a cultivar “Conquista ES8152”, de propagação sexuada (por semente), de maturação intermediária a tardia (colheita em junho/julho), porte médio, alta produtividade e resistência, composta por 56 progênies superiores de *Coffea canephora* (clones e progênies híbridas) escolhidas entre 3000 progênies, as quais foram observadas durante três décadas (INCAPER, 2019). Apesar dos dados citados, os aspectos químicos da cultivar ainda não são conhecidos.

2.3. Processamento do café

O café é um comódite agrícola composto por mais de 2000 substâncias, dentre elas, moléculas responsáveis pelo sabor e aroma, proteínas, lipídeos e compostos fenólicos (JEON et al., 2019).

O perfil químico do café é alterado durante todo o processamento do alimento, ou seja, desde o plantio até a xícara. Dos fatores ligados a essa mudança pode-se elencar a escolha do grão, condições de lavoura, processamento pós-colheita e a torra (FERRÃO et al., 2019). Além disso, os defeitos comumente observados do alimento, que podem ser divididos em extrínsecos (galhos, pedras, cascas e outros) e intrínsecos (presença de grãos imaturos, pretos, ardidos, pretos-imaturos, brocados ou grãos danificados e quebrados por insetos) também alteram a sua qualidade. Destes, a presença de grãos imaturos é bastante comum por conta da prática agrícola de derriça, caracterizada pela retirada de todos os frutos do galho ao mesmo tempo, sem seleção visual dos frutos cereja (TOCI; FARAH, 2008).

Sabe-se que a presença de grãos provenientes de frutos que não atingiram o estágio ideal de maturação nas bebidas de café irá alterar seu perfil químico e que bebidas de grãos imaturos possuem notas sensoriais baixas (LEMOS et al., 2020). A presença de grãos maduros ou grãos verde-amarelados junto aos imaturos pode acarretar no aumento da nota sensorial do café (VELÁSQUEZ et al., 2019). Além do perfil sensorial da bebida, alguns marcadores químicos podem ser alterados e, conseqüentemente, utilizados para a diferenciação do grau de maturação dos grãos, cujas análises são realizadas com maior frequência em grãos verdes (crus) por meio da quantificação de compostos não-voláteis e, em grãos torrados, pela quantificação de compostos voláteis (SMRKE et al., 2015; TOCI; FARAH, 2008).

Em relação aos grãos verdes, a formação de ácidos fenólicos – principalmente a família dos ácidos clorogênicos – mostrou-se um importante fator na diferenciação entre grãos maduros e imaturos, bem como o teor de triglicerídeos (JHAM et al., 2001; SMRKE et al., 2015). Entretanto, os ácidos clorogênicos são degradados durante a torra para a formação de lactonas, melanoidinas e compostos fenólicos mais simples, o que poderá impossibilitar a diferenciação da maturação dos grãos por esta via em cafés torrados. Já o perfil lipídico sofre menos alterações com a aplicação de calor, podendo ser um potencial fator de diferenciação entre as

maturações do café (FARAH et al., 2005; ILLY; VIANI, 2005).

Em análises de grãos verdes de cafés conilon e arábica, Lemos et al. (2020) encontrou diferenças em relação ao perfil químico e sensorial de amostras com diferentes porcentagens de grãos maduros, destacando-se que as bebidas provenientes dos cafés 60% maduros receberam notas inferiores e maior número de defeitos. Da mesma forma, na avaliação de bebidas de cafés em 7 diferentes estágios de maturação, Velásquez et al. (2019) encontrou diferença significativa no perfil sensorial apenas da bebida preparada com material dos frutos completamente verdes, enquanto as demais (frutos amarelo-esverdeados até completamente maduros) foram semelhantes.

O processo de torra é classificado como “um transporte combinado de calor e massa sobreposto por reações endotérmicas e exotérmicas”, ou seja, a aplicação de calor em grãos verdes de café, que culminará em uma ampla cascata de reações termodependentes, as quais transformarão toda a estrutura do grão verde no alimento mais comumente consumido: o café torrado (ILLY; VIANI, 2005).

Durante a torra, diversos processos ocorrem simultaneamente. Além da secagem da água por meio de um processo endotérmico, duas reações químicas indispensáveis para a formação dos compostos comumente vistos no café torrado decorrem: a reação de Maillard e a pirólise. Ao final, há o resfriamento dos grãos, visando a interrupção da torra (FERRÃO et al., 2019).

No início da torrefação, a aproximadamente 100°C, o grão ganha uma cor amarelada e fragrância semelhante à de pão. Com um maior aporte de calor, levando ao aumento da temperatura, inicialmente para 150°C, inicia-se a liberação de produtos voláteis (água, CO e CO₂) e o volume do grão começa a expandir entre 50% e 80%. Estes fatores levam ao aumento da pressão interna do café, seguida de um rompimento audível de sua parede celular de celulose, chamada de “primeiro estalo”, ou “primeiro crack”. Ao mesmo tempo, as reações responsáveis pelas principais mudanças no grão, relacionadas à síntese de substâncias ligadas ao sabor e aroma da bebida, se iniciam e o grão passa a ter uma coloração marrom-escura. A liberação de voláteis, bem como o aumento da pressão interna do café, continua, o que leva a um estalo rápido, chamado de “segundo estalo/crack”, indicando que a torra deve ser interrompida (imediatamente, para torras claras, ou após o ganho da cor desejada, para torras médias e escuras) por resfriamento, com auxílio de água ou ar como agentes de resfriamento. O grão ganha uma cor marrom-

canela, perde entre 11 e 20% de sua massa e seu volume aumenta, reduzindo a sua densidade (BUFFO; CARDELLI-FREIRE, 2004; CID; PEÑA, 2016; FERRÃO ET AL., 2019; LIM; ZWICKER; WANG, 2019).

As reações que ocorrem no grão durante a torra são termodependentes, logo, a temperatura a qual o grão será exposto, bem como o tempo que o produto será submetido à esta temperatura e seu teor de umidade serão importantes para o perfil sensorial e químico da bebida final (SCHENKER et al., 2002). Da mesma forma, os compostos são formados em diferentes momentos da torra e, dependendo do protocolo a ser utilizado, o café pode não atingir a temperatura necessária para a formação de determinados compostos ou, até mesmo, ser superior às ideais, causando a degradação de outras substâncias (COLZI et al., 2017). A torra média possui um maior número de compostos desejáveis, contando com substâncias formadas após torras mais claras e que ainda não foram degradadas, como em torras mais escuras. Essa complexidade confere uma nota sensorial mais elevada à bebida (WEI; TANOKURA, 2015).

Além do exposto, o protocolo de torrefação utilizado, bem como o grau de torra a ser atingido, também resultarão em bebidas diferentes (TOCI; AZEVEDO; FARAH, 2020). Os métodos mais comumente utilizados para a classificação do grau de torra são as análises colorimétricas (FERRÃO et al., 2019). Estas podem ser realizadas por espectrofotometria de reflectância, com expressão do resultado pelos valores de luminosidade (L) da escala CIE $L^*a^*b^*$ (LIM; ZWICKER; WANG, 2019). Também podem ser realizadas por meio do Sistema Agtron / Roast Classification Color Disk ou por instrumento similar de detecção eletrônica. A escala Agtron, criada pela SCAA, consiste-se em uma paleta de cores em discos identificadas por números inversamente proporcionais à intensidade da torra que são: muito clara (#95), clara (#85), moderadamente clara (#75), média clara (#65), média (#55), moderadamente escura (#45), escura (#35) e muito escura (#25). As torras ideais estão compreendidas entre os discos numerados entre 75 e 45 (ABIC, 2020).

Apesar da correlação entre a qualidade de bebidas de café e aspectos físicos, como brilho, cor, volume, perda de peso, densidade e umidade, ser alta, estas variáveis medidas sozinhas não são adequadas como critérios de avaliação para o grau de torrefação, já que as condições diferentes de torra podem gerar grãos com aspecto físico semelhante e composição química, qualidade e compostos voláteis,

diferentes.

O rendimento de extrato aquoso refere-se à quantidade de sólidos solúveis que podem ser extraídos em água fervente. Cafés com maior rendimento são desejáveis pela vantagem em indústria, uma vez que produzem uma maior quantidade de extrato (café) solúvel. Além disso, cafés com maior quantidade de extrato solúvel apresentam maior corpo de bebida (FILHO et al., 2015).

A avaliação ocorre por meio da suspensão do café torrado e moído em água fervente, deixando a solução em ebulição e refluxo durante 1h. A metodologia sugerida realiza a etapa de ebulição em um condensador de refluxo e secagem em banho maria (ZANEBON; PASCUET; TIGLEA, 2008).

Os parâmetros já testados que influenciam o rendimento de extrato solúvel de cafés são: época de colheita (LICCIARDI et al., 2005); espécies e variedades diferentes de café, sendo que o café conilon possui maior rendimento de extrato solúvel em comparação com o café arábica (FERNANDES et al., 2003); processamento, cafés processados em via seca possuem maior rendimento de extrato solúvel em comparação com cafés processados por via úmida (FILHO et al., 2015); presença de substâncias estranhas (adulteração) – cujo valor de rendimento seria elevado (maior que 35,88% – e/ou teor de minerais, ocasionando a redução do rendimento (PEDRO et al., 1996).

A partir da observação destes dados é possível verificar que a existência de inúmeras variáveis ligadas à qualidade final do café (localização geográfica, espécies, grãos verdes ou torrados, metodologia de análise e outros) tornam necessários mais estudos em frutos maduros e imaturos, aumentando o número de dados nesta área.

2.4. Composição

O café verde é composto por carboidratos (60%), compostos nitrogenados (10-15%), lipídios (8-18%), polifenóis (7-12%) e minerais (CID; PEÑA, 2016). Durante a torra esta composição é alterada e ocorre a queda nos teores de carboidratos e ácidos clorogênicos. Além disso, as proteínas se desnaturam, mas as unidades proteicas se integram para a formação de novos compostos, logo, o teor total de compostos nitrogenados não é tão alterado, exceto em torras mais escuras. Os alcalóides mais importantes da bebida são a cafeína e a trigonelina. O

comportamento destes compostos é antagonista nas temperaturas empregadas na torrefação: a cafeína, por ser termoestável, permanecerá sem muitas alterações, enquanto a trigonelina será degradada para a formação de outros compostos aromáticos. Os minerais permanecem sem alterações por conta da propriedade termoestável dos compostos inorgânicos. Já os polifenóis são degradados para a formação de outros compostos, como mencionado anteriormente (BAUER et al., 2018; BUFFO; CARDELLI-FREIRE, 2004; CID; PEÑA, 2016; ILLY; VIANI, 2005; WEI; TANOKURA, 2015).

Dentre os compostos fenólicos encontrados no café, os ácidos clorogênicos (CGAs) são os majoritários. Estes metabólitos secundários são quimicamente classificados como ésteres formados por um ácido trans-cinâmico e pelo ácido quínico. Aproximadamente 71 diferentes ácidos clorogênicos já foram identificados e suas classificações se dão por meio das diferentes identidades, quantidades e posições dos seus resíduos acila (CLIFFORD, 1999; UPADHYAY; RAO, 2013).

O café verde é o alimento com maior teor de CGAs conhecido, possuindo cerca de 8% destas moléculas em sua composição. Na espécie *Coffea canephora* o teor de CGAs varia entre 7 e 14% e, na espécie *Coffea arabica*, entre 4 e 8%. Durante a torra, grande parte dos ácidos clorogênicos é degradada, formando compostos fenólicos mais simples, melanoidinas, lactonas e outros. Ainda assim, a bebida de café possui uma quantidade significativa destes ácidos, podendo atingir valores entre 26 e 1141 mg/100mL de bebida, sendo considerada a principal fonte do composto na dieta humana (tanto pelo teor quanto pelo hábito do consumo de café) (FARAH; DONANGELO, 2006; FARAH; LIMA, 2019).

A família de ácidos clorogênicos é dividida em 5 principais grupos, de acordo com os diferentes ácidos trans-cinâmicos que o compõem e com os diferentes locais de ligação destes no ácido quínico. São eles: ácidos cafeoilquínicos (CQAs), dicafeoilquínicos (diCQAs), feruloilquínicos (FQAs), p-cumaroilquínicos (CoQAs) e cafeoilferuloilquínicos (CFQAs) (KREMR et al., 2016). Os 3 principais isômeros de cada grupo estão presentes no café (3-, 4- e 5- CQA; 3,4-, 3,5- e 4,5- diCQA; 3-, 4- e 5- FQA; 3-, 4- e 5- p-CoCQA; e 6 misturas de CFQA.), porém, em quantidades diferentes: A maior porcentagem dos ácidos clorogênicos do café, entre 56 e 62%, corresponde ao 5-CQA; 3- e 4-CQA correspondem a 10% cada; diCQAs, a 5-13% do total e os CFQAs correspondem ao restante dos CGAs (FARAH; DONANGELO, 2006; KREMR et al., 2016).

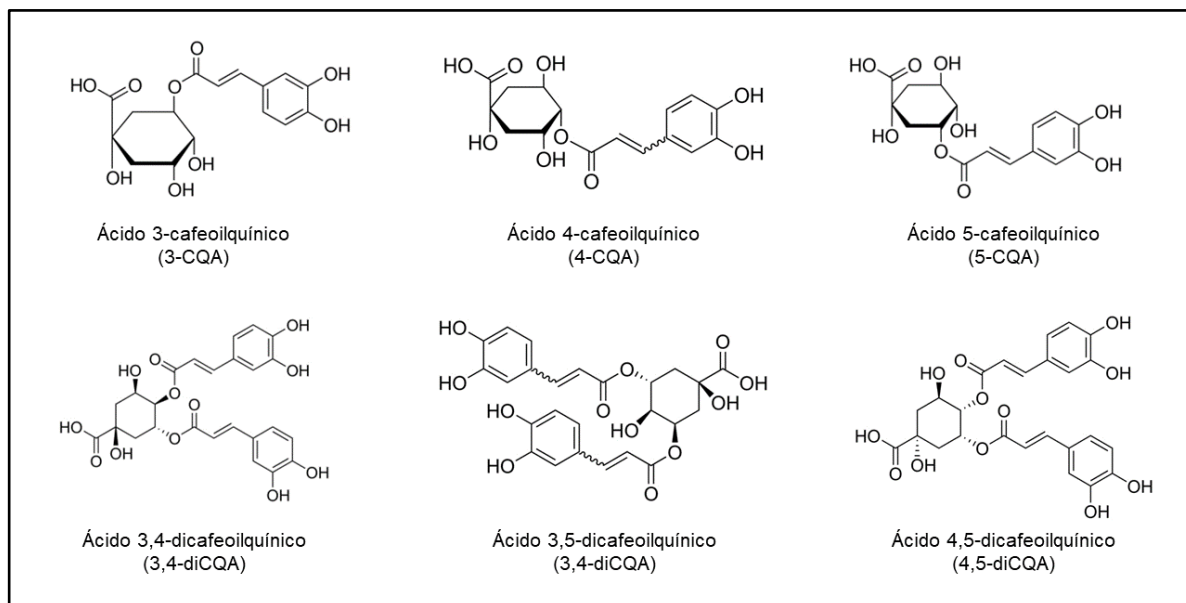
A alteração do material genético do café, sua maturação e a prática agrícola adotada, bem como o solo e clima, resulta na alteração das concentrações dos CGAs. Bebidas preparadas com grãos imaturos podem possuir um teor mais alto de ácidos clorogênicos. Além disso, ao longo da maturação do fruto, o teor de 3-CQA aumenta, enquanto o teor de 5-CQA reduz (FARAH; DONANGELO, 2006; SMRKE et al., 2015; ZANIN et al., 2016).

Além do efeito antioxidante, os CGAs possuem efeitos hipoglicêmicos, antivirais, hepatoprotetivo e antiespasmódico. Por conta das suas propriedades, já foi amplamente estudado e isolado em café, maçã, tomate, mamão, pera, laranja e outros, sendo o café a principal fonte destes ácidos. Também estão relacionados com o sabor do café, conferindo acidez à bebida (FARAH; DONANGELO, 2006; FERRÃO et al., 2019; KREMR et al., 2016).

A nomenclatura dos ácidos clorogênicos é constantemente confundida, principalmente os compostos 3-CQA e 5-CQA. O primeiro refere-se ao ácido clorogênico e, o segundo, ao ácido neoclorogênico. Ambos são isômeros óticos de difícil distinção, sendo necessário o uso de imagens espaciais para a diferenciação. Em 1976, a IUPAC atualizou suas normas de nomenclatura, conseqüentemente alterando a nomenclatura dos ácidos mencionados. Antes desta mudança, o composto “ácido clorogênico” era classificado como 5-CQA e, o “ácido neoclorogênico”, como 3-CQA, e, depois, os termos foram alternados para a forma utilizada hoje. Entretanto, no momento desta alteração o composto 3-CQA já era comercializado como ácido clorogênico e a maioria das empresas continuou sua comercialização por meio da nomenclatura antiga. Na Figura 1 estão demonstradas as estruturas dos isômeros obtidos a partir da esterificação do ácido quínico com o ácido cafeico, bem como suas identificações.

Das técnicas de análise dos ácidos clorogênicos, a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) é muito utilizada pela sua rapidez, eficácia, repetibilidade e reprodutividade. O princípio desta metodologia é a separação de compostos, arrastados por uma fase móvel (líquida) em alta pressão, de uma mesma amostra por meio da diferença de tempo que as mesmas necessitam para percorrer uma coluna (fase estacionária). Ao final da corrida, são empregados detectores, usualmente espectrofotométricos, para a quantificação dos analitos (COLLINS; BRAGA; BONATO, 2017).

Figura 1: Estruturas químicas e nomenclatura dos ácidos clorogênicos obtidos a partir



da esterificação do ácido quínico com o ácido cafeico (estruturas retiradas de <https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt>).

Os compostos voláteis – representados predominantemente por aldeídos, cetonas, álcoois, ésteres, pirazinas, pirróis, furanos, ácidos e compostos fenólicos voláteis – são os principais responsáveis pelo aroma do café e as diferentes nuances observadas na bebida são associadas à sua formação (CAPORASO et al., 2014; TOCI; BOLDRIN, 2018). Dentre os mais de 1000 compostos voláteis do café (incluindo verde e torrado), entre 20 e 30 são considerados mais importantes para o aroma da bebida. Estes são liberados durante todo o processo de torra, dependendo da temperatura e do tempo. A citar como exemplo, o 2-tiopropano (dimetil sulfeto) é formado em torras claras, enquanto o 3-metilsulfanilpropanal é formado em torras escuras (KIM et al., 2017; MAHMUD; SHELLIE; KEAST, 2020). Cada classe conta com uma gama de compostos ligados à fragrância do grão, como o acetaldeído (éter, floral, frutado, maçã verde), butano-2,3-diona (manteiga, caramelo, frutado, doce e iogurte), 2-feniletanol (frutado, mel, rosa, fruta-do-conde, vinho), acetato de etila (balsâmico, uva, doce), 2-etilpirazina (verde, manteiga de amendoim, torrado), 1-H-pirrol (nozes, doce), 2-etilfurano (manteiga, caramelo), ácido acético (ácido, frutado, pungente, azedo, vinagre) e fenol (remédio, fenólico, forte, fumaça, especiarias) (MAHMUD; SHELLIE; KEAST, 2020).

Dos compostos voláteis heterocíclicos, as pirazinas são formadas por um anel aromático contendo 2 nitrogênios na posição para. Os pirróis caracterizam-se pela presença de um anel aromático contendo 4 carbonos e 1 nitrogênio ligado à um

hidrogênio. Já os furanos são moléculas formadas por um anel aromático composto por 4 carbonos e 1 oxigênio e podem possuir como substitutos aldeídos, cetonas, ésteres, álcoois e outros e, também combinar-se com pirazinas e pirróis. Estes substituintes e as suas localizações na molécula afetarão a solubilidade e volatilidade de cada furano e, por consequência, a quantidade injetada para ser analisada e o limítrofe de percepção. Ambos são formados, em sua maioria, durante o processamento térmico dos alimentos. No café, a torra viabiliza a ocorrência da reação de Maillard, e, por meio das etapas de degradação de Strecker, as pirazinas, os pirróis, e os furanos são formados (AGNOLETTI et al., 2022; ANESE, 2015; DE MARIA; MOREIRA; TRUGO, 1999; GARCÍA-LOMILLO; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, 2018; GRUCZYŃSKA et al., 2018).

Geralmente as pirazinas possuem um limiar de odor baixo, ou seja, é necessária apenas uma pequena concentração para que o seu aroma seja detectado. Os compostos deste grupo mais comumente encontrados no café são as alquilpirazinas e, dentre elas, as metilpirazinas são formadas em maior quantidade, entretanto às que possuem radicais etil são mais determinantes para a formação de sabor, visto que possuem um limiar de odor menor que as demais. De forma geral, as pirazinas possuem odor de nozes e torrado, podendo chegar a queimado. Em relação aos pirróis, o furfural-2-metilpirrol e o etil-2-formilpirrol são considerados importantes para o café e são um dos responsáveis pelo aroma torrado. Em geral, os furanos estão presentes em maior quantidade nas torras mais escuras. No café, os mais importantes são: 2-furfuriltiol, 2-metil-3-furanotiol, 5-hidroximetilfurfural, furfural e furfural álcool (AGNOLETTI et al., 2022; ANESE, 2015; DE MARIA; MOREIRA; TRUGO, 1999; GARCÍA-LOMILLO; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, 2018; GRUCZYŃSKA et al., 2018). Durante a torra também são formados ésteres, alcanos, fenóis e outros, contribuindo para a formação de sabor e aroma do café (MAHMUD; SHELLIE; KEAST, 2020).

A técnica mais comumente utilizada para a quantificação dos compostos voláteis do café é a cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas, podendo estar associada à utilização da técnica de microextração em headspace para a concentração dos analitos (DULSAT-SERRA; QUINTANILLA-CASAS; VICHI, 2016).

A cromatografia gasosa consiste na separação de substâncias voláteis ou volatilizáveis por meio da distribuição distinta de cada molécula entre uma fase estacionária sólida ou líquida e uma fase móvel gasosa. É uma técnica bastante

eficiente, principalmente pela necessidade de quantidades muito pequenas para a detecção de uma substância em uma amostra. Além da escolha do gás de arraste e fluxo de temperatura ideais, é necessário avaliar a melhor metodologia de injeção da amostra, entre “Split”, onde apenas uma parcela da amostra é injetada para a sua quantificação (amostras com concentrações mais elevadas), e “Splitless”, em que grande parte da amostra é introduzida, sendo utilizada para a análise de substâncias traço (COLLINS; BRAGA; BONATO, 2017).

Levando-se em conta o exposto, conclui-se que o estudo dos diferentes cafés, técnicas de processamento e variáveis relacionadas à sua qualidade, é pertinente, aprimorando o conhecimento a respeito deste alimento.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar os efeitos da maturação e da torra na composição química e sensorial da nova variedade de café conilon “Conquista ES8152”.

3.2. Objetivo específicos

- 3.2.1. Avaliar o perfil sensorial dos grãos do café Conquista ES8132 em diferentes graus de torra e estágios de maturação;
- 3.2.2. Avaliar o perfil de compostos voláteis dos grãos do café Conquista ES8132 em diferentes graus de torra e estágios de maturação;
- 3.2.3. Avaliar a composição de ácidos clorogênicos e cafeína dos grãos de café em diferentes graus de torra e estágios de maturação;
- 3.2.4. Quantificar o rendimento dos extratos do café a ser avaliado em diferentes graus de torra e estágios de maturação;
- 3.2.5. Reunir novos dados a respeito da nova cultivar de café conilon.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O café Conquista 'ES8152', cultivado na Fazenda Experimental Bananal do Norte - Incaper (latitude: 20° 45' 21.30" S; longitude: 41° 17' 4.33" O) e coletado no ano-safra 2019-2020, foi utilizado na presente pesquisa. Três amostras foram fornecidas pelo Incaper contendo 3 diferentes porcentagens de grãos provenientes de frutos maduros (frutos no estágio cereja): 60%, 80% e 100%, os quais passaram por secagem via natural até umidade <12%. Cada uma das três amostras colhidas foi subdividida e torrada em 3 diferentes graus de torra (clara, média e escura).

4.1. Desenho experimental

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em sistema de parcelas subdivididas 2X3 (dois fatores com três níveis cada). A parcela refere-se às diferentes porcentagens de maturação nas quais as amostras foram agrupadas (60%, 80% e 100% de grãos provenientes de frutos maduros) e a subparcela refere-se aos graus de torra (clara, média e escura). A etapa de torra foi realizada em 3 repetições para cada nível, a fim de obter-se os resíduos necessários, totalizando 9 tratamentos e 27 observações. As siglas utilizadas durante a pesquisa estão demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1: Codificação do café Conquista submetido a diferentes tratamentos

Codificação	Torra	Maturação*
C60	Clara	60%
C80	Clara	80%
C100	Clara	100%
M60	Média	60%
M80	Média	80%
M100	Média	100%
E60	Escura	60%
E80	Escura	80%
E100	Escura	100%

*Porcentagem de grãos provenientes de frutos no estágio cereja em cada amostra

4.2. Processo de torra e moagem

As amostras foram torradas e moídas no Laboratório de Análise e Pesquisa em Café do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – Campus Venda Nova do Imigrante. Utilizou-se um torrador modelo Probatino (Probat©) 24 horas antes da análise sensorial, conforme proposto pela metodologia SCA (SCAA, 2009). Para cada amostra torrada, foram utilizados 200 g de café verde, os quais foram submetidos a três metodologias, a fim de obter-se três diferentes perfis de torra: claro, médio e escuro, conforme adaptação da metodologia proposta por Gloess et al. (2014) e Elmaci; Gok (2021).

Para determinar o grau de torra, o sistema de disco de cor de classificação de torra da Agtron / SCAA foi usado. Todos os processos foram iniciados a 160°C ($\pm 9^\circ\text{C}/\text{min}$). A torra clara teve uma duração de 8-9 minutos, a fim de atingir a coloração observada no padrão de disco Agtron 95, a torra média de 10-11 minutos com padrão de disco Agtron 55 e, a torra escura, 12-13 minutos com padrão de disco Agtron 35.

Para cada amostra, 100 g de café torrado foram separados para análise sensorial e outras 100 g para posteriores análises químicas, onde foram armazenados em geladeira (2 – 8°C) em local protegido da luz.

4.3. Análises físico-químicas

4.3.1. Determinação de umidade e matéria seca

O teor de umidade e matéria seca foi quantificado nos grãos de café torrados e moídos de acordo com as instruções da AOAC (2016), em estufa ventilada a 105°C durante 5 horas e, posteriormente, durante ciclos de 60 minutos até o peso constante.

4.3.2. Teor de minerais totais

O teor de minerais totais foi quantificado por método gravimétrico, nos grãos de café torrados e moídos, de acordo com as instruções da AOAC (2016), em mufla a 550°C durante 12 horas e, posteriormente, durante ciclos de 30 minutos até peso constante.

4.3.3. Rendimento de extrato solúvel

O rendimento de extrato aquoso (quantidade de extrato solúvel do café) foi realizado de acordo com Zanebon; Pascuet; Tiglia (2008). Foram pesados 2 g de café em um copo soxhlet e adicionados 200 mL de água quente (96°C). A solução foi deixada em refluxo em um extrator Soxhlet, em ebulição, durante 1h. Após esse período, verteu-se a mistura para um balão volumétrico de 500 mL com o auxílio de aproximadamente 100 mL de água quente e completou-se o volume do balão com água fria. O balão foi deixado em repouso até atingir a temperatura ambiente para o correto ajuste do menisco. Depois, filtrou-se a amostra em papel filtro e uma alíquota de 50 mL foi transferida para um béquer de 100 mL previamente tarado (1h em estufa ventilada a 105°C), o qual permaneceu em estufa ventilada a 75°C overnight para a secagem completa (esta etapa foi realizada em triplicata). Ao final, o rendimento foi calculado a partir da fórmula:

$$\text{Extrato aquoso \% (m/m)} = 100 \times N \times 10 / P$$

Em que: N = nº de gramas do extrato aquoso; e P = nº de gramas da amostra.

4.3.4. Determinação do teor de ácidos clorogênicos e cafeína

Para a determinação do teor de ácidos clorogênicos e cafeína realizou-se uma extração com água fervente em balão volumétrico de 10 mL. A fim de obter-se um extrato na concentração final de 0,7mg/mL, foram pesados diretamente no balão 7 mg de café torrado e moído e adicionou-se 5 mL de água a 96°C. A solução foi deixada em repouso por 5 min e posteriormente foram adicionados 2,5 mL de água fervente. O conteúdo foi submetido a 1 ciclo de 20 min em ultrassom (Cristófoli P 50/60 HZ) e o volume foi ajustado (10 mL) após a ambientação da solução. O produto foi filtrado (0,45 µm) e armazenado em vial a -22°C.

As análises dos compostos 3-CQA, 4-CQA, 5-CQA, 3,4-diCQA, 3,5-diCQA e 4,5-diCQA, e cafeína foram realizadas em um UHPLC (Dionex Ultimate 3000rs - Thermo Scientific) equipado com bomba quaternária, desgaseificador, injetor automático e forno de coluna, acoplado a um detector DAD. Para separação, foi usada uma coluna C18 (100 x 2.1 mm, 1.8 µm - ACE Generix) a 35°C. As amostras foram injetadas no UHPLC e a fase móvel utilizada foi uma solução aquosa de ácido acético 1% (A), e metanol (B), em um fluxo de 0,2 mL/min. Foi utilizado um modo gradiente nas proporções observadas na tabela 1. A detecção dos compostos foi

feita em um detector DAD nos comprimentos de onda 325 nm para os ácidos clorogênicos, e 270 nm para a cafeína. A quantificação foi realizada por padronização externa de, no mínimo, 5 pontos e $r^2 = 1$.

Os resultados foram expressos em porcentagem (%) do composto por grama de café torrado.

Tabela 2: Gradiente de eluição utilizado nas análises cromatográficas

Tempo (min)	Ácido acético 1% (%)	Metanol (%)
0,0	80	20
5,0	80	20
15,0	70	30
20,0	70	30
25,0	75	25
28,0	80	20
30,0	80	20

4.3.5. Análise de compostos voláteis

A extração dos compostos voláteis foi realizada por microextração em fase sólida por headspace e a análise dos constituintes voláteis foi realizada em cromatografia gasosa acoplada a detector de espectrometria de massas (HS-SPME-GC/MS), em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Campus Alegre, no Laboratório Central Analítica do Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo – CCENS/UFES, de acordo com Machado et al. (2021).

Para a extração, foram utilizados 3 g de café de em um vial de 20 mL, com aquecimento a 70°C por 30 minutos com agitação. Utilizou-se uma fibra DVB/CB/PDMS (Divinilbenzeno/Carbowax/Polidimetilsiloxisano) com espessura de 50 µm, permitindo que os compostos voláteis sejam adsorvidos na fibra e posteriormente, dessorvidos no cromatógrafo (QP-PLUS-2010, Shimadzu). A separação foi realizada com coluna capilar coluna Rtx-5MS (30 m x 0,25 mm; 0,25 µm). A temperatura do injetor (Splitless) e do detector foi de 250°C. A rampa de temperatura foi programada da seguinte forma: início a 40°C, mantida por 5 min, aumentando 3°C/min até 125°C e, posteriormente, 10°C/min até 245°C. O espectrômetro de massas foi operado a 70eV, com temperatura da interface igual a 240°C e, da fonte de íons, igual a 250°C. O gás hélio foi utilizado como gás de arraste no fluxo de 1,0 mL/min.

Os constituintes químicos foram determinados pela comparação dos espectros de massas obtidos com os da biblioteca (WILEY7V100 e NISTs5) do aparelho e, para a identificação dos compostos voláteis, os índices de retenção (Kovats) foram calculados pela injeção de padrões de alcanos (C8-C23) nas mesmas condições cromatográficas das amostras e comparadas com os índices catalogados por Adams (1996) e da biblioteca online NIST (2021).

A análise semi-quantitativa foi realizada por meio da quantificação da área relativa dos picos para cada amostra. Os compostos majoritários foram reavaliados utilizando-se o cálculo do Índice de Kovats e comparados com as literaturas.

4.4. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada de acordo com a metodologia da UCDA (2010), padrão para café conilon, e, a avaliação, de acordo com método proposto por Pereira et al. (2018), em parceria com o Laboratório de Análise e Pesquisa em Café do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – Campus Venda Nova do Imigrante.

Os atributos fragrância/aroma, sabor, retrogosto, salinidade/acidez, sensação na boca, amargor/doçura, uniformidade, equilíbrio, limpeza e conjunto foram julgados por 6 Q-Graders por meio de notas de 0 – 10 e a soma dos valores atribuídos corresponde ao total. Para tal, 5 xícaras de cada café foram preparadas para cada degustador, utilizando-se 9 g de café e 150 mL de água a 96°C. Os degustadores poderiam elencar nuances referentes ao aroma e sabor do café na ficha de avaliação, caso julgassem necessário.

4.5. Análises estatísticas

Para todos os testes, utilizou-se $p < 0,05$. A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste Kolmogorov-Smirnov e, a homogeneidade, pelo teste de Bartlett.

A análise da variância (ANOVA) foi utilizada para verificar a ocorrência de diferenças significativas entre as amostras. Realizou-se um teste de hipótese para cada variável dependente, a fim de verificar se há influência significativa da torra, da maturação e da interação destes fatores nos resultados obtidos. Em caso de significância, tanto para a ANOVA quanto para o teste de hipótese, o teste Tukey

foi realizado para verificar os grupos que diferiam. As análises citadas foram realizadas por meio do software SAS Studio.

A fim de verificar as possíveis influências da torra e da maturação na composição do café, foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA), agrupando os dados por torras e por maturação. Além disso, realizou-se uma correlação de Pearson para avaliar a correlação entre os compostos voláteis dos cafés e seus respectivos perfis sensoriais. Esses testes foram elaborados por meio do software RStudio.

5. RESULTADOS

5.1. Umidade e matéria seca

A umidade dos cafés (Tabela 3) variou entre 1,38% e 2,62% (E100 e C100, respectivamente), permanecendo de acordo com o limite pré-estabelecido – por meio da Portaria nº 377, de 26 de abril de 1999 – de <5% (BRASIL., 1999).

Os dados apresentaram distribuição normal, de acordo com o teste Kolmogorov-Smirnov, e homogeneidade pelo teste Bartlett ($p>0,05$). De acordo com o Teste de Hipóteses, levando em conta os erros relacionados ao delineamento escolhido, apenas a torra, isoladamente, foi significativa na diferenciação da umidade encontrada nos cafés estudados. A maturação e a interação entre os fatores não foram significativas.

Os cafés torrados em torra clara possuem um teor maior de umidade, seguido dos cafés torrados em torra média e, por fim, torra escura. O resultado é esperado, levando em consideração que, na torra escura, os grãos são mantidos em contato com o calor por um tempo maior e, na torra clara, menor. Os valores obtidos nesta análise foram utilizados para a conversão dos resultados dos demais testes em base seca (bs).

Tabela 3: Teor de umidade, minerais e extrato solúvel e pontuação sensorial do café Conquista ES8152 em diferentes maturações e graus de torra

Amostra	Umidade (g/100g)	Minerais (g/100g bs)	Extrato solúvel (%)	Nota sensorial
C60	2,47 ^a ±0,1	4,34 ^c ±0,0	30,74±0,6 ^c	78
C80	2,35 ^{a,b} ±0,1	4,47 ^{b,c} ±0,1	31,06±0,5 ^c	78
C100	2,62 ^a ±0,0	4,53 ^{a,b} ±0,1	30,89±0,6 ^c	77
M60	1,77 ^{c,d} ±0,1	4,48 ^{b,c} ±0,1	31,93±0,1 ^c	80
M80	2,11 ^b ±0,1	4,58 ^{a,b} ±0,0	31,40±0,6 ^c	79
M100	2,07 ^{b,c} ±0,0	4,64 ^{a,b} ±0,0	31,67±0,4 ^c	79
E60	1,76 ^{c,d} ±0,1	4,71 ^a ±0,1	34,45±0,3 ^b	77
E80	1,68 ^{d,e} ±0,1	4,66 ^{a,b} ±0,0	35,77±0,3 ^a	76
E100	1,38 ^e ±0,2	4,72 ^a ±0,0	33,89±0,5 ^b	75

Letras iguais correspondem a quantidades estatisticamente semelhantes na mesma coluna ($p<0,05$). C: Torra clara; M: Torra média; E: Torra escura; 60, 80 e 100: teor de grãos provenientes de frutos maduros na amostra.

5.2. Teor de minerais totais

O teor de minerais encontrado nas análises do café Conquista em diferentes torras e maturações variou entre 4,34% e 4,72% (bs), nos cafés C60 e E100, respectivamente. Os dados também apresentaram distribuição normal, de acordo com o teste Kolmogorov-Smirnov, e homogeneidade pelo teste Bartlett ($p > 0,05$). Com a execução do Teste de Hipóteses, levando em conta os erros relacionados ao delineamento escolhido, apenas a torra, isoladamente, foi significativa na diferenciação do teor de minerais encontrado nos cafés estudados ($p < 0,05$). A maturação e a interação entre as variáveis independentes não foram significativas.

Apenas os cafés de torra clara e escura foram diferentes entre si, com maior teor de minerais nos cafés de torra escura. Os resultados para cada amostra estão dispostos na Tabela 3. O teor encontrado em todas as amostras está dentro do limite permitido na legislação vigente (Portaria nº 377, de 26 de abril de 1999), de <5% de cinzas (BRASIL., 1999).

A pequena diferença observada deve-se ao fato de o teor de minerais não ser alterado durante a torra, visto que os minerais são compostos inorgânicos e, portanto, termolábeis. Contudo, como outros compostos são degradados em maior quantidade em torras mais escuras, o teor relativo de cinzas aumenta, já que a massa final do grão é menor que em torras mais claras (HU et al., 2019).

5.3. Rendimento de extrato solúvel

Os testes estatísticos Kolmogorov-Smirnov e Bartlett demonstraram que os resultados de rendimento encontrados obedecem a uma distribuição normal e que os dados são homogêneos. O rendimento de extrato aquoso encontrado no café Conquista submetido a diferentes torras e contando com diferentes porcentagens de grãos maduros variou entre 30,74% e 35,77% (C60 e E80, respectivamente). Esses valores estão de acordo com as exigências técnicas, de um mínimo de 25% de extrato aquoso (BRASIL., 1999).

De forma geral, os resultados estão em concordância com o encontrado em literatura, entre 25,00% e 38,98% (PEDRO et al., 1996). Entretanto, por conta da perda de ácidos orgânicos e pela volatilização de compostos devido à ação do calor durante a torra, cafés torrados em torras mais escuras possuem um teor de sólidos solúveis inferior aos cafés de torras mais claras (MENDONÇA; PEREIRA; MENDES, 2005). Este perfil não foi observado na presente pesquisa, visto que os cafés de

torra escura apresentaram um rendimento de extrato aquoso significativamente maior que os demais ($p < 0,05$), que não apresentaram diferença entre si e que, em relação aos níveis da variável torra, a torra escura apresentou maiores valores, seguido da torra média e, por último, torra clara ($p < 0,05$).

5.4. Teor de Ácidos Clorogênicos e cafeína

Os teores dos ácidos clorogênicos 3-CQA, 4-CQA, 5-CQA, 3,4-diCQA, 3,5-diCQA e 4,5-diCQA e de cafeína, quantificados nos extratos aquosos das amostras preparados a partir do café desengordurado por UHPLC-DAD, estão dispostos na Tabela 4, em % de compostos no café torrado, bem como as equações obtidas por meio da curva de calibração (ER), os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) de cada um dos padrões. Os cromatogramas da amostra C60 nos diferentes comprimentos de onda utilizados estão dispostos na Figura 2 como demonstração visual das corridas cromatográficas obtidas.

Todos os compostos apresentaram distribuição normal e homogeneidade. Foi encontrado um teor de ácidos clorogênicos totais entre 2,40% e 9,33%, com valores mais elevados nas torras claras, seguido pela torra média e, por último, torra escura. Dentre os CGAs, o composto 3-CQA foi encontrado em maior quantidade, variando entre 1,41% e 5,94%. Já o 4,5-diCQA não foi encontrado em nenhuma das amostras. Como descrito por Hu et al. (2020), os teores dos isômeros CQAs foram superiores aos diCQAs e, além disso, foi observada uma quantidade superior de ácidos clorogênicos nos cafés de torra clara, seguido pela torra média e, por fim, torra escura, visto que estes compostos são degradados em altas temperaturas.

Foi encontrado um teor de cafeína entre 2,16 e 2,41% (C100 e M60, respectivamente), sem diferenças significativas entre as amostras, estando acima do mínimo exigido de 0,7% (BRASIL., 1999).

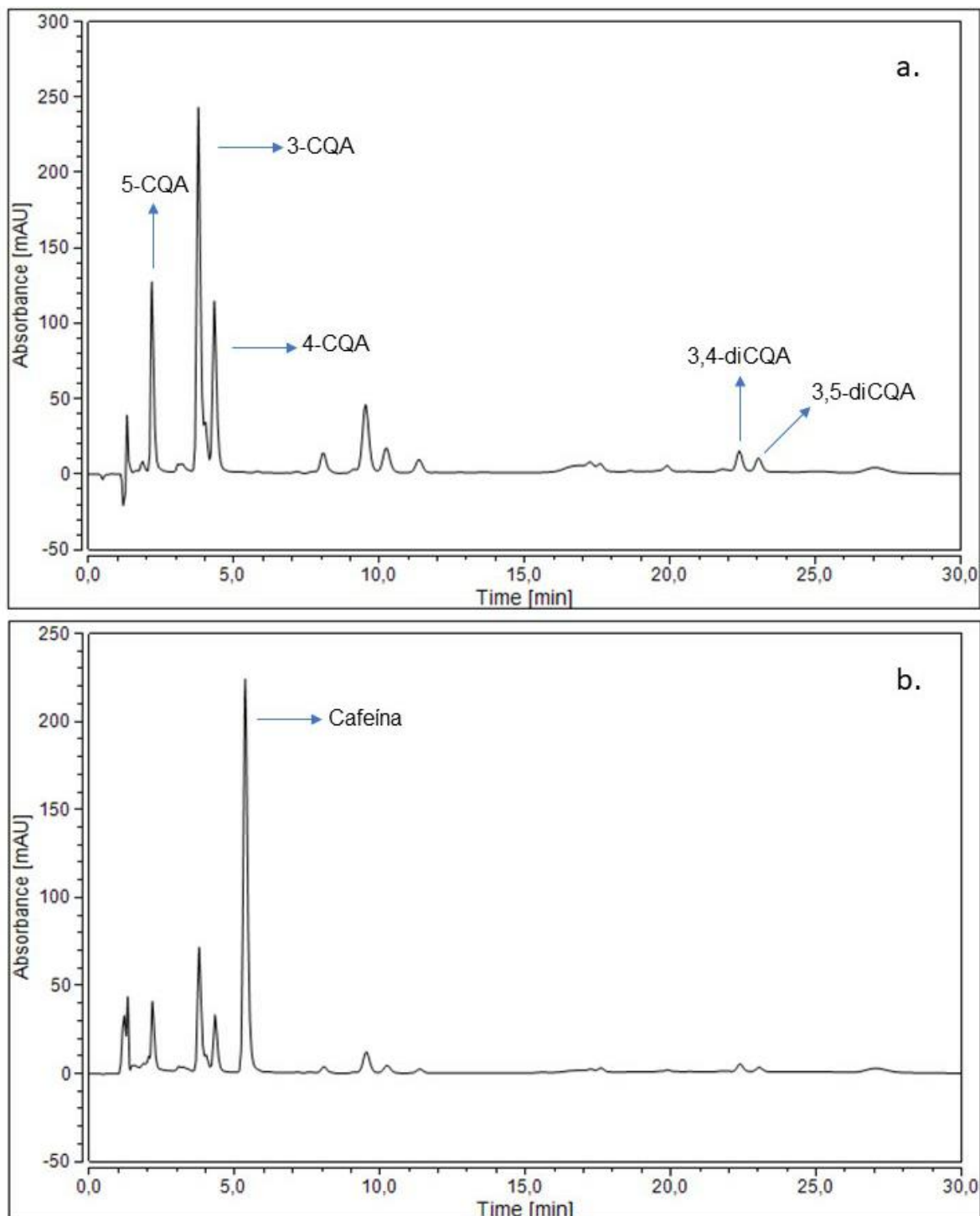


Figura 2: Cromatogramas do café de torra clara com 60% de grãos maduros (C60) obtido em (a.) 325 nm para a identificação dos padrões 5-CQA, 4-CQA, 3-CQA, 4,5-diCQA, 3,4-diCQA e 3,5-diCQA; e (b.) 270 nm para a identificação da cafeína.

Tabela 4: Porcentagem de ácidos clorogênicos e cafeína no café Conquista ES8152 em diferentes maturações e graus de torra e limites de detecção e quantificação de cada padrão (µg/mL).

Amostras	Cafeína	3-CQA	4-CQA	5-CQA	3,4-diCQA	3,5-diCQA	4,5-Di-CQA	Total CQA
ER	$y=2,2058x+0,122$	$y=1,6142x-1,934$	$y=2,4584x-0,852$	$y=2,2899x-0,472$	$y=0,8453x-0,284$	$y=0,7062x-0,584$	$y=1,5985x-4,343$	-
R²	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	-
LD	0,005	0,002	0,002	0,000	0,057	0,067	0,052	-
LQ	0,017	0,005	0,006	0,002	0,190	0,224	0,174	-
C60	2,32±0,0 ^a	5,94±0,2 ^a	1,10±0,0 ^a	0,96±0,0 ^a	0,71±0,0 ^a	0,62±0,0 ^a	ND	9,33±0,3 ^a
C80	2,28±0,0 ^a	5,84±0,4 ^a	1,07±0,1 ^a	0,93±0,1 ^a	0,67±0,0 ^a	0,58±0,0 ^a	ND	9,09±0,5 ^a
C100	2,16±0,1 ^a	5,54±1,7 ^a	1,13±0,1 ^a	0,99±0,1 ^a	0,67±0,1 ^a	0,60±0,0 ^a	ND	8,93±1,9 ^a
M60	2,41±0,1 ^a	4,34±0,3 ^b	0,82±0,1 ^b	0,72±0,1 ^b	0,43±0,0 ^b	0,40±0,0 ^b	ND	6,72±0,5 ^b
M80	2,27±0,1 ^a	4,37±0,3 ^b	0,81±0,0 ^b	0,72±0,0 ^b	0,44±0,0 ^b	0,40±0,0 ^b	ND	6,74±0,4 ^b
M100	2,31±0,1 ^a	4,44±0,2 ^b	0,83±0,0 ^b	0,72±0,0 ^b	0,46±0,0 ^b	0,41±0,0 ^b	ND	6,85±0,5 ^b
E60	2,30±0,1 ^a	1,93±0,6 ^c	0,50±0,0 ^c	0,45±0,0 ^c	0,24±0,0 ^c	0,24±0,0 ^c	ND	3,36±0,5 ^c
E80	2,40±0,0 ^a	1,58±0,1 ^c	0,38±0,0 ^c	0,34±0,0 ^c	0,14±0,0 ^c	0,17±0,0 ^c	ND	2,63±0,1 ^c
E100	2,34±0,1 ^a	1,41±0,3 ^c	0,35±0,0 ^c	0,32±0,0 ^c	0,15±0,0 ^c	0,18±0,0 ^c	ND	2,40±0,4 ^c

Letras diferentes correspondem a diferença significativa na mesma coluna ($p < 0,05$). ER: Equação da Reta; C: Torra clara; M: Torra média; E: Torra escura; 60, 80 e 100: teor de grãos provenientes de frutos maduros na amostra; LD: limite de detecção; LQ: limite de quantificação.

5.5. Compostos voláteis

Por meio da identificação pela biblioteca do software utilizado, foram identificados entre 22 e 46 compostos em cada amostra. Os voláteis majoritários estão dispostos na Tabela 5, sendo 9 pirazinas, 5 furanos, 3 ésteres, 2 pirróis, 2 fenóis, 2 alcanos e 6 substâncias de outros grupos químicos, totalizando 29 compostos. A torra foi responsável pela alteração do perfil de compostos voláteis das amostras. Em contrapartida, a maturação dos grãos não influenciou neste perfil.

Das classes de voláteis mais encontradas no café (aldeídos, cetonas, álcoois, ésteres, pirazinas, pirróis, furanos, ácidos e compostos fenólicos), os quais conferem aroma e são responsáveis pela diferenciação das nuances de cada bebida, destacaram-se os fenóis, pirazinas e furanos. O composto majoritário foi o 2-metoxi-4-vinilfenol, sem diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$). Este também foi listado como um dos voláteis predominantes em cultivares de café conilon por Machado et al. (2021), os quais encontraram valores entre 10 e 18%.

Os diferentes processos de torra apenas influenciaram os teores de: 2-etil-6-metilpirazina, 2-etil-5-metilpirazina, 3-etil-2,5-dimetilpirazina, 3,5-dietil-2-metilpirazina e 2-noneral, que estão presentes em maior quantidade nos cafés de torra clara, seguido dos cafés de torra média e, por último, torra escura; furfural, que está presente em maior quantidade nos cafés de torra clara e média, com valores semelhantes entre si, e em menor quantidade nos cafés de torra escura; 5-metilfurfural, em cafés de torra média, seguido de cafés de torra clara e escura, estes semelhantes entre si; éter difurfurílico e 1-furfurilpirrol, em cafés de torra escura, seguidos dos cafés de torra clara e média, semelhantes entre si; 1-furfuril-2-formilpirrol, nas torras média e escuras, semelhantes entre si, seguidas dos cafés de torra clara; e, por fim, acetato de furfurila, acetoxiacetona e 4-etil-2-metoxifenol, presentes em maior quantidade nos cafés de torra escura, seguidos dos cafés de torra média e, por último, nos de torra clara.

Portanto, percebe-se que, em relação às pirazinas, que são formadas durante a torra do café, estando presentes em maior quantidade nas torras mais intensas e reduzindo a sua formação após um equilíbrio de pirazinas formadas (GARCÍA-LOMILLO; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, 2018), o teor dos compostos que contavam com a presença de radicais metil e/ou apenas 1 etil não foi alterado por conta da torra.

Entretanto, as pirazinas compostas tanto por etil quanto por metil, contando com um ou mais de cada um, foram degradadas durante a torra. Possivelmente estes radicais foram quebrados pela ação das altas temperaturas empregadas, formando outras moléculas mais simples.

Em relação aos furanos encontrados na presente pesquisa, o perfil dos diferentes compostos desta família ao longo da torra foi distinto. Este comportamento é esperado, visto que as moléculas de furanos podem ser formadas por diferentes radicais ligados ao anel heterocíclico principal, que levam à alteração da volatilidade e solubilidade dos diferentes compostos do grupo (ANESE, 2015). A substância formada pelo radical metanol não sofreu alterações ao longo da torra. Moléculas com a função aldeído apareceram em maior quantidade nas torras clara e média ou apenas média (presença de um radical metil). As moléculas compostas por radicais éter e éster (ambos contendo um carbono ligado ao anel aromático e a um oxigênio) estavam presentes em maior quantidade nas torras escuras.

Os compostos do grupo dos ésteres não sofreram alteração durante a torra, exceto a acetoxiacetona, o qual foi formada durante a torra, tendo um valor superior na torra escura, seguida da torra média e, por último, torra clara.

Os pirróis, de forma geral, estão presentes em maior quantidade nas torras escuras, perfil observado na corrente análise (DE MARIA; MOREIRA; TRUGO, 1999). Da mesma forma composto 4-etil-2-metoxifenol, pertencente ao grupo dos fenóis, também estava presente em maior quantidade nas torras escuras. Os compostos fenólicos voláteis do café estão presentes em maior quantidade nas torras fortes, logo, o resultado observado era esperado (MOREIRA; TRUGO; DE MARIA, 2000).

Os compostos pertencentes ao grupo intitulado “outros” não sofreram alterações com a torra, exceto o composto 2-nonenal, o qual foi degradado durante o processo.

Tabela 5: Porcentagem relativa dos compostos voláteis majoritários do café Conquista ES8152 em diferentes maturações e graus de torra.

Compostos	IK	C60	C80	C100	M60	M80	M100	E60	E80	E100
Pirazina										
2-metilpirazina	827	4,78±0,7a	4,30±0,6a	3,64±0,6a	3,96±0,2a	3,52±0,4a	4,12±0,5a	3,82±0,7a	3,22±0,2a	3,75±0,6a
2,5-dimetilpirazina	912	3,03±0,5a	2,96±0,4a,b,c	2,45±0,7a,b,c	2,26±0,4a,b,c	1,98±0,3a,b,c	2,51±0,1a,b,c	1,81±0,3c	1,65±0,3c	1,89±0,3b,c
2,6-dimetilpirazina	914	4,34±0,6a	4,07±0,4a,b	3,81±0,1a,b	3,57±0,3a,b	3,33±0,3a,b	3,84±0,4a,b	3,45±0,6a,b	3,07±0,1b	3,54±0,5a,b
Etilpirazina	918	2,58±0,4a,b	2,38±0,3a,b	2,03±0,4b	2,41±0,1a,b	2,10±0,1b	2,41±0,2a,b	2,55±0,4a,b	2,71±0,2a,b	2,93±0,4a
2-etil-6-metilpirazina	1000	2,76±0,3a	2,68±0,2a,b	2,84±0,2a	1,98±0,2c,d	1,70±0,4c,d	2,04±0,1b,c	1,73±0,1c,d	1,37±0,2d	1,64±0,2c,d
2-etil-5-metilpirazina	1000	3,06±0,3a,b	3,79±0,7a	4,14±0,8a	2,30±0,2b,c	1,88±0,3c	2,50±0,1b,c	0,00±0,0d	0,00±0,0d	0,00±0,0d
Trimetilpirazina	1002	1,05±0,2a	1,00±0,4a	0,69±0,6a	0,90±0,4a	0,31±0,3a	0,88±0,3a	0,43±0,5a	0,48±0,5a	0,91±0,3a
3-etil-2,5-dimetilpirazina	1081	5,54±0,2a,b	5,75±0,3a,b	5,84±1,2a	4,32±0,4b,c	4,30±0,5b,c	4,69±0,5a,b	2,97±0,4c	2,83±0,3c	3,10±0,1c
3,5-dietil-2-metilpirazina	1161	1,78±0,1a	1,79±0,2a	1,92±0,2a	1,45±0,2a,b	1,61±0,3a,b	1,62±0,2a,b	1,16±0,1b	1,22±0,1b	1,25±0,1b
Subtotal		28,92	28,72	27,36	23,15	20,73	24,61	17,92	16,55	19,01
Furano										
Furfural	839	5,63±0,7a	5,22±1,1a	4,12±0,8a,b,c	4,44±0,6a,b	4,00±0,6a,b,c	4,99±0,5a,b	3,23±0,7b,c,d	2,11±0,9d	2,30±0,1c,d
2-Furilmetanol	871	7,73±1,1a	6,52±1,2a	8,73±4,5a	8,61±1,2a	7,73±1,1a	8,27±1,2a	8,62±2,5a	9,30±2,1a	9,16±1,4a
5-metilfurfural	969	5,43±0,1a,b,c	5,08±1,2a,b,c	4,29±0,2b,c	6,03±0,7a,b	5,52±0,6a,b,c	6,63±0,6a	5,58±1,1a,b,c	4,31±0,1b,c	3,92±0,4c

Compostos	IK	C60	C80	C100	M60	M80	M100	E60	E80	E100
Acetato de Furfurila	999	2,76±0,4b,c	1,81±1,6b,c	0,63±1,1c	3,78±0,5b	3,64±0,2b	4,13±0,3b	6,97±0,7a	7,10±1,3a	7,81±0,8a
Éter Difurfurílico	1304	0,00±0,0c	0,00±0,0c	0,00±0,0c	0,21±0,4c	0,30±0,5c	0,00±0,0c	1,44±0,2b	2,39±0,2a	2,43±0,4a
Subtotal Éster		21,55	18,63	17,77	23,07	21,19	24,02	25,84	25,21	25,62
Acetoxiacetona	878	1,22±0,2a,b,c	0,77±0,7b,c	0,24±0,4c	1,74±0,6a,b	1,38±0,2a,b,c	1,64±0,3a,b	2,35±0,9a	2,37±0,5a	2,28±0,4a
Ácido propanoico, 2-metil-, 3-hidroxi-2,4,4-trimetilpentil éster	1376	0,45±0,8a	2,61±4,5a	2,16±3,8a	1,69±1,7a	2,24±1,2a	0,00±0,0a	2,13±2,9a	1,84±0,4a	2,34±2,9a
Butil ciclohexil ftalato	1882	3,44±1,9a	4,01±0,6a	3,51±1,2a	3,56±0,4a	4,28±0,9a	2,35±0,5a	3,28±0,4a	3,16±0,1a	2,99±1,1a
Subtotal Pirrol		5,11	7,39	5,91	6,99	7,90	3,99	7,76	7,37	7,61
1-Furfurilpirrol	1185	2,19±0,0a,b	2,00±0,2b	2,27±0,2a,b	2,12±0,1b	2,28±0,3a,b	2,32±0,2a,b	2,78±0,4a,b	2,98±0,6a	2,65±0,2a,b
1-furfuril-2-formilpirrol	1422	0,22±0,4b	0,29±0,5b	0,00±0,0b	1,22±0,2a	1,27±0,0a	1,24±0,2a	1,15±0,1a	1,33±0,1a	1,21±0,0a
Subtotal Fenol		2,41	2,29	2,27	3,34	3,55	3,56	3,93	4,31	3,86
4-Etil-2-metoxifenol	1283	1,57±0,3c	1,28±0,1c	1,62±0,9c	2,96±0,5c	2,98±0,8c	2,30±0,6c	5,12±0,5b	7,88±0,8a	7,30±0,9a
2-Metoxi-4-vinilfenol	1319	17,31±1,5a	15,27±1,3a	19,12±5,0a	17,95±2,8a	18,91±1,7a	16,16±1,5a	16,94±6,1a	17,62±1,1a	15,68±1,4a
Subtotal Alcano		18,88	16,55	20,74	20,91	21,89	18,46	22,06	25,50	22,98
Dodecano	1199	1,75±0,3a	1,55±0,7a	1,29±1,1a	1,17±0,3a	1,81±0,2a	1,51±0,3a	1,11±0,2a	1,10±0,3a	0,93±0,1a

Compostos	IK	C60	C80	C100	M60	M80	M100	E60	E80	E100
Tetradecano	1399	1,10±0,3a	0,98±0,2a	0,63±0,6a	0,79±0,2a	1,25±0,3a	0,95±0,3a	0,91±0,2a	0,90±0,1a	0,76±0,1a
Subtotal		2,85	2,53	1,92	1,96	3,06	2,46	2,02	2,00	1,69
Outros										
2-Nonenal	1164	1,47±0,1a,b	1,37±0,1a,b	1,84±0,4a	0,32±0,6c	0,00±0,0c	1,11±0,1b	0,00±0,0c	0,00±0,0c	0,00±0,0c
Salicilato de Etila	1272	0,89±0,1a	0,53±0,5a	0,57±0,5a	0,50±0,4a	0,35±0,6a	0,17±0,3a	0,16±0,3a	0,00±0,0a	0,00±0,00a
Ácido 4-hidroxi-7-metil-1,8-naftiridina-3-carboxílico	1354	1,56±0,2a	0,95±0,8a	1,10±1,2a	2,09±0,7a	2,19±0,8a	1,50±0,2a	0,82±0,7a	1,79±0,4a	1,98±1,1a
1,2,3-Propanetriol, diacetato	1360	1,10±0,0a	0,72±0,7a	0,96±1,0a	1,73±0,4a	1,02±0,9a	1,35±0,4a	1,39±0,1a	1,43±0,6a	1,08±0,4a
β-damascenona	1386	0,45±0,4a	0,48±0,4a	0,51±0,5a	0,45±0,4a	0,93±0,2a	0,66±0,1a	0,36±0,3a	0,24±0,4a	0,21±0,4a
caféina	1877	1,04±1,8a	3,89±6,7a	0,00±0,0a	3,29±2,9a	3,98±6,9a	4,65±4,7a	3,76±6,5a	0,57±1,0a	0,93±1,6a
Subtotal		6,51	7,94	4,98	8,38	8,47	9,44	6,49	4,03	4,20
Total		86,23	84,04	80,95	87,80	86,79	86,54	86,02	84,97	84,97

Letras iguais correspondem a quantidades estatisticamente semelhantes na mesma linha ($p < 0,05$). C: Terra clara; M: Terra média; E: Terra escura; 60, 80 e 100: teor de grãos provenientes de frutos maduros na amostra.

5.6. Análise sensorial

A nota sensorial do café Conquista em diferentes maturações e torras variou entre 75 (E100) e 80 pontos (M60), como mostrado na Tabela 1. Os cafés com notas mais elevadas são considerados visivelmente melhores que os cafés com notas inferiores (LEMOS et al., 2020). Constata-se, então, que os cafés de torra média foram superiores aos demais, seguido dos cafés de torra clara e, por último, de torra escura.

Além da temperatura e da duração do processo de torra, a umidade dos grãos também influencia na formação de compostos relacionados ao sabor e aroma e, conseqüentemente, perfil sensorial da bebida (SCHENKER et al., 2002). Na presente pesquisa, os cafés com menor nota sensorial possuem menor teor de umidade.

Ademais, a nota sensorial das bebidas foi influenciada pela porcentagem de grãos provenientes de frutos maduros nas amostras. As bebidas preparadas com amostras contendo 60% de grãos maduros possuem nota superior aos cafés 80% e 100% maduros nas torras escura e média – nesta, a nota sensorial dos cafés 80% e 100% maduros foi semelhante e, como citado, inferiores às notas dos cafés 60% maduros. Em relação aos cafés torrados na torra clara, a nota sensorial foi semelhante para os cafés 60% e 80% maduros, os quais foram superiores ao café 100% maduro. Diferente do observado por Lemos et al. (2020), os cafés 60% maduros atingiram notas maiores que os demais. Contudo, a diferença causada pela torra aparenta ser mais significativa que a diferença entre as maturações.

Em relação aos atributos, a torra média se mostrou superior em todos os aspectos, por outro lado, as menores notas foram observadas nos cafés de torra escura, como visualizado na Figura 3. Os cafés 100% maduros apresentaram a menor nota em todas as torras para os atributos sabor, salinidade/acidez, amargor/doçura, sensação na boca equilíbrio e conjunto; e nas torras clara e escura para fragrância/aroma e retrogosto.

Em relação às nuances listadas por cada degustador, de forma geral, na torra clara a nuance “cereal” foi listada mais vezes; na torra média, nuances relacionadas à característica “doce”; e, na torra escura, remetentes à “queimado”.

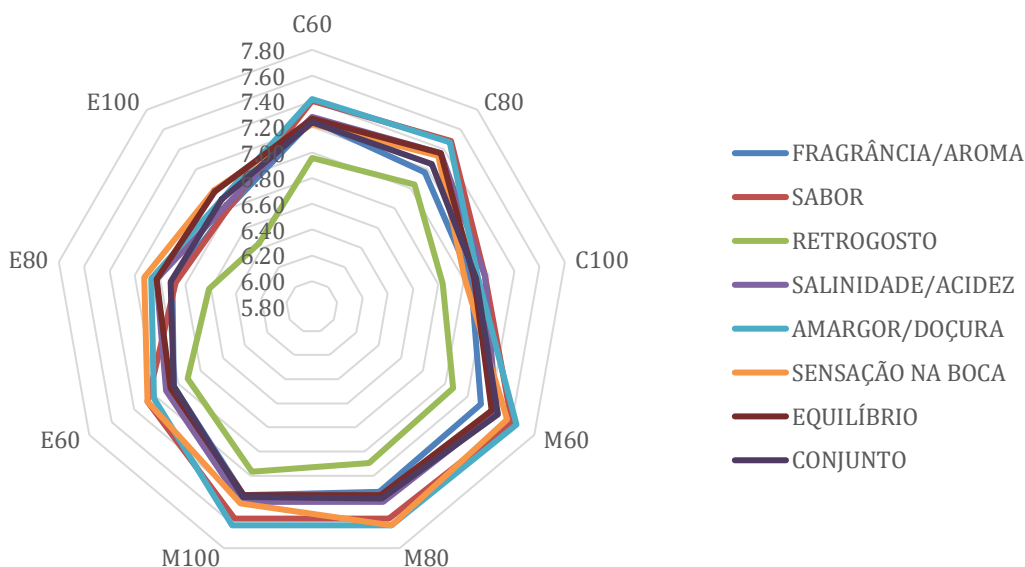


Figura 3: Perfil Sensorial do café Conquista em diferentes maturações e graus de torra. C: Torra clara; M: Torra média; E: Torra escura; 60, 80 e 100: teor de grãos provenientes de frutos maduros na amostra.

6. DISCUSSÃO

A economia capixaba sofre grande influência da cafeicultura, tanto em relação à produção para exportação quanto para o comércio nacional. Por este motivo, torna-se importante o investimento em tecnologias que aperfeiçoem o conhecimento a respeito dos grãos de diferentes espécies, aprimorando seu sabor, rendimento e aspectos químicos.

A cultivar Conquista foi lançada pelo INCAPER em 2019 e, a partir da presente pesquisa, foi possível verificar o melhor perfil de torra e a influência da maturação nos âmbitos em seu perfil sensorial e químico.

Em relação ao sabor e aroma do café, a torra média obteve resultado superior às demais, seguida da torra clara. A torra escura foi responsável pela redução da qualidade sensorial da bebida. Porém, ainda assim, estes cafés foram classificados como "muito bom" de acordo com a escala da UCDA (2010), em que bebidas com notas sensorial entre 40 e 50 possuem a descrição de qualidade "Razoável", classificados como comercial; entre 50 e 60, "Razoável", no grupo de "boa qualidade usual"; entre 60 e 70, "Médio" e "Boa qualidade usual"; entre 70 e 80, "Muito bom" e "Prêmio"; entre 80 e 90, descrição de qualidade e classificação "Fino"; e entre 90 e 100 pontos, "Excepcional" e "Muito fino".

Por outro lado, o rendimento do café de torra escura foi superior aos demais, sendo observado um valor mais elevado que o encontrado na literatura (MENDONÇA; PEREIRA; MENDES, 2005). Este dado é importante, visto que a exportação de cafés solúveis é muito forte no estado e, quanto maior o rendimento de extrato aquoso, maior a quantidade de café solúvel produzido.

O café possui diversos compostos bioativos em sua composição. Enfatiza-se a presença de ácidos clorogênicos e a cafeína, sendo o alimento a maior fonte de CGAs da dieta humana, tanto por conta do alto teor encontrado quanto pela cultura do consumo diário da bebida. Foram encontrados valores superiores de ácidos clorogênicos totais na torra clara, como o esperado, visto que esta classe de compostos químicos é degradada durante a torra para a formação de outros fenólicos, como as lactonas (FARAH; DONANGELO, 2006). O teor total de CGAs encontrado foi superior ao descrito pela literatura. Cid e Peña (2016) descreveram que o café robusta torrado em torras claras possui 3,5% de ácidos clorogênicos, em torras médias, 2,1% e, em torras escuras, 0,2%. Já Wei e Tanokura (2015) descreveram uma média de 3,9-4,6% de ácidos clorogênicos totais em cafés torrados. Em relação à cafeína, os resultados estão de acordo com o esperado, sendo observado em literatura uma média de 2% de cafeína na espécie *C. canephora*.

Os ácidos clorogênicos são potenciais agentes antioxidantes. Logo, possuem efeito protetivo contra doenças degenerativas (como a diabetes mellitus), câncer, doenças cardiovasculares e danos neurais. Esses efeitos também estão correlacionados à sua capacidade de redução da glicemia pós-prandial e aumento da utilização da gordura, reduzindo seus níveis plasmáticos e hepáticos após a alimentação (FARAH; DONANGELO, 2006; NARITA; INOUE, 2015; UPADHYAY; RAO, 2013). Portanto, é possível afirmar que o café Conquista é uma cultivar com potencial utilização na área da saúde, por conta da presença de ácidos clorogênicos em quantidades superiores ao descrito em literatura.

A nota sensorial do café está correlacionada com a composição, destacando-se aqui os compostos voláteis. A torra escura foi responsável pela degradação de compostos importantes para o sabor e pela formação e/ou permanência de compostos indesejáveis. Para verificar como os compostos voláteis se correlacionam com o perfil sensorial das amostras, uma correlação de Pearson foi elaborada e os resultados estão apresentados na Figura 4. Nele, é possível perceber

que os compostos furfural (2) e 5-metilfurfural (8) se correlacionaram positivamente com os atributos sensoriais testados. Já os compostos 1-furfurilpirrol (16), 4-etil-2-metoxifenol (19) e éter difurfurílico (20) correlacionaram-se de forma negativa. Os demais foram menos determinantes para o sabor e aroma das bebidas.

O composto furfural possui aroma de pão, amêndoa e doce, enquanto o 5-metilfurfural, de amêndoa, caramelo e açúcar queimado. Já o composto 1-furfurilpirrol possui nuances de doce e queimado, 4-etil-2-metoxifenol, de “especiarias” e “cravos”, e, éter difurfurílico, de odor de café e torrado (ACREE; ARN, 2004; AGNOLETTI et al., 2022; YANG et al., 2016).

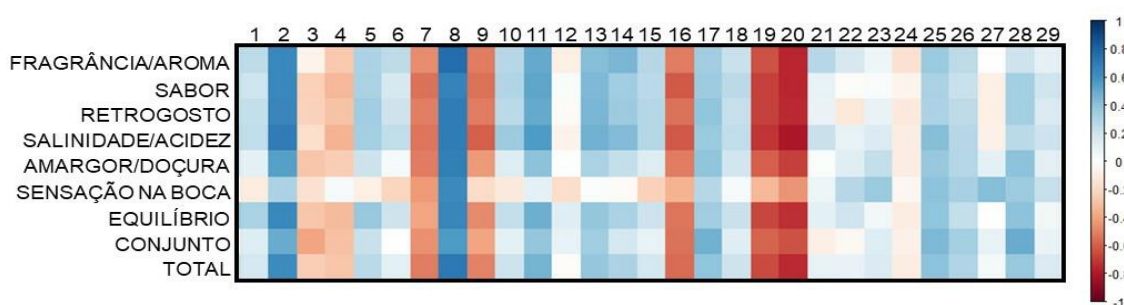


Figura 4: Correlação de Pearson entre os atributos sensoriais e compostos voláteis do café Conquista em diferentes maturações e graus de torra. Cores mais intensas correspondem a correlações mais fortes entre os compostos e os atributos. 1: 2-metilpirazina; 2: Furfural; 3: 2-Furilmetanol; 4: Acetoxiacetona; 5: 2,5-dimetilpirazina; 6: 2,6-dimetilpirazina; 7: etilpirazina; 8: 5-metilfurfural; 9: Acetato de Furfurila; 10: 2-etil-6-metilpirazina; 11: 2-etil-5-metilpirazina; 12: trimetilpirazina; 13: 3-etil-2,5-dimetilpirazina; 14: 3,5-dietil-2-metilpirazina; 15: 2-nonenal; 16: 1-furfurilpirrol; 17: Dodecano; 18: Salicilato de etila; 19: 4-etil-2-metoxifenol; 20: Éter difurfurílico; 21: 4-etenil-2-metoxifenol; 22: Ácido 4-hidroxi-7-metil-1,8-naftiridina-3-carboxílico; 23: 1,2,3-propanotriol, diacetato; 24: Ácido propanoico, 2-metil-3-hidroxi-2,4,4-trimetilpentil éster; 25: β -damascenona; 26: Tetradecano; 27: 1-furfuril-2-formilpirrol; 28: Cafeína; 29: Butil ciclohexil ftalato.

Por fim, para verificar se os cafés torrados nas torras clara, média e escura e se os cafés coletados contendo 60%, 80% e 100% de grãos maduros se diferenciavam, foram realizadas duas Análises de Componentes Principais (PCA), observadas na Figuras 5 e 6. Na primeira, os dados foram agrupados de acordo com a maturação e, na segunda, de acordo com a torra.

Verifica-se graficamente que os cafés de diferentes maturações não foram separados, já que as elipses que compreendem cada um dos grupos de amostras (amostra com 60%, 80% e 100% de grãos provenientes de frutos maduros) se sobrepõem. Apesar disso, os componentes principais representaram 61,69% (45,33% na dimensão 1 e 16,36% na dimensão 2) da variância total das amostras, mesmo que estas não tenham sido devidamente separadas por maturação.

O resultado observado é relevante, visto que, durante a colheita do café, agricultores praticam a derrça, caracterizada pela retirada de todos os frutos de um mesmo galho, mesmo que esses estejam em diferentes estágios de maturação (TOCI; FARAH, 2008), reduzindo a mão de obra necessária para a colheita e a redução da produtividade ocasionada pela perda de frutos muito maduros. Foi observado que esta prática não afeta diretamente a composição do café, já que os grupos com 60, 80 e 100% de grãos maduros não foram separados pelo PCA.

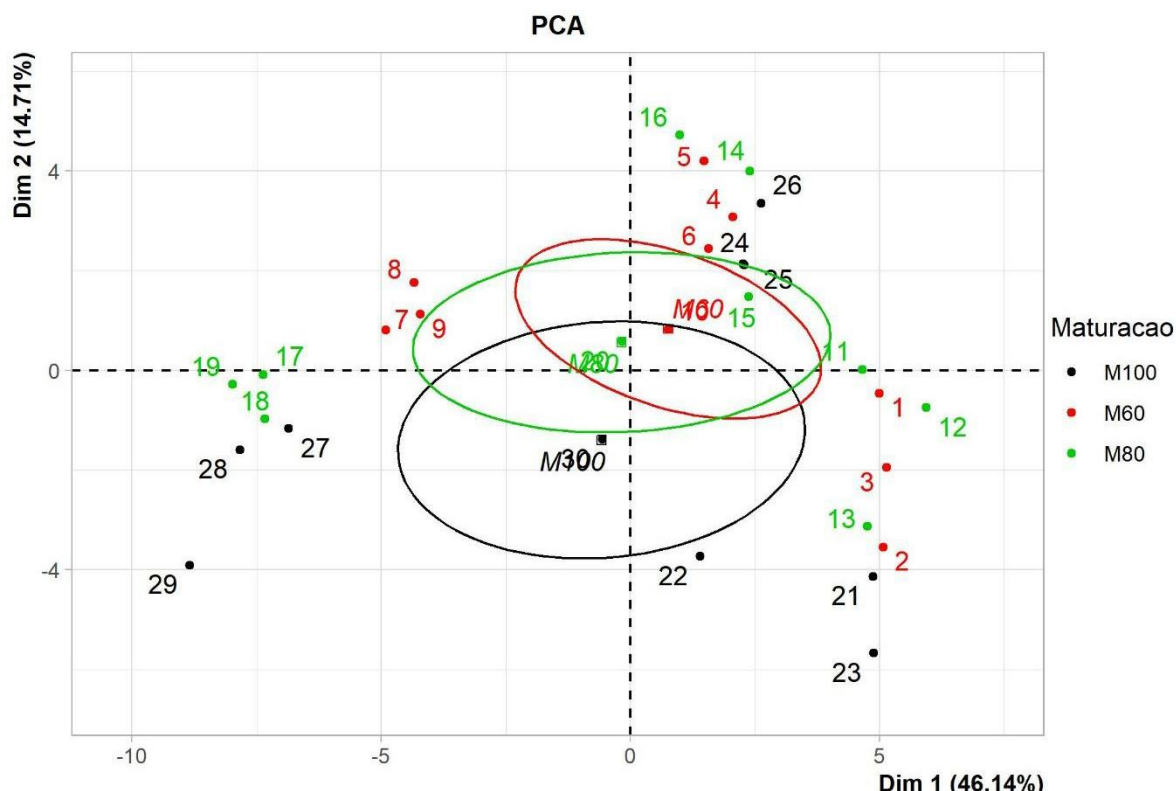


Figura 5: Análise de Componentes principais do café Conquista em diferentes maturações e graus de torra, agrupados por grau de torra, sendo a coloração vermelha correspondente aos cafés 60% maduros; coloração verde, cafés 80% maduros; e coloração preta, cafés 100% maduros.

Por outro lado, como visualizado na Figura 6, os cafés torrados em diferentes rotinas de torra foram devidamente separados, formando os grupos de torra clara, média e escura. A dimensão 1 representou 46,50% da variação entre as amostras e, a dimensão 2, 16,54%, totalizando 63,04%. As variáveis que mais influenciaram na separação das amostras por torra (Figura 7) foram os atributos do perfil sensorial, umidade e ácidos clorogênicos, com valores superiores nas torras claras e inferiores nas torras escuras; as pirazinas; o rendimento, maior nas torras escuras; e os voláteis 1-furfurilpirrol, 4-etil-2metoxifenol e éter difurfurílico se correlacionaram

negativamente com o perfil sensorial da bebida e apresentaram maior teor na torra escura, cuja nota sensorial foi inferior às demais.

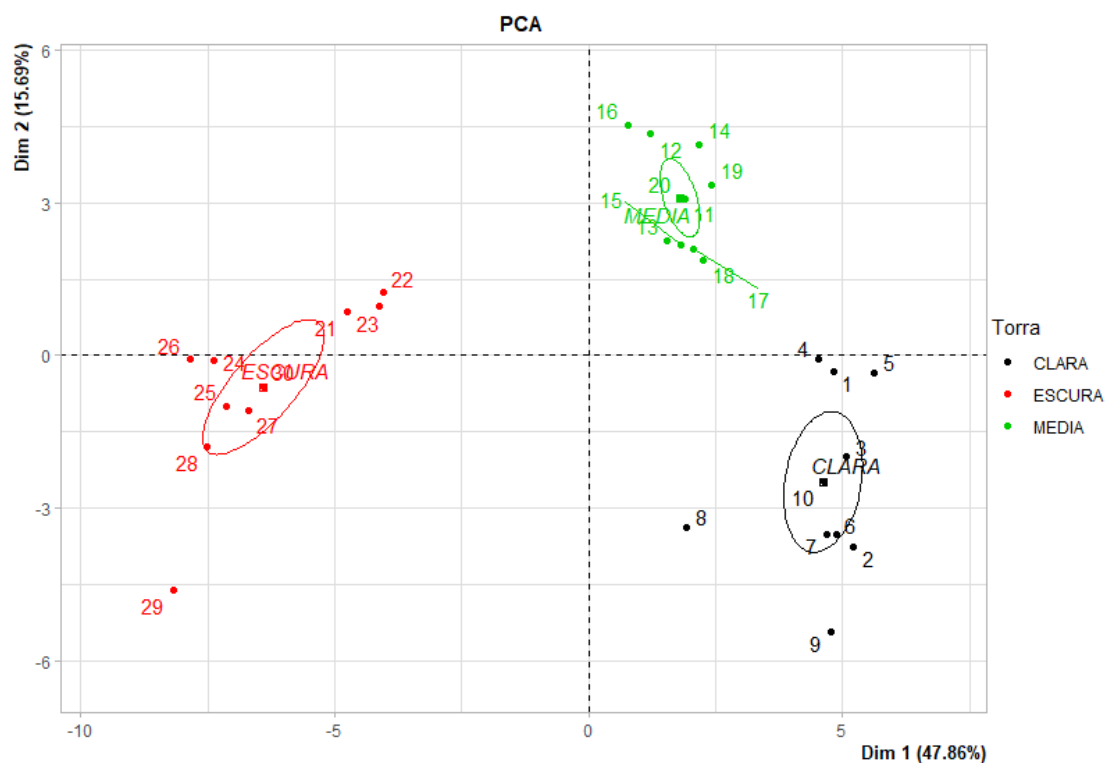


Figura 6: Análise de Componentes principais do café Conquista em diferentes maturações e graus de torra, agrupados por grau de torra, sendo a coloração preta correspondente aos cafés de torra clara; coloração verde, cafés de torra média; e coloração vermelha, escura.

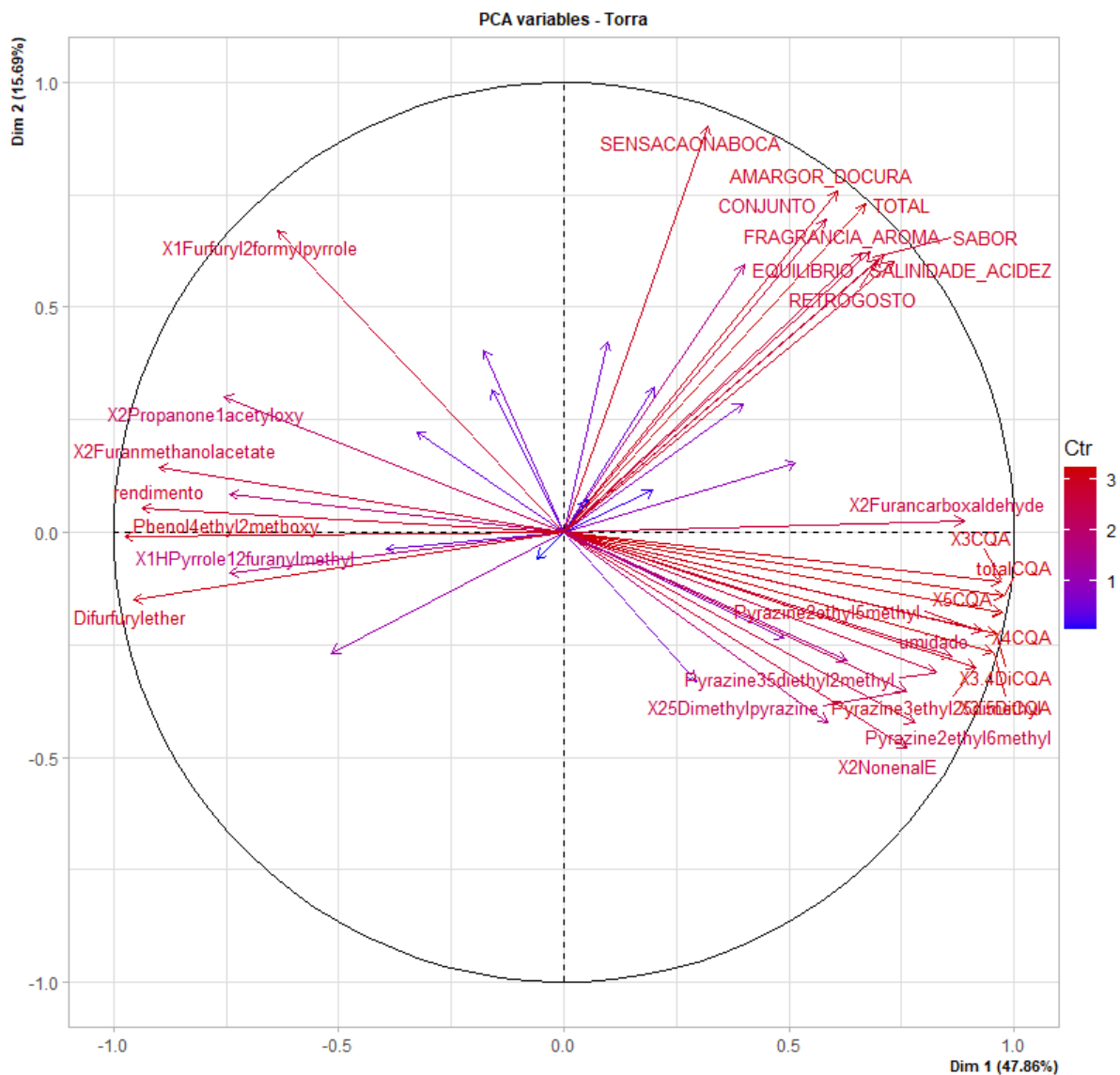


Figura 7: Influência das variáveis na separação das amostras da PCA separada por torra.

A partir do padrão observado, é possível confirmar que os parâmetros avaliados irão interferir na qualidade do café, sendo possível a detecção das moléculas e atributos que se correlacionam positiva ou negativamente com as características do alimento.

7. CONCLUSÃO

A cultivar de café conilon Conquista “ES8152” foi estudada em três maturações e três graus de torra. Conclui-se que a mesma possui teor de umidade entre 1,38 e 2,62%; de minerais, entre 4,34 e 4,72%; e, o rendimento, entre 30,7 e 35,8%, todos dentro dos parâmetros pré-estabelecidos. O teor de ácidos clorogênicos totais da cultivar situa-se entre 2,40 e 9,33%, enquanto o teor de cafeína está entre 2,16 e 2,41%, valor esperado para a espécie. As notas sensoriais variaram entre 75 e 80, e os compostos voláteis majoritários pertencem aos grupos pirazina, fenol, furano e pirrol.

A presença de grãos provenientes de frutos de diferentes estágios de maturação (60%, 80% e 100%) afeta levemente a nota sensorial e não afeta o teor de umidade, minerais, rendimentos e compostos voláteis deste café. Já a torra foi responsável por mudanças no perfil químico e sensorial do grão. Além da redução da umidade e aumento no teor de minerais e do rendimento. As notas sensoriais dos cafés de torra média foram superiores, seguida da nota dos cafés de torra clara e, por último, torra escura. O perfil de voláteis foi alterado durante a torra, afetando a nota sensorial da bebida.

Portanto, o café Conquista se destaca pela presença de compostos bioativos em quantidades elevadas, sendo uma cultivar com potencial para a utilização na área da saúde, principalmente em torras claras. Quando torrado em torra média, destacou-se em relação ao seu perfil sensorial e, na torra escura, rendimento. Por meio da observação dos resultados encontrados, enfatiza-se a importância do estudo dos cafés capixabas e suas possíveis utilizações em diferentes áreas.

8. REFERÊNCIAS

- ABIC. **Características Físicas**. 2020. Disponível em: <https://www.abic.com.br/recomendacoes-tecnicas/recomendacoes-tecnicas-da-abic/>.
- ACREE, Terry; ARN, Heinrich. **Flavornet**. 2004.
- ADAMS, Robert P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. [s.l.: s.n.]. v. 24 DOI: 10.1016/0305-1978(96)83708-2.
- AGNOLETTI, Bárbara Zani; FOLLI, Gabriely Silveira; PEREIRA, Lucas Louzada; PINHEIRO, Patrícia Fontes; GUARÇONI, Rogério Carvalho; DA SILVA OLIVEIRA, Emanuele Catarina; FILGUEIRAS, Paulo Roberto. Multivariate calibration applied to study of volatile predictors of arabica coffee quality. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 367, n. June 2021, 2022. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.130679.
- AMABILE, Renato Fernando; VILELA, Michelle Souza; PEIXOTO, José Ricardo. Melhoramento de plantas - Variabilidade genética, ferramentas e mercado. **Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas**, [S. l.], p. 108, 2018.
- ANESE, Monica. **Furan and Other Furanic Compounds in Coffee: Occurrence, Mitigation Strategies, and Importance of Processing**. [s.l.] : Elsevier Inc., 2015. DOI: 10.1016/B978-0-12-404699-3.00065-2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00065-2>.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of AOAC international**. 20. ed. [s.l.] : AOAC, 2016.
- BAUER, Deborah; ABREU, Joel; JORDÃO, Nathália; ROSA, Jeane Santos Da; FREITAS-SILVA, Otniel; TEODORO, Anderson. Effect of roasting levels and drying process of coffea canephora on the quality of bioactive compounds and cytotoxicity. **International Journal of Molecular Sciences**, [S. l.], v. 19, n. 3407, p. 1–19, 2018. DOI: 10.3390/ijms19113407.
- BRASIL. PORTARIA Nº 377, DE 26 DE ABRIL DE 1999 **Portaria 377**, 1999. p. 1–3.
- BUFFO, Roberto A.; CARDELLI-FREIRE, Claudio. Coffee flavour: An overview. **Flavour and Fragrance Journal**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 99–104, 2004. DOI: 10.1002/ffj.1325.
- CAPORASO, Nicola; GENOVESE, Alessandro; CANELA, Mariana D.; CIVITELLA, Alberto; SACCHI, Raffaele. Neapolitan coffee brew chemical analysis in comparison

to espresso, moka and American brews. **Food Research International**, [S. l.], v. 61, p. 152–160, 2014. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.01.020.

CAPORASO, Nicola; WHITWORTH, Martin B.; CUI, Chenhao; FISK, Ian D. Variability of single bean coffee volatile compounds of Arabica and robusta roasted coffees analysed by SPME-GC-MS. **Food Research International**, [S. l.], v. 108, n. December 2017, p. 628–640, 2018. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.03.077. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.077>.

CID, M. C.; PEÑA, M. P. De. Coffee: Analysis and Composition. *In*: **Encyclopedia of Food and Health**., 2016.

CLIFFORD, Michael N. Chlorogenic acids and other cinnamates - Nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 79, n. 3, p. 362–372, 1999. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(19990301)79:3<362::AID-JSFA256>3.0.CO;2-D.

COLLINS, Carol H.; BRAGA, Gilberto L.; BONATO, Pierina S. **Fundamentos de Cromatografia**. 6. ed. Campinas.

COLZI, Ilaria; TAITI, Cosimo; MARONE, Elettra; MAGNELLI, Susanna; GONNELLI, Cristina; MANCUSO, Stefano. Covering the different steps of the coffee processing: Can headspace VOC emissions be exploited to successfully distinguish between Arabica and Robusta? **Food Chemistry**, [S. l.], v. 237, p. 257–263, 2017. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.05.071. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.071>.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira: Café. **Boletim da Safra 2021 de café**, [S. l.], v. 8, n. Terceiro levantamento, p. 59, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>.

DE MARIA, Carlos Alberto Bastos; MOREIRA, Ricardo Felipe Alves; TRUGO, Luiz Carlos. Componentes voláteis do café torrado. Parte I: compostos heterocíclicos. **Química Nova [online]**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 209–217, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40421999000200013>.

DULSAT-SERRA, Neus; QUINTANILLA-CASAS, Beatriz; VICHI, Stefania. Volatile thiols in coffee: A review on their formation, degradation, assessment and influence on coffee sensory quality. **Food Research International**, [S. l.], v. 89, p. 982–988, 2016. DOI: 10.1016/j.foodres.2016.02.008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.02.008>.

ELMACI, İlkey; GOK, İlkey. Effect of three post-harvest methods and roasting degree

on sensory profile of Turkish coffee assessed by Turkish and Brazilian panelists. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 101, n. 13, p. 5368–5377, 2021. DOI: 10.1002/jsfa.11185.

FARAH, Adriana; DE PAULIS, Tomas; TRUGO, Luiz C.; MARTIN, Peter R. Effect of roasting on the formation of chlorogenic acid lactones in coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 53, n. 5, p. 1505–1513, 2005. DOI: 10.1021/jf048701t.

FARAH, Adriana; DONANGELO, Carmen Marino. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 23–36, 2006. DOI: 10.1590/S1677-04202006000100003.

FARAH, Adriana; LIMA, Juliana de Paula. Consumption of chlorogenic acids through coffee and health implications. **Beverages**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2019. DOI: 10.3390/beverages5010011.

FERNANDES, Simone Miranda; PEREIRA, Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga; PINTO, Nísia Andrade Villella Dessimoni; NERY, Marcela Carlota; PÁDUA, Flávia Renata Magalhães. CONSTITUINTES QUÍMICOS E TEOR DE EXTRATO AQUOSO DE CAFÉS ARÁBICA (*Coffea arabica* L .) E CONILON (*Coffea canephora* Pierre) TORRADOS. **Ciência e Agrotecnologia**, [S. l.], v. 27, n. 5, p. 1076–1081, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000500015>.

FERRÃO, Romário Gava; FONSECA, Aymbiré Francisco Almeida; FERRÃO, Maria Amélia Gava; MUNER, Lúcio Herzog. **Conilon Coffee: The *Coffea canephora* produced in Brazil**. 3. ed. Vitória: Incaper, 2019.

FILHO, Tarcísio Lima; DELLA LUCIA, Suzana Maria; SARAIVA, Sérgio Henriques; LIMA, Rondinelli Moulin. Características físico-químicas de bebidas de café tipo expresso preparadas a partir de blends de café arábica e conilon. **Revista Ceres**, [S. l.], v. 62, n. 4, p. 333–339, 2015. DOI: 10.1590/0034-737X201562040001.

GARCÍA-LOMILLO, Javier; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, Maria L. Pyrazines in thermally treated foods. **Encyclopedia of Food Chemistry**, [S. l.], p. 353–362, 2018. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.21668-5.

GLOESS, Alexia N. et al. Evidence of different flavour formation dynamics by roasting coffee from different origins: On-line analysis with PTR-ToF-MS. **International Journal of Mass Spectrometry**, [S. l.], v. 365–366, p. 324–337, 2014.

DOI: 10.1016/j.ijms.2014.02.010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijms.2014.02.010>.

GRUCZYŃSKA, Eliza; KOWALSKA, Dorota; KOZŁOWSKA, Mariola; MAJEWSKA, Ewa; TARNOWSKA, Katarzyna. Furan in roasted, ground and brewed coffee. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, [S. l.], v. 69, n. 2, p. 111–118, 2018.

HU, G. L.; WANG, X.; ZHANG, L.; QIU, M. H. The sources and mechanisms of bioactive ingredients in coffee. **Food and Function**, [S. l.], v. 10, n. 6, p. 3113–3126, 2019. DOI: 10.1039/c9fo00288j.

HU, Guilin; PENG, Xingrong; GAO, Ya; HUANG, Yanjie; LI, Xian; SU, Haiguo; QIU, Minghua. Effect of roasting degree of coffee beans on sensory evaluation: Research from the perspective of major chemical ingredients. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 331, n. May, 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127329.

ILLY, Andrea; VIANI, Rinantonio. **Espresso Coffee-The Science of Quality**. [s.l.: s.n.].

INCAPER. **“CONQUISTA ES8152” Cultivar melhorada de café conilon propagada por sementes para o Espírito Santo**. Vitória.

JEON, Jong Sup; KIM, Han Taek; JEONG, Il Hyung; HONG, Se Ra; OH, Moon Seog; YOON, Mi Hye; SHIM, Jae Han; JEONG, Ji Hoon; ABD EL-ATY, A. M. Contents of chlorogenic acids and caffeine in various coffee-related products. **Journal of Advanced Research**, [S. l.], v. 17, p. 85–94, 2019. DOI: 10.1016/j.jare.2019.01.002. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.01.002>.

JHAM, Gulab N.; VELIKOVA, R.; VIDAL MULLER, Hécio; NIKOLOVA-DAMYANOVA, B.; CECON, Paulo Roberto. Lipid classes and triacylglycerols in coffee samples from Brazil: Effects of coffee type and drying procedures. **Food Research International**, [S. l.], v. 34, n. 2–3, p. 111–115, 2001. DOI: 10.1016/S0963-9969(00)00137-X.

KIM, Su Yeon; KO, Jung A.; KANG, Bo Sik; PARK, Hyun Jin. Prediction of key aroma development in coffees roasted to different degrees by colorimetric sensor array. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 240, p. 808–816, 2017. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.07.139. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.139>.

KREMR, Daniel; BAJER, Tomáš; BAJEROVÁ, Petra; SURMOVÁ, Silvie; VENTURA, Karel. Unremitting problems with chlorogenic acid nomenclature: A review. **Quimica Nova**, [S. l.], v. 39, n. 4, p. 530–533, 2016. DOI: 10.5935/0100-4042.20160063.

LEMONS, Mayara Fumiere; PEREZ, Consuelo; DA CUNHA, Pedro Henrique Pereira; FILGUEIRAS, Paulo Roberto; PEREIRA, Lucas Louzada; ALMEIDA DA FONSECA,

Aymbiré Francisco; IFA, Demian R.; SCHERER, Rodrigo. Chemical and sensory profile of new genotypes of Brazilian *Coffea canephora*. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 310, n. November 2019, 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125850.

LICCIARDI, Renata; PEREIRA, Rosemary Gualberto F. A.; MENDONÇA, Luciana Maria Vieira Lopes; FURTADO, Elisângela Ferreira. Avaliação físico-química de cafés torrados e moídos, de diferentes marcas comerciais, da região sul de Minas Gerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 425–429, 2005. DOI: 10.1590/s0101-20612005000300006.

LIM, Loong Tak; ZWICKER, Matthew; WANG, Xiuju. **Coffee: One of the most consumed beverages in the world**. Third Edit ed. [s.l.] : Elsevier, 2019. v. 4 DOI: 10.1016/B978-0-444-64046-8.00462-6. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-64046-8.00462-6>.

LOUZADA PEREIRA, Lucas; CARVALHO GUARÇONI, Rogério; SOARES DE SOUZA, Gustavo; BRIOSCHI JUNIOR, Dério; RIZZO MOREIRA, Taís; SCHWENGBER TEN CATEN, Carla. Propositions on the Optimal Number of Q-Graders and R-Graders. **Journal of Food Quality**, [S. l.], v. 2018, p. 1–7, 2018. DOI: 10.1155/2018/3285452.

MACHADO, Jéssica Louzada; TOMAZ, Marcelo Antonio; COSTA, Adilson Vidal; COLODETTI, Tafarel Victor. Evaluation of genetic divergence of coffee genotypes using the volatile compounds and sensory attributes profile. [S. l.], n. October, p. 1–13, 2021. DOI: 10.1111/1750-3841.15986.

MAHMUD, M. M. Chaya.; SHELLIE, Robert A.; KEAST, Russell. Unravelling the relationship between aroma compounds and consumer acceptance: Coffee as an example. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [S. l.], v. 19, n. 5, p. 2380–2420, 2020. DOI: 10.1111/1541-4337.12595.

MARTINS, Ana Luiza. **História do Café**. 2. ed. São Paulo.

MENDONÇA, Luciana Maria Vieira Lopes; PEREIRA, Rosemary Gualberto Fonseca Alvareng; MENDES, Antônio Nazareno Guimarães. Parâmetro bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 239–243, 2005. DOI: 10.1590/s0101-20612005000200009.

MOREIRA, Ricardo Felipe Alves; TRUGO, Luiz Carlos; DE MARIA, Carlos Alberto Bastos. Componentes voláteis do café torrado. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova [online]**, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 195–203, 2000.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000200010>.

NARITA, Yusaku; INOUE, Kuniyo. **Chapter 21 - Chlorogenic Acids from Coffee**. [s.l.] : Elsevier Inc., 2015. DOI: 10.1016/B978-0-12-409517-5.00021-8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00021-8>.

NIST, National Institute of Standards and Technology. **NIST Livro de Química na Web, SRD 69**. 2021. DOI: <https://doi.org/10.18434/T4D303>.

PEDRO, Nilva Ap. Rassinetti; BADOLATO, Maria Irene Cibela; FREITAS, Valéria Pereira da Silva; CHIARINA, Paulo Flávio Teixeira. Avaliação da qualidade do café torrado e moído processado na região de Campinas, Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v. 56, n. 1, p. 113–117, 1996. DOI: 10.17271/19800827982013464.

SCAA. SCAA Protocols Cupping Specialty Coffee. **Specialty Coffee Association of America**, [S. l.], p. 1–10, 2009. Disponível em: <http://www.scaa.org/?page=resources&d=coffee-protocols>.

SCHENKER, S.; HEINEMANN, C.; HUBER, M.; POMPIZZI, R.; PERREN, R.; ESCHER, F. Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 67, n. 1, p. 60–66, 2002. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb11359.x.

SMRKE, Samo; KROSLAKOVA, Ivana; GLOESS, Alexia N.; YERETZIAN, Chahan. Differentiation of degrees of ripeness of Catuai and Tipica green coffee by chromatographical and statistical techniques. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 174, p. 637–642, 2015. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.11.060. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.060>.

TOCI, Aline T.; AZEVEDO, Débora A.; FARAH, Adriana. Effect of roasting speed on the volatile composition of coffees with different cup quality. **Food Research International**, [S. l.], v. 137, p. 109546, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109546. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109546>.

TOCI, Aline T.; BOLDRIN, Maria V. Z. **Coffee beverages and their aroma compounds**. [s.l.] : Elsevier Inc., 2018. v. 7 DOI: 10.1016/C2016-0-00380-7. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-811518-3/00012-0>.

TOCI, Aline T.; FARAH, Adriana. Volatile compounds as potential defective coffee beans' markers. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 108, n. 3, p. 1133–1141, 2008. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.11.064.

UCDA. UCDA Uganda Coffee Development Authority. **International Coffee**

Organization., [S. l.], 2010.

UPADHYAY, Rohit; RAO, L. Jagan Mohan. An Outlook on Chlorogenic Acids-Occurrence, Chemistry, Technology, and Biological Activities. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [S. l.], v. 53, n. 9, p. 968–984, 2013. DOI: 10.1080/10408398.2011.576319.

VELÁSQUEZ, Sebastián; PEÑA, Nestor; BOHÓRQUEZ, Juan Carlos; GUTIERREZ, Nelson; SACKS, Gavin L. Volatile and sensory characterization of roast coffees – Effects of cherry maturity. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 274, p. 137–145, 2019. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.08.127. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.127>.

WEI, Feifei; TANOKURA, Masaru. Chemical Changes in the Components of Coffee Beans during Roasting. *In: Coffee in Health and Disease Prevention*. [s.l.] : Elsevier Inc., 2015. p. 83–91. DOI: 10.1016/B978-0-12-409517-5.00010-3. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00010-3>.

YANG, Ni; LIU, Chujiao; LIU, Xingkun; DEGN, Tina Kreuzfeldt; MUNCHOW, Morten; FISK, Ian. Determination of volatile marker compounds of common coffee roast defects. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 211, p. 206–214, 2016. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.04.124. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.124>.

ZANEBON, Odair; PASCUET, Sadocco Neus; TIGLEA, Paulo. Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos**, [S. l.], v. 4, p. 1000, 2008.

ZANIN, Rodolfo Campos; CORSO, Marinês Paula; KITZBERGER, Cíntia Sorane Good; SCHOLZ, Maria Brígida dos Santos; BENASSI, Marta de Toledo. Good cup quality roasted coffees show wide variation in chlorogenic acids content. **Lwt**, [S. l.], v. 74, p. 480–483, 2016. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.08.012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.012>.