

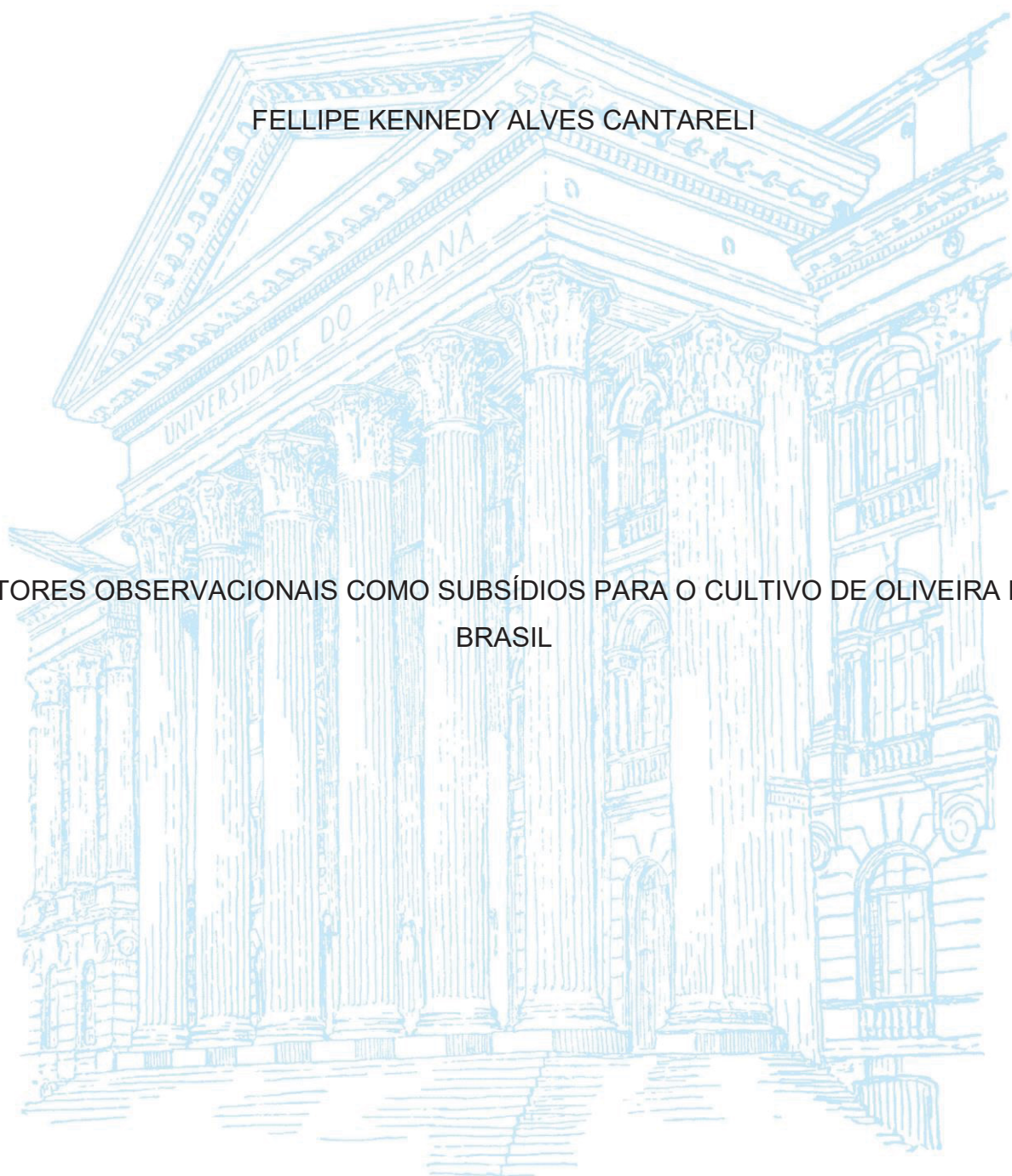
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELLIPE KENNEDY ALVES CANTARELI

FATORES OBSERVACIONAIS COMO SUBSÍDIOS PARA O CULTIVO DE OLIVEIRA NO
BRASIL

CURITIBA

2021



FELLIPE KENNEDY ALVES CANTARELI

FATORES OBSERVACIONAIS COMO SUBSÍDIOS PARA O CULTIVO DE OLIVEIRA NO
BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Francine Lorena Cuquel

Coorientadora: Dr.^a Laís Gomes Adamuchio

CURITIBA

2021

Cantareli, Felipe Kennedy Alves

Fatores observacionais como subsídios para o cultivo de oliveiras no Brasil. - Curitiba, 2021.

87f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Orientação: Francine Lorena Cuquel

Coorientação: Laís Gomes Adamuchio

1. Olivicultura. 2. Zoneamento Agroclimático. 3. Olea europaea. I. Cuquel, Francine Lorena. II. Adamuchio, Laís Gomes. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **FELIPE KENNEDY ALVES CANTARELI** intitulada: **FATORES OBSERVACIONAIS COMO SUBSÍDIOS PARA O CULTIVO DE OLIVEIRA NO BRASIL**, sob orientação da Profa. Dra. FRANCINE LORENA CUQUEL, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 20 de Julho de 2021.

Assinatura Eletrônica
21/07/2021 13:30:39.0
FRANCINE LORENA CUQUEL
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
26/07/2021 09:43:07.0
ANGELICA PRELA-PANTANO
Avaliador Externo (INSTITUTO AGRONÔMICO DE
CAMPINAS/AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS
AGRONEGÓCIOS)

Assinatura Eletrônica
26/07/2021 08:23:32.0
CAMILA PEREIRA CROGE
Avaliador Externo (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E
EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA)

Assinatura Eletrônica
21/07/2021 22:21:02.0
LUIZ FERNANDO DE OLIVEIRA DA SILVA
Avaliador Externo (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE
MINAS GERAIS)

Rua dos Funcionários, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80035-050 - Tel: (41) 3350-5601 - E-mail: pgapv@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 102142

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 102142

A Deus, que sempre me deu sabedoria em todos os momentos de minha trajetória, aos meus pais, Flávio Moreira Cantareli e Flávia Alves Rodrigues Cantareli, por sempre apoiarem todas as minhas escolhas. Dedico.

AGRADECIMENTOS

Seria impossível começar meus agradecimentos de outra forma, não agradecendo pessoas específicas, mas sim o conjunto de pessoas que compõem esta instituição chamada Universidade Federal do Paraná, que tanto me acolheu em um momento totalmente novo, ao sair de minha zona de conforto em minha cidade natal para me aventurar em terras Paranaenses. Agradeço aos coorientadores, e membros das bancas de pré e pós defesa pela suas contribuições impares para que essa dissertação pudesse ser executada. Em especial, agradeço a minha orientadora, Prof. Francine Lorena Cuquel, que não exerceu apenas o papel de orientadora, mas de mãe e amiga, a quem eu jamais conseguiria chegar até o fim sem seu apoio e cuidado com as palavras ao conversar comigo, mesmo em momentos de resistência por minha parte. Muito obrigado de todo coração ! Agradeço também aos amigos que fiz durante o mestrado, e que levarei por toda a vida, em especial a Marcela Maria Zanatta, Ingrid Rebechi, e Ricardo Sousa. Também não posso esquecer das pessoas que contribuíram em minha formação como Engenheiro Agrônomo, e que sempre me incentivaram a seguir carreira acadêmica, em especial as professoras Monique Marques, Ana Paula Berger, e Taís Ferreira de Almeida, que são exemplos pra mim de como deve ser um professor. E por ultimo, uma pessoa impar, que tenho o prazer em dizer que é minha melhor amiga, parceira e irmã, Nayra Rodrigues de Alcântara, pois sem ela eu não teria chegado até aqui. Meu muito obrigado a todos vocês !

*“ Feliz aquele que transfere o que
sabe e aprende o que ensina...”
(Cora Coralina)*

RESUMO

A oliveira (*Olea europaea*) apresenta-se como uma espécie potencial para a agricultura brasileira, devido à sua rusticidade e possibilidade de ser cultivada em pequenas áreas com alta produtividade. Entretanto, é um desafio ao setor produzir azeite de oliva com qualidade, devido a ocorrência de eventos adversos que afetam a estabilidade de produção da cultura no país. No entanto, são escassas as informações técnicas para condução da cultura a nível nacional, com poucos dados de quais os fatores que interferem na qualidade do óleo produzido, principalmente nas características físico-químicas e sensoriais. Atualmente, nota-se um aumento na exigência do mercado consumidor por produtos alimentícios de qualidade, entre eles, o azeite de oliva. No entanto, pelo fato de o Brasil não ter tradição no consumo de azeite, outras características podem ser levadas em consideração no momento da compra, e não a qualidade do produto, sendo que para que a exigência do consumidor brasileiro evolua, em termos qualitativos, necessita – se que o desenvolvimento da cultura progrida na mesma intensidade. O objetivo desse trabalho foi correlacionar as características produtivas de oliveiras em diferentes regiões do Brasil com parâmetros de qualidade sensorial e físico-químicas de qualidade de azeite da cultivar Arbequina. Para isso, foi feito um levantamento das características climáticas e geográficas das áreas de cultivo, e aplicado um questionário as indústrias selecionadas, a fim de se levantar a forma em que o olival foi manejado. Posteriormente, análises físico-químicas foram realizadas, onde foram avaliados os parâmetros de qualidade, de acordo com análises realizadas internacionalmente para se conferir a qualidade de azeites de oliva. Para as avaliações sensoriais, amostras dos óleos monovarietais da cultivar Arbequina foram enviadas para serem analisadas pela lista de provadores treinados, pertencentes a Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Espera-se que os resultados obtidos no desenvolvimento desta dissertação, sirvam como subsídio preliminar para o manejo de pomares, implantação de novos olivais, e condução de áreas de pesquisa com foco em se obter azeite de oliva de alta qualidade.

Palavras-chave: *Olea europaea*, Azeite extra virgem, Olivicultura, Zoneamento Agroclimático.

ABSTRACT

The olive tree presents itself as a potential species for Brazilian agriculture, due to its rusticity and the possibility of being cultivated in small areas with high productivity. However, it is a challenge for the sector to produce quality olive oil, due to the occurrence of adverse events that affect the stability of the crop's production in the country. However, technical information for conducting the crop at national level is scarce, with little data on which factors interfere in the quality of the oil produced, especially in the physical-chemical and sensory characteristics. Currently, there is an increase in the demand of the consumer market for food products, including olive oil. However, due to the fact that Brazil has no tradition in the consumption of olive oil, other characteristics can be taken into account at the time of purchase, and not the quality of the product, and for the demand of the Brazilian consumer to evolve, in qualitative terms, it is necessary that the development of the culture progresses at the same intensity. For this, a survey of the climatic and geographic characteristics of the cultivation areas was carried out, and a questionnaire was applied to the selected industries, in order to survey the way in which the olive grove was managed. Subsequently, physical-chemical analyzes were carried out, where the quality parameters were evaluated, according to analyzes carried out internationally to check the quality of olive oils. For sensory evaluations, samples of monovarietal oils of the Arbequina cultivar were sent to be analyzed by the list of trained tasters belonging to the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre. It is expected that the results obtained in the development of this dissertation, serve as a preliminary subsidy for the management of orchards, implantation of new olive groves, and conduction of research areas focused on obtaining high quality olive oil.

Keywords: *Olea europaea*, Extra virgin olive oil, Oliviculture, Agroclimatic Zoning.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Regiões de cultivo de oliveiras em áreas costeiras do Mediterrâneo.....	17
FIGURA 2 - Floração e frutificação de oliveiras em estados produtores de azeite de oliva no Brasil.....	18
FIGURA 3 - Pomar em produção de Oliveira cultivar Arbequina no Estado do Paraná.....	19
FIGURA 4 - Compostos fenólicos presentes em azeite de oliva.....	24
FIGURA 5 - Treinamento em análise sensorial de azeites de oliva.....	25
FIGURA 6 - Pilares para a produção de azeites de oliva com alta qualidade.....	26
FIGURA 7 - Influência da oferta hídrica na qualidade química dos azeites de oliva.....	29
FIGURA 8 - Etapas da produção de azeites de oliva realizadas em escala industrial.....	30
FIGURA 9 – Agrupamento de marcas de azeite em relação a seus compostos e características climáticas	38
FIGURA 10 - Análise de componentes principais de variáveis relacionadas com a atividade antioxidante, compostos fenólicos, estabilidade oxidativa e condições ambientais de nove marcas comerciais brasileiras de azeite de oliva ‘Arbequina’.....	39
FIGURA 11 – Características climáticas das áreas de produção brasileiras de azeite de oliva ‘Arbequina’.....	41
FIGURA 12 - Graus de maturação de azeitona.....	54
FIGURA 13 - Teores médios de compostos fenólicos de nove marcas comerciais brasileiras e uma marca padrão internacional de azeites de oliva ‘Arbequina’ de seus respectivos atributos sensoriais de aroma frutado, sabor picante e sabor amargo.....	58

FIGURA 14 - Agrupamento de nove marcas comerciais brasileiras de azeite de oliva e uma marca internacional, pelos seus atributos sensoriais de picância, pungência e sabor amargor e pelo teor de compostos fenólicos, feito por método hierarquico de Ward, demonstrando a distância euclídea entre as marcas.....59

FIGURA 15 - Análise de componentes principais do teor de compostos fenólicos, e atributos sensoriais de nove marcas comerciais brasileiras de azeite de oliva 'Arbequina'.....60

FIGURA 16 - Perfil Sensorial de nove marcas comerciais Brasileiras e uma marca internacional de azeites de oliva cultivar Arbequina produzidos na safra 2019/2020.....61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Características climáticas de nove áreas de produção de oliveira ‘Arbequina’, localizadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil na safra 2019/2020.....	37
TABELA 2 - Fisico-química, compostos fenólicos e atividade antioxidante de azeite de oliva ‘Arbequina’, de nove marcas comerciais brasileiras, representadas por código e uma marca espanhola de padrão internacional.....	38
TABELA 3 - Análise fatorial de nove marcas de azeite Extravirgem Monovarietal ‘Arbequina’ produzidos na safra 2019/2020 nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.....	40
TABELA 4 - Compostos fenólicos totais, atributos sensoriais, defeitos e classificação das nove marcas comerciais de azeite de oliva Cultivar Arbequina.....	57
TABELA 5 - Análise fatorial de dez marcas de azeite Extra Virgem Monovarietal ‘Arbequina’ produzidos na safra 2019/2020 nas regiões Sul e Sudeste do Brasil e na Espanha.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

COI – Internacional olive council

A.C – Antes de Cristo

°C – Graus célsius

% - Porcentagem

ton.ano⁻¹ - toneladas ano

MUFA – Ácidos graxos monoinsaturados

UV – Ultra violeta

nº – número

ROS – Espécies reativas de oxigênio

α – Alfa

N – Nitrogênio

PUFAs – Ácidos graxos poliinsaturados

ATP – Adenosina trifosfato

kg – Quilograma

cv – Cultivar

CWB – Clima tropical de altitude

CFA – Clima Subtropical úmido

CSA – Clima temperado de verões quentes

DPPH - radical difenil-1-picrilhidrazil

ABTS - ácido 2,2'-azino-bis-3-etil benzotiazolina-6-sulfônico

FRAP – Poder de redução do ion Ferro

EVOO – Azeite de oliva extra virgem

ω -9 – Ácido oleico

mg.Kg⁻¹ – Miligrama por quilo

μ L – microlitro

mgEAG.Kg⁻¹ – Miligramas de equivalente de ácido gálico por quilograma

nm – Nanômetros

M – Molar

rpm – rotações por minuto

ml – mililitros

μ M – micromolar

mm – milímetros

PT – polifenóis totais

FT – Flavonóides totais

PAC – Pluviosidade antes da colheita

PC – ponto de colheita

MC – Método de colheita

SF – Seleção de frutos

TPF – armazenamento pré processamento

APE – Armazenamento pré - envase

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 REVISÃO DE LITERATURA	17
1.1 OLIVEIRA: ORIGEM, CULTIVO E ECONOMIA.....	17
1.2 CULTIVAR DE OLIVEIRA ARBEQUINA E SUAS CARACTERÍSTICAS	20
1.3 AZEITE DE OLIVA	21
1.4 COMPOSTOS FENÓLICOS EM AZEITE DE OLIVA.....	23
1.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL DO AZEITE DE OLIVA E A ACEITABILIDADE PELO CONSUMIDOR	24
1.6 INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DE CAMPO E DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS NA QUALIDADE DO AZEITE DE OLIVA	26
1.6.1 NUTRIÇÃO MINERAL.....	26
1.6.2 IRRIGAÇÃO E PRECIPITAÇÃO	28
1.6.3 INFLUÊNCIA DE FATORES GEOGRÁFICOS NA QUALIDADE DO AZEITE	29
1.6.4 INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DE INDÚSTRIA NA QUALIDADE DO AZEITE	29
2 ARTIGO 1: DEFICIT HÍDRICO COMO IMPORTANTE FATOR OBSERVACIONAL PARA A IMPLANTAÇÃO DE NOVOS OLIVAIS.....	31
2.1 INTRODUÇÃO.....	32
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.3 RESULTADOS.....	37
2.4 DISCUSSÃO.....	42
2.5 CONCLUSÃO.....	47
2.6 REFERÊNCIAS.....	48
3 ARTIGO 2: QUALIDADE SENSORIAL DE AZEITES DE OLIVA.....	52
3.1 INTRODUÇÃO.....	53
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
3.3 RESULTADOS.....	56
3.4 DISCUSSÃO.....	62
3.5 CONCLUSÃO.....	68
3.6 REFERÊNCIAS.....	69
4 CONCLUSÕES GERAIS.....	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77

6 REFERÊNCIAS.....	7
--------------------	---

INTRODUÇÃO

A olivicultura é uma atividade em expansão por apresentar subprodutos de alto valor agregado como o azeite. O consumo de azeite de oliva vem aumentando em função de suas propriedades benéficas a saúde pelo seu alto teor de compostos fenólicos, antioxidantes e minerais essenciais, que são requeridos a um público cada vez mais exigente no mercado de produtos funcionais.

Em todo o mundo, em especial no Oriente Médio e na Europa, o consumo de azeite de oliva é algo tradicional, fazendo parte da dieta mediterrânea, classificada como uma das mais saudáveis por ser rica em vitaminas e sais minerais. Na safra 2019/20, a União Europeia consumiu 1 milhão 572 mil e 500 toneladas de azeite de oliva, sendo responsável pelo maior índice de consumo do produto. No mesmo período, o consumo brasileiro foi de 90 mil toneladas, crescendo anualmente (COI, 2020).

No Brasil, o cultivo comercial de oliveiras é uma atividade recente, se comparada com outras culturas produtoras de óleos de origem vegetal. Sua produção se concentra nos estados das Regiões Sul e Sudeste, por apresentarem condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento das oliveiras e produção de óleo. Entretanto, as informações a respeito da adaptação e cultivo no Brasil são escassas, o que torna a produção de azeite de alta qualidade um desafio ao setor.

No entanto, são inúmeros os desafios encontrados para que a olivicultura no país cresça na mesma proporção da necessidade do mercado interno. Dentre esses fatores, a nutrição das oliveiras, o conhecimento do perfil sensorial dos óleos e o conhecimento de outros fatores que interferem na própria qualidade do azeite de oliva produzido são alguns problemas a serem solucionados, uma vez que a qualidade do azeite é dependente da resolução desses problemas.

Grande parte dos problemas que refletem no índice de qualidade dos azeites brasileiros, se devem a instabilidade de produção enfrentada pelos agricultores ano após ano, com irregularidades no período de chuvas, redução nas horas de frio, entre outros fatores ambientais e de manejo que darão consequência a qualidade físico-química do azeite de oliva produzido. No entanto, não se sabe quais as práticas de manejo além dos fatores climáticos e ambientais que interferem na qualidade química e perfil sensorial dos azeites de oliva brasileiro.

Diante do exposto, com a execução deste trabalho, objetiva-se elaborar uma diretriz preliminar para o zoneamento agroclimático das oliveiras, a partir de quais as características

climáticas, ambientais e de industrialização são importantes para aumentar a qualidade química e sensorial do óleo.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 OLIVEIRA: ORIGEM, CULTIVO E ECONOMIA

A oliveira (*Olea europaea*) é a única espécie da família Oleaceae com fruto comestível. A sua origem data de 4000 – 3000 anos A.C. na Palestina sendo uma das mais antigas espécies domesticadas pelo homem (RODRIGUES; CORREIA, 2009). Classificada como uma árvore de porte médio, que apresenta tronco retorcido e robusto, folhas persistentes com aspecto lanceolado, frutos pequenos com formatos que variam do elipsoidal ao globoso (CRUZ et al, 2012).

A oliveira é cultivada normalmente em regiões semiáridas da Europa, nas áreas costeiras da bacia oriental do Mediterrâneo, áreas costeiras contíguas do sudeste da Europa, norte do Irã, extremo sul do Mar Cáspio, oeste da Ásia e norte da África (RYAN; ROBARDS, 1998; COUTINHO et al., 2007).

O cultivo da espécie se concentra entre as latitudes 30 e 45°, tanto no Hemisfério Norte como Sul, em regiões de clima caracterizadas por verão com baixa umidade e temperaturas elevadas, necessitando de baixas temperaturas no período de floração para ocorrência de produções satisfatórias (COUTINHO et al., 2015), sendo a região mediterrânea (Figura 1) a principal área de produção de azeite de oliva, concentrando cerca de 98% do cultivo de azeitonas do mundo (GHANBARI et al., 2012).



Figura 1: Regiões de cultivo de oliveiras em áreas costeiras do Mediterrâneo, nas sete áreas geográficas com maior tradição em produção de azeite de oliva.

O clima é o fator determinante na escolha dos locais mais indicados para o plantio da oliveira, uma vez que influencia diretamente no florescimento, na polinização, na fixação dos frutos, na época de maturação e na qualidade da azeitona e, consequentemente do azeite (WREGE et al., 2015), sendo que a escolha de cultivares adaptadas aos diferentes ambientes de produção é fundamental, uma vez que existem genótipos mais responsivos do que outros (SILVA et al., 2014).

Quanto à frutificação (Figura 2), a temperatura adequada varia entre 25°C e 35°C, no entanto, as oliveiras são capazes de suportar temperaturas próximas a 40°C, sem que os ramos e folhas sofram queimaduras (COUTINHO; RIBEIRO; CAPPELLARO, 2009). Para uma produção satisfatória da oliveira, são necessárias, entre outros fatores, temperaturas amenas durante o inverno e amplitude térmica, em que a planta passa por um período de dormência para a indução floral (CORDEIRO et al., 2001).



Figura 2: Floração e frutificação de oliveiras em estados produtores de azeite de oliva no Brasil. O Autor.

Dentre os óleos vegetais comestíveis comercializados mundialmente, o azeite de oliva é um dos mais importantes e antigos do mundo (PEIXOTO; SANTANA; ABRANTES, 1998). Como o maior produtor, está a Espanha, que produz um terço de toda a produção mundial, seguida da Itália, Turquia e Marrocos, sendo estes países responsáveis por 77 % da produção total, seguidos pela Síria, Tunísia, Argélia, Egito e Portugal (RAMOS et al., 2019).

Apesar de o Brasil apresentar áreas de produção (Figura 3), com cultivares já estabelecidas, o país não possui plantações comerciais suficientes para atender às demandas comerciais do mercado interno, o que faz com que importe quase todo o azeite de oliva e azeitona que consome, principalmente de países como Portugal, Espanha, Itália, Grécia e países sul-americanos como Argentina e Chile (BALLUS et al., 2014).

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior importador de azeite de oliva no mundo, ficando atrás somente da União Europeia e Estados Unidos. Os países que mais exportam azeite de oliva para o Brasil são Portugal, com 57% do volume total, Espanha, Chile e Argentina (INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2019).

O mercado brasileiro, excluindo o comércio realizado entre os países da comunidade europeia, é responsável pelo segundo maior volume de importação mundial de azeite de oliva ($73.000 \text{ ton.ano}^{-1}$) e o segundo maior volume de importação mundial de azeitonas de mesa ($110.000 \text{ ton.ano}^{-1}$) (INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2019)

Isso se deve ao fato de a produção nacional de azeitona não dispor de um volume suficiente para atender a população, além de menor expressividade e tecnologia para competir com os concorrentes internacionais (SILVA; MELLO, 2014).

Com base nessas informações, se desperta o interesse do cultivo no país, porém para que se consiga suprir a demanda nacional de tais produtos, estima se fazer necessário o plantio de 66 mil hectares (VIEIRA NETO et al., 2011), o que poderia gerar bilhões de reais para a economia brasileira, além de gerar inúmeros empregos em todos os elos da cadeia produtiva.



Figura 3: Pomar em produção de Oliveira cultivar Arbequina na cidade de Ventania / Estado do Paraná. O Autor.

1.2 CULTIVAR DE OLIVEIRA ARBEQUINA E SUAS CARACTERÍSTICAS

No Brasil atualmente estão implantadas as cultivares Arbequina, Arbosana, Manzanilla, Koroneiki, Coratina, Picual, Ascolana e Grappolo, sendo a Arbequina a principal cultivar produzida, por ter se adaptado muito bem ao clima e solo das regiões produtoras (Instituto Brasileiro de Olivicultura, 2018).

A cultivar Arbequina apresenta, entre suas características morfológicas, baixo vigor, com copa aberta e de média densidade, apresenta inflorescências longas, com cerca de 25 flores por racimo floral, folhas elípticas, curtas e frutos leves, esféricos e simétricos (EMBRAPA, 2018)

Arbequina é bem conhecida em todo o mundo, pois produz um óleo muito aromático com um sabor de azeitona limpo, fresco e herbal, geralmente de maçã, amêndoa doce e alcachofra, tendo pungência e amargura muito leves (DABBOU et al., 2010). É a cultivar mais

explorada na Espanha; 22-27% das azeitonas e do azeite de oliva provém das oliveiras "Arbequina". Esta cultivar de azeitona caracteriza-se por ser uma das mais altas produtividades entre as cultivares para processamento (APARICIO-RUIZ; HARWOOD, 2013).

A cultivar Arbequina apresenta, entre outras características, boa adaptabilidade a diferentes condições ambientais, resistência ao ataque de pragas e doenças. No entanto, não se recomenda o seu plantio em solos sujeitos ao encharcamento (podendo causar morte por asfixia) ou demasiadamente argilosos. Mesmo possuindo frutos pequenos, a cultivar Arbequina possui alto rendimento de óleo (20,5 %) (BAKHOUCHE et al., 2013; WREGGE et al., 2015; EMBRAPA, 2018).

1.3 AZEITE DE OLIVA

O azeite é um dos produtos agrícolas mais antigos registrados na história, sendo altamente valorizado no mercado, por seus benefícios nutricionais e, também, por seu sabor único e delicado (ALVARENGA et al., 2017).

O azeite de oliva é um alimento típico da dieta mediterrânea, obtido dos frutos da oliveira (*Olea europaea* L.) apenas por processos mecânicos, ou seja, sem utilização de calor, solventes e outros processos químicos. Assim, os valores nutricionais e sensoriais são preservados, pois a maioria dos compostos originalmente presentes na azeitona são retidos (GENOVESE et al., 2015; TROMBETTA et al., 2017).

O óleo obtido por extração química pode ser utilizado para consumo somente após o refino. Um processo de refino visa purificar o óleo extraído de qualquer solvente residual e outras impurezas (GORZYNIK-DEBICKA et al., 2018). O azeite de oliva refinado é desprovido de vitaminas, polifenóis, fitoesteróis e outros ingredientes naturais de baixo peso molecular (KAMM et al., 2001).

O azeite de oliva é rico em gorduras monoinsaturadas, especialmente ácido oleico, e outros 230 compostos químicos, como, álcoois alifáticos, triterpênicos, esteróis, hidrocarbonetos, vitaminas hidrossolúveis, fitoesteróis, pigmentos, polifenóis (hidroxitirosol, tirosol, oleocantal, oleuropeína, e outros), flavonoides, lignanas, entre outros, e seu consumo pode contribuir para a diminuição da incidência de doenças arteriais coronárias e acidentes vasculares cerebrais, protegendo as lipoproteínas e membranas celulares de danos oxidativos, devendo então ser incentivado o consumo (DE LA LASTRA ROMERO, 2011; DUTRA; DUARTE; SOUZA, 2014).

Muitos estudos evidenciam os benefícios da ingestão de azeite de oliva em desfechos primários para doença cardiovascular e mortalidade total, bem como fatores de risco secundários para doenças inflamatórias crônicas, como câncer, função endotelial e hipertensão (COVAS; FITÓ; DE LA TORRE, 2015).

Os benefícios à saúde proporcionados pelo consumo do azeite são relacionados a três características principais: a primeira, uma alta proporção de ácido graxo monoinsaturado (MUFA), ou seja, ácido oleico, o segundo, a existência de poderosos antioxidantes, principalmente compostos fenólicos, e o terceiro, a presença de uma variedade de compostos menores benéficos para a saúde, incluindo esteróis, carotenóides, esqualeno e tocoferóis (COVAS et al., 2006; PANIAGUA et al., 2007; SERVILI et al., 2004).

A qualidade do azeite é baseada em vários critérios, como conteúdo de ácidos graxos livres, valor de absorvibilidade de peróxidos, espectrometria UV e nos atributos sensoriais. A composição volátil é responsável pela maioria das características sensoriais dos azeites e desempenha um papel importante na qualidade geral, influenciando decisivamente na aceitabilidade do produto (RODRIGUES et al., 2019).

Os parâmetros de qualidade do azeite de oliva é estabelecida por meio da Portaria nº 419, de 26 de agosto de 2010, onde o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece o Regulamento Técnico dos azeites de oliva e dos óleos de bagaço de oliva (BRASIL, 2010) sendo:

I - azeite de oliva virgem extra: produto obtido do fruto da oliveira unicamente por processos mecânicos ou outros meios físicos, sob controle da temperatura, mantendo-se a natureza original do produto; os azeites assim obtidos podem, ainda, ser submetidos aos tratamentos de lavagem, decantação, centrifugação e filtração.

II - azeite de oliva virgem: produto obtido do fruto da oliveira unicamente por processos mecânicos ou outros meios físicos, sob controle da temperatura, mantendo-se a natureza original do produto; os azeites assim obtidos podem, ainda, ser submetidos aos tratamentos de lavagem, decantação, centrifugação e filtração

III - azeite de oliva: produto constituído pela mistura de azeite de oliva refinado com azeite de oliva virgem ou azeite de oliva virgem extra;

IV - azeite de oliva refinado: produto proveniente de azeite de oliva virgem ou azeite de oliva virgem extra mediante técnicas de refino que não provoquem alteração na estrutura glicerídica inicial;

V - óleo de bagaço de oliva: produto constituído pela mistura de óleo de bagaço de oliva refinado com azeite de oliva virgem ou azeite de oliva virgem extra; ou

VI - óleo de bagaço de oliva refinado: produto proveniente do bagaço da azeitona mediante técnicas de refino que não provoquem alteração na estrutura glicerídica inicial.

Dados a respeito da caracterização físico-química dos azeites de oliva extra virgem produzidos no Brasil são escassos, e o registro adequado dessas informações, quando geradas, é ainda mais raro. Sendo que a caracterização desses azeites ao longo de safras consecutivas se faz necessária para verificar se o produto brasileiro atende às normas internacionais para o padrão de identidade e qualidade de azeite de oliva (MACHADO et al., 2018).

1.4 COMPOSTOS FENÓLICOS DO AZEITE DE OLIVA

Compostos fenólicos são fitoquímicos distribuídos de forma ubíqua, encontrados na maioria dos tecidos vegetais, incluindo frutas e vegetais. São metabólitos secundários sintetizados pelas vias do ácido chiquímico e fenilpropanóide (DE LA ROSA et al., 2019). São substâncias conhecidas como antioxidantes e muitos outros importantes agentes bioativos que há muito se interessam por seus benefícios para a saúde humana, curando e prevenindo muitas doenças (TUNG MUNNITHUM et al., 2018).

Os compostos fenólicos são uma classe heterogênea de compostos químicos que podem ser divididos em flavonóides (flavonóis, flavonas, flavonóis, flavanonas, antocianidinas, chalconas e isoflavonas) e não flavonóides (ácidos fenólicos). Todos esses compostos são frequentemente produtos do metabolismo secundário da planta e são caracterizados pela presença de múltiplos grupos fenólicos que estão associados a estruturas mais ou menos complexas. (CIANCIOSI et al., 2018).

Esses compostos fenólicos são caracterizados por um amplo espectro de atividades biológicas, como reduzir a morbidade e retardar a progressão de doenças associadas ao estresse oxidativo, devido à sua bem estabelecida atividade antioxidante (REBOREDO-RODRÍGUEZ et al., 2017)

O azeite de oliva consiste em mais de 98% de triacilgliceróis, com o ácido oleico como o ácido graxo esterificado dominante. Componentes menores, como ácidos graxos livres, mono e diacilgliceróis, uma ampla gama de lipídios, como hidrocarbonetos, esteróis, álcoois alifáticos, tocoferóis, pigmentos e compostos fenólicos representam cerca de 2% do óleo (BOSKOU; BLEKAS; TSIMIDOU, 2006; PEDAN et al., 2019).

Dentre os compostos fenólicos (Figura 4) encontrados nos azeites de oliva, pode se destacar como principais, e que apresentam maior expressividade para se conferir uma alta atividade antioxidante, o Hidroxitirosol, Oleorupeína, Oleocanthal, Pinioresinol e Acetoxipioresinol. Sua alta atividade antioxidante se deve à sua capacidade de eliminar

espécies reativas de oxigênio (ROS) e estabilizar os radicais de oxigênio com uma ligação de hidrogênio intramolecular (ROMANI et al., 2019; SROKA; CISOWSKI, 2003).

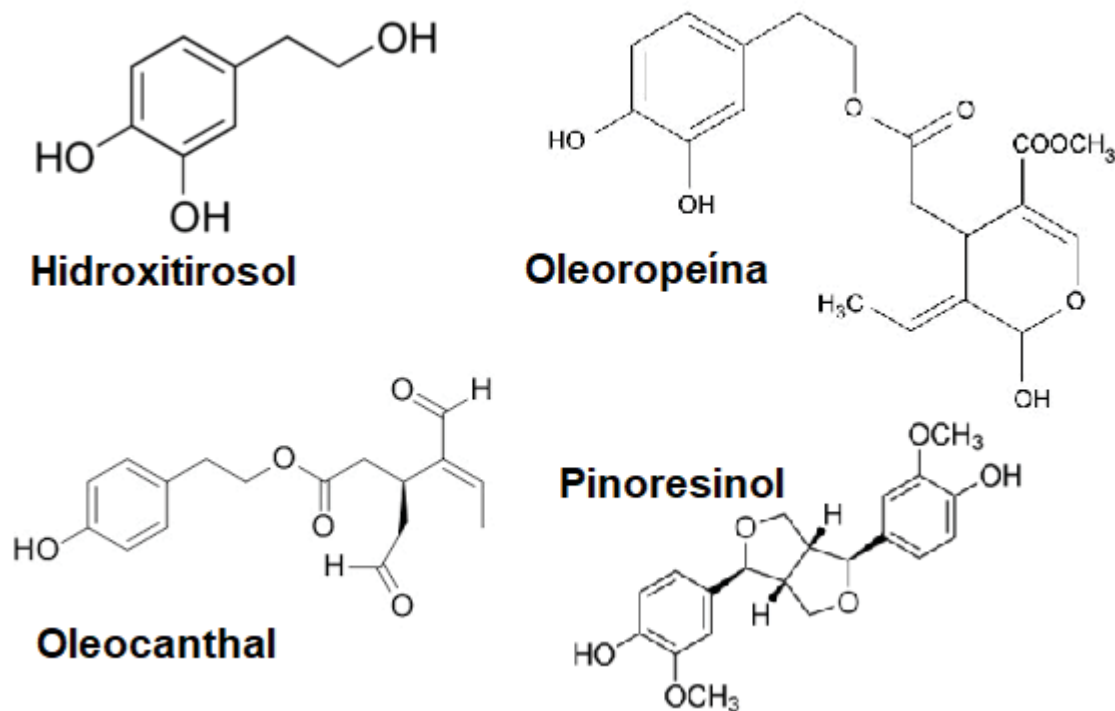


Figura 4: Compostos fenólicos presentes em azeite de oliva. O Autor.

Os compostos fenólicos apresentam papel fundamental no azeite de oliva, principalmente no que se diz respeito as suas características sensoriais positivas, como frutado, pungência e amargor (GENOVESE et al., 2018).

1.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL DO AZEITE DE OLIVA E A ACEITABILIDADE PELO CONSUMIDOR

A análise sensorial (Figura 5) é utilizada como método de avaliação de aceitação de um determinado produto, análise esta que é feita por meio dos sentidos humanos, tendo por objetivo prever possíveis inadequações na qualidade do produto no que diz respeito aos parâmetros organolépticos, como, cor, sabor, aroma, textura e aparência, avaliando as notas atribuídas a cada uma das características e podendo fazer alterações antes que o produto saia em circulação para venda (KIM; DEN-HOLLANDER; LEE, 2018; VIANA et al., 2018).

O estabelecimento do perfil sensorial de produtos alimentares é uma atividade bastante difundida, quando se objetiva principalmente definir a aceitação do produto no mercado (VIANA et al., 2018). Com isso, a análise sensorial de azeites de oliva constitui-se de uma ferramenta fundamental para a determinação da classe comercial dos azeites de oliva (VILLA; SILVA, 2017).



Figura 5: Treinamento em análise sensorial de azeites de oliva. Fonte: Embrapa Agroindústria

Uma das características organolépticas notadas na análise sensorial, dita como positiva na atribuição do azeite são a amargura e pungência. estes parâmetro devem-se principalmente ao conteúdo total de fenóis e depende de diversos fatores (processamento, grau de maturidade, cultivar e etc.) (FREGAPANE; SALVADOR, 2013). No entanto, a intensidade excessiva desses atributos no azeite virgem podem determinar sua rejeição por consumidores de alguns mercados (China, Japão, Estados Unidos, Canadá, etc.) que não estão acostumados ao sabor do azeite, estando mais familiarizados com óleos refinados e sem sabor marcante, obtidos por extração com solventes (ABENOZA et al., 2016). isso demonstra evidências de que consumidores não treinados, em média, não parecem apreciar um perfil sensorial complexo de azeites de oliva extra virgem, ao contrário dos especialistas. No entanto, os consumidores tendem a ter aversão aos produtos amargos em

decorrência de sua experiência consolidada no sabor neutro e talvez também por motivos evolutivos (CAVALLO et al., 2018; DREWNOWSKI; GOMEZ-CARNEROS, 2000).

Já o atributo frutado é mais bem aceito por consumidores não treinados, é descrito principalmente como um atributo derivado de aromas complexos pertencentes a inúmeras classes químicas, como álcoois, cetonas, aldeídos, hidrocarbonetos, e outros compostos produzidos em concentrações menos acentuadas. Este atributo é sintetizado por uma via enzimática utilizando a enzima lipoxigenase, a qual atua na hidrólise de ácidos graxos poliinsaturados (principalmente os ácidos linoleico e α -linolênico), imediatamente após o rompimento de estruturas celulares da azeitona durante a extração do azeite de oliva (CECCHI; ALFEI, 2013; KALUA et al., 2007).

1.6 INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DE CAMPO E DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS NA QUALIDADE DO AZEITE DE OLIVA

Os aspectos de qualidade do azeite de oliva, resulta de inúmeras variáveis que são estabelecidas a partir da formação das azeitonas na oliveira para a produção de azeite. Essas variáveis são definidas durante a formação do óleo na azeitona: Dependente da variedade, idade do olival, grau de maturação, sanidade das árvores, e técnicas de manejo (Figura 6) (RANALLI et al., 2001; TURA et al., 2007).



Figura 6: Pilares para a produção de azeites de oliva com alta qualidade: O Autor.

1.6.1 NUTRIÇÃO MINERAL

Dentre as práticas de manejo, a nutrição mineral não tem tradicionalmente considerado um papel importante em relação a qualidade do azeite. Como a nutrição adequada é essencial para altos rendimentos, a maioria dos ensaios sobre nutrição mineral das oliveiras examinam os efeitos nutricionais na produtividade e não na qualidade (LOCKWOOD, 2009)

Dentre os macronutrientes, o nitrogênio é o mineral mais comumente aplicado nos olivais, já que é um importante fator nutricional que afeta o crescimento das plantas (EREL et al., 2013; FERNÁNDEZ-ESCOBAR; GARCÍA-NOVELO; RESTREPO-DÍAZ, 2011).

Devido ao custo relativamente baixo da fertilização com N, os olivicultores aumentaram a quantidade de fertilizantes com nitrogênio usados com base na percepção de que isso pode aumentar a produtividade e, portanto, o N é normalmente fornecido em excesso (FERNÁNDEZ-ESCOBAR; GARCÍA-NOVELO; RESTREPO-DÍAZ, 2011).

Portanto, um excesso de fertilização com Nitrogênio além de poder causar poluição por nitratos e aumentar a susceptibilidade a doenças e a geada, poderia negativamente afetar a qualidade do óleo (FERNÁNDEZ-ESCOBAR; MORENO; SÁNCHEZ-ZAMORA, 2004) devido a uma diminuição nos compostos fenólicos, que são os principais antioxidantes presentes no azeite (EREL et al., 2013).

EREL et al., (2013) relataram que o conteúdo fenólico do óleo diminuiu com o aumento dos índices de nitrogênio, indicando uma competição entre as proteínas e os fenóis. Por outro lado, ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) C18: 3 aumentaram em resposta a doses mais altas de Nitrogênio (DAG et al., 2009).

O fósforo tem papel fundamental nas plantas como constituinte dos ácidos e fosfolipídios das biomembranas, e na transferência de energia para reações envolvendo trifosfato de adenosina (ATP) sendo o segundo elemento mais limitador da colheita, crescimento e rendimento em escala global (HAVLIN et al., 2004; LI et al., 2016; MARSCHNER, 2011).

Na oliveira, são necessários mais estudos mostrando se há uma resposta positiva da árvore à fertilidade de fósforo (NAVERO, DIEGO; ESCOBAR, RICARDO; ROMERO, LUIS, 2017; SIBBETT; FERGUSON, 2005). A ausência de respostas pode ser devida à quantidade muito baixa de fósforo removida em colheita, com valores inferiores a 1 kg de fósforo por tonelada de fruta fresca (NAVERO, DIEGO; ESCOBAR, RICARDO; ROMERO, LUIS, 2017).

Já para o potássio, a oliveira é uma espécie com alto requerimento devido ao alto teor do elemento presente nos frutos. Já foi relatado que a aplicação foliar de nitrato de potássio a 4% melhora o crescimento vegetativo, o estado nutricional, a produtividade, a qualidade dos frutos e o teor de óleo na poupa do fruto da azeitona Cultivar Picual (HEGAZI; MOHAMED; EL-SONBATY, 2011).

Em contraste, a fertilização com potássio tem sido frequentemente ignorada, embora represente o principal distúrbio nutricional em azeitonas de sequeiro (FERNÁNDEZ-ESCOBAR, 2019).

No entanto, são escassos os trabalhos que correlacionem os índices de fertilidade de fósforo, potássio, e micronutrientes com os níveis de qualidade do azeite de oliva, deixando assim abertura para realização de trabalhos futuros sobre a nutrição das oliveiras e sua consequência no perfil nutricional nos azeites produzidos.

1.6.2 IRRIGAÇÃO E PRECIPITAÇÃO

Embora a oliveira seja uma espécie bem adaptada ao semiárido mediterrâneo, a irrigação é um fator que leva a um aumento substancial de frutos e no rendimento de azeite de oliva (DAG et al., 2008; MORIANA et al., 2003), bem como na qualidade do óleo (RAMOS; SANTOS, 2010).

O estresse hídrico pode afetar indiretamente na qualidade do óleo, pela redução no teor de água ou pelo aumento da temperatura dos frutos. O efeito das estratégias de irrigação pode causar diferenças no conteúdo de água dos frutos e estes, por sua vez, modificam a qualidade dos componentes desse óleo que são solúveis em água (BACCOURI et al., 2009).

Entretanto, o efeito da irrigação na qualidade do óleo dependerá das condições fisiológicas das oliveiras, e do período fenológico em que a irrigação é aplicada (GARCIA et al., 2019). Além disso, as árvores cultivadas sob condição de déficit hídrico muitas vezes têm qualidade de azeite de oliva semelhante, ou até melhor, em comparação com árvores que são bem irrigadas (FERNANDES-SILVA et al., 2013).

Em cultivares como a 'Arbequina', que normalmente apresenta baixas concentrações de compostos fenólicos, a aplicação de déficit hídrico é benéfico (Figura 7) devido às respostas em maiores concentrações de compostos fenólicos. Mais compostos fenólicos contribuem para se obter óleos mais equilibrados com um sabor picante e amargo mais sofisticado (AHUMADA-ORELLANA; ORTEGA-FARÍAS; SEARLES, 2018; FERNANDES-SILVA et al., 2013).

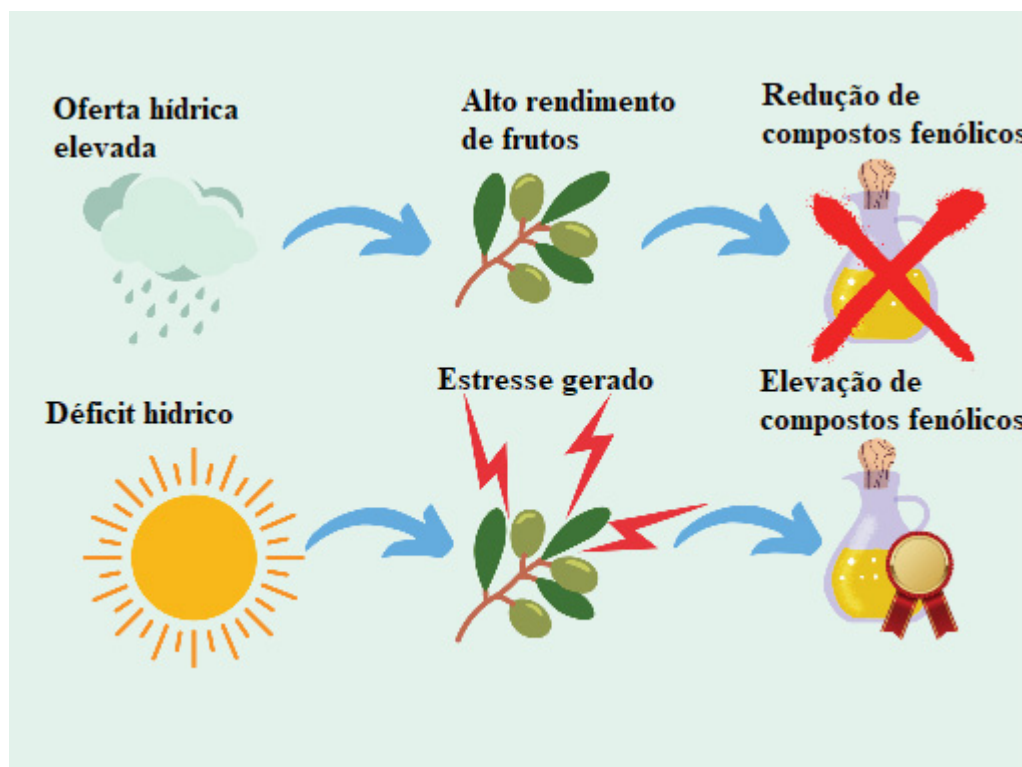


Figura 7: Influência da oferta hídrica na qualidade química dos azeites de oliva. O Autor.

1.6.3 INFLUÊNCIA DE FATORES GEOGRÁFICOS NA QUALIDADE DO AZEITE

Além dos fatores de campo, a origem geográfica também desempenha papel importante no perfil volátil do azeite de oliva, que pode atuar como uma impressão digital para discriminar óleos de oliva de diferentes regiões. Um recurso notável é a distinção do azeite de oliva virgem Europeu, em que o E-2-hexenal é o composto dominante no perfil volátil. Já no australiano, o E-2-hexenal é relatado como o principal composto em menos de 50% dos azeites de oliva virgens, além de uma pequena contribuição de Compostos C5 para os perfis voláteis (PRENZLER et al., 2002). Portanto, azeites de oliva de diferentes regiões podem diferir em qualidade e composição (BORGES et al., 2017).

1.6.4 INFLUENCIA DAS PRATICAS INDUSTRIAIS NA QUALIDADE DO AZEITE

A qualidade do azeite virgem depende de muitos fatores relacionados ao cultivo das oliveiras, da colheita, do armazenamento e de etapas do processamento das azeitonas como os métodos de extração, e os materiais de embalagem (VEKIARI; PAPADOPOULOU; KIRITSAKIS, 2007).

Infelizmente, o processamento das azeitonas geralmente não é bem sincronizado com o período de colheita; em particular, nos países em que a produção de azeitonas é muito alta e concentrada em um curto período de tempo, pois se a capacidade local das

fábricas não é adequado para suportar quantidades tão grandes de azeite, as azeitonas são frequentemente empilhadas ou acondicionadas em sacos plásticos por um maior período (EL-GHARBI et al., 2018).

Os fatores mais importantes que afetam a qualidade do azeite durante o armazenamento são ambientais, especialmente temperatura, exposição à luz e contato com oxigênio. Além disso, um dos principais responsáveis pela baixa qualidade e estabilidade dos azeites de oliva estão associados ao manuseio incorreto das azeitonas durante o período entre a colheita e o processamento. De fato, o armazenamento das azeitonas pode levar a processos degenerativos em um curto período de tempo, devendo então ser realizada sua transformação em azeite rapidamente (PRISTOURI; BADEKA; KONTOMINAS, 2010; RABIEI et al., 2011).

Até o momento, a maioria dos proprietários de indústrias de azeite não possuem o conhecimento técnico necessário para verificar as variáveis que interferem na qualidade do processo de acordo com o resultado desejado. Ao mesmo tempo, existem lacunas de conhecimento na literatura, que precisam ser otimizados antes que os produtores de azeite possam ser ajudados a melhorar a qualidade (KALOGIANNI; GEORGIOU; HASANOV, 2019).



Figura 8: Etapas da produção de azeites de oliva realizadas em escala industrial. O Autor.

2 ARTIGO 1: DEFICIT HIDRICO COMO IMPORTANTE FATOR OBSERVACIONAL PARA A IMPLANTAÇÃO DE NOVOS OLIVAIS

RESUMO

O consumo mundial de azeite de oliva tem crescido anualmente, fazendo com que surja uma grande demanda por matéria prima para produção de azeite de oliva extravirgem com elevada qualidade funcional. Entre as possíveis causas da dificuldade de obtenção desta matéria prima estão o desconhecimento de muitos produtores de oliveira sobre quais as melhores áreas para implantação da cultura e quais condições de cultivo favorecem a produção de azeitonas de qualidade. Com a execução desse trabalho, objetivou-se fornecer subsídios a fim de se definir as melhores condições ambientais que refletem em índices de qualidade do azeite de oliva para a implementação de novas áreas de produção de oliveiras. Nove marcas comerciais brasileiras de azeite de oliva Cultivar Arbequina produzidas em clima Tropical de Altitude (CWB) (Minas Gerais), e clima Subtropical úmido (CFA) (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), e uma marca espanhola produzida em clima temperado com verões quentes (CSA), na safra 2019/2020 foram avaliados quanto a seus índices de qualidade. Foram verificados os índices de acidez e dienos como índices de oxidação, índices de compostos fenólicos e a atividade antioxidante através das análises de DPPH, ABTS e FRAP. Os resultados mostraram que as marcas produzidas em clima CWB no estado do Rio Grande do Sul apresenta os maiores índices de compostos fenólicos, e consequentemente a maior atividade antioxidante entre as marcas de azeite de oliva produzidos no Brasil. A atividade antioxidante provinda dos índices de compostos fenólicos do azeite de oliva respondem positivamente as características climáticas de baixa precipitação período que antecede a colheita, devendo ser levada em consideração na definição de novas áreas de produção com foco em azeite de oliva de qualidade.

Palavras-chave: EVOO, *Olea europaea*, Polifenóis, Atividade antioxidante, Alimentos funcionais.

ABSTRACT

The world consumption of olive oil has grown annually, causing a great demand for raw material for the production of extra virgin olive oil with high functional quality. Among the possible causes of the difficulty in obtaining this raw material is the lack of knowledge among many olive growers about which are the best areas to implant the culture and which cultivation conditions favor the production of quality olives. With the execution of this work, the objective was to provide subsidies in order to define the best environmental conditions that reflect in olive oil quality indexes for the implementation of new areas of olive production. Nine Brazilian trademarks of Cultivar Arbequina olive oil produced in a Tropical Altitude climate (CWB) (Minas Gerais), and a humid Subtropical climate (CFA) (Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul), and a Spanish brand produced in a climate tempered with hot summers (CSA), in the 2019/2020 harvest, they were evaluated for their quality indices. The acidity and dienes indices as oxidation indices, indices of phenolic compounds and the antioxidant activity were verified through the analysis of DPPH, ABTS and FRAP. The results showed that brands produced in CWB climate in the state of Rio Grande do Sul have the highest levels of phenolic compounds, and consequently the highest antioxidant activity among the brands of olive oil produced in Brazil. The antioxidant activity derived from the indexes of phenolic compounds in olive oil responds positively to the climatic characteristics of low rainfall period before harvesting, and should be taken into account when defining new production areas with a focus on quality olive oil.

Keywords: EVOO, *Olea europaea*, Polyphenols, Antioxidant activity, Functional foods.

2.1 INTRODUÇÃO

O mercado de produtos funcionais, ricos em compostos antioxidantes vem crescendo anualmente em esfera global. O azeite de oliva, alimento rico em compostos funcionais, também acompanha esse mercado, tendo aumento exponencial no consumo, principalmente em países emergentes (COI, 2021).

A dieta dos países que margeiam o Mediterrâneo é considerada uma das mais saudáveis do mundo (TRICHOPOULOU et al., 2014). Ela tem o azeite de oliva como um de seus importantes ingredientes, fazendo com que os países do Oriente Médio e da Europa estejam entre os campeões de consumo deste produto (MAZZOCCHI et al., 2019; COI, 2021). Na safra 2019/2020, os países que compõem a união europeia consumiram mais de 1.5 milhões de toneladas de azeite de oliva, sendo os responsáveis pelo maior índice de consumo mundial (COI, 2021).

Os ácidos graxos, em particular os ácidos monoinsaturados como o oleico (ω -9), polifenóis e outros compostos antioxidantes são responsáveis pelas propriedades funcionais dos azeites de oliva extravirgens (ROMANI et al., 2019). O teor de polifenóis nos azeites de oliva varia entre 50 a 1000mg.Kg⁻¹ e sua síntese depende do manejo a que a planta foi submetida, tais como tratamentos culturais a campo, na colheita, na pós-colheita, condições geográficas e climáticas do olival, como altitude, temperatura e pluviosidade (BORGES et al., 2017; GARCÍA et al., 2017; GORZYNIK-DEBICKA et al., 2018; TORRES et al., 2017). Dependendo de como estas condições são manejadas eles podem se caracterizar como uma condição de estresse que propicia que a planta responda às condições adversas; na ausência destas condições a produção destes compostos em oliveiras pode ser bastante comprometida (RAO; RAGHAVENDRA; REDDY, 2006; SHARMA et al., 2019).

As condições de manejo dos olivais no Mediterrâneo propiciam que os azeites lá produzidos sejam de qualidade, atendendo um mercado consumidor seletivo e exigente, sem muitas dificuldades (DEMIRAG; KONUSKAN, 2021; TORRES et al., 2017). Entretanto, quando a produção das oliveiras se situa fora destas regiões tradicionais a produção de azeites de oliva de qualidade não têm sido de fácil obtenção, tais como muitos dos azeites produzidos com a expansão do cultivo de oliveiras fora do Mediterrâneo (ELLIS; GÁMBARO, 2018; RONDANINI et al., 2014; ZAGO et al., 2019). No Brasil a situação não tem sido diferente. O cultivo de oliveiras é uma atividade relativamente recente, que se concentra em poucas áreas, localizadas nas regiões Sul e Sudeste, as mais frias do país. A falta de tradição, aliada a escassez de informações sobre a qualidade destes azeites, do manejo da produção de oliveiras e da

fabricação de azeite não tem estimulado a expansão do plantio, tampouco o consumo do azeite nacional por outra parcela da população, além do público mais seletivo e exigente. A expansão do setor demanda conhecer os poucos produtos nacionais provenientes das diferentes áreas de cultivo e buscar onde as condições de produção são mais favoráveis. Isto irá subsidiar a análise se existem boas perspectivas de investimento no setor e dar subsídios a instalação de novas cadeias produtivas de azeite de oliva em outros polos, inclusive fora do país.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Azeites de oliva Monovarietal da cultivar Arbequina, produzidos na safra 2019/2020, foram adquiridos de nove marcas comerciais Brasileiras, com indústrias instaladas nos estados de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e uma marca comercial padrão internacional, produzida na Espanha. Para a escolha da cultivar, foi feito um levantamento junto as empresas produtoras de azeite de oliva nacionais quanto a disponibilidade de azeites monovariais disponíveis no momento, o que fez com que a cultivar Arbequina fosse selecionada, por possibilitar a obtenção de diferentes amostras em diferentes localizações.

Reagentes

Foram utilizados os seguintes reagentes da marca Sigma Aldrich (EUA) : ácido gálico, reagente folin-ciocalteu, ácido 2,2'-azino-bis-3-etil benztiazolina-6-sulfônico (ABTS), quercetina, álcool metílico, ácido clorídrico, ácido tricloroacético, radical difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), tampão fosfato, carbonato de sódio, persulfato de potássio, cloreto de alumínio, ferricianeto de potássio, cloreto férrico, éter de petróleo e acetona.

Caracterização climática e geográfica

Os dados climáticos de temperatura e precipitação foram obtidos através de dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021), pela plataforma interligada de dados de estações meteorológicas disponíveis em todo território Brasileiro. As altitudes das localidades foram obtidas através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

Preparo das amostras

Cada amostra de azeite de oliva foi padronizada e acondicionada em frascos tipo âmbar de 50ml, de onde se retiraram alíquotas para o preparo dos extratos que foram utilizados para a realização das análises.

Preparo do extrato

Foi utilizado extrato 1:1 de metanol 100% / Azeite de oliva, homogeneizado em homogeneizador de tubos (Vortex) por 15 segundos e depois centrifugado a 3000rpm por dez minutos.

Compostos fenólicos

Os índices de compostos fenólicos totais foram determinados seguindo metodologia de (SINGLETON; ROSSI, 1965). Uma alíquota de 125 µL do extrato foi transferida para tubos de ensaio, em seguida, adicionados de 125 µL de Folin-Ciocalteu (50%) e 2250 µL de carbonato de sódio (3,79M), as amostras foram homogeneizadas por dez segundos em agitador de tubos (vórtex), transferido para as cubetas, deixado em repouso no escuro por 30 minutos e realizada a mensuração em espectrofotômetro a 725 nm. Os resultados foram expressos em mgEAG.Kg⁻¹ através de uma curva padrão de ácido gálico.

Os teores de Flavonóides totais, foram determinados utilizando metodologia proposta por (BURIOL et al., 2009) Uma alíquota de 300 µL do extrato foi transferido para tubos de ensaio, em seguida, adicionado de 150 µL de cloreto de alumínio e 2550 µL de álcool metílico PA. As amostras foram homogeneizadas por dez segundos em agitador de tubos (Vortex), transferidos para as cubetas, deixado em repouso no escuro por 30 minutos e realizada mensuração em espectrofotômetro a 425nm. Os resultados foram expressos em miligramas de miliequivalente por quilo (mgEQ.Kg⁻¹) através de uma curva padrão de quercetina.

Atividade antioxidante

A determinação da atividade antioxidante pelo poder da redução do ferro (FRAP) foi utilizada seguindo a metodologia proposta por (ZHU et al., 2002) Uma alíquota de 250 µL do extrato foi transferido para tubos de ensaio, onde foram adicionados de 1,25 ml de tampão fosfato e 1,25 ml de ferricianeto de potássio (1%). As amostras foram homogeneizadas por dez segundos em agitador de tubos (Vortex) e incubados em banho maria por 20 minutos a 50 graus célsius. Posteriormente a temperatura foi reduzida utilizando água fria, por cinco minutos, e adicionado 1,25ml de solução de ácido tricloroacético (10%). As amostras foram centrifugadas a 3000rpm por dez minutos, e depois foi retirado o sobrenadante que foi adicionado a 0,5 ml de cloreto de ferro (0,1%) e mensurado em espectrofotômetro a 700nm. Os resultados foram expressos em mgEAG.Kg⁻¹ através de uma curva padrão de ácido gálico.

A atividade antioxidante total pela captura do radical livre ABTS, foi quantificada utilizando metodologia proposta por (RUFINO et al., 2010), onde 40 µL das amostras foram adicionadas

de 1,96ml do radical ABTS (7mM) em cubetas, foram mensurados em espectrofotômetro a 734 nm, e posteriormente calculada a atividade antioxidante através da equação:

$$\% \text{ ABTS atividade} = (1 - (A_{\text{amostra } t=0} / A_{\text{amostra } t})) \times 100$$

A determinação da atividade antioxidante pela captura do radical livre DPPH foi analisada, sendo inicialmente preparada uma curva de solução DPPH nas concentrações de 0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 µM, que foram transferidas para cubetas de vidro e lidas a 515 nm para calcular a equação da reta. Logo após, foi transferida uma alíquota de 150 µL dos extratos para tubos de ensaio (tubos PVC), envoltos em papel alumínio com 2,85 mL do radical DPPH (0,06mM) e homogeneizado em agitador de tubos (vórtex) por dez segundos, transferidos para as cubetas e mensurados a 515 nm (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSSET, 1995). Posteriormente, foi calculada a atividade antioxidante através da equação:

$$\% \text{ DPPH atividade} = (1 - (A_{\text{amostra } t=0} / A_{\text{amostra } t})) \times 100$$

Acidez

Para a determinação da acidez, foi utilizado o método do (AOAC, 1990), onde duas gramas das amostras foram pesadas em frasco Erlenmeyer de 125 ml, adicionadas de 25 mL de solução de éter-álcool (2:1) neutra. Posteriormente foi adicionada duas gotas do indicador fenolftaleína e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,01 M até o aparecimento da coloração rósea. O calculo para expressão do índice de acidez em % de ácido oleico foi determinado a partir da seguinte equação:

$$\frac{v \times f \times M \times 28,2}{P}$$

Dienos

A determinação de dienos conjugados foi realizada seguindo metodologia de (KIOKIAS et al., 2006) . Uma alíquota de 50 µL da amostra foi adicionada de 2,5 ml de solvente (isooctano/2-propanol na proporção 2:1) e homogeneizado em agitador de tubos (Vortex) por 45 segundos. Imediatamente após a homogeneização, foi adicionada a amostra em cubetas de quartzo, e mensuradas em espectrofotômetro a 235 nm. Os resultados foram expressos em mmol.Kg⁻¹.

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas usando o Infostat (DI RIENZO et al.; 2013) As determinações foram realizadas em 6 repetições expressas em suas médias. Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando encontradas diferenças, ($p \leq 0.05$) as médias foram comparadas pelos testes de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. As análises também consistiam em análise multivariada e de agrupamento para se verificar a influência das características climáticas no azeite de oliva, e a forma em que as diferentes amostras se agrupavam.

2.3 RESULTADOS

As áreas de produção de oliveira, de onde provinham os azeites, apresentavam temperatura semelhante, entretanto a altitude delas e a pluviosidade acumulada foram distintas (Tabela 1).

Tabela 1: Características climáticas de nove áreas de produção de oliveira 'Arbequina', localizadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil na safra 2019/2020.

Áreas de produção	Amostra	Altitude (m) das áreas de cultivo	Precipitação (mm) local (2019/20)	Precipitação (mm) colheita*	Temperatura média na safra 2019/20 (°C)
Rio Grande do Sul	RS1	26	1830,4	46,0	17,9
Rio Grande do Sul	RS2	26	1830,4	46,0	17,9
Rio Grande do Sul	RS3	450	1859,6	55,0	17,9
Rio Grande do Sul	RS4	386	1708,0	36,0	17,9
Rio Grande do Sul	RS5	218	1703,6	21,4	18,4
Minas Gerais	MG1	1258	1579,0	216,0	18,0
Minas Gerais	MG2	989	1579,0	216,0	18,0
Paraná	PR1	810	1329,6	130,8	17,3
Santa Catarina	SC1	1013	1201,8	148,8	19,4

*Março de 2020. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

A composição dos azeites foi diferente entre as áreas de produção das oliveiras (Tabela 2). Os teores de polifenóis totais, flavonoides totais, FRAP, DPPH, ABTS, dienos e acidez também mostraram diferenças entre as marcas de azeite, e as áreas de produção (Tabela 2). As marcas de azeite de oliva produzido no estado do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5), apresentaram mais compostos fenólicos como polifenóis e flavonoides. O mesmo resultado se repete para análises de atividade antioxidante, onde as marcas do estado do Rio Grande do Sul apresentam maior atividade antioxidante (ABTS, FRAP e DPPH). Já os azeites produzidos nos estados do Paraná e Santa Catarina são os que apresentam menor concentração de compostos fenólicos, e consequentemente, menor atividade antioxidante. A diferença regional não é muito notada quando se observam os valores encontrados para dienos, pois a concentração de dienos conjugados variou entre cada marca de azeite analisada. A acidez das amostras está em conformidade com a legislação para azeite de oliva extravirgem (acidez < 0,8) no entanto, apresentaram diferença entre cada marca.

Tabela 2: Físico-química, compostos fenólicos e atividade antioxidante* de azeite de oliva 'Arbequina', de nove marcas comerciais brasileiras, representadas por código e uma marca espanhola de padrão internacional.

Amostra	PT	FT	FRAP	DPPH	ABTS	DIENOS	ACIDEZ
RS 1	328,68 b	18,99 c	277,19 b	96,43 a	84,26 a	4,63 a	0,24 b
RS 2	337,63 b	19,90 c	246,14 b	96,51 a	84,07 a	4,18 a	0,25 b
RS 3	424,91 a	27,30 a	373,78 a	97,44 a	87,79 a	4,04 a	0,42 f
RS 4	299,74 c	16,43 d	272,44 b	97,13 a	77,40 a	6,24 c	0,28c
RS 5	348,49 b	27,57 a	258,20 b	96,95 a	66,27 b	4,59 a	0,43 f
MG 1	189,17 d	19,63 c	128,73 c	74,83 b	76,27 a	5,38 b	0,23 b
MG 2	166,62 e	19,45 c	123,07 c	63,89 c	61,81 b	4,03 a	0,24 b
PR 1	168,72e	19,36 c	84,82 d	60,44 c	48,37 c	3,86 a	0,14 a
SC 1	138,05 f	18,72 c	87,01 d	43,61 d	67,07 b	5,53 b	0,39 e
ESP 1	194,01 d	24,56 b	128,92 c	69,20 b	57,16 c	4,41 a	0,32 d

Códigos das marcas de azeite de oliva produzidas nos estados do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4, e RS5), Santa Catarina (SC1), Paraná (PR1), Minas Gerais (MG1 e MG2) e marca espanhola de padrão internacional (ESP1). * polifenóis Totais (PT), flavonóides Totais (FT) poder de redução do íon de ferro (FRAP), eliminação do radical livre estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH), atividade antioxidante total através da captura do radical 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS). ** Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si no teste de Scott-Knott a 0,05 de significância. *** Resultados de PT, FT, e FRAP expressos em mg.EAG.kg⁻¹, DPPH e ABTS e Acidez em %, e Dienos em mmol.kg⁻¹.

A análise de agrupamentos para os compostos bioativos dos azeites de oliva (Figura 9), classificaram as marcas em dois grupos. No primeiro grupo, ficaram as marcas de azeite de oliva extravirgem produzidas em SC1 (Santa Catarina), PR1 (Paraná), Minas Gerais (MG1 e MG2) e a amostra internacional (ESP1). No segundo grupo, ficaram as marcas de azeite de oliva extravirgem produzidas no estado do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5) categorizando a semelhança entre a composição nutricional de cada azeite.

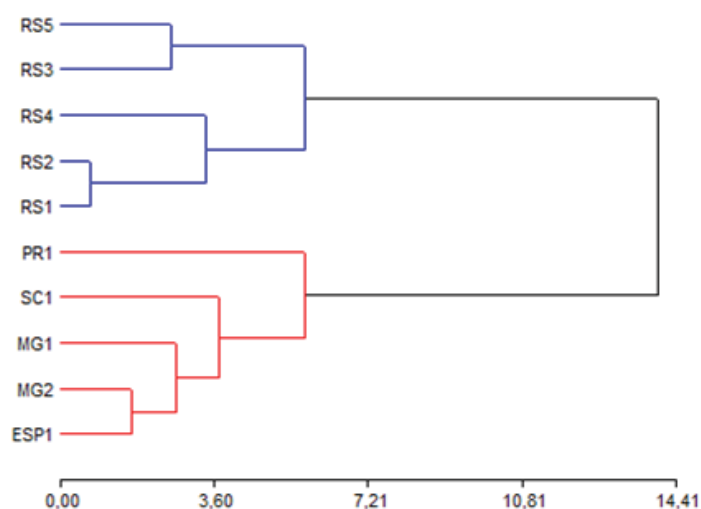


Figura 9: Dendrograma gráfico mostrando o conglomerado de amostras de azeite de oliva de diferentes regiões do Brasil obtidas por agrupamento de atributos antioxidantes e características climáticas das regiões de cultivo. Escala apresentada abaixo do dendrograma representando a similaridade entre as amostras analisadas. Amostras representativas das marcas de azeite de oliva produzidas nos estados do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4, e RS5), Santa Catarina (SC1), Paraná (PR1), Minas Gerais (MG1 e MG2) e marca espanhola de padrão internacional (ESP1).

Correlação feita através de análise de componentes principais (Figura 10) mostram similitude negativa entre a alta precipitação no período que antecede a colheita, e os fatores que correspondem a atividade antioxidante das marcas de azeite de oliva produzidos nos estados de Minas Gerais, Santa Catarina e Paraná (MG1, MG2, SC1 e PR1) as altitudes elevadas para as mesmas marcas também mostraram um fator negativo para a atividade antioxidante.

Os azeites produzidos nos estados do Rio Grande do Sul, agrupados no quadrante positivo, demonstraram correlação inversa com a altitude e a precipitação antes da colheita.

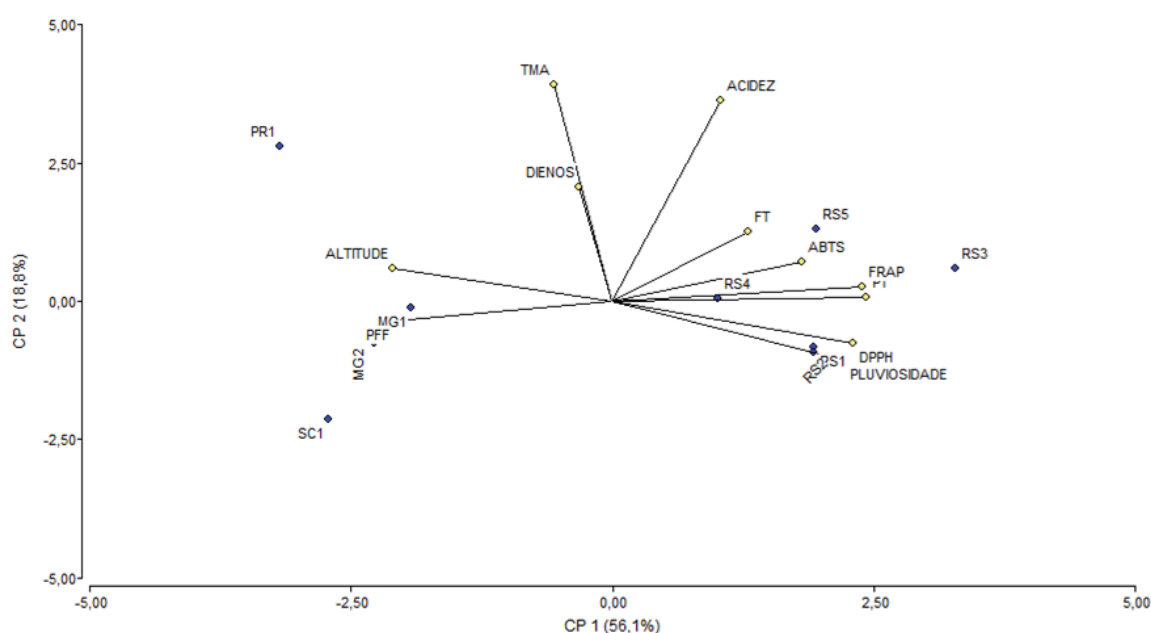


Figura 10: Análise de componentes principais (CP) de variáveis relacionadas com a atividade antioxidante (ABTS, DPPH, FRAP) compostos fenólicos (PT, FT), estabilidade oxidativa (acidez e dienos) e condições ambientais (precipitação no mês de colheita (PFF), pluviosidade e altitude) de nove marcas comerciais brasileiras de azeite de oliva 'Arbequina' produzidas nos estados do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5), Santa Catarina (SC1), Paraná (PR1) e Minas Gerais (MG1 e MG2).

Os fatores 1 e 2 da análise de componentes principais (Figura 10) explicaram 74,9% da variância total (Tabela 2), sendo representados pelos compostos fenólicos totais e pela atividade

antioxidante de DPPH e FRAP. No entanto, outros parâmetros analisados, como acidez, dienos, flavonóides e ABTS, além das características ambientais também são importantes para explicar a qualidade.

Tabela 2: Análise fatorial de nove marcas de azeite Extravirgem Monovarietal 'Arbequina' produzidos na safra 2019/2020 nas regiões Sul e Sudeste do Brasil

Total acumulado		Variável	Comunalidade
Autovalor	(%)		
6,172	56,1	PT	0,400
2,063	74,9	FRAP	0,392
		DPPH	0,379

As áreas de produção do estado do Rio Grande do Sul, representadas pelas marcas RS1, RS2, RS3 RS4 e RS5, as quais se encontram em áreas com baixa altitude (abaixo de 450 metros) apresentaram as maiores pluviosidades acumuladas no ano de 2019. Portanto, no mês de colheita, as pluviosidades acumuladas nas áreas do Rio Grande do Sul foram as menores (Abaixo de 55mm) devido a estiagem que atinge a região nessa época do ano. Para as zonas de altitude acima de 810 metros, nota-se redução na pluviosidade acumulada no ano de 2019, mas com aumento considerável na pluviosidade no mês de colheita (Figura 11).

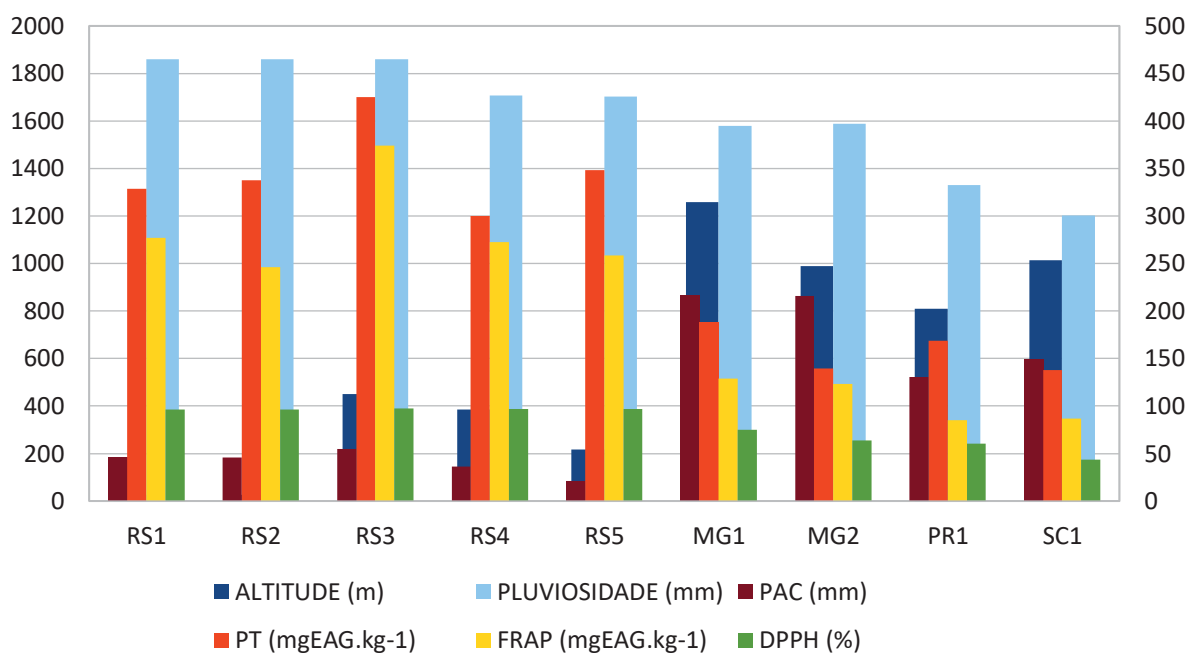


Figura 11: Altitude, precipitação total anual e precipitação no mês de colheita de nove áreas de produção de oliveira, e as respectivas atividades antioxidantes das nove marcas de azeite de oliva 'Arbequina" produzidas nestas áreas (FRAP, DPPH e PT) . Olivais localizados nos estados do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5), Santa Catarina (SC1), Paraná (PR1) e Minas Gerais (MG1 e MG2).Eixo y secundário representando apenas a pluviosidade no mês de colheita (PAC) as outras variáveis são relacionadas ao eixo y.

2.4 DISCUSSÃO

O centro de origem da oliveira é região geográfica que ocupa o Sul do Cáucaso, Irã, Palestina, Síria, estendendo-se pelo Chipre até o Egito, nos países que margeiam o Mediterrâneo (COUTINHO et al., 2009) onde são produzidos os melhores azeites do mundo. Estas áreas apresentam como característica em sua maioria, aridez, com baixa pluviosidade durante todo ano e altitudes abaixo de 1000m. O início da produção de azeite de oliva no Brasil se deu no estado de Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2010), em áreas com altitude acima de 800m e precipitação anual acima de 1500mm (Tabela 1). Essas áreas apresentavam características climáticas e geográficas distintas do seu centro de origem, no entanto, trabalhos com a escolha de cultivares promissoras (BRUGNARA, 2019; OLIVEIRA et al., 2012; WREGGE et al., 2015) fizeram com que as oliveiras se desenvolvessem, e apresentassem produção significativa de azeitonas para produzir azeite de oliva. Com o aumento da demanda por azeite, surgiu o interesse de que produtores em outras localidades investissem no plantio de oliveiras, esbarrando na dificuldade de não se saber quais seriam as melhores condições de plantio que permitam a produção de azeite de oliva de qualidade. Pouco se sabe sobre a composição destes azeites, tampouco se efetuou uma análise comparativa destes azeites entre eles e nem com algum azeite de padrão internacional, inclusive se as características de topografia e clima das regiões escolhidas para se produzir azeite de oliva causem interferência significativa não apenas para se produzir azeite, mas para se produzir um produto elaborado, com qualidade competitiva com azeites de excelência produzidos internacionalmente.

Azeites de oliva de qualidade possuem um alto teor de compostos fenólicos com atividade antioxidante (BELLUMORI et al., 2019). conforme têm sido observado em diversas marcas de azeite de qualidade internacional, tais como hidroxitirosol, tirosol, ácido cinâmico, álcool homovanílico, oleuropeína, oleocanthal e outros compostos menores (CICERALE; LUCAS; KEAST, 2010; FABIANI; VELLA; ROSIGNOLI, 2021; REBOREDO-RODRÍGUEZ et al., 2018; TUCK; HAYBALL, 2002). Eles propiciam melhoria das condições cardiovascular e cerebral, são anti-inflamatórios naturais e antioxidantes, além de apresentarem uma interação positiva com a microbiota intestinal (ARNOSO; COSTA; SCHMIDT, 2019; FRAGA et al., 2019). Não apenas devido às qualidades nutricionais, a elevada atividade antioxidante propicia também maior estabilidade oxidativa ao azeite de oliva. Os azeites brasileiros, por muito tempo não disputaram espaço entre um seleto grupo de produtos, pelo público consumidor brasileiro considerar que os produtos internacionais se enquadram em um melhor quesito. Entretanto, os resultados obtidos nesta pesquisa demonstraram pelo contrário que é possível produzir azeite de qualidade no Brasil,

principalmente na região sul do país (Tabela 2). A expansão da olivicultura nacional baseada no que se conhece sobre o metabolismo secundário vegetal se favorecerá com a identificação das condições estressantes que propiciaram a maior produção de compostos fenólicos.

Sabe-se que os compostos fenólicos são oriundos do metabolismo secundário e sintetizados com o intuito de fornecer proteção às plantas a estresses bióticos e abióticos (OLIVEIRA., 2003). Eles retardam o estresse oxidativo ao inibir a formação ou prevenir a propagação de radicais livres (BORGES; CABRERA-VIQUE; SEIQUER, 2015). Juntamente com outros mecanismos fisiológicos, a eficiência do sistema antioxidante aumenta a capacidade da planta de tolerar estresses, diminuindo os efeitos das espécies reativas de oxigênio (ROS) (BARZEGAR et al., 2017; GIANNAKOULA et al., 2010). Essa resposta é advinda de estímulos ambientais que desencadeiam na produção dos compostos de defesa. Os azeites de oliva procedentes das regiões Sul e Sudeste do Brasil foram os que continham maior quantidade de compostos fenólicos e apresentavam maior atividade antioxidante (Tabela 2) indicando a maior qualidade destes produtos. Os resultados deste estudo demonstram que, independente da latitude em que a área se encontra, a precipitação reduzida no período da colheita são melhores indicativos de como se obter um azeite de oliva com melhor qualidade nutricional, devido sua influência na síntese e acúmulo de compostos fenólicos em resposta ao estresse gerado.

A síntese e o acúmulo de compostos fenólicos são muito influenciados pelas condições ambientais, incluindo altitude e disponibilidade de água (ROMERO et al., 2016; THEODOSI; KOSMA; BADEKA, 2021). Entre tantos fatores bióticos e abióticos possíveis, observou deficiência hídrica no período que precedia a colheita (Tabela1, Figura 11). Ela afeta todo o metabolismo vegetal, diminuindo a pressão de turgescência, aumentando a toxicidade iônica e inibindo a fotossíntese. Observando quais condições poderiam haver induzido a condição estressante necessária à produção dos compostos fenólicos, observou que a limitação do regime hídrico no período que antecedia a colheita dos frutos, foi a condições que ocasionou nos maiores acúmulos de compostos fenólicos no azeite de oliva. Limitar a disponibilidade hídrica, faz com que um sinal químico seja transmitido das raízes para as folhas através do xilema, estimulando o fechamento estomático parcial, o que resulta em uma drástica diminuição do nível de CO₂ intracelular (CHENG et al., 2018; DAI et al., 2011). fazendo com que haja redução na capacidade fotossintética da planta. Como a fotossíntese líquida diminui, um excesso de poder de redução é gerado e, assim, a superredução da cadeia de elétrons fotossintéticos pode resultar na formação de espécies reativas de oxigênio (ROS), que podem causar oxidação por meio da formação de radicais livres (BACELAR et al., 2006; BLOKHINA; VIROLAINEN; FAGERSTEDT,

2003; GONÇALVES et al., 2020; TAIZ; ZEIGER, 2007). Como a produção de compostos fenólicos é ativada a partir da formação de radicais livres provindos de condições ambientais estressantes, torna-se interessante observar áreas que supram essas condições ambientais no período adequado, no momento da definição dos locais de cultivo passíveis de produção de azeite de oliva com alta qualidade.

As características geográficas e ambientais afetam a produção de metabólitos secundários nas oliveiras, que também estão presentes no azeite de oliva, os quais são importantes indicadores da qualidade do produto (ROMERO et al., 2016). Os resultados obtidos nesta pesquisa confirmaram esta resposta a interferência ambiental, pela heterogeneidade na composição dos azeites de oliva, em especial aos altos índices de compostos fenólicos produzidos principalmente no estado do Rio Grande do Sul (Tabela 2). nessas áreas, foram observados como características semelhantes, baixas altitudes (Abaixo de 450 metros) e precipitação reduzida no mês de colheita (abaixo de 55mm).

Os resultados aqui obtidos demonstraram que foi possível produzir azeite 'Arbequina' no Brasil com teores de compostos fenólicos semelhantes, e até maiores do que em azeites da mesma cultivar, produzidas em áreas de cultivo tradicionais na bacia do mediterrâneo (MARRA et al., 2016; NEGRO et al., 2019) nas regiões onde a disponibilidade hídrica próximo à colheita foi baixa (Tabela 2). Isto concorda com relatos de que a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos são muito influenciados pelas condições ambientais (AWAN et al., 2015; ROMERO et al., 2016; THEODOSI; KOSMA; BADEKA, 2021) indicando a possibilidade de variação na composição do azeite de oliva entre localidades, inclusive dentro de uma mesma cultivar.

Os índices de compostos fenólicos encontrados nos azeites de oliva da cultivar Arbequina, apresentaram variabilidade entre as marcas produzidas nas regiões Sul e Sudeste (Tabela 2). Essa diferença pode ser encontrada, pois, mesmo dentro de um mesmo estado, cada olival apresenta tanto características microclimáticas únicas, como tratamentos culturais diferenciados entre produtores, isso reflete mesmo minimamente na composição do azeite de oliva produzido. Negro et al., (2019), em 8 cultivares de azeitonas produzidas na Itália, encontraram variação semelhante ao encontrado no presente estudo, no entanto as características das áreas de cultivo eram demasiadamente áridas se comparadas as áreas de cultivo encontradas no Brasil.

Na cultivar Arbequina produzida na Itália, Marra et al., (2016) relatam que a média do teor de compostos fenólicos em 3 anos de avaliação foi semelhante aos resultados encontrados nas marcas do Rio Grande do Sul. No entanto, a precipitação anual na área de cultivo na Itália também apresentaram condições anuais de aridez demasiadamente mais elevadas que das

áreas de produção no presente estudo. Isto nos mostra que é possível obter azeite de oliva com teores de compostos fenólicos semelhantes aos azeites de oliva obtidos em áreas onde a olivicultura já é uma atividade predominante a várias décadas, em locais que se produzem azeites de oliva que são referencia mundial em qualidade, possibilitando a obtenção de azeites de oliva com características nutricionais elevadas em áreas com características climáticas distintas as áreas de cultivo com mais tradição.

Os resultados aqui demonstraram, que embora se acreditasse que o Brasil não possuía condições climáticas para produzir azeite com alta qualidade, quando comparado os índices de compostos fenólicos encontrados nos azeites brasileiros, com os azeites produzidos nas zonas de produção mediterrânea, como Espanha e Itália (MARRA et al., 2016; NEGRO et al., 2019) que produzem azeite de oliva de alta qualidade, os resultados encontrados são semelhantes, mostrando que é possível produzir azeite com qualidade em áreas com condições totalmente distintas as zonas de produção com maior tradição no cultivo da espécie (Tabela 2)

Nas localidades em que as oliveiras passaram por um regime hídrico mais elevado no período que antecede à colheita (Marcas MG1, MG2, PR1 e SC1) pode-se notar os menores índices de compostos fenólicos (Figura 11). Isto pode ser explicado por que a alta pluviosidade antes da colheita pode ocasionar em um aumento do teor de água nos frutos. Este processo induziria a liberação de moléculas fenólicas que se dissolvem preferencialmente na água vegetativa e, em menor grau, no azeite de oliva durante o processo de extração (GARCÍA et al., 2017). A restrição hídrica controlada necessária para a produção de um azeite de oliva de qualidade dificilmente será aplicada tão cedo nos olivais brasileiros por ser uma técnica onerosa em termos de infraestrutura, além de que iria adicionalmente onerar o custo de produção com irrigação nos períodos em que o olival demanda maior disponibilidade hídrica.

Outro fator que não incentiva o investimento dos produtores em técnicas de restrição hídrica controlada é que atualmente devido à escassez de oferta de produtos nacionais, independentemente de sua composição, os azeites de oliva produzidos localmente e que não apresentam qualidade elevada, são consumidos por uma parcela da população que não apresenta condições econômicas de consumir um produto de melhor qualidade. Esta tendência de menor seletividade à qualidade dos produtos tem sido vista frequentemente quando o poder aquisitivo da população está comprometido (BERRIOS; SANTOS, 2016) e em produtos com concorrentes de preço bem inferiores, como os óleos de soja e de milho (RANUM; PEÑAROSAS; GARCIA-CASAL, 2014; SILVA et al., 2015). Mas, acredita-se que se ocorrer uma retomada do poder aquisitivo ou um aumento da oferta nacional, irá ocorrer uma popularização

de produtos que tenham uma maior qualidade nutricional pelos seus elevados índices de compostos fenólicos (Tabela 2), em consequência a diminuição do preço e talvez esta fatia do mercado se torne mais exigente, comprometendo o mercado de produtos de menor qualidade.

Entre as áreas no mundo com as produções de azeite de melhor qualidade, destaca-se a Espanha, maior produtor mundial (COI, 2021) e outros países mediterrâneos. Nessas regiões, é possível encontrar características geográficas e climáticas semelhantes. Analisando os parâmetros de altitude, são áreas com altitude entre 47 e 905 metros, áridas e que apresentam baixa pluviosidade anual, com áreas apresentando entre 293 a 677 mm/ano (BORGES et al., 2017; GARCÍA et al., 2017; GARCÍA; HUESO; GÓMEZ-DEL- CAMPO, 2020), diferentemente das áreas de cultivo onde estão implantadas oliveiras produtivas da cultivar Arbequina no Brasil (Tabela 1)

A altitude é uma variável importante que altera principalmente a temperatura da região. A altitude geralmente fornece um gradiente de outros fatores ambientais, como radiação solar, precipitação, velocidade do vento e sazonalidade, que traz adaptação única em plantas que habitam altitudes mais elevadas (KÖRNER, 2007). Youssef Ouni, (2012) relata que é possível que as temperaturas dos locais de maior altitude acionem o mecanismo para a produção de mais compostos fenólicos, sendo que os locais de maiores altitudes produziram maiores quantidades de antioxidantes do que os locais de menores altitudes. No entanto, a temperatura média tanto nas áreas mais baixas quanto nas mais altas foram semelhantes (Tabela 1, Figura 11), não apresentando relação com as altitudes das áreas, e conseqüentemente, com a sua qualidade.

Theodosi et al., (2021) também mostram a mesma resposta de aumento do conteúdo de compostos fenólicos em áreas de maior altitude. No entanto, as maiores altitudes encontradas são semelhantes as áreas de menor altitude no presente estudo. Nesta pesquisa o efeito de baixas altitudes são notáveis na composição antioxidante dos azeites analisados, (Figura 11). No entanto, esta variável não pode ser dita como correspondente aos índices de compostos antioxidantes encontrados nos azeites analisados no presente estudo, sendo que a principal condição que favoreceu a produção de compostos fenólicos foi a restrição hídrica próxima a colheita.

Os resultados obtidos nesta pesquisa não descartam a importância do manejo dos oliveiras, tampouco do processo de produção e armazenamento na qualidade dos azeites, mas confirmam o efeito das condições ambientais das áreas de cultivo da oliveira na produção de metabólitos secundários já observado no Chile (ROMERO et al., 2016).

Isso quebra um paradigma de que é imprescindível que as áreas sejam áridas para plantar oliveiras, abrindo oportunidade para o mercado brasileiro expandir o seu setor de olivicultura, sendo necessário observar principalmente, regiões que apresentem precipitação reduzida nos períodos que antecedem a colheita. Essas informações, ao que se sabe, não estavam disponíveis até o momento para a definição do zoneamento agroclimático para o plantio de oliveiras no Brasil.

Os dados nessa pesquisa são muito importantes por permitir futuramente que se definam as melhores localidades para se produzir oliveiras com foco em azeite de oliva com elevada qualidade. Essas informações vão dar um direcionamento para o zoneamento agroclimático, para se definir onde poderão ser implantados novos olivais, pois fica nítido pelos resultados obtidos nessa pesquisa de que se os olivais forem implantados em zonas inadequadas, a qualidade de produção de azeite de oliva será comprometida.

Os dados retratados no estudo mostram a complexidade das variáveis que envolvem o processo produtivo de azeite de oliva, sendo assim, as características de qualidade, parcialmente dependentes de fatores exógenos a oliveira. Com isso, fica aberto a possibilidades de pesquisas futuras, como com práticas de manejo que otimizem a manutenção e aumento de níveis de compostos fenólicos, que interferem diretamente na qualidade, estabilidade oxidativa, e caracteres sensoriais de azeites de oliva extravirgens brasileiros.

2.5 CONCLUSÕES

Para se favorecer a produção de azeite de oliva com altos índices de compostos fenólicos e alta atividade antioxidante, áreas que apresentam restrição hídrica no mês de colheita dos frutos devem ser consideradas. Desde que se observe as condições ambientais recomendadas a partir de um zoneamento agroclimático futuro, o Brasil poderá se tornar um polo promissor de produção de azeite de oliva com elevada qualidade nutricional.

REFERÊNCIAS

AOAC. AOAC: Official Methods of Analysis (Volume 1). p. 771, 1990.

ARNOSO, B. J. DE M.; COSTA, G. F. DA; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutrição Brasil**, v. 18, n. 1, p. 39–48, 4 ago. 2019.

AWAN, A. A. et al. The effect of different climatic zones on total phenolics and fatty acid profile of various olive cultivars. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 52, n. 2, p. 361–366, 2015.

BACELAR, E. A. et al. Immediate responses and adaptative strategies of three olive cultivars under contrasting water availability regimes: Changes on structure and chemical composition of foliage and oxidative damage. **Plant Science**, v. 170, n. 3, p. 596–605, 2006.

BARZEGAR, T. et al. Effect of water-deficit stress on fruit yield, antioxidant activity, and some physiological traits of four Iranian melon genotypes. *علوم باغبانی ایران*, v. 48, n. ویژه نامه, p. 13–25, 23 set. 2017.

BELLUMORI, M. et al. The EFSA health claim on olive oil polyphenols: Acid hydrolysis validation and total hydroxytyrosol and tyrosol determination in Italian virgin olive oils. **Molecules**, v. 24, n. 11, 2019.

BERRIOS, L. A.; SANTOS, J. A. IMPACTOS DA INFLAÇÃO NO PODER DE COMPRA DO SALÁRIO MÍNIMO: UM BREVE PANORAMA | Revista de Administração do Unisal. v. 6, 2016.

BLOKHINA, O.; VIROLAINEN, E.; FAGERSTEDT, K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. **Annals of Botany**, v. 91, p. 179–194, 2003.

BORGES, T. H. et al. Characterization of Arbequina virgin olive oils produced in different regions of Brazil and Spain: Physicochemical properties, oxidative stability and fatty acid profile. **Food Chemistry**, v. 215, p. 454–462, 2017.

BORGES, T. H.; CABRERA-VIQUE, C.; SEIQUER, I. Antioxidant properties of chemical extracts and bioaccessible fractions obtained from six Spanish monovarietal extra virgin olive oils: Assays in Caco-2 cells. **Food and Function**, v. 6, n. 7, p. 2375–2383, 2015.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1 jan. 1995.

BRUGNARA, E. C. Crescimento, floração e frutificação de oliveiras jovens em altitude intermediária do Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 2, p. 46–48, 7 jun. 2019.

BURIOL, L. et al. Composição química e atividade biológica de extrato oleoso de própolis: uma alternativa ao extrato etanólico. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 296–302, 2009.

CHENG, L. et al. Changes in the physiological characteristics and baicalin biosynthesis metabolism of *Scutellaria baicalensis* Georgi under drought stress. **Industrial Crops and Products**, v. 122, n. April, p. 473–482, 2018.

CICERALE, S.; LUCAS, L.; KEAST, R. Biological Activities of Phenolic Compounds Present in Virgin Olive Oil. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 11, n. 2, p. 458–479, fev. 2010.

COUTINHO, E. F. et al. Cultivo de Oliveira (*Olea europaea* L.). **Embrapa Clima Temperado-Sistema de Produção**, v. 16, p. 125, 2009.

DAI, Z. W. et al. Ecophysiological, genetic, and molecular causes of variation in grape berry weight and composition: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 62, n. 4, p. 413–425, 2011.

DEMIRAG, O.; KONUSKAN, D. B. Quality Properties, Fatty Acid and Sterol Compositions of East Mediterranean Region Olive Oils. **Journal of Oleo Science**, v. 70, n. 1, p. 51–58, 2021.

ELLIS, A. C.; GÁMBARO, A. Characterisation of Arbequina extra virgin olive oil from Uruguay. **Journal of Food Research**, v. 7, n. 6, p. 79–90, 2018.

FABIANI, R.; VELLA, N.; ROSIGNOLI, P. Epigenetic Modifications Induced by Olive Oil and Its Phenolic Compounds: A Systematic Review. **Molecules**, v. 26, n. 2, p. 273, jan. 2021.

FRAGA, C. G. et al. The effects of polyphenols and other bioactives on human health. **Food and Function**, v. 10, n. 2, p. 514–528, 2019.

GARCÍA, J. M. et al. Virgin olive oil quality of hedgerow ‘Arbequina’ olive trees under deficit irrigation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 3, p. 1018–1026, 2017.

GARCÍA, J. M.; HUESO, A.; GÓMEZ-DEL- CAMPO, M. Deficit irrigation during the oil synthesis period affects olive oil quality in high-density orchards (cv. Arbequina). **Agricultural Water Management**, v. 230, n. January 2019, p. 105858, 2020.

GIANNAKOULA, A. et al. Aluminum stress induces up-regulation of an efficient antioxidant system in the Al-tolerant maize line but not in the Al-sensitive line. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, n. 3, p. 487–494, 2010.

GONÇALVES, A. et al. Olive tree physiology and chemical composition of fruits are modulated by different deficit irrigation strategies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 2, p. 682–694, 2020.

GORZYNIK-DEBICKA, M. et al. Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 3, p. 686, mar. 2018.

KIOKIAS, S. N. et al. Effect of Compositional Factors against the Thermal Oxidative Deterioration of Novel Food Emulsions. **Food Biophysics**, v. 1, n. 3, p. 115, 8 ago. 2006.

KÖRNER, C. The use of “altitude” in ecological research. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 22, n. 11, p. 569–574, 2007.

MARRA, F. P. et al. Effects of different irrigation regimes on a super-high-density olive grove cv. “Arbequina”: vegetative growth, productivity and polyphenol content of the oil. **Irrigation Science**, v. 34, n. 4, p. 313–325, 2016.

MAZZOCCHI, A. et al. The Secrets of the Mediterranean Diet. Does [Only] Olive Oil Matter? **Nutrients**, v. 11, n. 12, p. 2941, dez. 2019.

NEGRO, C. et al. Phenolic Profile and antioxidant activity of Italian Monovarietal extra virgin olive oils. **Antioxidants**, v. 8, n. 6, p. 1–14, 2019.

OLIVEIRA, A. F. DE et al. Parâmetros Físico-Químicos Dos Primeiros Azeites De Oliva Brasileiros Extraídos Em Maria Da Fé, Minas Gerais. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 3, p. 255, 2010.

OLIVEIRA, M. C. DE et al. Cutting rooting of promising olive cultivars for the Mantiqueira Range. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 147–150, fev. 2012.

RANUM, P.; PEÑA-ROSAS, J. P.; GARCIA-CASAL, M. N. Global maize production, utilization, and consumption. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1312, p. 105–112, 2014.

RAO, K. V. M.; RAGHAVENDRA, A. S.; REDDY, K. J. **Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2006.

REBOREDO-RODRÍGUEZ, P. et al. Phenolic Compounds Isolated from Olive Oil as Nutraceutical Tools for the Prevention and Management of Cancer and Cardiovascular Diseases. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 8, p. 2305, ago. 2018.

ROMANI, A. et al. Health Effects of Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Olive Oil, By-Products, and Leaf of *Olea europaea* L. **Nutrients**, v. 11, n. 8, p. 1776, ago. 2019.

ROMERO, N. et al. Influence of agroclimatic parameters on phenolic and volatile compounds of Chilean virgin olive oils and characterization based on geographical origin, cultivar and ripening stage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 2, p. 583–592, 2016.

RONDANINI, D. P. et al. Contrasting patterns of fatty acid composition and oil accumulation during fruit growth in several olive varieties and locations in a non-Mediterranean region. **European Journal of Agronomy**, v. 52, p. 237–246, 1 jan. 2014.

RUFINO, M. DO S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 15 ago. 2010.

SHARMA, A. et al. Response of Phenylpropanoid Pathway and the Role of Polyphenols in Plants under Abiotic Stress. **Molecules**, v. 24, n. 13, p. 2452, jan. 2019.

SILVA, R. A. DA et al. Determinantes das exportações de açúcar em bruto e óleo de soja do Brasil para o mercado indiano. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 4, p. 89–101, 25 fev. 2015.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1 jan. 1965.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal .pdf**. [s.l.: s.n.].

THEODOSI, S.; KOSMA, I. S.; BADEKA, A. V. Quality characteristics of Koroneiki olive oil from Zakynthos island (Greece) and differentiation depending on the altitude level. **European Food Research and Technology**, n. 0123456789, 2021.

TORRES, M. et al. Olive Cultivation in the Southern Hemisphere: Flowering, Water Requirements and Oil Quality Responses to New Crop Environments. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, 2017.

TRICHOPOULOU, A. et al. Definitions and potential health benefits of the Mediterranean diet: views from experts around the world. **BMC Medicine**, v. 12, n. 1, p. 112, 24 jul. 2014.

TUCK, K. L.; HAYBALL, P. J. Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 13, n. 11, p. 636–644, 1 nov. 2002.

WREGE, M. S. et al. DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE OLIVEIRAS NO BRASIL E NO MUNDO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 656–666, set. 2015.

YOUSSEF OUNI. The phenolic compounds and compositional quality of Chétoui virgin olive oil: Effect of altitude. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 55, p. 11842–11850, 2012.

ZAGO, L. et al. Chemical and sensory characterization of Brazilian virgin olive oils. **Food Research International**, v. 126, p. 108588, 1 dez. 2019.

ZHU, Q. Y. et al. Antioxidative Activities of Oolong Tea. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 23, p. 6929–6934, 1 nov. 2002.

3 ARTIGO 2: QUALIDADE SENSORIAL DE AZEITES DE OLIVA PRODUZIDOS NO BRASIL

RESUMO

O azeite de oliva é um alimento muito consumido mundialmente devido ao seu sabor e às suas características nutricionais benéficas à saúde, principalmente compostos fenólicos. Seu consumo vem aumentando muito, favorecendo a implantação de novas áreas produtivas. No entanto, as informações sobre a qualidade dos azeites produzidos no Brasil e suas características sensoriais ainda são bastante escassas para subsidiar critérios para implantação de novas áreas de cultivo. Por muito tempo se acreditou que o azeite de oliva brasileiro possuía baixa qualidade, baixos índices de compostos fenólicos e consequentemente, atributos sensoriais reduzidos em comparação com azeites internacionais. Objetivou-se com o presente estudo, validar a qualidade sensorial dos azeites de oliva Brasileiros para dar subsídios a elaboração de critérios para a expansão do plantio em novas áreas. Foram avaliados o índice de compostos fenólicos e os perfis sensoriais de nove marcas de azeites de oliva 'Arbequina', classificadas pelo seu teor de acidez como extra virgens, produzidas em diferentes regiões do Brasil, comparativamente com um azeite de oliva extravirgem, popular no mercado nacional e produzido na Espanha. A análise sensorial dos atributos aroma frutado, sabor picante e sabor amargo (características de qualidade dos azeites) foi feita por uma equipe de avaliadores treinados (n= 8). Os resultados apresentados discutem a importância de um elevado teor de compostos fenólicos na qualidade dos azeites de oliva e também demonstram que é possível produzir azeite no Brasil atendendo padrões internacionais de qualidade sensorial. Este resultado poderá subsidiar a elaboração de critérios para a definição das melhores áreas para a implantação de novos olivais.

Palavras chave: Perfil sensorial, pós-colheita, análise multivariada, polifenóis, alimentos funcionais.

ABSTRACT

Olive oil is a widely consumed food worldwide due to its flavor and nutritional characteristics beneficial to health, especially phenolic compounds. Its consumption has been increasing a lot, favoring the establishment of new productive areas. However, information on the quality of oils produced in Brazil and their sensory characteristics are still very scarce to support criteria for the establishment of new cultivation areas. For a long time it was believed that Brazilian olive oil had low quality, low levels of phenolic compounds and, consequently, reduced sensory attributes compared to international oils. The aim of the present study was to break the paradigm that Brazilian olive oil does not have high sensory quality, in order to support the elaboration of criteria for the expansion of planting in new areas. The phenolic compounds index and sensory profiles of nine brands of 'Arbequina' olive oils, classified by their acidity content as extra virgin, produced in different regions of Brazil, were evaluated in comparison with an extra virgin olive oil, popular in the market national and produced in Spain. The sensory analysis of the attributes fruity aroma, spicy flavor and bitter taste (quality characteristics of the oils) was carried out by a team of trained evaluators (n= 8). The results presented discuss the importance of a high content of phenolic compounds in the quality of olive oils and also demonstrate that it is possible to produce olive oil in Brazil meeting international standards of sensory quality. This result may support the elaboration of criteria to define the best areas for the implantation of new olive groves.

Key words: Sensory profile, post-harvest, multivariate analysis, polyphenols, functional foods.

3.1 INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos saborosos, saudáveis e nutritivos tem aumentado o consumo de azeites de oliva (VALCARCE et al., 2017). Os quais contêm ácidos graxos monoinsaturados, como o ácido oleico, tocoferóis e compostos fenólicos (GARCÍA-GONZÁLEZ; APARICIO, 2010).

A estabilidade dos azeites de oliva se deve principalmente à sua atividade antioxidante, à sua composição em ácidos graxos e à sua quantidade de compostos fenólicos. Entretanto, quando são excedidos limites de compostos derivados da oxidação lipídica (hidroperóxidos, dienos conjugados e trienos) o azeite apresenta sabores desagradáveis, considerados como defeitos (SILVA et al., 2015).

A análise sensorial dos azeites de oliva é realizada por um painel de avaliadores treinados (BAJOUB et al., 2018), os quais avaliam a combinação de sabor, odor e respostas químicas produzidas por diferentes compostos (SERRANO et al., 2021). Dentre essas propriedades sensoriais, os atributos positivos aroma frutado, sabor picante e sabor amargo e os atributos negativos, rancidez, mofo, borra e fermentado entre outros, são usados para a classificação deste azeite (IOC, 2018).

De acordo com o IOC (2019), os azeites de oliva podem ser classificados como extra virgem, virgem, ordinário e lampante. A definição da classe pertencente ao azeite de oliva é feita mediante a classificação de medianas de frutado e de defeitos encontrados em análise sensorial. Para que o azeite de oliva seja classificado como extra virgem ele deve apresentar intensidade de frutado superior a zero e não apresentar nenhum defeito sensorial. O azeite será classificado como virgem quando apresentar intensidade de defeito entre zero e três e meio e frutado superior a zero. Como ordinário quando apresentar intensidade de defeitos entre três e meio e seis, e lampante quando a intensidade de defeitos for superior a seis.

Frequentemente os azeites extra virgens produzidos em áreas fora do mediterrâneo são considerados pelos consumidores de maior poder aquisitivo, com recursos para consumir azeite internacional, como sendo de baixa qualidade. Mas, isto não tem sido investigado com frequência por painéis sensoriais treinados.

O aumento da demanda por azeite de oliva de qualidade e o preço favorável tem favorecido a expansão da olivicultura em países sem tradição e respaldo de informações científicas sobre qualidade do produto. Objetiva-se com esta pesquisa avaliar a composição e a qualidade sensorial de azeites de oliva produzidos em áreas não tradicionais para dar subsídios a elaboração de critérios para a expansão do plantio em novas áreas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Azeites de oliva Monovarietal da cultivar Arbequina, produzidos na safra 2019/2020, foram adquiridos de nove marcas comerciais brasileiras, provenientes de indústrias instaladas nos estados de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e uma marca comercial padrão internacional, produzida na Espanha para análise de compostos fenólicos e da qualidade sensorial.

Um questionário foi aplicado às indústrias onde os azeites foram produzidos onde constavam questões sobre foi feita a produção e sobre como foi a colheita das azeitonas, seguindo modelo proposto por UCEDA; HERMOSO (1998), de acordo com uma escala de índices de maturação que varia de 0 a 7 (Figura 12). Também foi investigado como foi feita a extração e beneficiamento dos azeites.

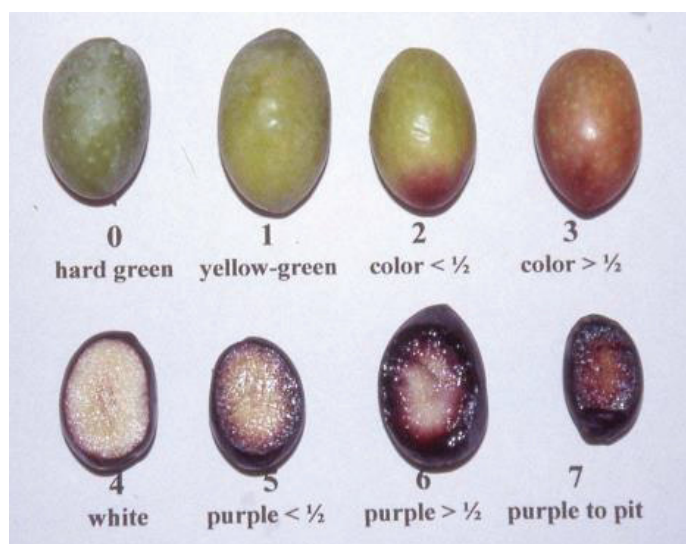


Figura 12: graus de maturação de azeitona. Fonte: DAVARENNE, 2006.

As amostra de azeite de oliva foram padronizadas e acondicionadas em frascos cor âmbar de 50ml, de onde se retiraram alíquotas para o preparo dos extratos que foram utilizados para a realização das análises. Os teores de compostos fenólicos totais foram determinados seguindo metodologia de (SINGLETON; ROSSI, 1965).

De cada marca de azeite de oliva foi feito um extrato 1:1 (5ml) de azeite de oliva e de metanol 100% homogeneizado em homogeneizador de tubos (vórtex) por 15 segundos e depois centrifugado a 3000rpm por dez minutos. Uma alíquota de 125 µL deste extrato foi transferida para tubos de ensaio. Em seguida foram adicionados de 125 µL de folin-ciocalteu (50%) e 2250

μL de carbonato de sódio (3,79M). A seguir as amostras foram homogeneizadas por dez segundos em agitador de tubos (vórtex), transferidas para cubetas, deixadas em repouso no escuro por 30 minutos e depois foi realizada a mensuração em espectrofotômetro a 725 nm. Os teores de compostos fenólicos foram expressos em mgEAG.Kg^{-1} através de uma curva padrão de ácido gálico feita anteriormente para a plotagem de equação para o cálculo dos teores de compostos fenólicos.

A avaliação sensorial das amostras de azeites de oliva foi realizada seguindo metodologia proposta pelo International Olive Council (IOC, 2018) baseada em análise quantitativa descritiva (AQD). Um grupo de oito avaliadores treinados pertencentes a Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, sendo representados por 50% mulheres e 50 % homens, com idade entre 20 e 40 anos receberam amostras codificadas com três dígitos alfanuméricos. As amostras (12,8 a 16,4g) foram fornecidas aos provadores em copos de vidro azul próprios para realização de análise sensorial de azeite de oliva, cobertos com vidro relógio, de forma aleatória em seções distintas, sendo que 5 amostras foram analisadas por seção. Foram atribuídas intensidades aos atributos sensoriais positivos de aroma frutado, sabor picante e sabor amargo e aos atributos sensoriais negativos de fermentado/borra, rançoso, e mofado encontrados nas amostras. Para determinar a intensidade de cada atributo, foi utilizada uma escala não estruturada de 10 cm, sendo que os limites serão “Fraco” (limite mínimo) e “Forte” (limite máximo) e posteriormente, as amostras foram classificadas como extra virgem, virgem e lampante. Para cada atributo, foi calculada a mediana das intensidades definidas pelos avaliadores.

As análises estatísticas foram realizadas usando o Infostat (DI RIENZO et al.; 2013) As determinações dos teores de compostos fenólicos foram realizadas em 6 repetições expressas em suas médias. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando encontradas diferenças ($p \leq 0,05$) as médias foram comparadas pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Para as análises sensoriais as amostras foram analisadas em oito repetições, sendo cada avaliador, uma repetição. As medianas foram comparadas pelo teste de Kruskal Wallis seguidas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Também foram efetuadas análise multivariada e de agrupamento para se verificar a influência dos teores de compostos fenólicos nos atributos sensoriais positivos de aroma frutado, sabor picante e sabor amargo.

3.3 RESULTADOS

Os resultados obtidos demonstraram que os teores de compostos fenólicos totais foram diferentes entre as marcas comerciais (brasileiras e a internacional) (Tabela 4). As marcas produzidas no estado do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5) foram as que apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos, os quais em termos nutricionais são muito recomendado porque podem ocasionar em melhorias na saúde de quem os consome, principalmente a saúde cardiovascular e cerebral (ARNOSO; COSTA; SCHMIDT, 2019). .

Para os atributos sensoriais de aroma frutado, sabor picante e sabor amargo, as maiores intensidades também foram encontradas nas marcas produzidas a partir de azeitonas cultivadas no Estado do Rio Grande do Sul, seguido pela marca produzida no estado de Santa Catarina (SC1).

Na classificação dos azeites de oliva, as marcas RS1, RS2, RS3, RS4, MG1, MG2, SC1 e PR1 foram classificadas como Extra virgem, por não apresentarem defeitos sensoriais. Já as marcas RS5 e ESP1 apresentaram defeitos que os categorizaram como azeites Virgem (intensidade de defeito não superior a 3,5) (Tabela 4).

Tabela 4: Compostos fenólicos totais*, atributos sensoriais, defeitos e classificação das nove marcas comerciais de azeite de oliva Cultivar Arbequina, representadas por códigos** e produzidos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Marca	Categoria (rótulo)	Informações da indústria					Composição			Características sensoriais			
		PC	MC	SF	TPF	APE	TCF (mgEAG.Kg ⁻¹)	Acidez (%)	Aroma frutado	Tipo	Sabor amargo	Sabor picante	Defeitos
RS1	Extra virgem	2	Manual	Sim	Imediato	30 dias	328,68	B 0,24	B 4,8±0,14	A Verde	4,7±0,30	A 5,3±0,26	A -
RS2	Extra virgem	2	Manual	Sim	Imediato	30 dias	337,63	B 0,25	B 5,0±0,28	A Verde	4,9±0,31	A 5,1±0,40	A -
RS3	Extra virgem	2	Manual	Sim	Imediato	30 dias	424,91	A 0,42	F 4,9±0,23	A Verde	5,3±0,16	A 6,2±0,28	A -
RS4	Extra virgem	2	Manual	Sim	Imediato	30 dias	299,74	C 0,28	C 4,7±0,17	A Verde	4,4±0,50	A 4,7±0,35	A -
RS5	Extra Virgem	3-4	Manual	Não	6 horas	30 dias	348,49	B 0,43	F 3,1±0,55	B Maduro	4,1±0,38	A 5,2±0,16	FE./ BO; RA. Virgem
MG1	Extra virgem	3-4	Manual	Sim	Imediato	2 dias	189,17	D 0,23	B 4,0±0,42	A Maduro	2,6±0,74	B 3,2±0,58	B -
MG2	Extra virgem	3-4	Manual	Não	2 horas	30 dias	166,62	E 0,24	B 3,5±0,18	B Maduro	2,4±0,19	B 2,8±0,31	B -
SC1	Extra virgem	1-2	Manual	Sim	30 minutos	30 dias	168,72	E 0,14	A 4,1±0,13	A Verde	3,0±0,30	B 5±0,24	A -
PR1	Extra virgem	3	Derriça	Não	4 horas	60 dias	138,05	F 0,39	E 2,4±0,1	C Maduro	1,0±0,14	C 1,1±0,13	C -
ESP1	Extra virgem	SI	SI	SI	SI	SI	194,01	D 0,32	D 1,3±0,15	C Maduro	2,0±0,28	C 2,1±0,53	FE./BO; MO.;RA Virgem

*Resultados de Polifenol expressos em mg.EAG.kg⁻¹. Acidez expressa em %. Para compostos fenólicos e acidez, letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott a 0,05 de significância. **Códigos das marcas de azeite de oliva produzidas nos estados do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4, e RS5), Santa Catarina (SC1), Paraná (PR1), Minas Gerais (MG1 e MG2) e marca espanhola de padrão internacional (ESP1). Medianas dos atributos sensoriais, seguidas pelo desvio padrão calculadas

através do teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Scott-Knott com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si a 0,05 de significância. PC = Ponto de colheita; MC = Método de colheita; SF = Seleção de frutos; TPF = Tempo processamento de frutos; APE = Armazenamento pré envase; TCF = Teor de compostos fenólicos

Os teores de compostos fenólicos e a intensidade do aroma frutado, e os sabores amargo e picante apresentaram, em todos os casos, um coeficiente de correlação linear (R^2) calculado superior a 0,9, indicando que existe relação significativa e linear entre estes dados. Desta forma, quando ocorre um aumento na quantidade de compostos fenólicos dos azeites ocorre um aumento na intensidade percebida do atributo frutado, amargo e picante (Figura12) percebidos pelo painel de avaliadores (n=8).

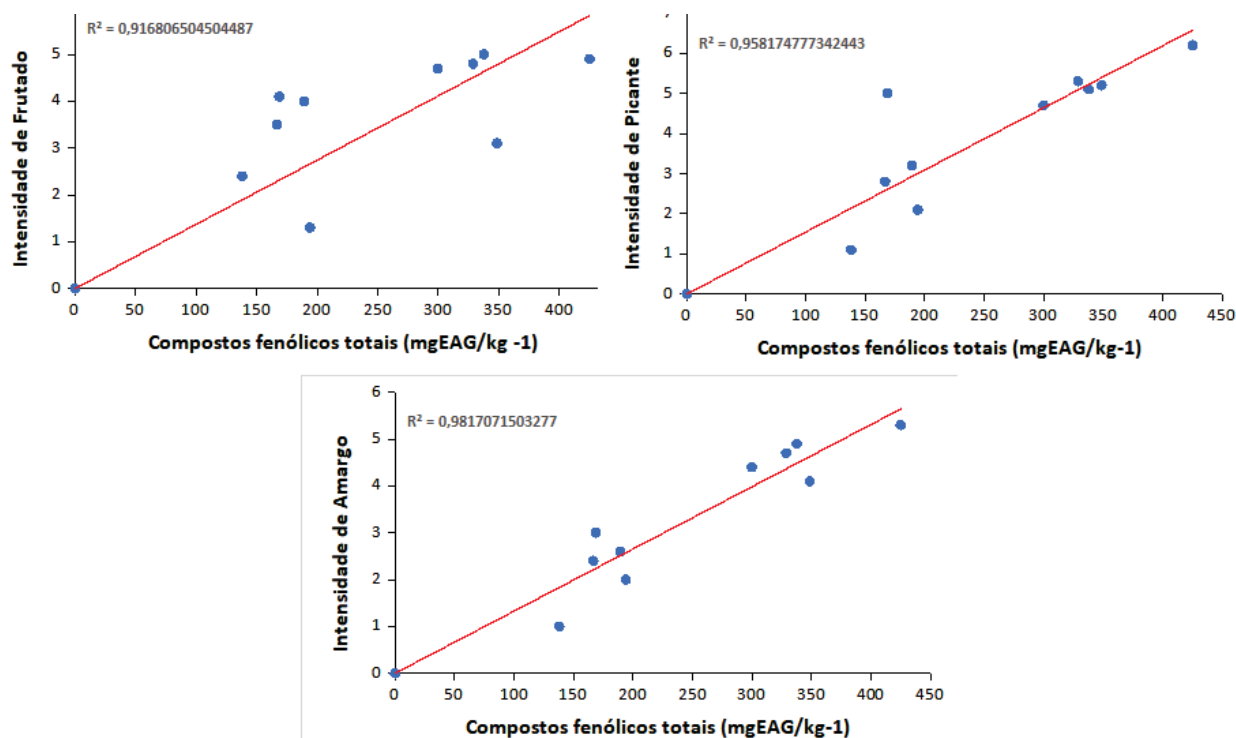


Figura 12: Teores médios de compostos fenólicos de nove marcas comerciais brasileiras e uma marca padrão internacional de azeites de oliva 'Arbequina' de seus respectivos atributos sensoriais de aroma frutado, sabor picante e sabor amargo.

A análise de agrupamento para os atributos sensoriais e o índice de compostos fenólicos do azeite de oliva (Figura 13), levaram as marcas a serem classificadas em dois grupos. No grupo superior, ficaram classificadas as marcas de azeite de oliva produzidas no estado do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5). No agrupamento inferior, ficaram classificadas as marcas produzidas nos estados de Santa Catarina (SC1), Paraná (PR1), Minas Gerais (MG1 e MG2) e a marca internacional (ESP1), demonstrando assim a semelhança entre os atributos sensoriais e compostos fenólicos entre cada grupo.

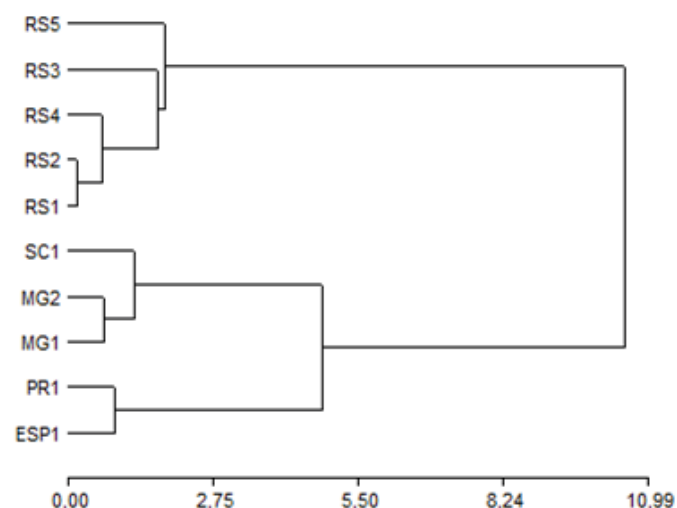


Figura 13: Agrupamento de nove marcas comerciais brasileiras de azeite de oliva e uma marca internacional, pelos seus atributos sensoriais de picância, pungência e sabor amargor e pelo teor de compostos fenólicos, feito por método hierarquico de Ward, demonstrando a distância euclídea entre as marcas.

Os teores de compostos fenólicos apresentaram uma correlação positiva com os atributos de Frutado, Picante e Amargo para as marcas RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5, (Figura 14) sugerindo uma relação dos altos teores de compostos fenólicos totais na percepção da intensidade dos atributos sensoriais positivos encontrados nos azeites de oliva analisados.

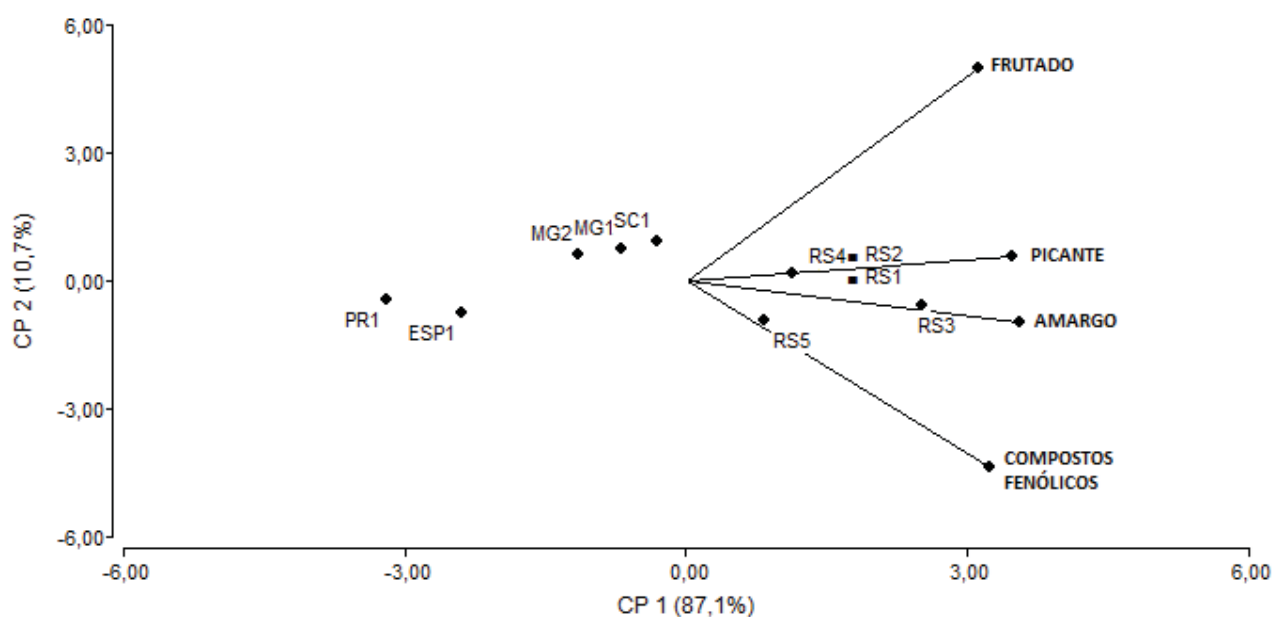


Figura 14: Análise de componentes principais (CP) do teor de compostos fenólicos, e atributos sensoriais de nove marcas comerciais brasileiras de azeite de oliva 'Arbequina' produzidas nos estados do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5), Santa Catarina (SC1), Paraná (PR1) e Minas Gerais (MG1 e MG2) e uma marca padrão internacional (ESP1).

Os fatores 1 e 2 da análise de componentes principais explicaram 97,8% da variação total (Tabela 5) sendo representados pelo índice de compostos fenólicos e pelos atributos sensoriais de picante e amargo.

Tabela 5: Análise fatorial de dez marcas de azeite Extra Virgem Monovarietal 'Arbequina' produzidos na safra 2019/2020 nas regiões Sul e Sudeste do Brasil e na Espanha.

Autovalor	Total acumulado	Variável	Comunalidade
Variação (%)			
		Compostos	
3,483	87,1	fenólicos	0,649
0,428	97,8	Amargo	0,531
		Picante	0,519

Mesmo tratando-se de uma única cultivar, os azeites de oliva analisados apresentaram perfis sensoriais distintos (Figura 15). A amostra RS3 apresentou os maiores intensidades dos atributos sensoriais picante e amargo. Porém, a amostra RS2 apresentou a maior intensidade do atributo frutado (5,0). No entanto, todas as marcas produzidas no estado do Rio Grande do Sul obtiveram elevadas intensidade dos três atributos sensoriais. A marca SC1 apresentou índices de frutado e picante maiores se comparados com as marcas MG1, MG2 e PR1, no entanto, apresentou amargor menor em comparação com as marcas RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5.

As marcas MG1 e MG2 foram semelhantes nos três atributos, no entanto, MG1 apresentou intensidade do atributo frutado mais elevado que MG2. E as marcas PR1 e ESP1 foram as que obtiveram as menores intensidades de Frutado, Amargor e Picante encontrados nos azeites da cultivar Arbequina analisados no presente estudo.

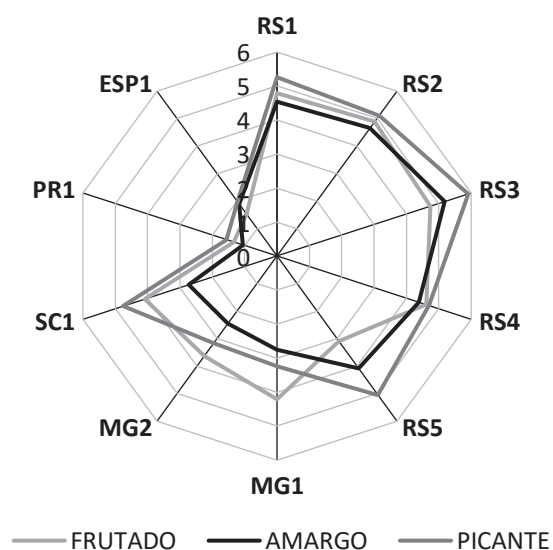


Figura 15: Perfil Sensorial de nove marcas comerciais Brasileiras e uma marca internacional de azeites de oliva cultivar Arbequina produzidos na safra 2019/2020, avaliado a partir de uma escala não estruturada (ADQ escala não estruturada de 10 cm) de nove pontos por oito avaliadores treinados.

3.4 DISCUSSÃO

Os azeites de oliva da cultivar Arbequina comparativamente com outras cultivares, tais como Frantoio, Leccino, Coratina, Koroneiki e Picual são caracterizado por serem muito aromáticos, frutados e suaves (ALOWAIESH et al., 2018; BEJAOU et al., 2018; HERRERA et al., 2012). Disto explica-se as menores notas atribuídas para as características sensoriais das marcas avaliadas nesta pesquisa (Tabela 4) pelos avaliadores treinados em azeites de oliva. Isto não os desmerece de forma alguma, pois azeites de excelente qualidade desta cultivar também têm recebidos avaliações sensoriais semelhantes (SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ et al., 2019; SASTRE et al., 2019). Apenas confirma sua suavidade em relação a outras cultivares. Entretanto, o que desqualifica qualquer um deles é a presença de defeitos.

Segundo relatos de alguns produtores das marcas de azeite que obtiveram atributos sensoriais mais suaves, foi pensado uma estratégia para que se fosse colhidos as azeitonas em pontos de maturação ideais para se obter um azeite de oliva menos intenso, para se atender a um público consumidor mais exigente quanto a intensidade do azeite, fazendo assim que se obtivesse um azeite de oliva com características sensoriais clássicas da cultivar Arbequina. No entanto, para marcas como MG2 e PR1 (Tabela 4), o método de colheita, a falta de se fazer uma seleção prévia dos frutos, influenciou negativamente na obtenção de um atributo frutado mais elevado, concordando com JORGE (2013), que demonstra que esse atributo é acentuado com a obtenção de frutos sadios, que podem ser prejudicados com métodos de colheita menos cuidadosos e com a falta de seleção prévia antes do processamento.

O aroma frutado, e os sabores pungente e amargo (Tabela 4) são os principais atributos positivos que conferem qualidade ao azeite de oliva (COSTA et al., 2020). O aroma frutado é oriundo de conjunto complexo de compostos voláteis pertencentes a inúmeras classes químicas, como álcoois, cetonas, aldeídos, hidrocarbonetos e outros compostos produzidos em concentrações menos acentuadas (CECCHI; ALFEI, 2013; KALUA et al., 2007).

As características de aroma, representadas pelo frutado, descritos na Tabela 4, podem definir a qualidade do produto e principalmente, definir mercados de acordo com a preferência do consumidor. A colheita de frutos em ponto de maturação menos elevados (Figura 12) conseqüentemente resultam em azeites com maior intensidade de seus atributos sensoriais, no entanto, nem sempre a colheita feita precocemente, mesmo que resultando em atributos sensoriais de amargo e picante mais elevados, resultará em um azeite com

características nutricionais mais elevadas, como pode ser observado na Tabela 1 para a marca SC1, que foi colhido no ponto de maturação mais verde entre as marcas, resultando em um picante elevado. No entanto, o teor de compostos fenólicos, os almejados antioxidantes para o nosso organismo mantiveram seus teores abaixo dos teores de outras marcas como as produzidas no Rio Grande do Sul. Isso pode ser explicado, pois os frutos desta marca não atingiram o ponto de maturação ideal para ser colhido, que responderia em um aumento previsto nos índices de compostos fenólicos. E como os atributos sensoriais não respondem apenas aos teores de compostos fenólicos, mas a outros fatores, podendo citar como exemplo o amargo, que é altamente responsivo a outros compostos como os tocoferóis e escalenos (JORGE., 2013)

O tipo do frutado pode ser levado em consideração na identificação de qualidade do azeite de oliva (KORIFI et al., 2016). No presente estudo, todos os azeites classificados como extra virgem apresentaram frutado verde. Já os azeites que foram classificados como azeite virgem, por possuírem algum defeito sensorial, apresentaram frutado maduro. Tal fato pode ser explicado pois azeites com frutado maduro derivam de frutos com grau de maturação mais elevado do que os frutos utilizados para a obtenção de azeite com frutado verde, e como frutos maduros estão mais predispostos a fermentação por possuírem índices de açúcar mais elevados do que frutos verdes, estes ficam mais vulneráveis a apresentar este tipo de defeito sensorial (BENITO et al., 2013; GARCÍA; SELLER; PÉREZ-CAMINO, 1996; JEMAI; BOUAZIZ; SAYADI, 2009; WODNER; LAVEE; EPSTEIN, 1988), caso alguma etapa do manejo pós colheita, como o processamento seja negligenciado, como por exemplo ao tempo de armazenamento dos frutos antes de seguirem para o processamento, como pode ser visto na Tabela 4, onde a marca RS5 que colheu as azeitonas mais maduras e armazenou os frutos por mais tempo entre todas as marcas, apresentou defeitos derivados do processo fermentativo dos frutos.

Ainda de acordo com os resultados obtidos na Tabela 4, os teores dos atributos positivos de aroma frutado e sabores amargo e picante, há uma tendência de que esses atributos se acompanhem, ou seja, azeites que possuíram um índice elevado de aroma frutado, consequentemente elevaram os seus índices de picante e amargo. Isso nos mostra a importância em que nenhuma fase do processo produtivo do azeite de oliva deve ser negligenciada, pois, caso algo ocorra, como o citado anteriormente quanto ao grau de maturação inadequado, ou a falta de cuidado na pós colheita que gere deterioração nos frutos, haverá uma resposta direta em todos os índices de qualidade do azeite de oliva, que poderá responder negativamente em sua classificação.

O sabor amargo é um atributo sensorial positivo e que está correlacionado com a concentração de compostos fenólicos encontrada no azeite de oliva (Figura 12). Geralmente, azeites que apresentam alto teor de amargor e altas concentrações fenólicas são utilizados em misturas com outros azeites (*Blends*) para aumentar a sua concentração fenólica, e consequentemente, a sua qualidade, através do aumento na estabilidade oxidativa (ZULLO; PACHIOLI; CIAFARDINI, 2020).

As maiores intensidades de sabor amargo foram percebidas nos azeites das marcas RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5, ambos produzidos no estado do Rio Grande do Sul. Essas marcas também apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos, categorizando assim a resposta desses compostos em qualidade sensorial de azeites de oliva extra virgem. A variação na intensidade de sabor amargo foram superiores às encontradas por ZAGO et al., (2019) para azeites da cultivar 'Arbequina' produzidos no Brasil e semelhantes ao encontrado por (SASTRE et al., 2019) para a mesma cultivar produzida na Espanha, com índices de compostos fenólicos similares.

A característica de picante, em contraste com o amargor, é uma percepção química, que deriva do estímulo de algumas células não neuronais e terminações nervosas livres na pele e, mais importante para a percepção alimentar, na boca, garganta e nariz (GACHONS et al., 2021). Desta forma, o picante não é um sabor propriamente dito, mas uma sensação gustativa complexa (DUTCOSKY., 2013). Os compostos antioxidantes, assim como os fenólicos, são importantes para o azeite de oliva pois podem aumentar sua vida útil, além de serem relevantes para as propriedades sensoriais e farmacológicas, especialmente dois secoiridoides, o oleocanthal e oleaceína, que são responsáveis pela sensação picante de certos azeites (ANDREWES et al., 2003; VULCANO et al., 2015). Os azeites analisados pertencentes as marcas RS1, RS2, RS3, RS4, RS5 e SC1 apresentaram características de picante superiores aos relatados na literatura para a Cultivar Arbequina (BENITO et al., 2013; CHTOUROU et al., 2013; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ et al., 2019; ZAGO et al., 2019) Esta cultivar é geralmente descrita por apresentar azeites mais suaves, sendo menos picantes que outras cultivares como 'Hojiblanca' ((HERRERA et al., 2012), e 'Picual' ((BEJAOU et al., 2018), sendo que tal fato está relacionado principalmente aos altos índices de compostos fenólicos encontrados nos azeites de oliva analisados, que responde diretamente nos índices encontrados para os atributos sensoriais analisados.

Diferentemente das marcas RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5, a marca SC1 apresentou picante semelhante, no entanto, o teor de compostos fenólicos foi inferior até mesmo a marcas que não apresentaram picância tão elevada, como MG1 e ESP1. Os teores de

compostos fenólicos não podem ser utilizados como regra principal para categorizar um azeite de oliva com qualidade sensorial superior, como é o caso de SC1, devendo ser levados em consideração outros fatores, que não os de natureza bioativa, como os tratamentos culturais aplicados no pomar, as condições climáticas durante todo o processo de desenvolvimento e maturação das azeitonas, e os fatores que podem ser observados na Tabela 4, como a forma em que a colheita dos frutos é realizada (MC), o tempo que se leva da colheita ao armazenamento dos frutos (TPF), e o armazenamento pré envase do azeite extraído (APE) (ALOWAIESH; SINGH; KAILIS, 2016; CLODOVEO, 2012; GIOVACCHINO; SESTILI; VINCENZO, 2002; JABEUR et al., 2015; MELE et al., 2018; NISSIM et al., 2020; VAIO et al., 2013).

Todas as marcas de azeite de olivas analisadas neste estudo, apresentam em seus rótulos a informação de serem azeites extravirgem, no entanto, o parâmetro seguido para se categorizarem como extravirgem foram apenas os exigidos pela instrução normativa Nº 1, de 30 de Janeiro de 2012, Anexo I, do Ministério da Agricultura e pecuária (MAPA, 2012), que leva em consideração apenas parâmetros químicos de acidez, índice de peróxidos e absorvância no ultravioleta para sua categorização. O presente estudo, em sua tabela 4, mostra a fragilidade na utilização desses parâmetros para se classificar os azeites de oliva, pois todas as marcas avaliadas apresentaram acidez inferior a 0,8 que os classificariam como extra virgem, no entanto, marcas como RS5 e ESP1, comercializadas como extra virgem, apresentam defeitos sensoriais como fermentado, mofado e rançoso, com medianas inferiores a 3,5 que os desqualificariam como extra virgem, os categorizando como azeites virgens. Esses defeitos são provenientes principalmente de erros no manejo pós colheita dos frutos (BORRÀS et al., 2015; CAYUELA et al., 2015; MORALES; LUNA; APARICIO, 2005).

Na safra 2019/2020, os atributos sensoriais encontrados nos azeites de oliva produzidos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, levaram ao agrupamento que pode ser demonstrado pelo método hierárquico de ward (Figura 13) e também pela análise de componentes principais (Figura 14). Os azeites que apresentaram os maiores intensidade de frutado, picante e amargor se agruparam, demonstrando assim que as regiões que produzem azeites de oliva com os maiores índices de compostos fenólicos totais apresentam, conseqüentemente, maior percepção dos atributos sensoriais positivos. Sendo assim, fica evidenciada a correlação entre os compostos nutricionais presentes no azeite de oliva, com o frutado, picante e o amargor encontrados nos azeites durante a análise sensorial.

Cabe ressaltar que o agrupamento dos azeites de oliva, tanto para o método hierquico de ward, como para a análise de componentes principais (Figuras 13 e 14) levaram em consideração apenas o caráter quantitativo, e não o qualitativo, o que fez com que a marca RS5 fosse agrupada juntamente com os azeites com altos teores de compostos fenólicos e sensoriais, mesmo possuindo defeitos.

Na descrição do perfil sensorial do azeite de oliva, a percepção dos atributos de aroma e de sabor, representa a avaliação mais importante para a qualidade, e tal importância tem ligação com compostos voláteis e não voláteis atuando sinergicamente nos quimiossensores da cavidade oral (LUKIĆ et al., 2019). Por esse motivo, a análise sensorial de azeites de oliva é a única por qual deve ser feita de forma graduada pelo painel sensorial certificado, para não se perder a percepção gustativa das amostras avaliadas (COSTA et al., 2020). A partir da avaliação sensorial realizada pelo painel treinado, é possível verificar o perfil sensorial das amostras através dos atributos quantificados pelos provadores (Figura 15). Os azeites produzidos no estado do Rio Grande do Sul (RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5) apresentam um perfil de azeite mais intenso em todos os seus atributos, além de possuírem maior estabilidade oxidativa pelos elevados índices de polifenóis e maior atividade antioxidante (CANTARELI et al., 2021). Já o azeite produzido no Estado do Paraná, apresenta um perfil de azeite com atributos sensoriais que o torna mais suave do que os azeites produzidos em outras regiões brasileiras que tiveram seus azeites analisados no estudo.

A grande variabilidade no perfil sensorial de azeites de oliva brasileiros, pode ser um fator importante a ser observado em estudos futuros, principalmente para a determinação de melhores mercados a se inserir os azeites produzidos. O mercado brasileiro cresce anualmente, e junto com o aumento, também ocorre um aprimoramento no paladar de um público que até então, não tem a mesma tradição de consumo de azeite de oliva de qualidade, como os consumidores de países da Europa e do Oriente Médio. Com isso, também se torna necessário estudos que tracem a preferência do consumidor brasileiro, se para azeites mais suaves ou mais intensos, podendo assim definir tanto estratégias de produção, como de distribuição e comercio dos azeites produzidos nacionalmente, o que pode interferir até mesmo no valor agregado do azeite produzido.

Os dados relatados nessa pesquisa mostram a complexidade e a heterogeneidade nos atributos gustativos da cultivar 'Arbequina', produzidos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, e o quão esses índices são dependentes de outros fatores que não a cultivar. Isto demonstra o potencial de abertura para que sejam realizados novos trabalhos observando

esses índices para outras cultivares, a fim de se conhecer o perfil sensorial, e o potencial de produção de bons azeites que essas regiões produtoras podem oferecer para a consolidação da olivicultura no Brasil.

3.5 CONCLUSÕES

Para a produção de azeites de oliva extra-virgem da cultivar 'Arbequina' com elevada qualidade sensorial é necessário:

1. Observar a região onde as oliveiras são produzidas, pois isso afeta a qualidade do azeite.
2. Colher os frutos com menos do que 50% da casca com pigmentação arroxeadada, pois isso irá influenciar em descritores sensoriais mais elevados.
3. Efetuar colheita manual, para evitar injurias aos frutos que ocasionem em diminuição da qualidade do azeite.
4. Efetuar a classificação dos frutos quando possível.
5. Efetuar o processamento imediatamente após a colheita.

REFERÊNCIAS

- ALOWAIESH, B. et al. Harvest time impacts the fatty acid compositions, phenolic compounds and sensory attributes of Frantoio and Manzanilla olive oil. **Scientia Horticulturae**, v. 234, p. 74–80, 14 abr. 2018.
- ALOWAIESH, B.; SINGH, Z.; KAILIS, S. Harvesting time influences fruit removal force, moisture, oil content, free fatty acids and peroxide in the oil of Frantoio and Manzanilla olive cultivars. **undefined**, 2016.
- ANDREWES, P. et al. Sensory Properties of Virgin Olive Oil Polyphenols: Identification of Deacetoxy-ligstroside Aglycon as a Key Contributor to Pungency. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 5, p. 1415–1420, 1 fev. 2003.
- BEJAOUI, M. A. et al. High power ultrasound frequency for olive paste conditioning: Effect on the virgin olive oil bioactive compounds and sensorial characteristics. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 47, p. 136–145, 1 jun. 2018.
- BENITO, M. et al. Olive oil quality and ripening in super-high-density Arbequina orchard. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 9, p. 2207–2220, 2013.
- BORRÀS, E. et al. Identification of olive oil sensory defects by multivariate analysis of mid infrared spectra. **Food Chemistry**, v. 187, p. 197–203, 15 nov. 2015.
- CAYUELA, J. A. et al. Sensory defects of virgin olive oil from a microbiological perspective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 43, n. 2, p. 227–235, 1 jun. 2015.
- CECCHI, T.; ALFEI, B. Volatile profiles of Italian monovarietal extra virgin olive oils via HS-SPME–GC–MS: Newly identified compounds, flavors molecular markers, and terpenic profile. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 2025–2035, 1 dez. 2013.
- CHTOUROU, M. et al. Comparative study of olive oil quality from Chemlali Sfax versus Arbequina cultivated in Tunisia. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 115, n. 6, p. 631–640, 2013.
- CLODOVEO, M. L. Malaxation: Influence on virgin olive oil quality. Past, present and future – An overview. **Trends in Food Science & Technology**, v. 25, n. 1, p. 13–23, 1 maio 2012.

COSTA, J. R. O. DA et al. Determination of volatile compounds responsible for sensory characteristics from Brazilian extra virgin olive oil using HS-SPME/GC-MS direct method. **Journal of Food Science**, v. 85, n. 11, p. 3764–3775, 2020.

GACHONS, C. P. DES et al. **Protein Suppresses Both Bitterness and Oleocanthal-elicited Pungency of Extra Virgin Olive Oil**. [s.l.] In Review, 22 jan. 2021. Disponível em: <<https://www.researchsquare.com/article/rs-151197/v1>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

GARCÍA, J. M.; SELLER, S.; PÉREZ-CAMINO, M. C. Influence of Fruit Ripening on Olive Oil Quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 11, p. 3516–3520, 1 jan. 1996.

GARCÍA-GONZÁLEZ, D. L.; APARICIO, R. Research in Olive Oil: Challenges for the Near Future. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 24, p. 12569–12577, 22 dez. 2010.

GIOVACCHINO, L. D.; SESTILI, S.; VINCENZO, D. D. Influence of olive processing on virgin olive oil quality. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 104, n. 9–10, p. 587–601, 2002.

HERRERA, B. J. et al. Influence of fruit maturation process on the sensory quality of virgin olive oils from Picual, Hojiblanca and Picudo cultivars. **Grasas y Aceites**, v. 63, n. 4, p. 403–410, 30 dez. 2012.

IOC. **IOC STANDARDS, METHODS AND GUIDES**. Disponível em: <<https://www.internationaloliveoil.org/what-we-do/chemistry-standardisation-unit/standards-and-methods/>>. Acesso em: 6 maio. 2021.

JABEUR, H. et al. Effect of olive storage conditions on Chemlali olive oil quality and the effective role of fatty acids alkyl esters in checking olive oils authenticity. **Food Chemistry**, v. 169, p. 289–296, 15 fev. 2015.

JEMAI, H.; BOUAZIZ, M.; SAYADI, S. Phenolic Composition, Sugar Contents and Antioxidant Activity of Tunisian Sweet Olive Cultivar with Regard to Fruit Ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 7, p. 2961–2968, 8 abr. 2009.

KALUA, C. M. et al. Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. **Food Chemistry**, v. 100, n. 1, p. 273–286, 1 jan. 2007.

KORIFI, R. et al. Highlighting metabolic indicators of olive oil during storage by the AComDim method. **Food Chemistry**, v. 203, p. 104–116, 15 jul. 2016.

LUKIĆ, I. et al. Combined targeted and untargeted profiling of volatile aroma compounds with comprehensive two-dimensional gas chromatography for differentiation of virgin olive oils according to variety and geographical origin. **Food Chemistry**, v. 270, p. 403–414, 1 jan. 2019.

MELE, M. A. et al. Pre-and post-harvest factors and their impact on oil composition and quality of olive fruit. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 30, n. 7, p. 592–604, 1 jul. 2018.

MORALES, M. T.; LUNA, G.; APARICIO, R. Comparative study of virgin olive oil sensory defects. **Food Chemistry**, v. 91, n. 2, p. 293–301, 1 jun. 2005.

NISSIM, Y. et al. High temperature environment reduces olive oil yield and quality. **PLOS ONE**, v. 15, n. 4, p. e0231956, 23 abr. 2020.

SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, L. et al. Quality Attributes and Fatty Acid, Volatile and Sensory Profiles of “Arbequina” hydroSOSustainable Olive Oil. **Molecules**, v. 24, n. 11, p. 2148, jan. 2019.

SASTRE, B. et al. **Efecto del riego deficitario en un superintensivo de arbequina sobre la calidad del aceite de oliva virgen**. [s.l: s.n.].

SERRANO, A. et al. Chemical components influencing oxidative stability and sensorial properties of extra virgin olive oil and effect of genotype and location on their expression. **LWT**, v. 136, p. 110257, 1 jan. 2021.

SILVA, S. F. et al. Evaluation of extra virgin olive oil stability by artificial neural network. **Food Chemistry**, v. 179, p. 35–43, 15 jul. 2015.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1 jan. 1965.

VAIO, C. D. et al. Influence of some environmental factors on drupe maturation and olive oil composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 5, p. 1134–1139, 2013.

VALCARCE, D. G. et al. Probiotic administration improves sperm quality in asthenozoospermic human donors. **Beneficial Microbes**, v. 8, n. 2, p. 193–206, 26 abr. 2017.

VULCANO, I. et al. Quantitative analysis of pungent and anti-inflammatory phenolic compounds in olive oil by capillary electrophoresis. **Food Chemistry**, v. 169, p. 381–386, 15 fev. 2015.

WODNER, M.; LAVEE, S.; EPSTEIN, E. Identification and seasonal changes of glucose, fructose and mannitol in relation to oil accumulation during fruit development in *Olea europaea* (L.). **Scientia Horticulturae**, v. 36, n. 1, p. 47–54, 1 jul. 1988.

ZAGO, L. et al. Chemical and sensory characterization of Brazilian virgin olive oils. **Food Research International**, v. 126, p. 108588, 1 dez. 2019.

ZULLO, B. A.; PACHIOLI, S.; CIAFARDINI, G. Reducing the Bitter Taste of Virgin Olive Oil Don Carlo by Microbial and Vegetable Enzymes Linked to the Colloidal Fraction. **Colloids and Interfaces**, v. 4, n. 1, p. 11, mar. 2020.

4 CONCLUSÕES GERAL

Azeites de oliva da cultivar 'Arbequina' produzidos no Brasil podem apresentar qualidade nutricional e sensorial superior a azeites extravirgens internacionais desde que atendidos o zoneamento agroclimático de plantio, manejo da colheita e do beneficiamento. O Fator ambiental mais significativo para o aumento de compostos fenólicos em azeite de oliva é a precipitação, se ocorrer deficit hídrico no período que antecede a colheita. Isso irá refletir diretamente na análise sensorial dos azeites de oliva, pois com o aumento nos teores de compostos fenólicos, os atributos sensoriais positivos irão aumentar na mesma intensidade. A etapa de beneficiamento dos azeites de oliva não deve ser negligenciada, pois mesmo conseguindo obter as necessidades climáticas para se produzir um azeite nutricionalmente rico, as etapas de processamento são fundamentais para que não se apresente defeitos que desqualifiquem o produto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo apresentando altos índices de compostos fenólicos, e conseqüentemente, atributos sensoriais com intensidade elevada, faz se necessário estudar o perfil sensorial do consumidor brasileiro regionalizado, verificando assim a demanda por azeites mais intensos ou mais suaves, isso daria um direcionamento de mercado para o setor olivícola, principalmente quanto a distribuição da produção para mercados específicos. Para isso, também faz se necessário avaliar a qualidade e o perfil sensorial de outras cultivares produzidas no Brasil, o que também ajudaria a traçar futuramente o perfil do consumidor brasileiro, a fim de uma base mais sólida para distribuição e comercialização.

REFERÊNCIAS

- ABENOZA, M. et al. Debittering olive oil by liquid–liquid extraction: Kinetics and the effect on the quality of Arbequina olive oil. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 118, n. 8, p. 1243–1249, 2016.
- AHUMADA-ORELLANA, L. E.; ORTEGA-FARÍAS, S.; SEARLES, P. S. Olive oil quality response to irrigation cut-off strategies in a super-high density orchard. **Agricultural Water Management**, v. 202, p. 81–88, 1 abr. 2018.
- ALVARENGA, Â. A. et al. Nutritional Quality of Olives and Olive oil Produced in the Serra Da Mantiqueira from Brazil. **Agricultural Sciences**, v. 8, n. 7, p. 518–526, 3 jul. 2017.
- APARICIO-RUIZ, R.; HARWOOD, J. (EDS.). **Manual do Azeite, Texto original: Análise e Propriedades**. [s.l.] Springer US, 2013.
- BACCOURI, O. et al. Influence of irrigation and site of cultivation on qualitative and sensory characteristics of a Tunisian minor olive variety (cv. Marsaline). **Rivista Italiana delle Sostanze Grasse**, v. 86, p. 173–180, 1 set. 2009.
- BAKHOUCHE, A. et al. Phenolic characterization and geographical classification of commercial Arbequina extra-virgin olive oils produced in southern Catalonia. **Food Research International**, v. 50, p. 401–408, 31 jan. 2013.
- BALLUS, C. A. et al. A quantitative study on the phenolic compound, tocopherol and fatty acid contents of monovarietal virgin olive oils produced in the southeast region of Brazil. **Food Research International**, v. 62, p. 74–83, 1 ago. 2014.
- BORGES, T. H. et al. Characterization of Arbequina virgin olive oils produced in different regions of Brazil and Spain: Physicochemical properties, oxidative stability and fatty acid profile. **Food Chemistry**, v. 215, p. 454–462, 15 jan. 2017.
- BOSKOU, D.; BLEKAS, G.; TSIMIDOU, M. 4 - Olive Oil Composition. In: BOSKOU, D. (Ed.). **Olive Oil (Second Edition)**. [s.l.] AOCS Press, 2006. p. 41–72.

CAVALLO, C. et al. Extra-virgin olive oil: are consumers provided with the sensory quality they want? A hedonic price model with sensory attributes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 4, p. 1591–1598, 2018.

CECCHI, T.; ALFEI, B. Volatile profiles of Italian monovarietal extra virgin olive oils via HS-SPME–GC–MS: Newly identified compounds, flavors molecular markers, and terpenic profile. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 2025–2035, 1 dez. 2013.

CIANCIOSI, D. et al. Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review. **Molecules**, v. 23, n. 9, p. 2322, set. 2018.

COUTINHO, E. F. et al. **Oliveira: aspectos técnicos e cultivo no sul do Brasil**. [s.l.] EMBRAPA, 2015.

COUTINHO, E. F.; RIBEIRO, F. C.; CAPPELLARO, T. H. Cultivo de Oliveira (*Olea europaea* L.). p. 122, 2009.

COVAS, M.-I. et al. Minor Components of Olive Oil: Evidence to Date of Health Benefits in Humans. **Nutrition Reviews**, v. 64, n. suppl_4, p. S20–S30, 1 out. 2006.

COVAS, M.-I.; FITÓ, M.; DE LA TORRE, R. 2 - Minor Bioactive Olive Oil Components and Health: Key Data for Their Role in Providing Health Benefits in Humans. In: BOSKOU, D. (Ed.). **Olive and Olive Oil Bioactive Constituents**. [s.l.] AOCS Press, 2015. p. 31–52.

DABBOU, S. et al. Effect of three irrigation regimes on Arbequina olive oil produced under Tunisian growing conditions. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 5, p. 763–768, 1 maio 2010.

DAG, A. et al. The effect of irrigation level and harvest mechanization on virgin olive oil quality in a traditional rain-fed ‘Souri’ olive orchard converted to irrigation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n. 9, p. 1524–1528, 2008.

DAG, A. et al. Olive oil composition as a function of nitrogen, phosphorus and potassium plant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 11, p. 1871–1878, 2009.

DE LA LASTRA ROMERO, C. A. An up-date of olive oil and bioactive constituents in health: molecular mechanisms and clinical implications. **Current Pharmaceutical Design**, v. 17, n. 8, p. 752–753, 2011.

DE LA ROSA, L. A. et al. Chapter 12 - Phenolic Compounds. In: YAHIA, E. M. (Ed.). . **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables**. [s.l.] Woodhead Publishing, 2019. p. 253–271.

DREWNOWSKI, A.; GOMEZ-CARNEROS, C. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 6, p. 1424–1435, 1 dez. 2000.

DUTRA, L.; DUARTE, M.; SOUZA, E. Tendência do perfil dos consumidores de azeite de oliva. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 1 jan. 2014.

EL-GHARBI, S. et al. EFFECTS OF ARCHAIC OLIVE AND OIL STORAGE METHODS STILL USED IN SOUTHERN TUNISIA ON OLIVE OIL QUALITY. **Italian Journal of Food Science**, v. 30, n. 1, 2018.

EREL, R. et al. The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity. **Scientia Horticulturae**, v. 159, p. 8–18, 30 jul. 2013.

FERNANDES-SILVA, A. A. et al. Effect of different irrigation regimes on the quality attributes of monovarietal virgin olive oil from cv. “Cobrançosa”. **Grasas y Aceites**, v. 64, n. 1, p. 41–49, 30 mar. 2013.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. Olive Nutritional Status and Tolerance to Biotic and Abiotic Stresses. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1151, 2019.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; GARCÍA-NOVELO, J. M.; RESTREPO-DÍAZ, H. Mobilization of nitrogen in the olive bearing shoots after foliar application of urea. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 3, p. 452–454, 10 jan. 2011.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; MORENO, R.; SÁNCHEZ-ZAMORA, M. A. Nitrogen Dynamics in the Olive Bearing Shoot. **HortScience**, v. 39, n. 6, p. 1406–1411, 1 out. 2004.

FREGAPANE, G.; SALVADOR, M. Production of superior quality extra virgin olive oil modulating the content and profile of its minor components. **Food Research International**, v. 54, p. 1907–1914, 1 dez. 2013.

GENOVESE, A. et al. Olive oil phenolic compounds affect the release of aroma compounds. **Food Chemistry**, v. 181, p. 284–294, 15 ago. 2015.

GENOVESE, A. et al. The role of phenolic compounds on olive oil aroma release. **Food Research International**, v. 112, p. 319–327, 1 out. 2018.

GHANBARI, R. et al. Valuable Nutrients and Functional Bioactives in Different Parts of Olive (*Olea europaea* L.)—A Review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 3, p. 3291–3340, mar. 2012.

GORZYNIK-DEBICKA, M. et al. Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 3, p. 686, mar. 2018.

HAVLIN, J. L. et al. **Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management**. 7^a edição ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson, 2004.

HEGAZI, E. S.; MOHAMED, S. M.; EL-SONBATY, M. R. Effect of Potassium Nitrate on Vegetative Growth, Nutritional Status, Yield and Fruit Quality of Olive cv. “Picual”. p. 7, 2011.

KALOGIANNI, E. P.; GEORGIU, D.; HASANOV, J. H. Olive Oil Processing: Current Knowledge, Literature Gaps, and Future Perspectives. **Journal of the American Oil Chemists’ Society**, v. 96, n. 5, p. 481–507, 2019.

KALUA, C. M. et al. Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. **Food Chemistry**, v. 100, n. 1, p. 273–286, 1 jan. 2007.

KAMM, W. et al. Authenticity Assessment of Fats and Oils. **Food Reviews International**, v. 17, n. 3, p. 249–290, 31 jul. 2001.

KIM, I.-A.; DEN-HOLLANDER, E.; LEE, H.-S. Two-step rating-based ‘double-faced applicability’ test for sensory analysis of spread products as an alternative to descriptive analysis with trained panel. **Food Research International**, v. 105, p. 250–260, 1 mar. 2018.

LI, G. et al. Identifying potential strategies in the key sectors of China's food chain to implement sustainable phosphorus management: a review. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 104, n. 3, p. 341–359, 1 abr. 2016.

LOCKWOOD, R. Olives: Crop Production Science in Horticulture 18. By I. Therios. Wallingford, UK: CABI Publishing (2009), pp. 409, £35.00. ISBN 13: 978-1-84593-458-3. **Experimental Agriculture**, v. 45, n. 4, p. 513–513, out. 2009.

MACHADO, A. F. DE F. et al. Qualidade de azeites de oliva extravirgens produzidos no Brasil. 2018.

MARSCHNER, H. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**. [s.l.] Academic Press, 2011.

MORIANA, A. et al. Yield Responses of a Mature Olive Orchard to Water Deficits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 128, n. 3, p. 425–431, 1 maio 2003.

NAVERO, DIEGO, B.; ESCOBAR, RICARDO, F.; ROMERO, LUIS, R. **El cultivo del olivo 7ª ed.** [s.l.] Mundi-Prensa Libros, 2017.

PANIAGUA, J. A. et al. Monounsaturated Fat–Rich Diet Prevents Central Body Fat Distribution and Decreases Postprandial Adiponectin Expression Induced by a Carbohydrate-Rich Diet in Insulin-Resistant Subjects. **Diabetes Care**, v. 30, n. 7, p. 1717–1723, 1 jul. 2007.

PEDAN, V. et al. Characterization of Phenolic Compounds and Their Contribution to Sensory Properties of Olive Oil. **Molecules**, v. 24, n. 11, p. 2041, jan. 2019.

PEIXOTO, E. R. M.; SANTANA, D. M. N.; ABRANTES, S. AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE IDENTIDADE E QUALIDADE DO AZEITE DE OLIVA - PROPOSTA PARA ATUALIZAÇÃO DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA. **Food Science and Technology**, v. 18, n. 4, p. 444–452, out. 1998.

PRENZLER, P. D. et al. Volatile profile of olive oils. **Advances in Horticultural Science**, v. 16, n. 3/4, p. 246–252, 2002.

PRISTOURI, G.; BADEKA, A.; KONTOMINAS, M. Effect of packaging material headspace, oxygen and light transmission, temperature and storage time on quality characteristics of extra virgin olive oil. **Food Control**, v. 21, p. 412–418, 1 abr. 2010.

RABIEI, V. et al. **ISSN 1996-0875 ©2011 Academic Journals**. [s.l.: s.n.].

RAMOS, A. F.; SANTOS, F. L. Yield and olive oil characteristics of a low-density orchard (cv. Cordovil) subjected to different irrigation regimes. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 2, p. 363–373, 1 fev. 2010.

RAMOS, T. B. et al. Soil salinization in very high-density olive orchards grown in southern Portugal: Current risks and possible trends. **Agricultural Water Management**, v. 217, p. 265–281, 20 maio 2019.

RANALLI, A. et al. Malaxing temperature affects volatile and phenol composition as well as other analytical features of virgin olive oil. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 103, n. 4, p. 228–238, 2001.

REBOREDO-RODRÍGUEZ, P. et al. State of the Art on Functional Virgin Olive Oils Enriched with Bioactive Compounds and Their Properties. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 3, p. 668, mar. 2017.

RODRIGUES, J. F. et al. Quality of olive oils from southeastern Brazil. **Bragantia**, v. 78, n. 4, p. 479–489, dez. 2019.

RODRIGUES, M. A.; CORREIA, C. M. Manual da safra e contra safra do olival. **Manual da safra e contra safra do olival**, 2009.

ROMANI, A. et al. Health Effects of Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Olive Oil, By-Products, and Leaf of *Olea europaea* L. **Nutrients**, v. 11, n. 8, p. 1776, ago. 2019.

RYAN, D.; ROBARDS, K. Critical Review. Phenolic compounds in olives. **Analyst**, v. 123, n. 5, p. 31R-44R, 1 jan. 1998.

SERVILI, M. et al. Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. **Journal of Chromatography A**, Food Science. v. 1054, n. 1, p. 113–127, 29 out. 2004.

SIBBETT, G. S.; FERGUSON, L. **Olive Production Manual**. [s.l.] UCANR Publications, 2005.

SILVA, G. L. G.; MELLO, A. DA S. O desenvolvimento de tecnologias sociais em um centro de pesquisas científicas no sul de Minas. **Janus**, v. 11, n. 20, 2014.

SILVA, L. F. O. et al. Agronomic characterization and carpometry of olive tree cultivars in the South of Minas Gerais. **Acta horticulturae**, 2014.

SROKA, Z.; CISOWSKI, W. Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids. **Food and Chemical Toxicology**, v. 41, n. 6, p. 753–758, 1 jun. 2003.

TROMBETTA, D. et al. Analytical Evaluation and Antioxidant Properties of Some Secondary Metabolites in Northern Italian Mono- and Multi-Varietal Extra Virgin Olive Oils (EVOOs) from Early and Late Harvested Olives. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 4, p. 797, abr. 2017.

TUNGMUNNITHUM, D. et al. Flavonoids and Other Phenolic Compounds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview. **Medicines**, v. 5, n. 3, p. 93, set. 2018.

TURA, D. et al. Influence of cultivar and site of cultivation on levels of lipophilic and hydrophilic antioxidants in virgin olive oils (*Olea Europea* L.) and correlations with oxidative stability. **Scientia Horticulturae**, v. 112, n. 1, p. 108–119, 12 mar. 2007.

VEKIARI, S.; PAPADOPOULOU, P.; KIRITSAKIS, A. Effects of processing methods and commercial storage conditions on the extra virgin olive oil quality indexes. **Grasas y Aceites**, v. 58, 30 set. 2007.

VIANA, P. C. et al. Estatística multivariada como ferramenta descritiva na análise sensorial de alface hidropônica produzida com águas salobras - DOI: 10.7127/rbai.v12n400959. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, v. 12, n. 4, p. 2725–2730, 27 ago. 2018.

VIEIRA NETO, J. et al. Desempenho de jardins clonais de oliveira (*Olea europaea*) em cortes sucessivos visando a sua propagação por estaquia. **CERNE**, v. 17, n. 1, p. 117–122, mar. 2011.

VILLA, F.; SILVA, D. F. Sensory analysis of olive oil. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 3, p. 270–278, 9 out. 2017.

WREGE, M. S. et al. Distribuição potencial de oliveiras no brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 656–666, set. 2015.

|