

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos



Tese

**Sucos produzidos com uvas (*Vitis labrusca* L.), cv. Bordô, de vinhedos
em sistemas de produção orgânica e em produção convencional:
similaridades e diferenças**

Fane Benedito Eduardo Duarte Macueia

Pelotas, 2024

Fane Benedito Eduardo Duarte Macueia

**Sucos produzidos com uvas (*Vitis labrusca* L.), cv. Bordô, de vinhedos
em sistemas de produção orgânica e em produção convencional:
similaridades e diferenças**

Tese a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Área de Conhecimento: Ciência e Tecnologia de Alimentos)

Orientador(a): Prof.Dr. César Valmor Rombardi

Dra. Helen Cristina Hackbart

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

M113s Macueia, Fane Benedito Eduardo Duarte

Sucos produzidos com uvas (*Vitis labrusca* L.), cv. Bordô, de vinhedos em sistemas de produção orgânica e em produção convencional [recurso eletrônico] : similaridades e diferenças / Fane Benedito Eduardo Duarte Macueia ; César Valmor Rombaldi, Helen Cristina dos Santos Hackbart, orientadores. — Pelotas, 2024.
138 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Segurança alimentar. 2. Qualidade. 3. Minerais. 4. Compostos voláteis. 5. Compostos fenólicos, resíduos de agrotóxico. I. Rombaldi, César Valmor, orient. II. Hackbart, Helen Cristina dos Santos, orient. III. Título.

CDD 634.888

Fane Benedito Eduardo Duarte Macueia

Sucos produzidos com uvas (*Vitis labrusca* L.), cv. Bordô, de vinhedos em sistemas de produção orgânica e em produção convencional: similaridades e diferenças

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 20/06/2024.

Banca examinadora:

Prof. Dr. César Valmor Rombaldi (Orientador). Doutor em Biologie Moléculaire Végétale pela Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse.

Prof. Dr. Paulo Guilherme. Doutor em Agrobusiness and Governance for Development pela Universidade Nova de Lisboa.

Profa. Dra. Esther Theisen Gabbardo. Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dra. Giniani Carla Dors. Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande.

Prof. Dr. Wellyngthon Machado da Cunha. Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Profa. Dra. Suziane Antes Jacobs. Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pelotas.

Dedico este trabalho à minha família, Esperança Solange Pinto (esposa), Francisca, F.M. Júnior, Margaret, Merlina e Maykon (Filhos), meus pais Margarida Cláudio Macueia (*In memorian*) e Eduardo Macueia, aos meus irmãos Stélyo, Walter, Ercília, Félix e Leonel e as pessoas com quem convivi.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por guiar meus passos, conceder forças nos momentos difíceis e por ser a fonte de toda sabedoria.

Agradeço profundamente ao Prof. Doutor César Palmor Lombardi por sua orientação excepcional, apoio contínuo e valiosos insights ao longo deste processo de pesquisa. Sua dedicação e orientação foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

A Dra. Helen Cristina dos Santos Hackbart, minha coorientadora, agradeço pelo suporte técnico e científico, além do incentivo constante para aprimorar minhas habilidades acadêmicas.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa.

Expresso minha gratidão à Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) por proporcionar o ambiente acadêmico para a realização do meu doutorado.

A Universidade Leiria, especialmente a Faculdade de Ciências Naturais, minha Instituição de origem em Moçambique, vão os meus sinceros agradecimentos pela permissão concedida para abraçar esta causa.

Não posso deixar de mencionar os meus amigos e os colegas do curso (Andréza, Mathias, Aguiar, Rosane, Nelson, Igor, Katia, Renires, Flávia, Alexandra e Matar) cujo apoio e encorajamento foram inestimáveis durante os momentos desafiadores desta jornada. Suas palavras de ânimo

e camaradagem foram um verdadeiro impulso para

e camaradagem foram um verdadeiro impulso para mim.

Aos meus contemporâneos e contemporâneos (nos cambricados) em Telotas que partilhámos bons momentos, vão os meus extensos agradecimentos.

Por fim, agradeço aos meus colegas do Departamento pela colaboração e troca de ideias ao longo desses anos. Suas contribuições enriqueceram minha experiência de pesquisa e me incentivaram a alcançar resultados cada vez melhores.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa vão os meus profundos agradecimentos

Resumo

MACUEIA, Fane Benedito Eduardo Duarte. **Sucos produzidos com uvas (*Vitis labrusca* L.), cv. Bordô, de vinhedos em sistemas de produção orgânica e em produção convencional: similaridades e diferenças.** Orientador: Prof. Dr. César Valmor Rombaldi. 2024. 138f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

As similaridades e diferenças entre alimentos produzidos em sistema orgânicos (PO) e convencionais (PC) ainda é tema controverso. Tentando contribuir para evolução dessa temática, produziram-se uvas e sucos a partir de vinhedos em PO (n=20) e em PC (n=20). Todos os sucos foram elaborados com o mesmo método de processamento. Avaliou-se a produtividade de uva, fez-se a caracterização clássica dos sucos, seguida de caracterização aprofundada da composição mineral, de resíduos de agrotóxicos, de compostos voláteis, de compostos fenólicos e antocianinas, e análise sensorial. No total, 101 variáveis dependentes foram monitoradas. Desse conjunto de variáveis, se observou que a produtividade de uva e a composição clássica geral dos sucos dos sistemas PO e PC são equivalentes. Da mesma forma, a composição mineral foi equivalente, com exceção da presença de elevada concentração de Al em um suco do PC. Como esperado, a ocorrência de agrotóxicos foi mais frequente em sucos PC (14/20), porém, em todos os casos, em níveis muito inferiores (1600 vezes ou mais) aos limites permitidos pelas legislações. A ocorrência de resíduos também foi observada nos sucos PO (2/20), o que não é permitido pelas regulamentações atuais. Em termos de perfis de compostos voláteis, 40 compostos foram identificados e quantificados nos sucos PO, e 34 nos sucos PC. Em relação aos compostos fenólicos totais e antocianinas totais, os sucos foram equivalentes. Os sucos PO tiveram uma preferência sensorial maior. Concluindo, entre as 101 variáveis avaliadas, 75 indicam que os sucos são equivalentes. As 26 variáveis que levaram a diferenças técnicas estão relacionadas a: 1) uma maior frequência de resíduos nos sucos PC em comparação aos sucos PO; 2) uma maior diversidade de compostos voláteis nos sucos PO; 3) diferenças nos compostos fenólicos e antocianinas minoritárias; e 4) preferência pelos sucos PO.

Palavras-chave: segurança alimentar; qualidade; minerais; compostos voláteis; compostos fenólicos; resíduos de agrotóxico.

Abstract

MACUEIA, Fane Benedito Eduardo Duarte. **Grape (*Vitis labrusca* L.) juices, cv. Bordô, from vineyards in organic production systems and conventional production: similarities and differences** Adviser: Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi. 2024 138p. Thesis (Doctorate) Postgraduate Program in Food Science and Technology, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas. Pelotas, 2023.

The similarities and differences between foods produced under organic (OP) and conventional (CP) systems remain a controversial topic. In order to contribute to the evolution of this theme, grapes and juices were produced from vineyards in OP (n=20) and CP (n=20). All juices were elaborated using the same processing technology. Grape productivity was evaluated, and the classic characterization of juices was performed, followed by an in-depth characterization of mineral composition, pesticide residues, volatile compounds, phenolic compounds, and anthocyanins, as well as sensory analysis. In total, 101 dependent variables were monitored. From this set of variables, it was observed that grape productivity and the overall classic composition of juices from OP and CP systems are equivalent. Similarly, the mineral composition was equivalent, exception of the presence of a high concentration of Al in only one juice from the CP. As expected, pesticide occurrence was more frequent in CP juices (14/20), however, in all cases at much lower levels (1600 times lower or more) than the limits allowed by regulations. Residue occurrence also occurred in OP juices (2/20), which are not allowed by current regulations. In terms of volatile compounds profiles, 40 compounds were identified and quantified in OP juices, and 34 in CP juices. Regarding total phenolic compounds and total anthocyanins, the juices were equivalent. OP juices had a higher sensory preference. In conclusion, among 101 variables evaluated, 75 indicate that the juices are equivalent. The 26 variables leading to technical differences are related to: 1) a higher frequency of residues in CP juices compared to OP juices; 2) a greater diversity of volatile compounds in OP juices; 3) differences in minor phenolic compounds and anthocyanins; and, 4) preference for OP juices.

Keywords: food safety; quality; minerals; volatile compounds; phenolic compounds; pesticide residues.

Lista de figuras

Projecto de pesquisa

Figura 1	Produção de uvas no Rio Grande do Sul no período de 10 anos (2013 – 2023)	27
Figura 1.1	Percentual da produção de uvas no Estado do Rio Grande do Sul no período de 10 anos (2013 – 2022)	28
Figura 2	Cacho de uvas (<i>Vitis labrusca</i> L.) da cultivar Bordô.....	34
Figura 3	Estrutura dos principais ácidos orgânicos encontrados nas uvas	39
Figura 4	Fórmula estrutural básica dos compostos fenólicos.....	44
Figura 5	Estrutura química dos ácidos Hidrobenzoicos (A) e hidroxicinâmicos (B).....	47
Figura 6	Estrutura química geral de um flavonoide.....	48
Figura 7	Estrutura geral dos flavonóis.....	49
Figura 8	Estrutura química geral das antocianinas.....	51
Figura 9	Perfil dos vinhedos de produção de Sucos de PO e de PC nos municípios do Rio Grande do Sul.....	57

Artigo 1

Figura 1	Location of the vineyards in the municipalities - Rio Grande do Sul (RS), Brazil (BRL)	99
Figura 2	Sectional diagrams of the quantification (%) of metals present in juices produced with Bordô grapes from vineyards in organic production (OP) and conventional production (CP).....	107
Figura 3	Volatile compounds identified and quantified in juices produced with Bordô grapes from vineyards in organic production system (A-OP) and conventional production system (B-CP).....	110
Figura 4	Preference and sensory attributes between organic (PO) and conventional (CP) grape juices from 48 tasters.....	117

Lista de Tabelas

Projeto de Pesquisa

Tabela 1	Limites analíticos estabelecidos para o suco de uva integral	36
Tabela 2	Estrutura molecular dos flavonóis encontrados no suco de uva.	49
Tabela 3	Principais flavanóis encontrados nas uvas.....	50
Tabela 4	Estrutura molecular das principais antocianina encontradas nas uvas.	53
Tabela 5	Delineamento experimental da safra 2022.....	61
Tabela 6	Delineamento experimental da safra	61

Artigo 1

Tabela 1	Grape productivity and classic general physicochemical characteristics, coloration (C and H), and antioxidant activity (ABTS and DPPH) of juices produced with grapes, cv. Bordô, from vineyards in organic production (OP) and conventional production (CP) systems.....	104
Tabela 2	Mineral composition of juices produced with grapes, cv. Bordô, from vineyards in organic production (OP) and conventional production (CP) systems.....	106
Tabela 3	Pesticide residues in juices produced with grapes, cv. Bordô, from vineyards in organic production (OP) and conventional production (CP).	108
Tabela 4	Volatile Organic Compounds (VOCs) identified by GC-MS in grape juices (<i>Vitis labrusca</i>), cv. Bordô, in organic production system (OP) and conventional system (CP).....	111
Tabela 5	Phenolic compounds in grape juices, cv. Bordô, from organic production system (OP) and conventional production system (CP).....	115

Lista de Abreviaturas

AGRIANUAL	Anuário da Agricultura Brasileira
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CG-MS	Cromatografia a gás acoplado à espectrometria de Massas
CONSEA	Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
COVs	Compostos voláteis
cv.	Cultivar
EU	European Union (União Europeia)
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FECOVINHO	Federação das Cooperativas Vinícolas do Rio Grande do Sul
GAP	Good Agricultural Practices
IFOAM	Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica
LC-MS/MS	Liquid Chromatography - Tandem Mass Spectrometry (Cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem)
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NaHCO ₃	Bicarbonato de sódio
ODSs	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OIV	Organisation Internationale De La Vigne Et Du Vin
ORGANIS	Conselho Brasileiro da Produção Orgânica e Sustentável
PBD	Produção biodinâmica
PC	Produção convencional
PI	Produção integrada
PO	Produção orgânica
UHPLC	Ultra-High Performance Liquid Chromatography (cromatografia líquida de ultra-alta eficiência)
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

Sumário

1	Introdução geral.....	16
	Projeto de Tese	
2	Título.....	20
2.1	Introdução e justificativa.....	20
2.2	Objetivos.....	23
2.2.1	Objetivo geral.....	23
2.2.2	Objectivos específicos.....	24
2.3	Hipóteses.....	24
3	Revisão Bibliográfica.....	25
3.1	Origem e distribuição da uva.....	25
3.2	Produção de uva no Rio Grande do Sul.....	26
3.2.1	Sistemas de produção da uva.....	28
3.3	Cultivar Bordô.....	32
3.4	Suco de Uva.....	34
3.5	Composição do suco de uva.....	35
3.5.1	Sólidos solúveis totais.....	37
3.5.2	Acidez total.....	37
3.5.3	Ácidos orgânicos.....	38
3.5.4	Cor.....	39
3.5.5	Antioxidantes.....	40
3.5.6	Composição mineral.....	42
3.5.7	Substâncias aromáticas.....	42
3.6	Compostos fenólicos.....	43
3.6.1	Ácidos fenólicos.....	45
3.6.2	Flavonóides.....	47
3.6.2.1	Flavonóis.....	48
3.6.2.2	Flavanóis.....	49
3.6.2.3	Antocianinas.....	51
3.7	Agrotóxicos.....	54
3.8	Perfil sensorial de sucos de uva.....	55
4	Material e Métodos.....	56

4.1	Matéria prima.....	56
4.2	Métodos.....	57
4.2.1	Processo de elaboração dos sucos.....	57
4.2.2	Produtividade e caracterização clássica geral, colorimetria e atividade antioxidante.....	58
4.2.3	Minerais.....	58
4.2.4	Resíduos em agrotóxicos.....	59
4.2.5	Compostos voláteis.....	59
4.2.6	Compostos fenólicos e antocianinas.....	60
4.2.7	Análise sensorial.....	60
4.3	Delineamentos experimentais.....	60
4.4	Tratamentos.....	61
4.5	Análises estatísticas.....	62
5	Resultados esperados.....	62
6	Cronograma de atividades.....	62
7	Referências bibliográficas.....	64
8	Relatório de Campo.....	87

Artigo 1

1	Introduction.....	94
2	Material and Methods.....	97
2.1	Grape production.....	97
2.2	Juice production process.....	99
2.3	General characterization.....	100
2.4	Mineral composition.....	100
2.5	Pesticide residues.....	101
2.6	Volatile compounds.....	101
2.7	Phenolic compounds and anthocyanins.....	102
2.8	Sensory analysis.....	102
2.9	Experimental design and statistical analysis.....	103
3	Results.....	104
3.1	Grape productivity and grape juices physicochemical characteristics...	104
3.2	Mineral composition of grape juices.....	105
3.3	Pesticide residues in grape juices.....	107
3.4	Volatile compounds in grape juices.....	108

3.5	Phenolic compounds and anthocyanins in grape juices.....	114
3.6	Preference and sensory quality of grape juices.....	117
4	Discussions.....	117
5	Conclusion.....	123
6	References.....	124
9	Considerações finais.....	135
	Anexo.....	137

1 INTRODUÇÃO GERAL

A viticultura praticada há milhares de anos é uma das atividades mais importantes no setor frutícola, tanto em nível mundial quanto brasileiro. Ela desempenha um papel crucial na geração de empregos e renda em várias regiões do mundo (Carneiro *et al.*, 2023; Khan *et al.*, 2020).

A produção mundial de uva equivale a cerca de 77,4 milhões toneladas de frutas, com os principais países produtores sendo a China, Itália, Estados Unidos, Espanha, França, Turquia, Índia, Chile, Argentina, África do Sul e Brasil (AGRIANUAL, 2020; FAO, 2021, Khan *et al.*, 2020).

O cultivo orgânico de uvas está crescendo globalmente devido à demanda crescente por alimentos mais seguros e saudáveis. Os consumidores estão optando por produtos orgânicos devido à preocupação com os resíduos de agrotóxicos e fertilizantes químicos na agricultura convencional, bem como pelos impactos negativos no meio ambiente (Apaolaza *et al.*, 2018; IFOAM, 2018; Yiridoe; Bonti-Ankomah; Martin, 2005). O cultivo orgânico promove práticas sustentáveis, como evitar o uso de produtos químicos sintéticos e valorizar a saúde do solo e a biodiversidade. Este movimento reflete uma mudança nas preferências dos consumidores em direção a uma agricultura mais ética e ambientalmente consciente (Cosme; Pinto; Vilela, 2018; Kaltbach *et al.*, 2022).

Diversos autores concordam que os alimentos orgânicos oferecem vantagens ao promover a saúde humana, proteger o meio ambiente e preservar a biodiversidade fazendo com que esses produtos sejam amplamente aceitos pelos consumidores, especialmente em países desenvolvidos (Vélez-Terreros *et al.*, 2021; Vinha *et al.*, 2014; Yu *et al.*, 2018). As políticas agrícolas e ambientais atuais estão respondendo a essas demandas por meio de medidas que restringem o uso de agrotóxicos sintéticos, o que conseqüentemente promove a adoção da agricultura orgânica (Döring *et al.*, 2019; Sambuchi *et al.*, 2017).

O Brasil figura entre os principais produtores globais de uva, sendo um setor em constante evolução, promovendo perspectivas agroecológicas propícias para uma ampla gama de atividades relacionadas à fruticultura em regiões tropicais, subtropicais e de climas temperados ainda que sua

participação na produção e no comércio internacional de uvas permanece marginal até o presente momento (Mello, Machado, 2022; OIV, 2022).

O cultivo de uvas é uma atividade estabelecida em nove regiões do Brasil, incluindo áreas de clima temperado, subtropical e tropical. As principais regiões de destaque incluem a Campanha Gaúcha e a Serra Gaúcha no Rio Grande do Sul, o Vale do Rio do Peixe em Santa Catarina e partes de São Paulo e Minas Gerais. Novas regiões de cultivo estão surgindo em diferentes partes do país (Camargo; Protas; Mello, 2022; Fachinello *et al*, 2011).

Nos últimos tempos, tem sido observado um aumento significativo na produção de mosto simples durante a safra de uva, destinado ao processamento posterior como suco de uva ou vinho. Especificamente, houve um aumento notável na produção de suco de uva integral, que passou de 41,19 milhões de litros para 68,84 milhões de litros em 2021, representando um aumento de 67,13% (Mello; Machado, 2022).

No Rio Grande do Sul, a produção de uvas no estado ocorre predominantemente dentro do paradigma convencional da agricultura, caracterizada pela extensa aplicação de agrotóxicos e adubos sintéticos nos vinhedos. Este modelo agrícola convencional, amplamente empregado na região, envolve a utilização intensa de substâncias químicas para promover o crescimento das plantas e controlar pragas e doenças, sendo uma prática comum na gestão dos vinhedos (Pierozan, 2019; Troian; Arbage, 2015).

Os viticultores familiares estão explorando alternativas para a produção de uvas, buscando romper com o modelo agrícola convencional. Alguns já adotaram a agricultura agroecológica, enquanto outros estão em processo de transição para a produção orgânica, abandonando gradualmente o uso de agrotóxicos e adubos sintéticos nos vinhedos. Essa mudança representa um esforço em direção a práticas agrícolas mais sustentáveis e ambientalmente amigáveis (Pierozan, 2019; Troian; Arbage, 2015).

No Estado do Rio Grande do Sul, a viticultura orgânica se destaca na produção de uvas, especialmente cultivares americanas e híbridas. Essas uvas são principalmente utilizadas para consumo in natura e para a fabricação de sucos (FECOVINHO, 2016). Sessenta por cento dos brasileiros que consomem alimentos orgânicos são motivados pelos benefícios à saúde e à preservação ambiental que este tipo de cultivo proporciona, sendo as verduras, legumes,

frutas e sucos orgânicos os alimentos orgânicos mais consumidos (ORGANIS, 2017).

A crescente demanda por sucos orgânicos é uma tendência atual, como destacado por Flores (2018) e Kaltbach (2021). Estudos, como o de Toaldo *et al.* (2015), indicam que os sucos de uva provenientes de cultivos orgânicos apresentam uma concentração significativamente maior de constituintes fenólicos em comparação com os sucos derivados de cultivos convencionais. Esses resultados ressaltam o potencial dos produtos orgânicos para oferecer benefícios adicionais à saúde devido à presença ampliada de compostos fenólicos, conhecidos por suas propriedades antioxidantes e outros efeitos positivos sobre a saúde humana.

A cultivar Bordô (*Vitis labrusca*) é reconhecida como uma das cultivares de uva mais relevante no cenário da produção de suco no Brasil (Mota *et al.*, 2018). Esta variedade destaca-se não apenas por sua contribuição para a indústria vitivinícola, mas também pela sua notável robustez e resistência a doenças fúngicas, um teor significativo de matéria corante, o que a torna particularmente interessante para diversos fins industriais e comerciais (Camargo; Maia, 2008; Eckhardt *et al.*, 2023; Ferri; Sainz; Bandeira, 2017).

Estudos feitos para avaliar os efeitos da viticultura convencional, orgânica e biodinâmica em várias características, incluindo solo, biodiversidade, crescimento e rendimento da videira, composição da uva e características sensoriais mostraram que a viticultura orgânica melhora a ciclagem de nutrientes do solo e promove maior biodiversidade, principalmente devido ao uso de misturas de cobertura e compostagem (Döring *et al.*, 2019).

Pesquisas realizadas por Rombaldi *et al.* (2004) sobre os sistemas de produção convencional e orgânico com *Vitis labrusca* demonstraram que a produtividade e a qualidade da uva são mais influenciadas por fatores ambientais do que pelo sistema de produção em si. Esses estudos evidenciaram que o sistema de produção orgânico possui um potencial significativo de adoção para a cultivar em análise.

Estudo de Vélez-Terreros *et al.* (2021), relata que tanto os alimentos de produção orgânica quanto os de produção convencional contêm nutrientes essenciais, como proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e minerais quase na mesma medida mostrando que a comparação de níveis de nutrientes em

alimentos orgânicos e não orgânicos geralmente não encontram diferenças significativas.

Os maiores consensos estão alicerçados nos robustos trabalhos que demonstram a importância do consumo de suco de uva integral para a saúde (Dani *et al.*, 2008a; 2008b). Há praticamente 20 anos, trabalhos protagonizados pela Dra. Dani e colaboradores(as) (Dani *et al.*, 2007; 2008a; 2008b) têm posto em evidência o quão é importante o consumo regular de suco de uva, tanto sob o aspecto nutricional como funcional. Esses trabalhos apontam para o valor biológico do suco de uva pela sua complexidade em minerais, açúcares e a ampla diversidade de compostos fitoquímicos. Aliás, os trabalhos demonstram que os benefícios à saúde são uma consequência da complexidade da composição. Mais do que uma resposta específica a um composto, como é amplamente referenciado o resveratrol (Cosme; Pinto; Vilela, 2018; Singh; Liu, Ahmad, 2015), o suco de uva oferece outros benefícios, apresentando atividade antioxidante, antiproliferativa, hipocolesterêmica e hepatoprotetora (Dani, 2008a; Nadeem *et al.*, 2018; Nassiri-Asl; Hosseinzadeh, 2016). Associa-se a isso o fato de que a uva produzida para a produção de sucos no Brasil é, em sua quase totalidade, oriunda de pequenas propriedades, tipicamente enquadradas como da agricultura familiar, impactando fortemente no contexto econômico regional e nacional, já que a exportação também é pauta econômica.

A controvérsia entre sucos de uva orgânicos e convencionais em relação à qualidade surge de várias questões em aberto que necessitam de estudos e pesquisas adicionais para serem esclarecidas principalmente as dúvidas sobre a composição qualitativa dos sucos. Embora os sucos de uva orgânicos sejam produzidos sem o uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, não está claro se isso resulta em diferenças significativas na composição nutricional, qualidade sensorial, nos níveis de antioxidantes e em outros compostos bioativos em comparação com os sucos de produção convencionais. Há, no entanto, incertezas sobre o impacto sobre as práticas de cultivo e processamento, na qualidade final do suco de uva. Estudos são necessários para investigar se os métodos orgânicos proporcionam melhor qualidade dos sucos em comparação com os métodos convencionais.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi de avaliar e comparar o rendimento, as características físico-químicas clássicas, composição mineral, presença de agrotóxicos, composição volátil e perfil sensorial de sucos produzidos em sistemas de produção orgânica (PO) e de produção convencional (PC) de modo a uma compreensão abrangente das diferenças e semelhanças entre os sucos produzidos sob esses dois sistemas de produção, buscando contribuir para uma melhor compreensão da qualidade e segurança dos sucos, bem como para fornecer informações relevantes para consumidores, produtores e reguladores no contexto da produção de sucos.

Essa Tese está estruturada seguindo o regramento vigente na UFPel num contexto de Teses redigidas contendo artigo científico. Assim, de imediato, após essa breve introdução, está o Projeto de Tese que foi elaborado em 2021-2022, com algumas atualizações de dados, já que se trata de um material para futuras leituras.

PROJETO DE TESE

2. Título: Sucos produzidos com uvas (*Vitis labrusca* L.), cv. Bordô, de vinhedos em sistemas de produção orgânica e convencional: similaridades e diferenças.

2.1 Introdução e justificativa

A produção global de videiras (*Vitis spp*) tem demonstrado uma crescente promessa devido ao interesse contínuo em seus frutos, que são amplamente apreciados e utilizados na fabricação de sucos e vinhos. Esse interesse não apenas impulsiona a expansão da área cultivada com videiras, mas também motiva constantes esforços para aprimorar as técnicas de cultivo, melhorar a qualidade das uvas e diversificar os produtos derivados, atendendo às demandas variadas dos consumidores em todo o mundo (Sargolzaei *et al.*, 2021).

No Brasil, a produção de uvas está em ascensão, com cultivo ocorrendo em vários estados, destacando-se as regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

Especialmente no Estado do Rio Grande do Sul, a produção alcança volumes significativos, sendo direcionada principalmente para a fabricação de sucos e vinhos. Esse crescimento reflete não apenas o aumento da demanda por produtos vitivinícolas de qualidade, mas também os avanços tecnológicos e as práticas agrícolas aprimoradas que permitem uma produção mais eficiente e de maior qualidade (Camargo; Tonietto; Hoffmann, 2011; Mello, 2021), sendo as espécies americanas (*Vitis labrusca* L.) e européias (*Vitis vinifera* L.), pertencentes à Família Vitaceae e ao gênero *Vitis* as uvas cultivadas no Brasil e consideradas mais comuns (Soares; Leão, 2009).

As uvas americanas da cultivar Bordô e Isabela, pertencentes à espécie *Vitis labrusca* L., são reconhecidas por sua rusticidade devido à tolerância a doenças e à baixa exigência em termos de cuidados culturais. Elas se adaptam facilmente a condições adversas e apresentam alta produtividade. Além disso, são amplamente consumidas tanto frescas quanto na forma de sucos, e são utilizadas na produção de vinhos de mesa. Essas características tornam essas uvas mais atrativas para os produtores (Rombaldi *et al.*, 2004; Assis *et al.*, 2011; Castilhos *et al.*, 2016).

As uvas americanas (*Vitis labrusca* L.) não só se destacam por sua rusticidade, mas também são facilmente adaptáveis a diferentes condições climáticas. Além disso, elas tendem a apresentar características mais atraentes para os consumidores em comparação com as uvas *Vitis vinifera*. Entre as variedades híbridas, as Bordô, Concord e Isabel são especialmente populares na produção de sucos, destacando-se por suas qualidades sensoriais e versatilidade na elaboração de bebidas (Rizzon, Meneguzzo, 2007).

O elevado consumo regular de uvas, especialmente na forma de sucos, pode estar correlacionado com suas propriedades funcionais, destacando-se a presença significativa de compostos bioativos, como os fenólicos. Estudos epidemiológicos têm demonstrado que esses compostos apresentam propriedades antioxidantes, cardioprotetoras, anticancerígenas, antienvhecimento e anti-inflamatória (Silva, 2018; Yoo; Saliba; Prenzler, 2010; Xia *et al.*, 2010; Zhou, Raffoul, 2012). Além disso, foram observadas vantagens nos efeitos hepatoprotetores e neuroprotetores associados ao consumo desses compostos (Nadeem *et al.*, 2018; Wu *et al.*, 2021).

O suco de uva é constituído com cerca de 81 a 86% de água, açúcares como glicose e frutose em concentrações elevadas, nível de acidez elevado devido aos ácidos orgânicos que lhes confere os sabores doce e azedo, possuem minerais, vitaminas e compostos fenólicos que lhes confere as características sensoriais como cor, sabor doce e ácido (Cosme; Pinto; Vilela, 2018; García-Martínez *et al.*, 2021; Gurak *et al.*, 2010).

O pH dos sucos de uva é geralmente abaixo de 4,0, densidade de 1,04 a 1,10 g/cm³, composição das cinzas de 16 a 70 mg/L de cálcio, 110 mg/L de magnésio, 100 a 600 mg/L de potássio, 10 mg/L de sódio e fósforo, 0,4 a 1,3 mg/L de ferro, 0,4 a 0,7 mg de zinco, 2 a 6 mg/L de selênio, 1 a 5 mg/L de cobalto e 0,3 a 1,5 mg/L de cobre (Toaldo *et al.*, 2015).

Uma das características que faz com que as frutas sejam apreciadas é o aroma e, este pode estar relacionado à sua composição com os metabólitos voláteis, que lhes confere a característica sensorial e o sabor característico da fruta, sendo essencial para percepção e aceitação do produto pelos consumidores (Cheong *et al.*, 2010).

Estudos recentes com a uva Concord (*Vitis labrusca* L.) indicaram por possuir grande número de compostos voláteis orgânicos dentre os quais ésteres e terpenóides, mas com quantidades baixas de álcoois, e carbonilas (Rahman *et al.*, 2022), sendo outros estudos feitos com uvas para vinho (Asproudi *et al.*, 2016; Feng; Skinkis; Qian, 2017; Silva *et al.*, 2020) em comparação com uvas de mesa (Matsumoto; Ikoma, 2016; Ruiz-García *et al.*, 2014).

O cultivo orgânico das uvas (*vitis sp*) deve estar condicionado a um solo seguro e distante dos cultivos convencionais para não serem afetados com as aplicações de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, pois não são permitidos. (Mulero *et al.*, 2010). Mulero *et al* (2010), comparou os compostos fenólicos e a atividade antioxidante das uvas cultivadas em sistema de PO e no último mês de maturação e descobriu-se que as uvas de PO apresentaram maior atividade antioxidante e maior quantidade de compostos fenólicos comparativamente as uvas de PC. No entanto, essas diferenças não foram observadas no momento da colheita.

Estudos sobre a composição em antocianinas em uvas Syrah cultivadas em sistemas de PO e PC em diferentes estágios de maturação, mostraram que

as uvas convencionais apresentaram uma quantidade significativamente maior de antocianinas durante o processo de maturação, em comparação com as uvas orgânicas, para além de que mostraram proporções mais elevadas de certas antocianinas (Vian *et al*, 2006).

O sistema de produção convencional têm sido predominante, porém a transição para o cultivo orgânico é cada vez mais relevante, pois este promete sucos de melhor qualidade e preserva a saúde ambiental, especialmente ao proteger o solo (Pierozan, 2019).

Comparar sucos de uva produzidos em sistemas orgânicos e convencionais é difícil devido a vários fatores, desde a variabilidade nas práticas agrícolas, condições ambientais e métodos de processamento. Além disso, estudos sobre a composição nutricional e bioquímica mostram resultados inconsistentes, dificultando uma comparação exaustiva. Por outro lado, as preferências e percepções sensoriais dos consumidores fornecem resultados subjetivos à análise. Portanto, análises comparativas entre os sucos provenientes dos sistemas de produção orgânica (PO) e convencional (PC) são necessárias para avaliar a qualidade dos sucos resultantes de cada sistema, propondo a entender as diferenças e semelhanças entre eles.

Este estudo se propõe a elucidar esses aspectos fundamentais, da produção de sucos de uva (*Vitis labrusca*) da cultivar Bordô produzidos em sistemas de produção orgânica e de produção convencional, contribuindo para o entendimento dos impactos dos diferentes sistemas de produção na qualidade do suco de uva, bem como para a promoção de práticas agrícolas sustentáveis.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo geral:

- Avaliar as similaridades e as diferenças (na qualidade nutricional e funcional) de sucos de uva (*Vitis labrusca* L.) da cv. Bordô produzidos em vinhedos com sistemas de produção orgânica (PO) e de produção convencional (PC) e no estado do Rio Grande do Sul

2.2.2 Objectivos específicos:

- Comparar a produtividade, a análise físico-química clássica de sucos de uva produzidos em vinhedos de sistemas de produção orgânica (PO) e de produção convencional (PC)
- Avaliar a composição mineral e a presença de resíduos de agrotóxicos nos sucos de uva dos sistemas PO e PC dando conformidade com os padrões de segurança alimentar em alimentos e os limites regulatórios da composição mineral e de resíduos de agrotóxicos em sucos de uva respetivamente
- Identificar e comparar a composição volátil dos sucos de uva produzidos nos sistemas de produção orgânica (PO) e de produção convencional (PC) identificando diferenças qualitativas e quantitativas nos compostos voláteis presentes por Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (GC-MS)
- Avaliar a qualidade nutricional e funcional dos sucos de uva produzidos nos sistemas PO e PC através dos teores de compostos fenólicos e antocianinas por cromatografia líquida acoplada a um espectrômetro de massas com analisador quadrupolo e tempo de voo (QToF).
- Avaliar a qualidade sensorial dos sucos de uva e as preferências dos consumidores em cada sistema de produção (PO e PC) através do perfil sensorial dos sucos considerando os atributos como aroma, sabor, cor e textura.

2.3 Hipóteses:

- Os sucos de uva produzidos no sistema de produção orgânico (PC) apresentarão maior teor de compostos fenólicos e outros bioativos em comparação com os sucos provenientes do sistema de produção

convencional (PC), devido à ausência de aplicação de agrotóxicos sintéticos e ao manejo sustentável do solo

- Os sucos de uva orgânicos (PO) terão uma composição mineral e volátil mais pronunciado do que os sucos convencionais (PC), devido à inovação tecnológica das práticas agrícolas orgânicas
- A presença de resíduos de agrotóxicos nos sucos de uva do sistema convencional (PC) será detectável em níveis mais elevados em comparação com os sucos de produção orgânica (PO), refletindo a utilização diferenciada de agroquímicos nos dois sistemas de produção
- Os sucos de uva produzidos no sistema orgânico (PO) serão percebidos como tendo uma qualidade sensorial superior, com base em atributos como aroma, sabor e cor, por serem provenientes de uvas de vinhedos em que o metabolismo especializado tenha sido mais ativado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origem e distribuição da uva

A videira, pertencente à família Vitaceae e ao gênero *Vitis*, é uma planta trepadeira conhecida por sua notável adaptabilidade a uma ampla gama de condições climáticas e tipos de solo. Sua habilidade de prosperar em ambientes diversos destaca-se, tornando-a uma escolha valiosa na produção de uvas e na viticultura em distintas regiões do mundo (Keller, 2015).

A videira, originária do leste europeu e da região do Cáucaso na Ásia, remonta ao Terciário, com fósseis encontrados na Groenlândia. Historicamente cultivada em árvores e exigindo escadas para colheita, foi domesticada ao longo do tempo, adaptando-se a vários sistemas de condução e poda, frequentemente enxertada em porta-enxertos específicos (Sousa, 1996). Sua produção mundial data de cerca de 6.000 a.C., e se tornou uma atividade econômica amplamente difundida, espalhando-se e adaptando-se gradualmente em diversas regiões. Essa disseminação seguiu duas direções

principais, américo-asiática e euro-asiática, resultando nas cultivares de uvas conhecidas como americanas e europeias (Kreuz *et al.*, 2005; Barbieri e Stumpf, 2008; EPAGRI, 2004).

Duas espécies em particular, *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. possuem grande importância na agricultura, sendo utilizadas tanto para consumo direto dos frutos como para a produção de sucos, vinhos e seus derivados (Soares; Leão, 2009; Mendonça, 2015).

A espécie *Vitis labrusca* L., encontrada no sudeste do Canadá até a Carolina do Sul na costa leste dos Estados Unidos, é a espécie americana mais antiga conhecida. Suas uvas possuem um sabor característico chamado de "foxado" ou "aframboesado" (Agnol, 2016; Boas, 2014; Giovannini, 2014). Essa espécie tem uma boa capacidade de enraizamento e é resistente à filoxera nas regiões do sul do Brasil. Ela também apresenta alta resistência ao oídio e à podridão cinzenta, sendo moderadamente resistente ao míldio. No entanto, é sensível à antracnose e a solos calcários. As populações selvagens desta espécie são dióicas, ou seja, existem plantas machos e plantas fêmeas (Agnol, 2016; Giovannini, 2014).

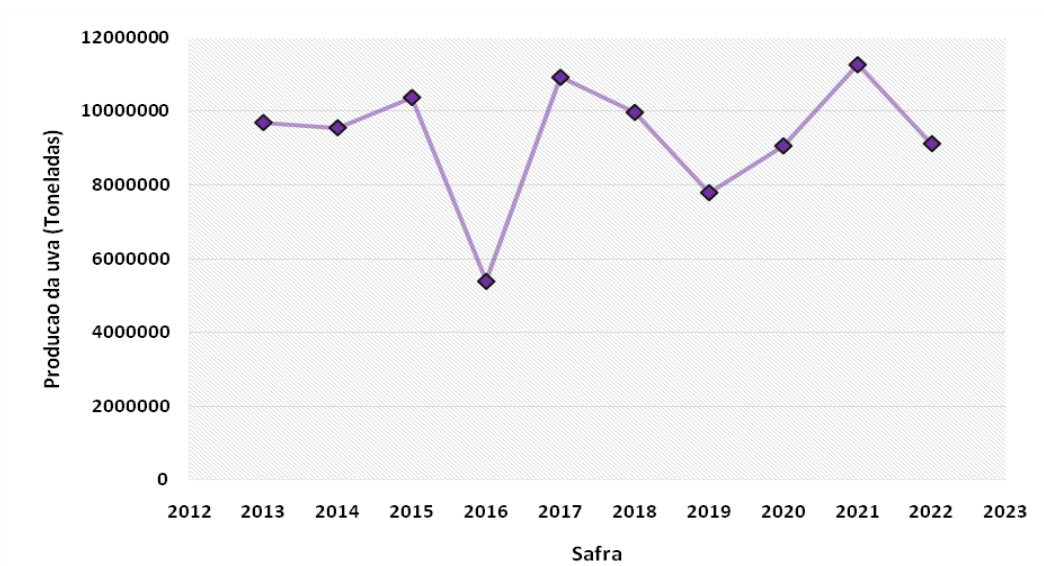
3.2 Produção de uva no Rio Grande do Sul

No Brasil, o Estado do Rio Grande do Sul é o principal produtor de uvas para processamento, sendo responsável por cerca de 90% da produção total (Mello; Machado, 2022) na sua maioria variedades de *Vitis labrusca* e seus híbridos, que constituem a base da produção de vinhos de mesa e de suco de uva no país (Marcon, 2013).

A Viticultura no estado do Rio Grande do Sul é uma atividade significativa e reconhecida pela diversidade de variedades de uvas e características de terroir únicas. A região possui condições climáticas favoráveis e uma tradição vitivinícola estabelecida.

A produtividade do cultivo de uvas no Rio Grande do Sul nos últimos 10 anos (Figura 1) tem variado, mas, em geral, tem sido alta. O estado é conhecido por ser uma importante região produtora de uvas no Brasil (IBGE, 2022).

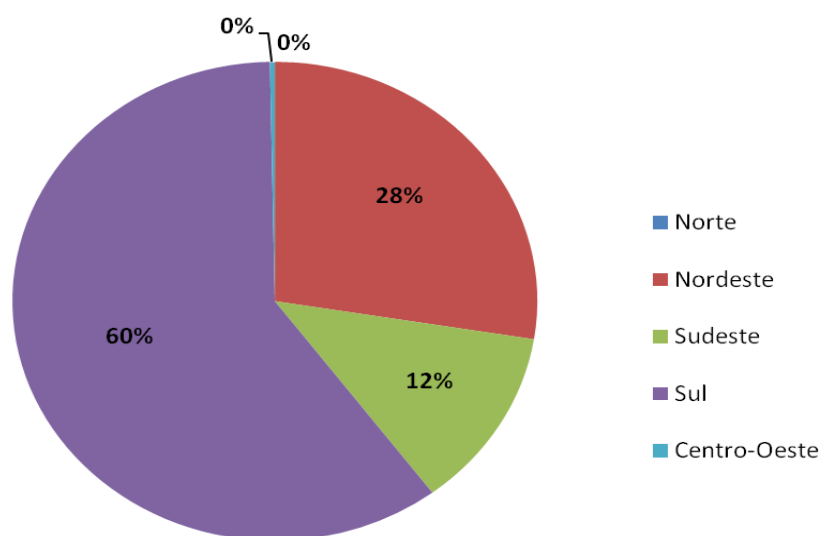
Figura 1 - Produção de uvas no Rio Grande do Sul no período de 10 anos (2013 – 2022)



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE, 2023.

Durante o período compreendido entre as colheitas de 2013 a 2022, o estado do Rio Grande do Sul emergiu como um protagonista dominante na produção de uvas no Brasil, contribuindo com aproximadamente 60% (Figura 1.1) do total nacional. Esta cifra expressiva destaca a importância vital da região Sul, especialmente do Rio Grande do Sul, no cenário vitivinícola do país. As regiões Nordeste e Sudeste também desempenharam papéis significativos, contribuindo com 28% e 12% (Figura 1.1), respectivamente, para a produção nacional de uvas durante o mesmo período (IBGE, 2023).

Figura 1.1 - Percentual da produção de uvas no Estado do Rio Grande do Sul no período de 10 anos (2013 – 2022)



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE, 2023.

Na colheita de 2022, o Rio Grande do Sul alcançou uma produção expressiva de aproximadamente 35.248.305,37 litros de sucos. A região, conhecida por sua relevância na vitivinicultura, evidencia seu papel significativo na contribuição para a produção de bebidas à base de uva, consolidando sua posição no cenário nacional (SISDEVIN, 2022).

3.2.1 Sistemas de produção da uva

A produção de uvas no estado do Rio Grande do Sul é caracterizada pelo sistema de produção convencional, onde se destaca o uso intensivo de agrotóxicos e adubos sintéticos nos vinhedos, aderido no modelo convencional da agricultura estabelecidos através da Revolução Verde (Machado; Machado Filho, 2014). Esse modelo proporcionou ao longo do tempo produtividade nos cultivos e rentabilidade no campo agroindustrial, no entanto, esse sistema causou desestabilidade social, política, ambiental e econômica principalmente aos agricultores familiares (Abreu *et al.*, 2012; Pierozan, 2019).

A produção de uva orgânica no Brasil ainda é pequena, e as informações a respeito desse sistema de produção são escassas e pouco

consistentes. De qualquer forma, sabe-se que existem iniciativas de produção orgânica de uva em praticamente todos os estados produtores (Camargo; Tonietto; Hoffmann, 2011). A viticultura orgânica praticada no Rio Grande do Sul é destinada para o consumo *in natura* e para a elaboração de sucos, sendo um dos produtos orgânicos mais produzidos nesse sistema, sendo mais usadas as cultivares americanas e híbridas, consideradas mais rústicas e resistentes ao ataque de pragas e doenças (FECOVINHO, 2016; Pierozan, 2019).

Recentemente, observou-se um impulso substancial nas políticas internacionais e europeias em direção à sustentabilidade, notadamente exemplificado pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (UN, 2015) e o Acordo Verde Europeu (EC, 2019). Essas iniciativas têm catalisado ações visando promover a transição para sistemas agrícolas sustentáveis. Esta mudança é de extrema importância para lidar com as atuais questões ambientais e ecológicas, reconhecendo a necessidade de práticas agrícolas que minimizem impactos negativos no ecossistema.

A ênfase na sustentabilidade destaca a urgência de adotar métodos agrícolas que otimizem a produtividade ao mesmo tempo em que preservam a biodiversidade, promovendo a resiliência ambiental e abordando desafios globais relacionados à segurança alimentar e às mudanças climáticas. Essa mudança paradigmática é essencial para garantir a viabilidade a longo prazo da agricultura e a saúde do planeta (EC, 2019; UN, 2015;).

A Estratégia Farm to Fork da União Europeia tem como objetivo acelerar a transição dos sistemas alimentares para alcançar impactos ambientais neutros ou positivos. Essa abordagem oferece oportunidades significativas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa no setor agrícola, destacando a sua importância, desempenhando papel crucial nas mudanças climáticas concorrendo para abordagens de desafios ambientais globais (Meredith *et al.*, 2021). O recém-implementado Acordo Comum da Política Agrícola (PAC) incentiva práticas agrícolas benéficas para o solo, biodiversidade e paisagem, contribuindo para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas (Boschiero *et al.*, 2023), promovendo a sustentabilidade ambiental na produção de alimentos.

Uma opção para promover uma gestão agrícola sustentável é adotar a agricultura biológica, cujas diretrizes são estabelecidas e regulamentadas pela União Europeia, conforme especificado no Regulamento 2018/848 da UE. Diversas pesquisas (Meier *et al.*, 2015; Tuomisto *et al.*, 2012; Zewide; Sherefu, 2021) evidenciam a agricultura biológica como uma escolha viável, destacando suas práticas que visam minimizar o impacto ambiental e fomentar o uso responsável dos recursos naturais.

De forma geral, as atuais políticas internacionais e europeias têm sublinhado a imperatividade da transição para sistemas agrícolas sustentáveis, evidenciadas pela Estratégia Farm to Fork e o recém-criado Acordo Comum da Política Agrícola. Dentro desse contexto, a agricultura biológica emerge como uma alternativa de gestão alinhada a tais objetivos, regida pelo Regulamento da UE 2018/848 e respaldada por evidências científicas que destacam seus méritos ambientais e ecológicos (EU, 2018).

Na busca por alternativas para o cultivo e produção de uvas, os viticultores foram atraídos pelo afastamento do método convencional de cultivo, caracterizado pela utilização de herbicidas e fungicidas sintéticos, onde, no caso de controle do míldio como uma das principais doenças que acometem a videira é notório o combate através de esquemas de pulverização que envolvem o uso de substâncias químicas, as quais visam proteger a planta e eliminar o patógeno responsável (Gessler; Pertot; Perazzolli, 2011, Ritschel *et al.*, 2022).

Um exemplo notável é a calda bordalesa, que consiste na combinação de sulfato de cobre com óxido/hidróxido de cálcio. Essa formulação representa um dos primeiros marcos na história da Fitopatologia, sendo ainda empregada na viticultura contemporânea para mitigar o míldio, aplicada sobre a parte aérea da planta (Agrios, 2005; Cavalcanti, 2021).

Outros fungicidas orgânicos sintéticos, caracterizados por sua competitividade, contendo princípios ativos como mancozeb, metalaxil-M, cimoxanil, benalaxil, ametoctradina, ametoctradina, entre outros, continuam sendo recomendados até os dias atuais para o manejo do míldio (Selim, 2013).

Substâncias fundamentadas em ácido fosforoso e fosfonatos, conhecidos como fosfitos, também encontram aplicação na gestão do *P. viticola* em plantações de videira fazendo com que a viticultura convencional

disponha de um amplo leque de alternativas para lidar com o desafio do míldio, desde soluções tradicionais até avanços mais recentes no campo dos fungicidas (Cavalcanti; Pereira; Ribeiro Junior, 2014; Cavalcanti, 2021).

Em vez disso, eles estão adotando um sistema de cultivo mais ecologicamente consciente, conhecido como cultivo orgânico. Nesse sistema, a utilização de insumos sintéticos é reduzida, resultando em um impacto ambiental menor, diminuindo também os riscos de intoxicação, especialmente para os trabalhadores que aplicam esses produtos químicos, fazendo com que os sucos provenientes desse sistema de produção tenham mais demanda pelos consumidores (Rombaldi *et al.*, 2004).

Notavelmente, apesar da calda bordalesa ser pela sua natureza química de caráter inorgânico, compostos à base de cobre desempenham um papel crucial na viticultura orgânica em várias regiões produtoras ao redor do mundo, permanecendo como um dos métodos mais confiáveis para controlar o míldio dentro desse sistema (Selim, 2013).

De acordo com a Instrução Normativa nº 17, datada de 18 de junho de 2014, emanada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), está estabelecido que a quantidade máxima de cobre que pode ser utilizada, em qualquer de suas formas, não deve ultrapassar 6 kg por hectare anualmente (BRASIL, 2014), especificamente na prática da viticultura orgânica.

A finalidade reside na definição de um limite para a deposição desse metal no solo, considerando seu emprego na proteção dos vinhedos. Internacionalmente, em situações em que não há proibição, a faixa de tolerância para a aplicação de cobre varia entre 0,3 e 6 kg por hectare anualmente, abrangendo tanto a viticultura orgânica quanto a abordagem de Manejo Integrado de Pragas e Doenças (MIPD) (La Torre *et al.*, 2018).

A atribuição do status orgânico em um produto necessita que sua produção seja em ambiente orgânico dedicado, seguindo princípios agroecológicos em todo processo, envolvendo a utilização responsável dos recursos naturais, preservando as relações sociais e culturais. No cultivo agroecológico existe um equilíbrio ambiental, especialmente em relação ao solo que desempenha um papel fundamental no fornecimento de nutrientes para as videiras e no controle de pragas e doenças (Meirelles; Rupp, 2005).

Em essência, a busca por práticas agrícolas sustentáveis visa a harmonização entre a produção de alimentos, a preservação dos recursos naturais e o fomento do bem-estar social e econômico. A agricultura orgânica e a biodinâmica emergem como abordagens valiosas nesse contexto, enfatizando o cuidado com o solo e a utilização de métodos naturais como meios para alcançar tais objetivos (Halberg, 2012; Martínez-Castillo, 2016).

3.3 Cultivar Bordô

A variedade de videira "Ives" ou "Ives Seedling" (*Vitis labrusca*), originada pela seleção de Henry Ives nos Estados Unidos, foi introduzida no Brasil por Tower Fogg em 1872, inicialmente em São Paulo, posteriormente expandindo-se para o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e sul de Minas Gerais (Giovannini, 2008; Hernandes; Martins, 2010).

Conhecida como "Terci" no Paraná, "Folha de Figo" em Minas Gerais e "Bordô" no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (Badalotti, 2011), a *Bordô* é uma cultivar destacada no país, sendo cultivada em grande escala (Rizzon, Miele, Meneguzzo, 2000; Villar *et al.*, 2011).

Nos Estados Unidos, a variedade de uva 'Ives' ganhou destaque na viticultura local entre as décadas de 1950 e 1960, quando era cultivada às margens do rio Ohio e utilizada para produzir um vinho doce popular. No entanto, devido a problemas como baixa e inconsistente produção, atribuída ao alto nível de concentração de ozônio nas áreas de vinhedos americanos (pelos pesquisadores) ela não é mais cultivada em Ohio (Leão, 2010; Miotto, 2013).

No cenário brasileiro, a preferência dos viticultores pela cultivar 'Bordô' decorre de sua rusticidade e tolerância a doenças fúngicas, notadamente o míldio, sendo na maioria das vezes cultivadas em pé-franco. A aptidão desta variedade para a produção de suco e vinho a destaca como um produto de excelência para o mercado, despertando interesse em diversos segmentos da agroindústria (Giovannini, 2008; Miotto, 2013).

Os vinhedos da cultivar 'Bordô' apresentam uma produtividade relativamente baixa comparativamente a outras variedades americanas. A principal causa dessa irregularidade na produção é devido ao desavinho, um

distúrbio fisiológico que resulta em cachos dispersos e com número reduzido de bagas. Embora os estudos sejam inconclusivos sobre as causas desse problema, sugerem-se possíveis relações com condições ambientais durante a floração e desequilíbrios nutricionais ou fatores genéticos da planta (Camargo; Garcia Maia, 2008; Giovannini, 2008; Miotto, 2013).

Do ponto de vista botânico, a uva (*Vitis labrusca*) 'Bordô' apresenta cachos do tamanho pequenos a médio, cilíndricos, compostos por bagas de coloração preta, redondas (Figura 2), polpa intensamente pigmentada e de consistência mucilagínosa, sabor acentuadamente foxado e sementes de dimensões reduzidas (Camargo, 2008). Devido ao alto teor de antocianinas na película, destaca-se pela alta concentração de matéria corante e é empregada em misturas para intensificar a cor de sucos e vinhos provenientes de variedades menos pigmentadas, como 'Isabel' e 'Concord' (Rizzon; Manfroi; Meneguzzo, 1998; Rizzon; Meneguzzo, 2007; Barnabé; Venturini; Bolini, 2007; Protas *et al.*, 2014; Barros, 2020).

A bebida resultante dessa uva, além da coloração intensa, exibe aromas e sabores frutados e foxados, características distintivas das principais cultivares americanas (Barnabé, Venturini Filho, Bolini, 2007; Camargo; Garcia Maia; Ritschel, 2010; Sousa, 1996). É uma das variedades mais cultivadas no Rio Grande do Sul, e também é encontrada em outras regiões do Brasil. Valorizada pelo seu sabor característico, a uva Bordô é apreciada por sua versatilidade, sendo utilizada em diversos tipos de produtos (EMBRAPA, 2023). Em sistemas de cultivo em latada, a produção média da cultivar chega a atingir aproximadamente de 15 a 20 ton/ha (PIVA, 2011).

Embora seja conhecida por sua excelente coloração, aroma e sabor característicos, essa variedade possui baixo-médio teor de açúcar e enfrenta dificuldades de adaptação em regiões de clima quente (Camargo; Garcia Maia, 2008). Essa variedade apresenta uma faixa de produtividade média de aproximadamente 15 a 25 toneladas por hectare (PIVA, 2011), com uvas que possuem aproximadamente 13 a 15°Brix de teor de açúcar e uma acidez total de 70 a 120 meq·L⁻¹. Essa cepa é conhecida por sua resistência, sendo altamente tolerante às principais doenças que afetam as videiras, como o míldio, a antracnose e o oídio, para além de que apresenta alternâncias de produção. Mesmo assim, praticamente toda propriedade tem essa cultivar pela

sua versatilidade (Camargo; Garcia Maia, 2008). Nas últimas duas décadas, cultivares criadas pela Embrapa foram lançadas, com destaque a série BRS Violeta, Magna, Carmen, Cora e outras, todas com excelente potencial para a produção de sucos, seja na forma varietal ou blends. A cultivar Bordô continua sendo a referência (Gomez et al., 2023).

Figura 2 – Cacho de uvas (*Vitis labrusca* L.) da cultivar Bordô.



Fonte: Camargo, 2005.

3.4 Suco de Uva

Suco é a bebida obtida a partir de frutas maduras e saudáveis, que não passa por fermentação e não é diluída (BRASIL, 2009). Em alguns casos, o suco pode passar por um processo de desidratação parcial, resultando no que é conhecido como suco desidratado ou concentrado. Nesses casos, parte da água é removida, o que resulta em um aumento de pelo menos cinquenta por cento (50%) na concentração dos sólidos solúveis presentes no suco integral correspondente (BRASIL, 2018).

Quando o suco desidratado/concentrado é reconstituído, é essencial que ele mantenha as propriedades originais do suco integral. O termo "integral" é reservado para o suco que não possui adição de açúcares, corantes ou aromas, e que permanece na sua concentração natural. É proibido utilizar essa denominação para o suco que foi reconstituído (BRASIL, 2018).

O suco de uva derivada do mosto simples, uma bebida não fermentada e isenta de álcool, é notório por suas características distintas de cor, aroma e

sabor. Em conformidade com as regulamentações legais, é estabelecido que tal suco deva apresentar uma tonalidade que varie entre vinho, rosada ou translúcida. Adicionalmente, são especificados requisitos como um teor mínimo de sólidos solúveis de 14 °Brix, uma acidez total mínima de 0,41%, uma concentração máxima de açúcares naturais de 20%, um teor alcoólico máximo de 0,5% v/v e uma acidez volátil máxima de 0,5 g/L expressa como ácido acético (BRASIL, 2009; BRASIL, 2010).

No Brasil, a produção e comercialização do suco de uva estão sujeitas à regulamentação estabelecida pela Lei nº 10.970, promulgada em 2004. Esta legislação aborda temas relacionados à padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas, com foco especial no suco de uva (BRASIL, 2004; MAPA, 2014).

No Brasil, os sucos de uva costumam ser feitos principalmente com uvas americanas e híbridas. Variedades como "Isabel", "Bordô" e "Concord", todas pertencentes à espécie *Vitis labrusca*, são comumente escolhidas como base para a produção de suco no país (Marcon, 2013; Rizzon; Miele, 2002; Miotto, 2013).

3.5 Composição do suco de uva

Em relação à sua composição química, o suco de uva contém não apenas água, mas também altos níveis de açúcares e ácidos orgânicos, que conferem o sabor característico. Além desses compostos, o suco de uva também possui minerais como potássio, cálcio, ferro, cobre, entre outros (Tabela 1). Esses compostos fenólicos estão associados a efeitos benéficos para a saúde e também são responsáveis pela cor, adstringência e estrutura do suco (Natividade *et al.*, 2010; Santana *et al.*, 2008).

A legislação brasileira categoriza o suco de uva em diferentes tipos, incluindo integral, adoçado, reprocessado ou reconstituído, desidratado e concentrado. No suco de uva integral, o açúcar é exclusivamente proveniente da própria uva, sendo proibida a adição de sacarose. Já o suco de uva reprocessado ou reconstituído é obtido por meio da diluição do mosto concentrado, enquanto o suco concentrado resulta de uma desidratação

parcial, com um teor final mínimo de sólidos solúveis de 65 °Brix (BRASIL, 2004).

Os parâmetros exigidos pela legislação brasileira para o suco de uva integral são apresentados na Tabela abaixo (Tabela 1), delineando as especificações necessárias para atender aos padrões estabelecidos.

Tabela 1 - Limites analíticos estabelecidos para o suco de uva integral

Parâmetros analíticos	Limite	
	Mínimo	Máximo
Densidade relativa a 20 °C, (g•cm-3)	1,057	-
Sólidos solúveis, (°Brix a 20 °C)	14,0	20,0
Sólidos insolúveis, (% v/v)	-	5,0
Açúcares redutores (glicose, g/100 g)	-	20,0
Relação °Brix/acidez total	15,0	45,0
Acidez total, ácido tartárico (g/100 g)	0,9	-
Acidez volátil, ácido acético (g/100 g)	-	0,025
Álcool etílico, (% v/v) a 20 °C	-	0,50
Arsênio (mg/L)	-	0,20
Chumbo (mg/L)	-	0,30
Cobre (mg/L)	-	1,0
Estanho (mg/L)	-	250,0
Ferro (mg/L)	-	15,0
Zinco (mg/L)	-	5,0

Fonte: BRASIL (2004).

Para obter um suco de uva de boa qualidade é importante que o suco mantenha um equilíbrio adequado entre os sólidos solúveis e a acidez total, a proporção da frutose para glicose, bem como os teores combinados de taninos, ácidos totais, ésteres voláteis totais, antranilato de metila, potássio e cor a 520 nm como elementos de qualificação. A cultivar Bordô é frequentemente considerada uma escolha favorável à elaboração de suco devido a essas características (Morris; Stiegler, 1993; Tecchio; Miele; Rizzon, 2007).

Nas cultivares de uva de espécies *Vitis labrusca*, as características de sabor e aroma da uva são elementos essenciais que influenciam a preferência de muitos consumidores, seja para consumo *in natura*, bem como para a produção de vinhos e sucos. Essa cultivar é conhecida por sua alta produtividade e também são consideradas resistentes e adaptadas a diferentes condições de cultivo, o que as torna cultivares rústicas (Silva, 2017).

3.5.1 Sólidos solúveis totais

Na busca por sucos de alta qualidade, é essencial levar em consideração determinadas características das uvas durante a colheita. O momento apropriado de colheita pode ser estabelecido por meio de avaliações físicas, testes sensoriais e análises químicas das bagas. Um dos principais parâmetros a ser considerados é o teor de Sólidos Solúveis Totais (SST), frequentemente avaliado no campo por meio do uso de refratômetros portátil (Giovannini, 1999).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) desempenha um papel crucial não apenas na identificação do estágio de maturação das uvas, mas também na qualidade resultante do suco. Portanto, é imperativo monitorar e controlar o teor de SST para assegurar a qualidade e o perfil de sabor desejados do suco de uva (Blouin; Guimberteau, 2004).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) permite fazer uma avaliação da concentração de açúcares presentes no mosto de uvas. Os principais açúcares encontrados nas uvas são a D-glicose e a D-frutose, enquanto os principais ácidos são o tartárico e o málico. Esses componentes da fração de sólidos solúveis desempenham um papel crucial na determinação do sabor da fruta (Jackson, 2008, Kunter *et al*, 2024; Shiraishi; Fujishima; Chijiwa, 2010).

Embora haja a possibilidade de ocorrerem outros tipos de açúcares em uvas, sua presença é geralmente em quantidades significativamente menores. Em uvas muito maduras, é possível observar um aumento na quantidade de frutose. Enquanto a sacarose é raramente encontrada em variedades da espécie *Vitis vinifera*, ela pode estar presente em até 10% dos frutos de outras espécies, como *Vitis labrusca* e *Vitis bourquina* (Jackson, 2008).

3.5.2 Acidez total

A acidez das frutas é resultado atribuído principalmente aos ácidos orgânicos encontrados dissolvidos nos vacúolos das células combinados a sais, ésteres e glicosídeos, influenciando a acidez e o aroma. Os ácidos alifáticos predominantes, como cítrico e málico, e os aromáticos em baixas concentrações, afetam a distribuição não uniforme nos frutos. Essa relação

açúcar/acidez, essencial para o sabor, é influenciada pelos ácidos orgânicos (Chitarra; Chitarra, 2005; Vicente *et al.*, 2014).

Estes ácidos são transportados das raízes ou das folhas para as frutas, e, durante o processo de amadurecimento sua quantidade diminui à medida que são utilizados como substrato no processo de respiração celular ou convertidos em açúcares (Chitarra; Chitarra, 2005).

3.5.3 Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos predominantes nos sucos de uvas são principalmente o ácido tartárico, ácido málico que compõem cerca de 90% e o ácido cítrico (Figura 3) (Cosme *et al.*, 2016, Muñoz-Robredo, 2011). Esses ácidos desempenham um papel essencial na preservação, acidez e sabor agradável do suco de uva, contribuindo para a estabilidade e qualidade da bebida. Sua presença é também fundamental para inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, agindo como conservantes (Cosme *et al.*, 2016) e conferindo-lhes estabilidade, aparência, acidez e sabor (Coelho *et al.*, 2018; Robles *et al.*, 2019; Dantas, 2023)..

O ácido tartárico, isômero L(+), é encontrado em poucas espécies vegetais e influencia diretamente no pH do suco e vinhos, sendo considerado um ácido forte. Em contraste, o ácido málico natural da uva, isômero L(-), é um ácido mais fraco, sintetizado na videira como resultado de reações secundárias da fotossíntese. A concentração mais alta de ácido málico nas uvas ocorre no início da maturação. Os principais contribuintes para a acidez do mosto são os ácidos tartárico e málico, com suas concentrações relacionadas a fatores fisiológicos da maturação, condições naturais e práticas agronômicas. A evolução desses ácidos é um indicador valioso do processo de maturação das uvas (Rizzon; Sganzerla, 2007).

Os ácidos orgânicos constituem um grupo vital de compostos que desempenham um papel fundamental nos sucos de uva e vinhos. Além de conferir características organolépticas distintas, como sabor, odor e aroma, eles desempenham um papel crucial na estabilidade e no controle microbiológico dessas bebidas (Peynaud, 1999, Fraige, 2012).

Figura 3 - Estrutura dos principais ácidos orgânicos encontrados nas uvas



Fonte: Adaptado pelo autor

Os ácidos tartárico e málico são os principais componentes responsáveis pela acidez do mosto da uva. Suas concentrações no mosto são intrinsecamente ligadas a diversos aspectos fisiológicos da maturação da uva, bem como a fatores naturais relacionados ao clima e ao solo, juntamente com práticas agrônômicas adotadas na produção. A evolução desses ácidos ao longo do processo de maturação da uva é de particular importância, pois serve como um indicador valioso para avaliar o estágio de maturação das uvas (Rizzon; Sganzerla, 2007; Fraige, 2012).

No início do desenvolvimento das bagas o teor de ácidos é elevado, pois são sintetizados pelas folhas e acumulados nas bagas ainda verdes (Blouin; Guimberteau, 2004).

O aumento progressivo dos ácidos tartárico e málico nas bagas em desenvolvimento é esperado até o veraison, após o qual suas concentrações diminuem com o amadurecimento. Essa diminuição ocorre devido ao aumento da respiração, transformação dos ácidos em outros compostos, diluição pelo aumento de volume do fruto e reduzida habilidade do fruto de sintetizar ácidos à medida que amadurece (Baillod; Baggiolini, 1993; Fraige, 2012; Winkler *et al.*, 1974).

3.5.4 Cor

A coloração, um atributo de qualidade crucial para os consumidores, é um dos principais critérios para avaliar o amadurecimento e é empregada na

seleção de produtos em diversas categorias comerciais. A variação na coloração das frutas resulta de processos tanto de degradação quanto de síntese. A discrepância na coloração entre as cultivares é atribuída às diferenças nas concentrações e proporções dos pigmentos, ressaltando a importância desse aspecto na diferenciação e seleção de produtos (Diplock *et al.*, 1999; Rizzo *et al.*, 2023).

Essa característica está intrinsecamente ligada à composição fenólica do suco e à presença de antocianinas na pele da uva (Burin *et al.*, 2010; Cosme; Pinto; Vilela, 2018). As antocianinas desempenham papéis fundamentais em numerosas reações que facilitam alterações na coloração dos derivados de uva, principalmente por meio de mecanismos de copigmentação e criação de pigmentos poliméricos (Burin *et al.*, 2010; Wrolstad; Durst; Lee, 2005).

O suco obtido a partir de uvas tintas deve exibir uma tonalidade avermelhada característica da variedade específica pelo qual foi elaborado (Rizzon; Manfroi; Meneguzo, 1998). Além da influência da cultivar até as práticas de cultivo (Miele; Rizzon, 2019), diversos fatores impactam a coloração do suco, incluindo o tipo de porta-enxerto, que pode afetar a absorção de nutrientes e a capacidade da planta de sintetizar pigmentos, o grau de maturação das uvas, práticas de cultivo (como tratamentos culturais e podas), o impacto do excesso de chuvas (Madri *et al.*, 1995), à origem e região das uvas, à tecnologia de processamento (Downey; Dokoozlian; Krstic, 2006) e às propriedades dos pigmentos (antocianinas) no suco (Bautista-Ortín *et al.*, 2007). O tom e a intensidade da cor fornecem informações relevantes acerca de eventuais imperfeições ou da qualidade da matéria-prima (Gurak *et al.*, 2010).

3.5.5 Antioxidantes

Os antioxidantes são compostos que, mesmo em concentrações baixas, possuem a capacidade de reagir com os radicais livres. Essa interação retarda ou previne a oxidação dos radicais livres, evitando danos ao organismo. Além disso, os antioxidantes podem quelar os íons metálicos e prevenir a oxidação de lipídios, proporcionando uma proteção adicional contra os efeitos maléficos

da oxidação ao organismo (Bianchi; Antunes, 1999; Lobo *et al.*, 2010; Torres, 2009; Zimmermann *et al.*, 2013).

No metabolismo humano, a ação de enzimas desempenha um papel significativo nos processos antioxidantes que visam prevenir o estresse oxidativo. Essas enzimas, como a superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx), glutathione reductase (GR) e glutathione S-transferase (GST), desempenham um papel muito crucial no controle dos radicais livres no organismo. É fundamental compreender as particularidades e os mecanismos de ação dessas enzimas para entender como elas contribuem para a proteção das células contra o estresse oxidativo e a manutenção do equilíbrio metabólico (Barbosa *et al.*, 2001; Castillo-Castañeda *et al.*, 2016).

No decorrer do metabolismo celular normal, uma variedade de espécies reativas é gerada, porém o organismo dispõe de sistemas de defesa antioxidante para controlar e remover essas espécies, a fim de manter um equilíbrio adequado. Os mecanismos de defesa são compostos por enzimas e moléculas antioxidantes (Torres, 2009; Melo, 2010).

Os radicais livres reagem com antioxidantes, removendo um átomo de hidrogênio ativo e formando espécies inativas. Isso resulta na estabilização do radical livre, que perde sua capacidade de iniciar ou propagar reações de oxidação. Como resultado, os antioxidantes neutralizam ou retardam as alterações fisiológicas causadas pelos agentes oxidantes no organismo. Portanto, uma dieta que inclua alimentos ricos em antioxidantes, como a uva, desempenha um papel essencial na promoção de uma vida mais saudável dos indivíduos que os consomem (Fries; Frasson, 2013).

A busca por compostos bioativos com potencial antioxidante está cada vez mais crescente, devido aos seus benefícios na manutenção da saúde humana (Abrahams *et al.*, 2019; Raudone *et al.*, 2017). As frutas têm despertado atenção de numerosos pesquisadores devido a presença desses compostos em suas composições, que possuem propriedades antioxidantes (Bramorski *et al.*, 2011; Gordon, 2012; Gordon *et al.*, 2012).

A uva, pertencente é a fruta mais amplamente colhida do mundo, não sendo popular somente pelo nível de produção, mas, também por possuir efeitos fitoquímicos e farmacológicos resultantes de sua composição rica em flavonoides, como catequinas, epicatequinas, procianidinas e antocianinas.

Além disso, a uva contém ácidos fenólicos e resveratrol na sua pele, semente, bagaço e caule. Essa fruta é conhecida por apresentar a concentração de polifenóis em sua composição, o que a torna um poderoso agente antioxidante (Nassiri-Asl; Hosseinzadeh, 2016).

3.5.6 Composição mineral

Os elementos minerais presentes nas uvas e nos vinhos são adquiridos do solo pela videira através do sistema radicular. Esses elementos são predominantemente localizados nas cascas, sementes e parede celular da polpa da uva (Marcon Filho, 2012; Warmling, 2017). A concentração desses minerais está sujeita a variações em diferentes regiões de cultivo, sendo fortemente influenciados por uma série de fatores, incluindo as características do solo, o clima, a variedade da videira, o tipo de porta-enxerto utilizado, as práticas de adubação empregadas e os tratamentos fitossanitários aplicados (Rizzon; Miele, 2002).

Os principais macronutrientes presentes nas folhas das videiras e nas bagas são potássio, cálcio e magnésio, sendo o potássio considerado o elemento mais importante e representando cerca de 50% do total de minerais presentes na uva e encontrados majoritariamente nas cascas (Brunetto *et al*, 2015). Os micronutrientes, tais como sódio, manganês, ferro, cobre, zinco, lítio e rubídio, são identificados em concentrações reduzidas. Sua presença está associada a diversas fontes, incluindo contaminações edáficas, aplicação de fungicidas e interação com materiais de cultivo (Rizzon; Miele, 2002).

As uvas também contêm compostos nitrogenados que contribuem para o sabor umami e o gosto residual umami, incluindo cátions de amônio, aminoácidos, peptídeos e proteínas. A concentração total de nitrogênio no fruto aumenta durante o processo de maturação (Toaldo *et al.*, 2015).

3.5.7 Substâncias aromáticas

No Brasil, o suco de uva é conhecido pelo seu aroma pronunciado de *Vitis labrusca*, como as variedades Isabel, Concord e Bordô, frequentemente chamado de "foxado". Essa característica é apreciada por consumidores no

Brasil, Estados Unidos e Japão, mas não tem sido tão bem recebida no mercado europeu (Rizzon; Manfroï; Meneguzo, 1998).

Varias substâncias químicas desempenham um papel crucial na complexidade aromática das uvas, destacando-se os monoterpenos, C13-norisoprenóides, ésteres, acetatos, álcoois, ácidos orgânicos, fenóis e tióis. Os monoterpenos e C13-norisoprenóides são características intrínsecas das uvas, com suas concentrações sendo influenciadas pelo tipo de uva, condições climáticas e práticas agrícolas (Bureau; Razungles; Baumes, 2000, Noguero-Pato *et al.*, 2012).

Os terpenos podem existir na forma livre ou glicosilada, sendo a última mais prevalente. Na forma livre, esses compostos voláteis estão diretamente associados ao aroma, enquanto na forma glicosilada, não são voláteis e podem ser convertidos em voláteis por meio da hidrólise, ampliando as características aromáticas das uvas (Fenoll *et al.*, 2009, Mele *et al.*, 2021). Essas substâncias estão predominantemente presentes nas cascas, e em variedades com perfis aromáticos mais intensos, também são detectadas na polpa. Essa complexa interação de compostos contribui para a riqueza sensorial e a individualidade aromática dos sucos (Selli *et al.*, 2003).

O estágio de maturação da uva desempenha papel crucial no desenvolvimento do aroma distintivo de uma variedade, pois tanto os terpenos livres quanto glicosilados se acumulam durante esse processo, contribuindo para a complexidade sensorial e características aromáticas únicas (Noguero-Pato *et al.*, 2012).

3.6 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são produzidos durante o metabolismo secundário das plantas e desempenham um papel fundamental no crescimento e reprodução vegetal. Eles são sintetizados em resposta a condições adversas, tais como infecções, ferimentos, exposição a radiações UV e outros tipos de estresse (Angelo; Jorge, 2007; Melo *et al.*, 2008; Melo, 2010; Naczki; Shahidi, 2004).

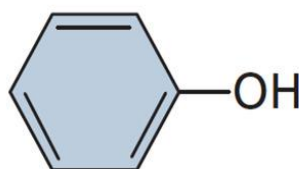
Eles desempenham um papel importante na proteção celular, uma vez que possuem a capacidade de neutralizar ou inibir várias espécies de oxigênio.

Além disso, esses compostos são capazes de transferir elétrons para radicais livres, ativando enzimas antioxidantes e inibindo enzimas oxidases (Dumitriu *et al.*, 2015). Essenciais na composição alimentar, esses elementos influenciam na cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (Angelo; Jorge, 2007; Porto, 2002).

Sob uma perspectiva medicinal, múltiplos estudos evidenciam que esses compostos exibem efeitos anticarcinogênicos, anti-inflamatórios, anti-hepatotóxicos, antivirais, antialérgicos, antitrombóticos e antioxidantes (Dias, 2009; Pimentel; Francki; Gollücke, 2005; Porto, 2002).

Os compostos fenólicos são uma classe de compostos químicos que englobam uma vasta gama de substâncias, as quais possuem na sua estrutura pelo menos uma unidade de fenol {um grupo hidroxila ligado a um anel aromático – um anel de seis átomos de carbono, contendo três duplas ligações, podendo haver mais de uma hidroxila (-OH) por anel} (Figura 4), sendo encontrados em uma ampla variedade de alimentos de origem vegetal. (Angelo; Jorge, 2007; Pimentel; Francki; Gollücke, 2005; Silva *et al.*, 2010; Torras-Claveria *et al.*, 2012).

Figura 4 - Fórmula estrutural básica dos compostos fenólicos



Fonte: Taiz; Zeiger, 2013.

A formação desses compostos ocorre por meio de duas rotas metabólicas distintas: uma via utiliza o ácido chiquímico a partir de carboidratos, com a participação da enzima fenilalanina amônia liase (PAL); a segunda segue a rota do acetato-polimalato, tendo início com acetil-coenzima A e malonil-coenzima A (Oliveira *et al.*, 2009; Tiecher, 2010).

A atividade da enzima fenilalanina amônia liase (PAL) é amplificada em plantas expostas a condições estressantes, como escassez de água (estresse hídrico), exposição solar intensa e presença de fungos como o *Botrytis*

Cinérea, afetando variadamente as diferentes classes e concentrações (Rocha; Guerra, 2008).

A maioria dos compostos fenólicos é solúvel em água e é encontrada na forma de glicosídeos e ácidos carboxílicos (Delphine *et al.*, 2019).

Os compostos fenólicos presentes em uvas e vinhos se dividem em dois grupos com base na semelhança em suas cadeias de carbono: não flavonoides (ácidos fenólicos e estilbenos) e flavonoides (flavonóis, flavanóis e antocianinas) (Granato, 2011, Leitão, 2012). No entanto, a composição e quantidade desses compostos na uva variam de acordo com fatores como variedade, espécie, clima e safra (Dias, 2009; Liu, 2009; Silva, 2018).

Para estudos dos compostos fenólicos na uva são mais frequentes os flavonóis e as antocianinas pelo seu destaque na alta atividade antioxidante (Salgado Chávez; Palácio Valencia; Valero Valero, 2020), e pelas propriedades anti-inflamatórias e anticancerígenas (Amico *et al.*, 2004; Gris *et al.*, 2011), bem como o resveratrol (Carpes *et al.*, 2020).

Para além dos efeitos benéficos associados com a saúde humana através do consumo moderado do suco ou vinho, os compostos fenólicos também são responsáveis pelas importantes características como a cor, adstringência, sabor e corpo (López-Miranda *et al.*, 2016).

3.6.1 Ácidos fenólicos

Os ácidos fenólicos, presentes em alimentos e organismos, são caracterizados por um anel benzênico, grupamento carboxílico, e hidroxila e/ou metoxila na molécula, conferindo propriedades antioxidantes. Essa estrutura, evidenciada em pesquisas (Angelo; Jorge, 2007; Bichara, 2007; Peres-Junior, 2009; Santos *et al.*, 2002), desempenha papel crucial na proteção contra o estresse oxidativo, beneficiando a qualidade dos alimentos e a saúde dos consumidores. Esses compostos destacam-se por sua contribuição significativa para a estabilidade e bem-estar em produtos alimentícios.

A atividade antioxidante desses compostos está associada à disposição dos grupos hidroxilas, bem como à proximidade do grupo $-\text{CO}_2\text{H}$ em relação ao grupo fenil. Quanto mais próximo o grupo $-\text{CO}_2\text{H}$ estiver do grupo fenil, maior será a capacidade antioxidante do grupo hidroxila na posição meta

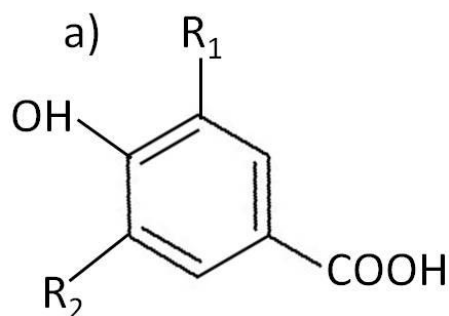
(Jacques; Zambiasi, 2011; Silva; Roza, 2010). Essa correlação estrutural destaca a influência da configuração molecular na eficácia antioxidante, proporcionando dados valiosos para compreender o papel desses compostos na proteção contra o estresse oxidativo.

Os derivados dos ácidos hidrocínâmicos geralmente apresentam maior atividade antioxidante do que os ácidos hidrobenzóicos. Isso se deve à presença do grupo $-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ na estrutura do ácido cinâmico, que aumenta sua capacidade de estabilizar os radicais livres. Destaca-se ainda que o ácido gálico demonstra uma atividade antioxidante ainda maior do que a catequina, um flavonoide com cinco grupos hidroxila em sua estrutura (Jacques; Zambiasi, 2011).

Esses compostos estão presentes na casca e polpa da uva, com teores que diminuem durante o amadurecimento, oferecendo a possibilidade de serem empregados na diferenciação de variedades (Dias, 2009). Em solução hidroalcoólica, são incolores, mas podem adquirir tonalidade amarela após a oxidação. Essa variação na coloração destaca a influência do processo oxidativo na aparência desses compostos, revelando informações valiosas sobre seu estado e composição ao longo do tempo (Peres-Junior, 2009).

Os ácidos fenólicos podem ser classificados em duas categorias distintas: os derivados do ácido hidroxibenzóico, que possuem uma estrutura básica comum (C6-C1), e os ácidos hidroxicinâmicos, compostos por anéis aromáticos com uma cadeia lateral de três carbonos (C6-C3) (Figura 5) (Angelo; Jorge, 2007; Azevedo, 2011). Observações feitas por Granato (2011), nas uvas, os principais ácidos fenólicos são os hidroxicinâmicos, os quais são encontrados nos vacúolos das células da película e da polpa, geralmente na forma de ésteres tartáricos. Essa classificação estrutural ressalta a diversidade desses compostos presentes nas uvas e sua distribuição em diferentes compartimentos celulares.

Figura 5 - Estrutura química dos ácidos Hidrobenzoicos (a) e hidroxicinâmicos (b).

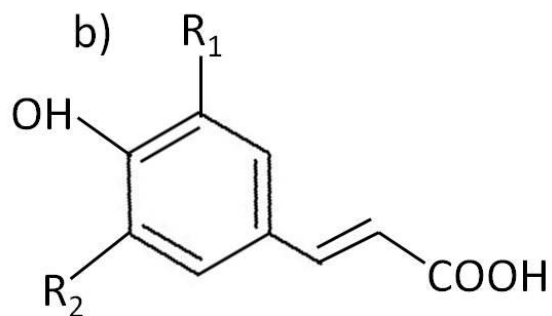


Ácido p-hidroxibenzóico: $R_1=R_2=H$

Ácido protocatéico: $R_1=OH$, $R_2=H$

Ácido vanílico: $R_1=OCH_3$, $R_2=H$

Ácido Sirínico: $R_1=R_2=OCH_3$



Ácido p-cumárico: $R_1=R_2=H$

Ácido caféico: $R_1=OH$, $R_2=H$

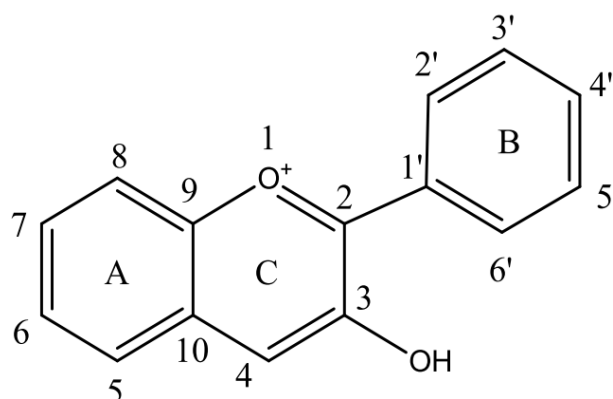
Ácido ferúlico: $R_1=OCH_3$, $R_2=H$

Fonte: Angelo e Jorge, 2007

3.6.2 Flavonóides

Os flavonoides derivam tanto da rota metabólica via ácido chiquímico quanto da via do ácido malônico. A biossíntese dos flavonoides requer a atuação da chalcona sintase (CHS), que forma as chalconas. A partir dessa estrutura básica, ocorre a formação do anel flavonoide fundamental (C6-C3-C6), dando origem a flavonoides essenciais. A estrutura básica dos flavonoides é composta por dois anéis aromáticos, anel A e B, conectados por três carbonos formando um anel heterocíclico, anel C, com distribuição de hidroxilas e glicosídeos (Figura 6) (Angelo; Jorge, 2007; Pimentel; Francki; Gollücke, 2005; Tiecher, 2010).

Figura 6: Estrutura química geral de um flavonoide



Fonte: Queiroz, 2015

Os flavonoides, uma classe de compostos fenólicos, dividem-se em grupos conforme o grau de oxidação do anel central, incluindo flavonas, flavonóis, flavanóis, antocianinas, proantocianidinas, flavononas e isoflavonas (Angelo; Jorge, 2007). Essa classificação destaca a diversidade estrutural e funcional dentro dessa importante classe de compostos bioativos.

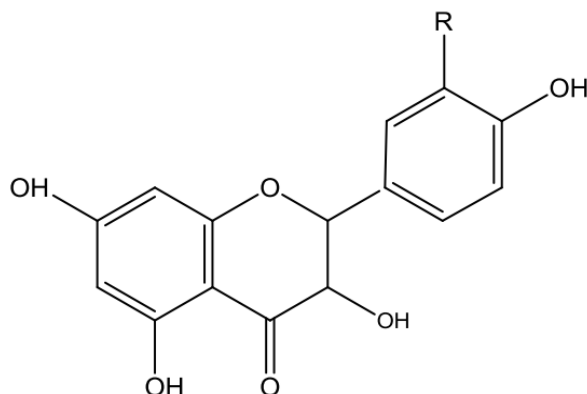
Conforme indicado por Dias (2009), nas uvas, são identificados flavonóis (quercitina, caempferol e miricetina), flavanóis (catequina, epicatequina, procianidinas e polímeros de taninos) e antocianinas (cianidina, peonidina, delphinidina, malvidina e petunidina). A variação nos grupos hidroxilas, alquilações, glicosilações (principalmente nas posições 3 e 7) resulta em diferenças individuais dentro de cada grupo (Gonçalves, 2008).

3.6.2.1 Flavonóis

Os flavonóis são compostos flavonoides que se distinguem pela presença de uma insaturação no anel heterocíclico e um grupo hidroxila na posição 3 (Figura 7) (Cabrita; Ricardo-Da-Silva; Laureano, 2003). Nas uvas podemos encontrar as seguintes formas químicas: 3-O-glucósido de quercetina, miricetina, caempferol e isoharmetina (Tabela 2). Encontramos também as formas monoglicosiladas dos anteriores: quercetina-3-O-glucurósido, kaempferol-3-O-glucurósido e kaempferol-3-O-galactosídeo, além da miricetina-3-O-glucurósido. Além dessas formas, também encontramos as formas diglicosiladas: quercetina-3-O-glucoarabinoide e kaempferol-3-O-

glucoarabinoide, e a forma quercetina-3-O-glucosilxilosoide (Ignat; Volf; Popa, 2011; Março; Poppi; Scarminio, 2008; Queiroz, 2015).

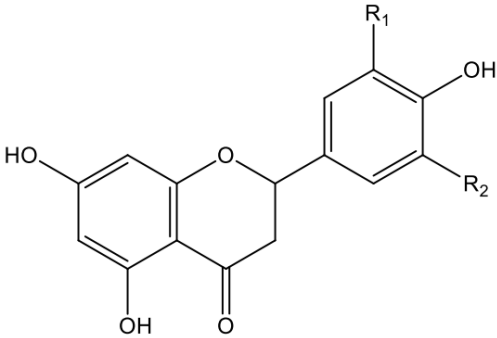
Figura 7 - Estrutura geral dos flavonóis



Fonte: Queiroz, 2015

Nas uvas, os compostos são encontrados somente na casca, na forma de glicosídeos ou glucuronídeos na posição 3, sendo facilmente hidrolisáveis. (Cabrita; Ricardo-Da-Silva; Laureano, 2003).

Tabela 2 - Estrutura molecular dos flavonóis encontrados no suco de uva.

	Flavonóis	R1	R2
	Kaempferol	H	H
	Quercitina	OH	H
	Miricetina	OH	OH

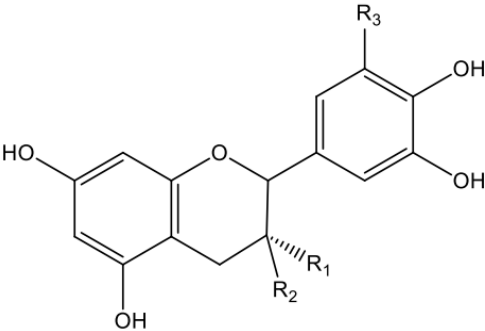
Fonte: Dantas, 2023

3.6.2.2 Flavanóis

Dentre os flavanois, destacam-se os 3-flavanóis e as proantocianidinas. Os flavano-3-óis possuem um anel heterocíclico saturado, com os carbonos 2 e

3 como centros assimétricos. Nas uvas e vinhos, os principais flavan-3-óis são a (+)-catequina e a (-)-epicatequina, epímeros no carbono 3 (Tabela 3). Ao contrário de outros flavonoides, encontram-se livres nas uvas, com pequenas quantidades de galato de epicatequina. Nas películas uvas, a (+)-catequina é o principal flavan-3-ol, enquanto a (-)-epicatequina aparece em menor quantidade (Dantas, 2023; Guerra, 2012; Ma *et al.*, 2016).

Tabela 3 - Principais flavanóis encontrados nas uvas

	Flavanóis	R1	R2	R3
	Catequina	OH	H	H
	Epicatequina	H	OH	H

Fonte: Dantas, 2023

As procianidinas primárias consistem em polímeros de catequina e epicatequina, enquanto as prodelphinidinas são compostas por galocatequinas e epigallocatequinas. Portanto, as unidades básicas das procianidinas são as moléculas de 3-flavanóis, e dependendo do número de vezes que essa unidade se repete, as procianidinas podem ocorrer como dímeros, trímeros, oligômeros ou polímeros (Cabrita; Ricardo-Da-Silva; Laureano, 2003; Guerra, 2012).

As proantocianidinas presentes nas uvas e nos vinhos, principalmente as procianidinas, são formadas por oligômeros e polímeros de (+) catequina e (-) epicatequina unidos por ligações C4-C8, com menor presença de ligações C4-C6. As procianidinas estão principalmente nas partes sólidas das uvas, com variações de casta para casta, mas mantendo um perfil relativamente homogêneo. A procianidina B1 é mais abundante nas películas, enquanto a B2 é mais comum nas sementes (Cabrita; Ricardo-Da-Silva; Couto *et al.*, 2021; Guerra, 2012; Laureano, 2003).

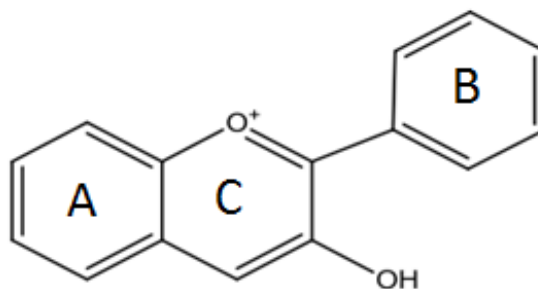
3.6.2.3 Antocianinas

Antocianinas, derivadas das palavras gregas "anthos" e "kianos", compõem uma classe de moléculas fenólicas notáveis, sendo os principais pigmentos solúveis em água na natureza. Essas substâncias desempenham um papel fundamental na criação das cores roxa, azul, vermelha e laranja. Com mais de quinhentas variedades identificadas, as antocianinas estão amplamente distribuídas em flores, frutas, vegetais e cereais (Alizadeh-Sani *et al.*, 2022; Castañeda-Ovando *et al.*, 2009; Cheng *et al.*, 2022; Yong; Liu, 2020).

A estrutura molecular básica das antocianinas é a antocianidina, uma forma glicosilada derivada do cátion flavílio, também conhecido como 2-fenilbenzopirílio (Kechinski, 2011; Leitão, 2012; Vaccari, Soccol; Ide, 2009). Essa estrutura é composta por dois anéis aromáticos (identificados como "A" e "B") separados por um anel heterocíclico contendo cinco átomos de carbono e um átomo de oxigênio como heteroátomo (representado como "C") (Figura 8) (Tarone; Cazarin; Marostica Junior, 2020; Yong; Liu, 2020; Zheng *et al.*, 2022).

A forma livre das antocianinas, chamada aglicona, é rara nas plantas. As antocianidinas glicosiladas são mais estáveis devido à glicosilação, que promove ligações intramoleculares de hidrogênio. Elas variam no número de grupos hidroxila e/ou metoxila, além do número de glicosídeos ligados a elas. Nas uvas, as antocianinas podem ter um ou dois grupos de açúcar ligados nas posições 3 e 5. O número de grupos hidroxila (-OH) e grupos metoxi (-OCH₃) no anel B também são característicos das antocianinas (Castañeda-Ovando *et al.*, 2009; Flamini *et al.*, 2013; Mazza, 2017).

Figura 8 - Estrutura química geral das antocianinas.



Fonte: Queiroz, 2015

O surgimento das antocianinas nas uvas ocorre durante o período de transição de cor conhecido como *veraison*, acumulando-se ao longo do processo de maturação. A concentração atinge seu ponto máximo quando a relação entre açúcares e acidez no mosto também é maximizada (Maciel *et al.*, 2023; Togores, 2003). Elas são encontradas mais concentradas na casca da uva e, ocasionalmente, na polpa (Clifford, 2000).

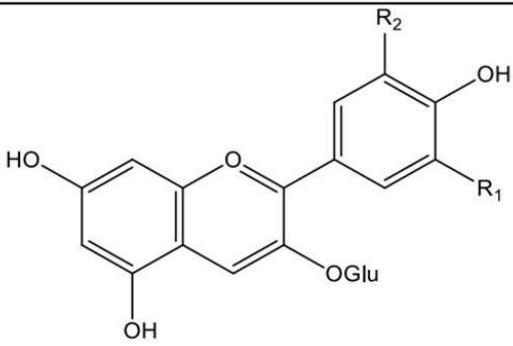
O *véraison* é o período em que as bagas vermelhas começam a ficar rosadas e, em seguida, vermelhas, devido à biossíntese de antocianinas na casca. Fatores ambientais como exposição ao sol, temperatura, estágio de maturação, safra e variedade da uva impactam a quantidade e composição das antocianinas (Burtch; Mansfield, 2016; Scharfetter *et al.*, 2019).

Algumas antocianinas exibem cores distintas dependendo do pH da solução: vermelho em soluções ácidas, violeta ou púrpura em soluções neutras e azul em soluções alcalinas (Leitão, 2012). Diferentes combinações dessas antocianidinas com pelo menos uma molécula de açúcar resultam em uma diversidade de compostos antociânicos. As antocianinas são classificadas de acordo com o número e diversidade dos açúcares presentes (Delgado-Vargas; Jiménez; Paredes-López, 2000; Santos, 2018).

Em uvas tintas, as antocianinas representam o grupo mais significativo de compostos fenólicos, variando de 30 a 750 mg por 100 g na fruta madura (Muñoz-Espada, 2004).

As antocianinas de ocorrência naturais mais comuns são as moléculas de 3-O-glicosídeos (Tabela 4) e os 3,5-O-diglicosídeos de malvidina, cianidina, pelargonidina, delphinidina, petunidina e peonidina, com a glicose sendo o monossacarídeo predominante como grupo substituinte. Além da glicose, outras moléculas de açúcar, como galactose, ramnose, arabinose, xilose e rutinose, bem como di e tri-glicosídeos, podem ligar-se à molécula base (Alvarez-Suarez *et al.*, 2021; Becerril; Nerín; Silva, 2021; Yong; Liu, 2020).

Tabela 4 - Estrutura molecular das principais antocianinas encontradas nas uvas.

	Antocianina	R1	R2
	Pelargonina-3-O-glicosídeo	H	H
	Cianidina-3-O-glicosídeo	OH	H
	Delfinidina-3-O-glicosídeo	OH	OH
	Malvidina-3-O-glicosídeo	OCH ₃	OCH ₃
	Petunidina-3-O-glicosídeo	OCH ₃	OH
	Peonidina-3-O-glicosídeo	OCH ₃	H

Fonte: Dantas, 2023.

As antocianinas são fundamentais na composição do suco de uva pois, são elas que lhes confere a sua cor característica. Durante o processamento e o armazenamento do produto, as antocianinas podem sofrer degradação e transformação, o que afeta diretamente a qualidade e as propriedades do suco. (Gurak *et al.*, 2008).

As antocianinas possuem diversas funções biológicas, incluindo atividades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, antiproliferativas, anticancerígenas e antidiabéticas (Vinson; Teufel; Wu, 2001). Além disso, elas são sensíveis às variações de pH ambiental, o que resulta em uma variedade de colorações e picos de absorção máxima no espectro UV-visível (Alizadeh-Sani *et al.*, 2020; Becerril; Nerín; Silva, 2021; Jansen, 2022; Tarone; Cazarin; Marostica Junior, 2020; Yong; Liu, 2020).

A intensidade e estabilidade da cor das antocianinas em resposta às mudanças de pH são influenciadas pelo tipo de planta, condições de cultivo, composição das antocianinas, métodos de extração, solventes, duração e temperatura da extração, entre outras variáveis. Essas influências decorrem das variações nas estruturas químicas das antocianinas e suas interações com o ambiente circundante (Alizadeh-Sani *et al.*, 2020; Alvarez-Suarez *et al.*, 2021; Becerril; Nerín; Silva, 2021; Jansen, 2022; Prietto *et al.*, 2017).

O cultivo de uvas em altitudes mais baixas tende a resultar em menor biossíntese de antocianinas monoglicosiladas nas cascas em comparação com

uvas cultivadas em altitudes mais altas. Temperaturas acima de 35 °C podem diminuir a acumulação de antocianinas, e a falta ou excesso de umidade também pode reduzir seu conteúdo (Dell'agli; Busciala; Bosisio, 2004; Mateus *et al.*, 2001).

3.7 Agrotóxicos

A videira é vulnerável a diversos patógenos, principalmente fungos, que podem afetar sua saúde e produção. Os tratamentos fitossanitários para controlar doenças fúngicas podem representar até 30% do custo de produção da uva. Algumas das principais doenças fúngicas incluem míldio (*Plasmopara viticola*), antracnose (*Elsinoe cinerea*), podridões (*Botrytis cinerea* e *Glomerella cingulata*), oídio (*Erysiphe necator*), entre outras (Pedro Júnior; Hernandez, 2020).

Além das doenças fúngicas, pragas também representam uma ameaça significativa para a videira. Existem aproximadamente 160 espécies de insetos que podem se alimentar da planta, mas poucas se tornam pragas que demandam medidas de controle. Algumas das pragas mais comuns na cultura da videira incluem a pérola-da-terra (*Eurhizococcus brasiliensis*), filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), traça-dos-cachos (*Cryptoblabes gnidiella*), lagarta-das-fruteiras (*Argyrotaenia sphaleropa*) entre outras. O controle eficiente dessas doenças e pragas é essencial para garantir a saúde, qualidade e produtividade das uvas (Garrido; Gava, 2014; Zaffari; Borba, 2016). No entanto, a proibição de certos inseticidas e o uso excessivo de produtos químicos têm sido desafios. A falta de orientação técnica e o uso inadequado dos produtos podem levar a prejuízos econômicos e à resistência das pragas aos agrotóxicos (SAF/MAPA, 2012).

Apesar das preocupações crescentes com a sanidade das uvas, especialmente na Região Sul do Brasil, os métodos de controle químico ainda predominam, muitas vezes sem base no monitoramento das pragas, destacando a necessidade de abordagens mais sustentáveis e orientadas para o monitoramento eficaz das pragas e doenças na viticultura (Tarsitano *et al.*, 2013; Zaffari; Borba, 2016).

Sendo as doenças fúngicas um dos principais entraves para a produção qualitativa e quantitativa de uva, devem-se priorizar os cuidados com os fungos patogênicos, fazendo assim o controle necessário (Garrido; Gava, 2014; Zaffari; Borba, 2016). Os fungicidas como Clorotalonil, Cimoxanil, Mancozebe, Azoxistrobina, Difenconazol, Tebuconazol, Dimetomorfe, Clorotalonil, Tiofanato Metílico, Oxicloreto de Cobre, ozebe, Enxofre, Oxicloreto de Cobre, Folpet, Iprodiona, Hidróxido de Cobre, Captan e outros, são os frequentemente mais usados e cruciais para o manejo fitossanitário, garantindo a saúde das plantas e a qualidade da produção de uvas enquanto que os insectidas como Ciproconazol, Dimetomorfe, Fenamidona, Cimoxanil, Clorotalonil, Zoxamida, Isofetamida, Trifloxistrobina são os mais usados na viticultura (Garrido; Botton, 2021).

3.8 Perfil sensorial de sucos de uva

A análise sensorial é uma metodologia empregada para medir, analisar e interpretar as reações sensoriais provocadas pelas características dos alimentos. Essas técnicas são amplamente utilizadas para avaliar a qualidade dos alimentos, permitindo identificar e descrever as peculiaridades de cada produto avaliado (Natividade, 2014; Oliveira; Benassi, 2003).

A qualidade sensorial dos sucos de uva está intimamente ligada à presença de nutrientes e compostos bioativos. A combinação harmoniosa de açúcares, principalmente glicose e frutose, com ácidos orgânicos é fundamental para determinar o sabor e aroma dos sucos, para além de que os compostos fenólicos serem os principais determinantes da adstringência e estrutura dos sucos, contribuindo na cor, a qual está diretamente relacionada aos teores de antocianinas (Venturini Filho, 2010).

Um estudo conduzido por Pontes *et al.* (2010), para avaliar os atributos sensoriais e a aceitação de sucos de uva constataram que o equilíbrio entre os atributos sensoriais, como gosto doce, amargo, acidez, sabor característico, cor e adstringência, foi crucial para a aceitação dos consumidores. Essas avaliações sensoriais são essenciais para orientar o processo produtivo, identificando as qualidades e deficiências de cada bebida e auxiliando na seleção das variedades de uvas mais adequadas para o processamento, além

da compreensão das expectativas dos consumidores em relação ao produto final (Natividade, 2014).

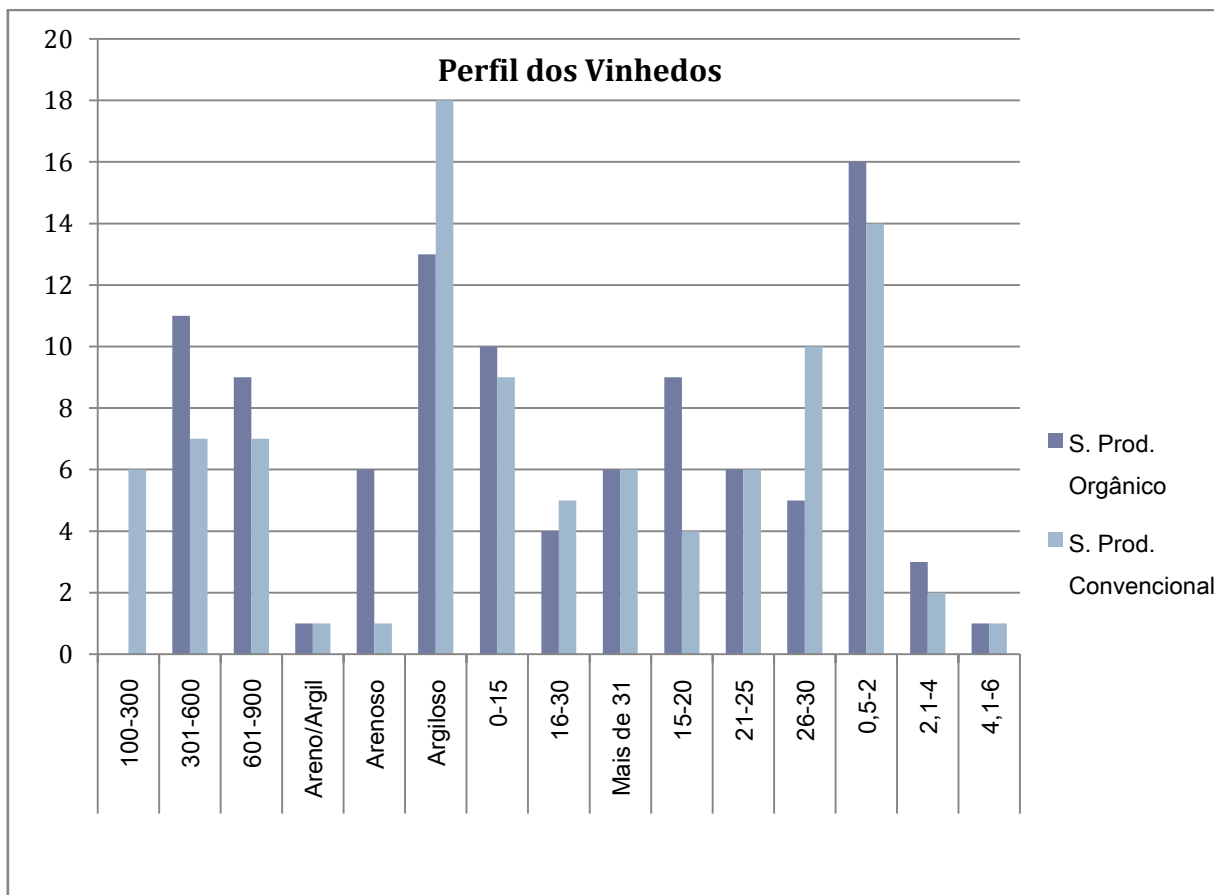
Uma variedade de testes sensoriais tem sido desenvolvida para a avaliação de alimentos. Os testes descritivos envolvem uma análise quantitativa e qualitativa das características sensoriais por uma equipe de avaliadores treinados. Essa equipe é responsável por identificar e definir os atributos sensoriais, como aparência, sabor, aroma e textura, além de quantificar sua intensidade (Silva *et al.*, 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria prima

Serão colhidas 40 amostras de uvas tintas híbridas americanas *Vitis labrusca* L. cv. bordô das safras 2022 e 2023 dentre as quais 20 de Produção orgânica (PO) e 20 de produção convencional (PC), em estágio maduro com teor em sólidos solúveis totais a partir de 13^o Brix, em vinhedos de viticultores dos municípios de Farroupilha, Garibaldi, Bento Gonçalves, Caxias do Sul, Flores da Cunha, Antônio Prado, Campestre, Pelotas, Canguçu, Morro Redondo, Barbosa e Dois Iageados, com idades, áreas, solos e altitudes variadas (Figura 9).

Figura 9 - Perfil dos vinhedos de produção de Sucos de PO e de PC nos municípios do Rio Grande do Sul



Fonte: Dados fornecidos pelos produtores. Adaptado pelo Autor (2022)

4.2 Métodos

4.2.1 Processo de elaboração dos sucos

Os sucos de uva serão produzidos nos Vinhedos dos viticultores em cada município por onde será feita a colheita das uvas manualmente e processadas por extração a quente, por arraste de vapor depois de serem desengaçadas manualmente e, posteriormente envasados a temperaturas de 85-90°C em garrafas de vidro âmbar e submetidos à pasteurização a 80 °C por 3 min de acordo com a metodologia descrita por Perin *et al.* (2023). As garrafas cheias serão fechadas hermeticamente, reviradas, etiquetadas, resfriadas e armazenados em temperatura ambiente ($23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$), ao abrigo da luz, até o momento das análises seguindo o método de Pinheiro *et al.* (2009).

4.2.2 Produtividade e caracterização clássica geral, colorimetria e atividade antioxidante.

A produtividade será calculada a partir da colheita total da uva (matéria fresca) por área plantada e quantificada em toneladas por hectare (ton/ha).

As análises a que serão submetidas as amostras consistirão na medição do potencial hidrogeniônico (pH) de sucos puros com recurso a um Phmetro digital de bancada (KASVI, Brasil) com eletrodo previamente calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7.

A acidez total titulável (ATT) será efetuada pela técnica potenciométrica com uma solução de NaOH a 0,1M (m/v) e, o teor em sólidos solúveis totais (SST) serão medidos usando um refratômetro digital (Atago-32, PR-32α) previamente calibrado (AOAC, 2000).

A análise dos açúcares redutores, ácidos tartárico, málico e glucônico será feito pelo equipamento WineScan SO2 (Foss Analytics, Hollerod, Dinamarca) pelo princípio de espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR, Fourier Transform Infrared).

A análise de cores será determinada com o uso de um colorímetro Minolta CR 400 previamente calibrado e padronizado em placas de referencia de acordo com a metodologia proposta por Zhang *et al.* (2008).

A capacidade antioxidante será determinada usando o método de eliminação de radicais ABTS (radical 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (Rufino *et al*, 2007) e pelo método DPPH• será seguindo o protocolo analítico descrito por Brand-Williams; Cuvelier; Berset (1995).

4.2.3 Minerais

As determinações do conteúdo em minerais (Al, B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Pb, Se e Zn) nos sucos, serão realizados utilizando um espectrômetro de emissão óptica com plasma induzido por micro-ondas (MIP-OES) modelo 4200 (Agilent Technologies, Austrália), equipado com um detector multielementar simultâneo de estado sólido do tipo CCD (Charge-Coupled Device), um monocromador czerny-turner, um nebulizador OneNeb séries 2 e

uma câmara de nebulização ciclônica de acordo com a metodologia proposta por Ozbek *et al*, (2016). Para o preparo da amostra de suco de uva, será aplicado o método de Cruz Junior *et al*, (2019).

4.2.4 Resíduos em agrotóxicos

A identificação e quantificação de agrotóxicos nos sucos serão feitas seguindo os procedimentos otimizados por Perez-Ortega *et al*. (2017), com a separação e a identificação dos padrões analíticos utilizando um UHPLC, conectado a um espectrômetro de massa quadrupolo por tempo de voo Agilent Q-TOF 6530 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EUA).

Os padrões de agrotóxicos a serem utilizados serão o Ácido aminometilfosfônico, Azoxistrobina, Benalaxil, Captan, Cimoxanil, Clorotalonil, Delan, Difenconazol, Ditianona, Glifosato, Glufosinato de amônio, Iprodiona, Mancozeb, Metalaxil, Metiran, Procimidona, Simazina, Tebuconazole, Tiofanato e metílico.

4.2.5 Compostos voláteis

Os compostos voláteis serão analisados pela técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS) no Laboratório de Cromatografia e Espectrometria do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial – UFPel após a microextração em fase sólida no *headspace* (HS-SPME), seguindo o método descrito por Lorenzo *et al*, (2009).

A análise cromatográfica será realizada com o equipamento Shimadzu® GC-MS QP2010 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão). Os compostos voláteis serão identificados com a utilização do software *GCMS Postrun Analysis* (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) acoplado com a biblioteca de espectros de massa NIST/2011. O índice de retenção e índice de retenção calculado será feito a partir de uma série homóloga de hidrocarbonetos C8-C40 de acordo com Van Den Dool; Kratz (1963) e a análise quantitativa serão determinadas por padronização interna.

4.2.6 Compostos fenólicos e antocianinas

Dois sucos (amostras de estudo) representativos de cada sistema de produção (PO e PC) da safra de 2023 serão analisados na composição de compostos fenólicos individuais e as antocianinas individuais pela metodologia descrita por Perin *et al.* (2018). As Análises LC-MS/MS serão realizadas em um sistema de cromatografia líquida acoplado a um espectrômetro de massa quadrupolo tempo de voo (QToF) (Shimadzu, modelo LCMS-9030, Kyoto, Japão).

4.2.7 Análise sensorial

Dois sucos (amostras de estudo) representativos de cada sistema de produção (PO e PC) da safra de 2023 serão analisados e comparados sobre o perfil sensorial. Será usado o teste de comparação pareado de acordo com a metodologia descrita por Oliveira *et al.* (2014).

Usar-se-á um QR code para acessar o questionário em *Google form* para registrar os resultados (questões em anexo I). As avaliações serão feitas em cabines individuais sob iluminação branca. Os avaliadores serão entregues dois sucos (Amostras) codificados por 3 dígitos e orientados a avaliar os sucos com atenção aos atributos e respectivas referências de intensidade evidenciadas no questionário do *Google forms*. Além disso, os avaliadores serão orientados a enxaguar o palato com água destilada entre as avaliações dos grupos de amostras.

4.3 Delineamentos experimentais

As tabelas 5 e 6 abaixo ilustram os delineamentos experimentais a serem executados nos sucos de uva de PO e de PC de duas safras (2022/2023)

Tabela 5. Delineamento experimental da safra 2022

Amostras	Variáveis independentes		Variáveis dependentes
	Sucos orgânicos	Sucos convencionais	
1			Produtividade (ton/há)
2			Potencial hidrogeniônico (pH)
3			Sólidos solúveis totais (SST)
...			Acidez total tituláveis (ATT)
			Açúcares redutores
	20 amostras	20 amostras	Ácidos Tartárico, Málico e glucônico
			Parâmetros de cor (C e H)
			Capacidade antioxidante (ABTS e DPPH)
			Composição mineral
			Resíduos de agrotóxicos
			Composicao volátil

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Tabela 6. Delineamento experimental da safra 2023

Amostras	Variáveis independentes		Variáveis dependentes
	Sucos orgânicos	Sucos convencionais	
1			Compostos fenólicos e antocianinas
2	1 amostra	1 amostra	Análise sensorial

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

4.4 Tratamentos

As variáveis independentes consistirão em amostras de 20 sucos de uva produzidos em vinhedos de PO e 20 sucos de uva produzidos em vinhedos de PC. As variáveis dependentes consistirão nas avaliações da produtividade, avaliações clássicas {(potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), colorimetria)}, capacidade antioxidante (ABTS e DPPH), composição mineral, agrotóxicos, composição volátil para sucos de uva da safra de 2022 e, 2 com valores médios de cada sistema de produção para análises de compostos fenólicos e antocianinas e, análise sensorial (cor, sabor, aroma, acidez, sabor residual estranho, aparência geral e aceitabilidade) para sucos de uva da safra de 2023.

[illegible]

7 Referências bibliográficas

ABRAHAMAS, Shameemah; HAYLETT, William L; JOHNSON, Glynis ; CARR, Jonathan A; BARDIEN, Soraya. Antioxidant effects of curcumin in models of neurodegeneration, ageing, oxidative and nitrosative stress: A review. **Neuroscience**. v. 406, p. 1–21. 2019.

ABREU, Lucimar Santiago; BELLON, Stéphane; BRANDENBURG, Alfio; OLLIVIER, Guillaume; LAMINE, Claire; DAROLT, Moacir Roberto; VENTURIER, Pascal. Relações entre agricultura orgânica e agroecologia: desafios atuais em torno dos princípios da agroecologia. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 26, 143-160. 2012.

AGNOL, Odair Dal. Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, índices de vegetação e sua relação com atributos químicos do mosto da uva. 2016. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Colégio Politécnico, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2016.

AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira, São Paulo, SP. p. 464. 2020. Disponível em: <<https://agrianual.com.br/>>. Acesso em: 2 ago. 2022.

ALIZADEH SANI, Mahmood; TAVASSOLI, Milad; SALIM, Shamimeh Azimi; AZIZI-LALADADI, Maryam; MCCLEMENTS, David Julian. Development of green halochromic smart and active packaging materials: TiO₂ nanoparticle- and anthocyanin-loaded gelatin/kcarrageenan films. **Food Hydrocolloids**, v. 124, p. 107324-107324. 2022.

ALIZADEH-SANI, Mahmood; MOHAMMADIAN, Esmail; RHIM, Jong-Whan; JAFARI, Seid Mahdi. pH-sensitive (halochromic) smart packaging films based on natural food colorants for the monitoring of food quality. **Trends in Food Science & Technology**. v. 105, p. 93-144, 2020.

ALVAREZ-SUAREZ, José; CUADRADO, Carmen.; REDONDO, Isabel Ballesteros; GIAMPIERI, Francesca; GAONZ´LEZ-PARAMÁS, Ana.; SANTOS-BUELGA, Celestino. Novel approaches in anthocyanin research - Plant fortification and bioavailability issues. **Trends in Food Science and Technology**, v. 117, p. 92–105, 2021

ALVES DA SILVA, Joilna. **Identificação de compostos fenólicos, macroantioxidantes e avaliação da atividade antioxidante do bagaço de uva proveniente da indústria de sucos no Vale do São Francisco**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis) - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará, 2018.

AMICO, V., NAPOLI, E., RENDA, A., RUBERTO, G., SPATAFORA, C., & TRINGALI, C. Constituents of grape pomace from the Sicilian cultivar `Nerello Mascalese'. **Food Chemistry**, v. 88 n.4, p. 599–607. 2004.

ANGELO, Priscila Milene; JORGE, Neuza. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 66, n.1, p. 232-240, 2007.

APAOLAZA V., HARTMANN P., D'SOUZA C., LÓPEZ C.M. Eat organic–Feel good? The relationship between organic food consumption, health concern and subjective wellbeing. **Food Qual. Prefer.** 2018;63:51–62.

ASPROUDI, Adriani; PETROZZIELLO, Maurizio; CAVALLETTO, Silvia; GUIDONI, Silvia. Grape aroma precursors in cv. Nebbiolo as affected by vine microclimate. **Food Chemistry**, v. 211, p. 947-956. 2016.

ASSIS, Adriane Marinho De; YAMAMOTO, Lilian Yukari; SOUZA, Fábio Suano De; BORGES, , Rogério De Sá; ROBERTO, Sérgio Ruffo. Revolução da maturação e características físico-químicas e produtivas das videiras 'BRS Carmem' e 'Isabella'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 493-498. 2011.

Association of Official Analytical Chemists, Washington (AOAC), **Official Methods of Analysis**. 17th Edition, Gaithersburg, MD, USA. Methods 925.10, 65.17, 974.24, 992.16. EUA. 2000.

AZEVEDO, Mariane Lucas. Perfil fitoquímico, atividades antioxidante e antimicrobiana de amora=preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy em diferentes estádios de maturação cultivada em clima temperado. 2011. Tese (Doutorado em Ciência Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS. 2011

BADALOTTI, Daiane Angela. **Compostos fenólicos e atividade antioxidante de sucos de uva Bordô, Concord e Isabel elaborados com uvas produzidas pelo sistema orgânico**. 2011. Trabalho de conclusão do curso (Tecnologia em Viticultura e Enologia) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves. 2011.

BAILLOD, M; BAGGIOLINI, M. **Lesstadesrepères de lavigne**. Revue Suisse Viticulture Arboriculture et Horticulture, v. 25, n. 1, p. 7-9, 1993.

BARBIERI, Rosa Lía; STUMPF Elisabeth Regina Tempel. Origem e evolução de plantas cultivadas. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**; Pelotas: Embrapa Clima Temperado. ISBN: 978-85-7383-221-1. Ed. 1ª; 909 p. 2008. disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/122244>. Acesso em: 21 Maio de 2023.

BARBOSA, Kiriague Barra Ferreira; COSTA, Neuza Maria Brunoro; ALFENAS, Rita de Cássia Gonçalves; DE PAULA, Sérgio Oliveira; MINIM, Valéria Paula Rodrigues; BRESSAN, Josefina. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n.4, p. 629-643, jul./ago., 2010.

BARNABÉ, Daniela ; VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni; BOLINI, Helena Maria André. Análise Descritiva quantitativa de vinhos produzidos com uvas niágara rosada e bordô. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 122-129, abr./jun. 2007.

BARROS, Maria Inez Lopes Fernandes De. **Produção e análise de geleias extra gourmet de vinhos brancos e tintos**. 2020. Tese (Doutorado em Ciencia em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2020

BAUTISTA-ORTÍN, Ana Belem; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, José Ignacio; LÓPEZ-ROCA, José Maria; GÓMEZ-PLAZA, Encarna. The effects of enological practices in anthocyanins, phenolic compounds and wine colour and their dependence on grape characteristics. **J. Food Compos. Anal.**, v. 20, n 7. p. 546-552. 2007.

BECERRIL, Raquel; NERÍN, Cristina; SILVA, Filomena. Bring some color to your package: Freshness indicators based on anthocyanin extracts. **Trends in Food Science and Technology**, v. 111, p. 495–505, 2021.

BIANCHI, Maria de Lourdes Pires; ANTUNES, Lusânia Maria Gregg. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, maio/ago., 1999.

BICHARA, Carissa Michelle Goltara Bichara. **Estudo in vivo de uma suplementação rica em betacaroteno: biodisponibilidade e efeito antioxidativo no plasma humano**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

BLOUIN, Jacques.; GUIMBERTEAU, Guy. **Maduración y madurez de la uva**. Madrid: MundiPrensa, 2004. 176 p. DISPonível em: <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484761594/maduracion-y-madurez-de-la-uva>. Acesso em: 2 Ago. 2023

BOAS, Ana Carolina Vilas. **Caracterização físico-química, sensorial e atividade antioxidante de sucos de uva e blends produzidos no sudoeste de Minas Gerais**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

BOSCHIERO, Martina; DE LAURENTIIS, Valeria; CALDEIRA, Carla; SALA, Serenella. Comparison of organic and conventional cropping systems: A systematic review of life cycle assessment studies. **Environmental impact assessment review journal**. v. 102. p.107187. 2023

BRAMORSKI, A.; CHEREM, A.R.; MEZADRI, T.; MELO, S.S.; DESCHAMPS, F.C.; GONZAGA, L.V.; ROCKENBACH, I.L.; FETT, R. Chemical composition and antioxidant activity of *Gaylussacia brasiliensis* (camarinha) grown in Brazil. **Food Research International**, v.44, p.2134-2138, 2011.

BRAND-WILLIAMS, Wendy; CUVELIER, Marie Elisabeth; BERSET, Claudette. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**. v. 28, n. . p. 25-30, 1995.

BRASIL. Lei nº 10.970, de 17 de novembro de 2004. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10970.htm. Acesso em: 05 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Decreto no 6.871, de 4 de junho de 2009. **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília, DF. 5 jun.2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa no 14, de 8 de fevereiro de 2018. **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília, DF. 9 mar. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 17, de 18 de junho de 2014. Estabelece o regulamento técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 jun. 2014. Seção 1, p. 32.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regimento Interno aprovado pela Portaria nº 259, de 31 de maio de 2010. Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho. Brasília, 2010. 24 p.

BRASIL. Portaria nº 55, de 27 de julho de 2004. Normas referentes à complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 jul. 2004.

BRUNETTO, Gustavo; MELO, George Wellyntin Bastos D; TOSELLI, Moreno; QUARTIERI, Maurizio; TAGLIAVINI, Massimo. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 1089-1104, 2015.

BUREAU, Sylvie M.; RAZUNGLES, Alain J.; BAUMES, Raymond L. The aroma of Muscat of Frontignan grapes: effect of the light environment of vine or bunch on volatiles and glycoconjugates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 14, p. 2012-2020, 2000.

BURIN, Vívian Maria; FALCÃO, Leila Denise; GONZAGA, Luciano Valdemiro; FETT, Roseane; ROSIER, Jean Pierre; BORDIGNON-LUIZ, Marilde Terezinha. Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. **Food science and technology**, v. 30, p. 1027-1032, 2010.

BURTCH, Claire; MANSFIELD, Anna Katharine. **Comparing Red Wine Color in V. vinifera and Hybrid Cultivars**. 2016. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1813/103660> Acessado em: 12 Abril 2023.

CABRITA, Maria João; RICARDO-DA-SILVA, Jorge; LAUREANO, Olga. Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. I **SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA. Anais...** Ensenada, México, 2003.
CAMARGO, Umberto Almeida. **Porta-enxertos e cultivares de videira**. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2008.

CAMARGO, Umberto. **Cultivares**. III Cadastro vitícola. 2005. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/cadastro-viticola/rs-2005-2007/html/cultbordo.html>. Acessado em: 03 Jun. 2024

CAMARGO, Umberto Almeida; GARCIA MAIA, João Dias. **Cultivares de uvas rústicas para regiões tropicais e subtropicais**. In: CORRÊA L.S.; BOLIANI, A.C.; FRACARO, A.A. (Ed.). **Uvas rústicas: cultivo e processamento em regiões tropicais**. Jales: Editora Gráfica Universitária, p.63-90. 2008.

CAMARGO, Umberto Almeida; GARCIA MAIA, João Dias; RITSCHER, Patricia. **Novas cultivares brasileiras de uva**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, RS. 64 p. 2010.

CAMARGO, Umberto Almeida; PROTAS, José Fernando da Silva; MELLO, Loiva Maria Ribeiro de. Grape Growing and Processing in Brazil. Embrapa National Research Center for Grape and Wine, Bento Gonçalves, RS, Brazil. In P.G. Adsule et al. (Eds.), Proceedings of the International Symposium on Grape Production and Processing. **ISHS Acta Horticulturae**.

CAMARGO, Umberto Almeida; TONIETTO, Jorge; HOFFMANN, Alexandre. Progressos na Viticultura Brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. especial, p. 144-149, 2011.

CARNEIRO, Débora Cavalcante dos Santos; MONTEIRO, H. Sidney Almeida; BRITO, S. Nazare Santa., MANIERO, C. Rongai., VIEIRA, P. Hugo; CARVALHO, J. A. Ribeiro de; ALONSO, J. Carlos; BRONZE, A. Benedita da Silva; LIMA, G. Pace Perreira; TECCHIO, M. Antonio. Viticulture in southeastern Brazil. In Interdisciplinarity and Sustainable Development Worldwide. **Seven editora**. Vol. 01, Chapter 27, 2023.

CARPES, Solange Teresinha; PEREIRA, Daiane; MOURA, Cristiane de; REIS, Amália Soares dos; SILVA, Leticia Danguí da; OLDONI, Tatiane Luiza Cadorin; ALMEIDA, Jacqueline Florio; PLATA-OVIEDO, Manuel Vicente Salvador. Lyophilized and microencapsulated extracts of grape pomace from winemaking industry to prevent lipid oxidation in chicken pâté. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. 1–13, 2020.

CASTAÑEDA-OVANDO, Araceli; PACHECO-HERNÁNDEZ, Ma. de Lourdes; PÁEZHERNÁNDEZ, Ma. Elena; RODRÍGUEZ, José; GÁLÁN-VIDAL, Carlos

Andrés. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry**, v. 113, p. 859–871, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>

CASTILHOS, Mauricio Mauricio Bonatto Machado de; MAIA, Joao Dias Garcia; GÓMES-ALONSO, Sergio, DEL BIANCHI, Vanildo Luiz; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, Isidro. Sensory acceptance drivers of pre-fermentation dehydration and submerged cap red wines produced from *Vitis labrusca* hybrid grapes. **LWT-Food Science and Technology**, v. 69, p. 82-90, 2016.

CASTILLO-CASTAÑEDA, Patruicia Carolina., GAXIOLA-ROBLES, Ramón; MÉNDEZ-RODRÍGUEZ, Lía Celina; LABRADA-MARTAGÓN, Vanessa; ZENTENO-SAVÍN, Tania. Antioxidants, reactive oxygen species and oxidative damage associated to the presence of organochlorine pesticides in breast milk. **Nutrición hospitalaria**, v. 33, n. 2, p. 422-430, 2016.

CAVALCANTI, Fábio Rossi. Indução de resistência não deve ser o único mecanismo de defesa associado a um controle biológico eficiente para o míldio da videira. Bento Gonçalves, RS: [s. n.], abril 2021. (Circular Técnica, ISSN 1808-6810, n. 57).

CAVALCANTI, Fabio Rossi; PEREIRA, F. Vanessa.; RIBEIRO JÚNIOR, Pedro Martins. Aspectos da indução de resistência em plantas de videira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 88). 2014.

CHENG, Huan; WU, Wenian; CHEN, Jin; PAN, Haibo; XU, Enbo; CHEN, Shiguo; YE, Xingqian; CHEN, Jianle. Establishment of anthocyanin fingerprint in black wolfberry fruit for quality and geographical origin identification. **LWT - Food Science and Technology**, v. 157, 113080, 2022.

CHEONG, Kok Whye; TAN, Chin Ping; MIRHOSSEINI, Hamed; CHIN, Sung Tong; MAN, Yaakob B. Che; HAMID, Nazimah Sheikh Abdul; OSMAN, Azizah; BASRI, Mahiran. Optimization of equilibrium headspace analysis of volatile flavor compounds of Malaysian soursop (*Annona muricata*): Comprehensive two-dimensional gas chromatography time-of-flight mass spectrometry (GCxGC-TOFMS). **Food Chemistry**, v. 125, n. 4, p. 1481-1489, 2011.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 735 p. 2005.

CLIFFORD, Michael N. Anthocyanins–nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 7, p. 1063-1072, 2000.

COELHO, Emanuel Monteiro; PADILHA, Carla Valéria da Silva; MISKINIS, Gabriela Aquino; SÁ, Antônio Gomes Barroso de; PEREIRA, Giuliano Elias; AZEVÊDO, Luciana Cavalcanti de; LIMA, Marcos dos Santos. Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 66, p. 160-167, 2018.

CONSELHO BRASILEIRO DA PRODUÇÃO ORGÂNICA E SUSTENTÁVEL (ORGANIS). **Consumo de Produtos orgânicos no Brasil: primeira pesquisa nacional sobre o consumo de orgânicos**. Curitiba: Organism/Market Analysis, 2017. Disponível em: <<https://organism.org.br/wp-content/uploads/2018/11/Pesquisa-Consumo-de-Produtos-Orga%CC%82nicos-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2022.

COSME, Fernanda; GONÇALVES, Berta; INÊS, Antonio; JORDÃO, Antonio. M; VILELA, Alice. Grape and wine metabolites: Biotechnological approaches to improve wine quality. **Grape and wine biotechnology**, v. 9, p. 187-224, 2016.

COSME, Fernanda; PINTO, Teresa; VILELA, Alice. Phenolic compounds and antioxidant activity in grape juices: A chemical and sensory view. **Beverages**, v. 4, n. 1, p. 22, 2018.

CRUZ JUNIOR, Raineldes A.; CHAGASA Adriano V. B.; FELIXA, Caio S. A.; SOUZA, Rosemaria C.; SILVA, Luciana A.; LEMOS, Valfredo A.; FERREIRA, Sergio L.C. A closed inline system for sample digestion using 70% hydrogen peroxide and UV radiation. Determination of lead in wine employing ETAAS. **Talanta**, v. 191, p. 479-484, 2019.

DANI, Caroline; OLIBONI, Livia S.; PASQUALI, Matheus A. B; OLIVEIRA, Marcos R.; UMEZU, Fernanda M.; SALVADOR, Mirian; HENRIQUES, José A. P. Intake of Purple Grape Juice as a Hepatoprotective Agent in Wistar Rats. **Journal of Medicinal Food**, v. 11, n. 1, p. 127–132. 2008b.

DANI, Caroline; PASQUALI, Matheus A. B.; OLIVEIRA, Marcos R.; UMEZU, Fernanda. M; SALVADOR, Mirian; HENRIQUES, João A. P.; MOREIRA, José C. F. Protective Effects of Purple Grape Juice on Carbon Tetrachloride-Induced Oxidative Stress in Brains of Adult Wistar Rats. **Journal of Medicinal Food**, v.11, n.1, p. 55–61. 2008a.

DELGADO-VARGAS, Francisco; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, Octavio. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 40, n. 3, p. 173-289, 2000.

DELL'AGLI, Mario; BUSCIALÀ, Alessandra; BOSISIO, Enrica. Vascular effects of wine polyphenols. **Cardiovascular research**, v. 63, n. 4, p. 593-602, 2004.

DIAS, Jeferson Ferreira. **Determinação dos conteúdos de resveratrol em vinhos tintos de duas regiões brasileiras**. 2009. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro- RJ. 2009.

DIPLOCK, A.T; AGGETT, P.J; ASHWELL, M; BORNET, F.; FERN, E.B.; ROBERFROID, M.B. Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. **British Journal of Nutrition**, v.88, p.1-27, 1999.

DÖRING, Johanna; COLLINS, Cassandra; FRISCH, Matthias; KAUER, Randolf. Organic and Biodynamic Viticulture Affect Biodiversity and Properties of Vine and Wine: A Systematic Quantitative Review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 70, n. 3, 221–242, 2019.

DOWNEY, Mark O.; DOKOOZLIAN, Nick K.; KRSTIC, Mark P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, n. 3, p. 257-268, 2006.

DUMITRIU, Diana; PEINADO, Rafael A.; PEINADO, Jose; LERMA, Nieves Lopes de. Grape pomace extract improves the in vitro and in vivo antioxidant properties of wines from sun light dried Pedro Ximénez grapes. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 380-387, 2015.

ECKHARDT, Daniel Pazzini; JACOBS, Suziane Antes; JACOBS, Bruno; ALVES, Gabriela Beber; QUADROS, Etiane Skrebsky. Características físico-químicas e sensoriais de vinhos 'Bordô' produzidos em diferentes tecnologias. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, Curitiba, v.16, n.49, p. 3568-3578, 2023.

EPAGRI. **Normas técnicas para o cultivo da videira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2004. (Normas Técnicas).

EUROPEAN COMMISSION (EC). **Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions**. The European Green Deal COM/ 2019/640 Final. 2019.

EUROPEAN UNION, 2018. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labeling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. PE/62/2017/REV/1. Off. J. L 150, 1–92.

FACHINELLO, José Carlos; PASA, Mateus da Silveira; SCHMITZ, Juliano Dutra; BETEMPS, Débora Leitzke. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. especial, p. 109-120, out. 2011.

FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS VINÍCOLAS DO RIO GRANDE DO SUL (FECOVINHO). **Viticultura Biodinâmica na Serra Gaúcha - Projeto Piloto**. Bento Gonçalves: FECOVINHO/IBRAVIN, 2016.

FENG, Hui; SKINKIS, Patricia. A; QIAN, Michael C. Pinot noir wine volatile and anthocyanin composition under different levels of vine fruit zone leaf removal. **Food Chemistry**, v. 214, p. 736-744. 2017.

FENOLL, José; MANSO, Angela; HELLIN, Pilar.; RUIZ-GARCIA, Leonor; FLORES, Pilar. Changes in aromatic composition of the *Vitis vinifera* grapes

Muscat Hamburg during ripening. **Food Chemistry**, v. 114, n. 2, p. 420-428, 2009.

FERRI, Valdecir Carlos; SAINZ, Ricardo Lemos; BANDEIRA, Priscila de Souza. Aceitação de blends de uvas Bordô e Isabel em sucos. *Brazilian Journal of Food Research*, v.8, p.88-101, 2017.

FLAMINI, Ricardo; MATTIVI, Fulvio; DE ROSSO, Mirko; ARAPITSAS, Panagiotis; BAVARESCO, Luigi. Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: Anthocyanins, stilbenes and flavonols. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, n. 10, p. 19651–19669, 2013.

FLORES, Shana Sabbado. A Região dos "Vinhos da Campanha" e suas Perspectivas de Sustentabilidade. **Territoires du vin**, n. 9, 2018.

FRAIGE, Karina. **Estudo comparativo do perfil metabolômico e proteômico de uvas (Vitis vinifera) durante o processo de maturação utilizando ferramentas bioanalíticas**. 2012. Tese (Doutorado em Química Analítica e Inorgânica) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

FRIES, Aline Taís; FRASSON, Ana Paula Zanini. Avaliação da atividade antioxidante de cosméticos anti-idade. **Revista Contexto & Saúde**, v. 10, n. 19, p. 17-23, 2013.

GARCÍA-MARTÍNEZ, Daniel J; ARROYO-HERNÁNDEZ, Maria; POSADA-AYALA, Maria; SANTOS, Cruz. The high content of quercetin and catechin in airen grape juice supports its application in functional food production. **Foods**, v. 10, n. 7, p. 1532, 2021.

GARRIDO, Lucas da Ressureicao; BOTTON, Marcos. **Agrotóxicos Registrados para a Cultura da Videira - Safra 2021/22**. Comunicado Técnico, (222), Bento Gonçalves, RS, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1135372>. Acesso em: 15 Ago. 2023.

GARRIDO, Lucas da Ressureicao; GAVA, Renata. **Manual de doenças fúngicas da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 101p. 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1012979/manual-de-doencas-fungicas-da-videira>>. Acesso em: 18 Nov. 2023.

GESSLER, Cesare; PERTOT, Ilaria; PERAZZOLLI, Michele. Plasmopara viticola: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 50, n. 1, p. 3-44, 2011.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Ed. Renascença, 1999. 364 p.

GIOVANNINI, Eduardo. **Manual de viticultura. Eixo Produção alimentícia e recursos naturais**. Série Teckne. 2014. 225p. ISBN-13. 9788582601334.

GIOVANNINI, Eduardo. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Renascença, 2008. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=542653&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22E%22&qFacets=autoria:%22E%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=153>. Acesso em: 11/11/2023

GONÇALVES, Any Elisa De Souza Schmidt. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas nativas e determinação dos teores de compostos flavonóides e vitamina C**. 2008. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2008.

González, P. A., Dans, E. P., Dacal, A. C. A., Pena, M. Z., Luzardo, O. P. Differences in the levels of sulphites and pesticide residues in soils and wines and under organic and conventional production methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 112, p. 104714. 2022.

GORDON, André. **Bioactive Compounds in Underutilized Tropical Fruits from Latin America**. 2012. Dissertação inaugural). Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät - Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn. 2012. 161p. Disponível em: <https://bonndoc.ulb.uni-bonn.de/xmlui/bitstream/handle/20.500.11811/5127/2986.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 21/11/2023

GORDON, Andre; CRUZ, Ana Paula Gil; CABRAL, Lourdes Maria Corrêa; FREITAS, Sidinéa Cordeiro de; TAXI, Cristina Maria Araujo Dib; DONANGELO, Carmen Marino; MATTIETTO, Rafaella de Andrade; MATTA, Virgínia Martins da; Mirko, Friedrich; MARX, Friedhelm. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v.133, n. 2, p.256-263, 2012.

GRANATO, Daniel. **Avaliação da atividade antioxidante e do perfil fitoquímico de bebidas à base de soja fermentada e suco de uva**. 2011. Tese (Doutorado em Nutrição Experimental) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GRANATO, Daniel; KOOT, Alex; SCHNITZLER, Egon; VAN RUTH, Saskia M. Authentication of Geographical Origin and Crop System of Grape Juices by Phenolic Compounds and Antioxidant Activity Using Chemometrics. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 3, p. 584–593. 2015.

GRIS, Eliana Fortes; MATTIVI, Fulvio; FERREIRA, Eduardo Antonio; VRHOVSEK, Urska; WILHELM FILHO, Danilo; PEDROSA, Rozangela Curi; BORDIGNON-LUIZ, Marilde T. Stilbenes and tyrosol as target compounds in the assessment of antioxidant and hypolipidemic activity of *Vitis vinifera* red

wines from southern Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 14, p. 7954-7961, 2011.

GUERRA, Celito Crivellaro. Polifenóis da uva e do vinho. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.4, p. 90-100. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. 2012.

GURAK, Poliana D.; CABRAL, Lourdes.M.C.; ROCHA-LEÃO, Maria Helena M.; MATTA, Virgínia M.; FREITAS, Suely P. Quality evaluation of grape juice concentrated by reverse osmosis. **Journal of food engineering**, v. 96, n. 3, p. 421-426, 2010.

GURAK, Poliana Deyse; SILVA, Márcia Cristina Da; MATTA, Virgínia Martins Da; ROCHA-LEÃO, Maria Helena; CABRAL, Lourdes Maria Correa. Avaliação de Parâmetros Físico-químicos de sucos de uva integral, néctares de uva e néctares de uva light. **Revista de Ciências Exatas**, Seropédica, RJ, EDUR, v. 27, n. 1-2, p. 00-00, 2008.

HALBERG, N. Assessment of the environmental sustainability of organic farming: Definitions, indicators and the major challenges. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 92, n. 6, 2012. p. 981–996.

HERNANDES, J. L.; MARTINS, F. P. **Variedades de uvas para vinho e suco**. In: BUENO, S. C. S. et al. Vinhedo Paulista. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), 2010.

IFOAM . **Consolidated Annual Report of IFOAM-Organics International**. IFOAM; Bonn, Germany: 2018.

IGNAT, Ioana; VOLF, Irina; POPA, Valentin I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food chemistry**, v. 126, n. 4, p. 1821-1835, 2011.

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588>. Acesso em: 13 Ago. 2023).

JACKSON, Ronald S. **Chemical constituents of grapes**. In: **Wine science: principles and applications**. 3 ed. Lôndres: Academic Press, p. 270 – 331. 2008.

JACQUES, Andressa Carolina; ZAMBIAZI, Rui Carlos. "Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus spp*)". **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 245-260, jan./mar. 2011.

JANSEN, Estefani Tavares. **Encapsulação de extrato de bagaço de uva rico em antocianinas por fibras ultrafinas de zeína produzidas pela técnica de *electrospinning***. (2022). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de

Alimentos), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

KALTBACH, Suélen Braga de Andrade. **Potencial qualitativo de sucos de uva e vinhos da Campanha Gaúcha obtidos a partir de tecnologias aplicáveis ao contexto regional**. 2021. 125f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

KALTBACH, Suelen Braga de Andrade; BENDER, Angélica; KALTBACH, Pedro; MALGARIM, Marcelo; HERTER, Flávio Gilberto; COSTA, Vagner Brasil; SOUZA, André Luiz Kulkamp de. 2022. Juices from 'Bordô' and 'BRS Cora' grapes grown in an organic production system in the Serra do Sudeste region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.57, e02843. 2022.

KELLER, Markus. **The science of grapevines: anatomy and physiology**, 2015, 2nd ed. New York: Elsevier Academic Press. ISBN: 978-0-12-419987-3. 2015. 522 p.

KHAN, Naushad; FAHAD, Shah; NAUSHAD, Mahnoor; FAISAL, Shah; Grape Production Critical Review in the World. 2020. **Available at SSRN:** <https://ssrn.com/abstract=3595842> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3595842>.

KREUZ, Carlos Leomar; SOUZA, Alceu; SCHUCK, Ênio; PETRI, José Luiz; Avaliação Econômica de Alternativas de Investimento no Agronegócio da Uva no Meio Oeste Catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 230-237, 2005.

KUNTER, Birhan; UNAL, Osman Batur; KESKIN, Siddik; HATTERMAN-VALENTI, Harlene; KAYA, Ozkan. Comparison of the sugar and organic acid components of seventeen table grape varieties produced in Ankara (Türkiye): a study over two consecutive seasons. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1321210, 2024.

LA TORRE, Anna; IOVINO, Valeria; CARADONIA, Federica. Copper in plant protection: Current situation and prospects. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 57, n. 2, p. 201-236, 2018.

LAMBRECHTS, M. G.; PRETOTIOUS, I. S. Yeast and its importance to wine aroma. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 21, p. 97-129, 2000.

LEÃO, Patrícia Coelho de Souza. "Breve histórico da vitivinicultura e a sua evolução na região semiárida brasileira." **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, vol. 7, p. 81-85, 2010.

LEITÃO, Angelita Machado. **Alterações na composição, no potencial antioxidante e nas propriedades biológicas do suco produzido com uvas Vitis labrusca, cv. Bordô, tratadas com radiação UV-C**. 2012. 87 f. Tese

(Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS.2012.

LOBO, V.; PATIL, A.; PHATAK, A.; CHANDRA, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. **Pharmacognosy reviews**, v. 4, n. 8, p. 118, 2010.

LÓPEZ-MIRANDA, Santiago; SERRANO-MARTÍNEZ, Ana; HERNÁNDEZSÁNCHEZ, Pilar; GUARDIOLA, Lucia; PÉREZ-SÁNCHEZ, Horacio; FORTEA, Isabel; GABALDÓN, Jose Antonio; NÚÑEZ-DELICADO, Estrella. Use of cyclodextrins to recover catechin and epicatechin from red grape pomace. **Food Chemistry**, v. 203, p. 379-385, 2016.

MA, Wen; WAFFO-TEGUO, Pierre; JOURDES, Michael; LI, Hua; TEISSEDRE, Pierre-Louis. Chemical Affinity between Tannin Size and Salivary Protein Binding Abilities: Implications for Wine Astringency. **PLOS ONE**, v. 11, n. 8, p. e0161095, 2016.

MACHADO, Luiz Carlos Pinheiro; MACHADO FILHO, Luiz Carlos Pinheiro. **Dialética da agroecologia**. Editora Expressão Popular, 2014.

MACIEL, Stefania Mendes; MALGARIM, Marcelo Barbosa; JACOBS, Suziane Ante; MARTINS, Hyoran Caius Genindo Barreto; JACOBS, Bruno; ALVES, Gabriela; KIRINUS. Marines Batalha Moreno. Physicochemical, phenolic and productivity parameters of the Tannat variety under soil cover associated with defoliation. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. e26212139646, 2023.

MARÇO, Paulo Henrique; POPPI, Ronei Jesus; SCARMINIO, Ieda Spacino. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, v. 31, p. 1218-1223, 2008.

MARCON FILHO, José Luiz. **Raleio de cachos sobre a qualidade da uva e do vinho da cultivar Cabernet Franc em região de altitude**. 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2012.

MARCON, Ângela Rossi. **Avaliação da incorporação da água exógena em suco de uva elaborado por diferentes processos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Gestão Vitivinícola), área de concentração em Viticultura e Gestão)- Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013.

MARTÍNEZ-CASTILLO, R. Sustainable agricultural production systems. Tecnología en Marcha. **Edición especial inglés**. Febrero 2016. Pág 70-85.

MATEUS, N.; PROENÇA, S.; RIBEIRO, P.; MACHADO, J. M.; DE FREITAS, V. Grape and wine polyphenolic composition of red Vitis vinifera varieties concerning vineyard altitude. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.3, n.2, p.102-110, 2001.

MATSUMOTO, Hikaru; IKOMA, Yoshinori. Effect of postharvest temperature on the muscat flavor and aroma volatile content in the berries of 'Shine Muscat'(Vitis labruscana Baily× V. vinifera L.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 112, p. 256-265, 2016.. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.09.004>

MAZZA, Karen Elbert Leal. **Extração assistida por ultrassom e microencapsulação por spray drying de compostos fenólicos do bagaço de uva**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2017

MEIER, Matthias S; STOESSEL, Franziska; JUNGBLUTH, Niels; JURASKE, Ronnie; SCHADER, Christian; STOLZE, Matthias. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products—Are the differences captured by life cycle assessment?. **Journal of environmental management**, v. 149, p. 193-208, 2015.

MELE, Mahmuda Akter; KANG, Ho-Min; LEE, Young-Tack ISLAM, Mohammad Zahirul. Grape terpenoids: Flavor importance, genetic regulation, and future potential. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, n. 9, p. 1429-1447, 2021.

MELLO, Loiva Maria Ribeiro de. Mercado. 2021. Embrapa Uva para processamento. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/uva-para-processamento/pre-producao/aspectos-socioeconomicos/mercado>. Acessado em: 14/03/2023

MELLO, Loiva Maria Ribeiro de; MACHADO, Carlos Alberto Ely. Vitivinicultura brasileira: panorama 2021. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho (Comunicado Técnico 226). 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1149674>. Acesso em: 20 de Maio 2023

MELO, Enayde de Almeida; MACIEL, Maria Inês Sucupira; LIMA, Vera Lúcia Arroxelas Galvão de; NASCIMENTO, Rosilda Josefa do. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, p. 193-201, 2008.

MELO, Priscilla Siqueira. **Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 2010.

MENDONÇA, Jéssika Angelotti. **Interferência de diferentes porta-enxertos no desenvolvimento da videira 'Niagara Rosada'**. 2015. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Meredith S., Allen B., Kollenda E., Maréchal A., Hart K., Hulot J.F., Frelih Larsen A. and Wunder S. **European food and agriculture in a new paradigm: Can global challenges like climate change be addressed through a farm to**

fork approach? Paper summary. Think 2030 policy paper by the Institute for European Environmental Policy and the Ecologic Institute. 2021.

MIELE, Alberto; RIZZON, Luiz Antenor. Rootstock-scion interaction: 5. Effect on the evolution of Cabernet Sauvignon grape ripening. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, p. e-138, 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa nº 35, de 10 de novembro de 2014. Aprova o Regulamento Técnico para o Suco de Uva. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/instrucoes-normativas-1/IN35_2014.pdf. Acesso em: 05 abr. 2023

MIOTTO, Lidian Carla Vilanova. **Avaliação agrônômica de clones de videira cultivar Bordô (*Vitis labrusca* L.) no sul de Minas Gerais**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MORRIS, Justin R.; STRIEGLER, R. Keith. **Grape Juice--factors that Influence Quality, Processing, Technology, and Economics**. Viticulture and Enology Research Center, California State University, Fresno, 1998.

MOTA, Renata Vieira da; GLÓRIA, Maria Beatriz Abreu; SOUZA, Bianca Sarzi de; PEREGRINO, Isabela; PIMENTEL, Rodrigo Meireles de Azevedo; DIAS, Frederico Alcântara Novelli; SOUZA, Laís Cristina de; SOUZA, André Luiz de; REGINA, Murillo de Albuquerque. Bioactive compounds and juice quality from selected grape cultivars **Bragantia**, v. 77, p. 62-73, 2018.

MUÑOZ-ESPADA, Antônio Carlos; WOOD, K. V., BORDELON, B. & WATKINS, B. A. Anthocyanin quantification and radical scavenging capacity of Concord, Norton, and Marechal Foch grapes and wines. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 52, n. 22, p. 6779-6786, 2004.

MUÑOZ-ROBREDO, Pablo; ROBLEDOS, Paula; MANRÍQUEZ, Daniel; MOLINA Rosa; DEFILIPPI Bruno G. Caracterización de Azúcares y Ácidos Orgánicos en Variedades Comerciales de Uva de Mesa. **Chilean journal of agricultural research**, v. 71, n. 3, p. 452-458, 2011.

NACZK, Marian; SHAHIDI, Fereidoon. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of chromatography A**, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

NADEEM, Muhammad; UBAID, Numra; QURESHI, Tahir Mahmood; MUNIR, Masooma; MEHMOOD, Arshad. Effect of ultrasound and chemical treatment on total phenol, flavonoids and antioxidant properties on carrot-grape juice blend during storage. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 45, p. 1-6, 2018.

NASSIRI-ASL, M.; HOSSEINZADEH, H. Review of the Pharmacological Effects of *Vitis vinifera* (Grape) and its Bioactive Constituents: An Update. **Phytotherapy Research**, n. April, p. 1392–1403, 2016.

NATIVIDADE, Mariana Mirele Pereira, FANTE, C. A.; ALVES, R. da S.; LIMA, L. C. de O. Avaliação das características físico-químicas de sucos de uva integral para comparação com especificações legais. In: **CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, Lavras, MG**. 2010.

NATIVIDADE, Mariana Mirele Pereira. **Potencial de sucos integrais de uvas produzidas no Vale do São Francisco, Brasil**: caracterização físico-química, atividade antioxidante e avaliação sensorial. 2014. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

NOGUEROL-PATO, R., GONZÁLEZ-BARREIRO, C., CANCHO-GRANDE, B., SANTIAGO, J. L., MARTÍNEZ, M. C., SIMAL-GÁNDARA, J. (2012). Aroma potential of Brancellao grapes from different cluster positions. **Food Chemistry**, v. 132, n. 1, p. 112-124, 2012

OIV – Organisation Internationale De La Vigne Et Du Vin. **Statistiques du secteur vitivinicole mondial**. Disponível em: <<http://www.oiv.int/>>. Acesso em: 22 mai 2023.

OLIVEIRA, A. P. V.; BENASSI, M. T. Perfil livre: uma opção para análise sensorial descritiva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 468-472, 2003.

OLIVEIRA, Alane Cabral de; VALENTIM, Iara Barros; GOULART, e Marília Oliveira Fonseca; SILVA, Cícero Alexandre; BECHARA, Etelvino José Henriques; TREVISAN, Maria Teresa Salles. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009.

PERES-JÚNIOR, A. **A estabilidade de cor como fator determinante na comercialização de vinhos tintos de mesa**. 2009. 34f. Monografia (Graduação em Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS, Bento Gonçalves-RS.

PEYNAUD, Emile. *Enología práctica: conocimiento y elaboración del vino*. **Madrid: MundiPrensa**. 1999. 406 p.

PIEROZAN, Vinício Luís. A produção de uva orgânica no estado do rio grande do sul: as experiências dos viticultores de Cotiporã, RS/The Production of Organic Grape in the State of the Rio Grande do Sul: the experiences of the Cotiporã, RS grape growers. **Revista Geonorte**, v. 10, n. 36, p. 17-35, 2019.

PIMENTEL, Carolina Vieira de Mello B.;_FRANCKI, Valeska Mangini; GOLLÜCKE, Andréa Pittelli Boiago. Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. In: **Functional foods: introduction to main bioactives substances**. p. 95-95.2005.

PINHEIRO, Érika Sousa; COSTA, José Maria Correia da; CLEMENTE, Edmar; MACHADO, Paulo Henrique Sousa; MAIA, Geraldo Arraes. Estabilidade físico-química e mineral do suco de uva obtido por extração a vapor. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 373-380, 2009.

PIVA, R.. **Adubação de videiras cultivares Isabel e Bordô (Vitis labrusca L.) para sistema organico de produção**. 2011. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Unicentro-PR.

PONTES, Pamella Rio Branco; SANTIAGO, Savanna Santos; SZABO, Tatiana Nogueira; TOLEDO, Luciana Passos; GOLLÜCKE, Andréa Pittelli Boiago. Atributos sensoriais e aceitação de sucos de uva comerciais. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 313-318, 2010.

PORTO, Patrícia Andreia Leite da Silva. **Estudo da Actividade Antioxidante de Catequinas e Procianidinas Oligoméricas**. 2002. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal. 2002.

PRIETTO, Luciana; MIRAPALHETE, Taiane Correa; PINTO, Vânia Zanella; HOFFMANN, Jessica Fernanda; VANIER, Nathan Levien; LIM, Loong-Tak; DIAS, Alvaro Renato Gue; ZAVAREZE, Elessandra. pH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 80, p. 492–500, 2017.

QUEIROZ, Mafalda Jacob Galante. **Evolução das antocianinas, atividade antioxidante e parâmetros de cor no Vinho do Porto ao longo do seu envelhecimento**. 2015. Dissertação (Mestrado em Controlo de Qualidade). Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Porto, 2015.

RAHMAN, Faiz Ur; AZHER, Muhammad Azher; LIU, Ruitao; SUN, Lei; JIANG, Jianfu; FAN, Xiucui; LIU, Chonghui; ZHANG, Ying. Evaluation of volatile aroma compounds from Chinese wild grape berries by headspace-SPME with GC-MS. **Food Science and Technology**, v. 42, p. e54320, 2022.

RAUDONE, Lina; RAUDONIS, Raimondas; LIAUDANSKASA, Mindaugas; JANULIS, Valdimaras; VISKELIS, Pranas. Phenolic antioxidant profiles in the whole fruit, flesh and peel of apple cultivars grown in Lithuania, **Scientia Horticulturae**, v. 216, p. -192, 2017.

RITSCHER, Patricia; MAIA, João Dimas Garcia; GARRIDO, Lucas da Ressurreição; NAVES, Rosemeire de Lellis. **Resistência da videira ao míldio: principais conceitos, com destaque para as cultivares da Embrapa, BRS Isis e BRS Vitória**. Bento Gonçalves, RS: [s. n.], março 2022. (Circular Técnica, ISSN 1808-6810, n. 164).

RIZZO, Matteo, MARCUZZO, Matteo, ZANGARI, Alessandro, GASPARETTO, Andrea; ALBERALLI, Andrea. Fruit ripeness classification: A survey. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 7, p. 44–57. 2023.

RIZZON, LUIZ A.; MENEGUZZO, Júlio. **Suco de uva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007.

RIZZON, Luiz Antenor; LINK, Marcos. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. **Ciência Rural**, v. 36, p. 689-692, 2006.

RIZZON, Luiz Antenor; MANFROI, Vitor; MENEGUZZO, Júlio. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998.

RIZZON, Luiz Antenor; MIELE, Alberto. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Food Science and Technology**, v. 22, p. 192-198, 2002.

RIZZON, Luiz Antenor; MIELE, Alberto; MENEGUZZO, Júlio. Avaliação da uva cv. Isabel para a elaboração de vinho tinto. **Food Science and Technology**, v. 20, p. 115-121, 2000.

RIZZON, Luiz Antenor; SGANZERLA, Vânia Maria Ambrosi. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves-RS. **Ciência Rural**, v. 37, p. 911-914, 2007.

ROBLES, Alicia; FABJANOWICZ, Magdalena; CHMIEL, Tomasz; PŁOTKA-WASYLKA, Justyna. Determination and identification of organic acids in wine samples. Problems and challenges. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 120, p. 115630, 2019.

ROCHA, Helena Albuquerque; GUERRA, Nonete Barbosa. Polifenóis em vinhos tintos: fatores envolvidos, propriedades funcionais e biodisponibilidade. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 9, n. 2, p. 93-105, 2008.

ROMBALDI, Cesar Valmor; BERGAMASQUI, Mariano; LUCCHETTA, Luciano; ZANUZO, Marcio; SILVA, Jorge Adolfo. Produtividade e qualidade de uva, cv. Isabella, em dois sistemas de Produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 89-91, 2004.

RUIZ-GARCÍA, Leonor; HELLÍN, Pilar; FLORES, Pilar; FENOLL, José. Prediction of Muscat aroma in table grape by analysis of rose oxide. **Food Chemistry**, v. 154, p. 151-157, 2014.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa; SPÍNOLA, Paulo Asafe Campos; MATTOS, Luciano Mansor de; ÁVILA, Mário Lúcio de; MOURA, Iracema Ferreira de; SILVA, Ana Paula Moreira da. **Análise da concepção da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica**. 2017.

SANTANA, Merce Teodora Aguil; SIQUEIRA, Heloisa Helena de; REIS, Kelen Cristina dos; LIMA, Luiz Carlos de Oliveira; SILVA, Richardson Júnior Lacerda. Caracterização de diferentes marcas de sucos de uva comercializados em duas regiões do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 882-886, 2008.

SANTOS, Andressa A.A.; SILVA, Marcia V.G.; GUERREIRO, Luana T.A.; ALVES, Marcelo V.A.; CUNHA BASTOS, Vera L.F.; BASTOS, Jayme C.; KOVARY, Karla. Influence of norbixin on plasma cholesterol-associated lipoproteins, plasma arylesterase/paraoxonase activity and hepatic lipid

peroxidation of Swiss mice on a high fat diet. **Food Chemistry**, v. 77, n.4, p. 393–399, 2002.

SARGOLZAEI, Maryam; RUSTIONI, Laura; COLA, Gabriele; RICCIARDI, Valentina; BIANCO, Piero A.; MAGHRADZE, David; FAILLA, Osvaldo; QUAGLINO, Fabio; TOFOLATTI, Silvia L.; DE LORENZIS, Gabriella de. Georgian grapevine cultivars: Ancient biodiversity for future viticulture. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, n. 94. p. 630122. 2021.

SCHARFETTER, Jacob; WORKMASTER, Beth Ann; ATUCHA, Amaya. Preveraison leaf removal changes fruit zone microclimate and phenolics in cold climate interspecific hybrid grapes grown under cool climate conditions. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 70, n. 3, p. 297-307, 2019.

SELIM, Moustafa. **Elicitation of grapevine defense responses against *Plasmopara viticola*, the causal agent of downy mildew**. 2013. 246 f. Tese (Doutorado em Dr. rer Nat. das Ciências Naturais) – Universidade Justus Liebig Gießen (JLU), Gießen, Alemanha, 2013.

SELLI, Serkan; CARBAROGLU, T.; CANBAS, Ahmet; ERTEN, Huseyin; NURGET, Canan. Effect of skin contact on the aroma composition of the musts of *Vitis vinifera* L. cv. Muscat of Bornova and Narince grown in Turkey. **Food Chemistry**, v. 83, n. 3, p. 341-347, 2003.

SHIRAISHI, Mikio; FUJISHIMA, Hiroyuki; CHIJIWA, Hiroyuki. Evaluation of table grape genetic resources for sugar, organic acid, and amino acid composition of berries. **Euphytica**, v. 174, p. 1-13, 2010.

SILVA, Andrea Luciana Ferreira Da; ROZA, Cleber Rabelo Da. Use of irradiation in food: a review. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 49-56, 2010.

SILVA, Flamys Lena do Nascimento; SCHMIDT, Eduardo Morgado; MESSIAS, Claudio Luiz; EBERLIN, Marcos Nogueira; SAWAYA, Alexandra Christine Helena Frankland . Quantitation of organic acids in wine and grapes by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. **Analytical Methods**, v. 7, n. 1, p. 53-62, 2015.

SILVA, Gabriela Viana da. **Caracterização Físico-Química De Cascas De Uvas Híbridas Desidratadas Obtidas Por Diferentes Métodos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência De Alimentos) – Universidade Federal Da Bahia, Universidade Federal Da Bahia. Bahia, 2017.

SILVA, Kamilla; MACHADO, André; CARDOSO, Cláudio; SILVA, Flávio; FREITAS, Fernanda. Rheological behavior of plant-based beverages. **Food Science and Technology**, v. 40, p. 258-263. 2020.

SILVA, Marília Lordêlo Cardoso; COSTA, Renata Silva; SANTANA, Andréa dos Santos; KOBLIZ, Maria Gabriela Bello. Compostos fenólicos, carotenóides e

atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, Rita De Cassio Dos Santos Navarro De; MINIM, Valeria Paula Rodrigues; SILVA, Alexandre Navarro Da Silva; MINIM, Luis Antonio. Number of judges necessary for descriptive sensory tests. **Food Quality and Preference**, v. 31, p. 22-27, 2014.

SINGH, Chandra K; LIU, Xiaoqi; AHMAD, Nihal. Resveratrol, in its natural combination in whole grape, for health promotion and disease management. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1348, n.1, p. 150–160. 2015.

Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (SAF/MAPA). 2012 Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_agrofit_cons. Acesso em: 24 abr. 2024.

SOARES, Jose Monteiro; LEÃO, Patricia Coelho de Souza. **A vitivinicultura no Semiárido Brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Semiárido: Petrolina, p. 294-347. 2009.

SOUSA, Julio Seabra Inglês de. **Uvas para o Brasil**. 2.ed. São Paulo: Melhoramentos, 1996. 445p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ª edição, Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TARONE, Adriana Gadioli; CAZARIN, Cinthia Baú Betim; JUNIOR, Mario Roberto Marostica. Anthocyanins: New techniques and challenges in microencapsulation. **Food research international**, v. 133, p. 109092, 2020.

TARSITANO, M.A.A.; COSTA, T.V.; NAVES, R.L.; SOUZA, R.T. **Aspectos fitossanitários da viticultura na região noroeste do Estado de São Paulo**. Comunicado Técnico 136. Bento Gonçalves, 2013. Disponível em: <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-infoteca-e-doc-956453/Description>. Acesso em: 14 Ago. 2023

TECCHIO, Francine Maria; MIELE, Alberto; RIZZON, Luiz Antenor. Composição físico-química do vinho Bordô de Flores da Cunha, RS, elaborado com uvas maturadas em condições de baixa precipitação. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1480-1483, 2007.

TIECHER, Aline. **Efeito da Radiação UV-C na expressão gênica e nas respostas bioquímico-fisiológicas em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2010

TOALDO, Isabela Maia; CRUZ, Fernanda Alvez; ALVES, Tatiana de Lima; GOIS, Jefferson Santos de; BORGES, Daniel L. G., CUNHA, Heloisa

Pamplona; SILVA, Edson Luiz da; BORDIGNONLUIZ, Marilde T. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. **Food Chemistry**, v. 173, p. 527-535. 2015.

TOGOES, J.H. **Tratado de Enologia**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003. Ediciones Paraninfo S.A. Calle José Abascal 41, Oficina 709. 28003 Madrid (España)

TORRAS-CLAVERIA, Laura; JÁUREGUI, Olga; CODINA, Carles; TIBURCIO, Antonio; BASTIDA, Jaume; VILADOMAT, Francesc. Analysis of phenolic compounds by high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry in senescent and water-stressed tobacco. **Plant Science**, v. 182, p. 71–78 2012.

TORRES, Larissa Helena Lôbo. **Efeitos da inalação da fumaça de cigarro no estresse oxidativo no sistema nervoso central de camundongos jovens**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmaceuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. 2009

TROIAN, Alexandre; ARBAGE, Alessandro Porporatti. Análise dos sistemas de produção vitícola familiar: a influência dos resultados econômicos na adoção dos sistemas de base ecológica e convencional na Serra Gaúcha-RS. *Redes*, Santa Cruz Sul, v. 20, n. 3 - Suplemento, p. 180-202, set./dez. 2015.

TUOMISTO, H.L., HODGE, I.D., RIORDAN, P., MACDONALD, D.W., 2012. Does organic farming reduce environmental impacts?—A meta-analysis of European research. **Journal of environmental management**, v. 112, p. 309-320, 2012.

UNITED NATIONS, Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. **New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs**, v. 1, p. 41, 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>. Acessado em: 12 Abril 2023

VACCARI, Niucéa Fatima De Souza; SOCCOL, Marcilene Camila Heidmann; IDE, Gilberto Massashi. Compostos fenólicos em vinhos e seus efeitos antioxidantes na prevenção de doenças. **Revista de ciências agroveterinárias**, v. 8, n. 1, p. 71-83, 2009. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5316>. Acesso em: 28 may. 2023.

VAN LEEUWEN, Cornelis; DESTRAC-IRVINE, Agnes; DUBERNET, Matthieu; DUCHÊNE, Eric; GOWDY, Mark; MARGUERIT, Elisa; PIERI, Philippe; AMBER, Parker; RESSEGUIER, Laure De; OLLAT, Nathalie. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. **Agronomy**, v. 9, n. 9, p. 514, 2019.

VÉLEZ-TERREROS, Pamela Y; ROMERO-ESTÉVEZ, Yánez-Jácome, Gabriela S.; SIMBAÑA-FARINANGO, Karina; NAVARRETE, Hugo. David; Comparison of major nutrients and minerals between organic and conventional tomatoes. A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2021.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. v. 2. 524p.

VIAN, Maryline Abert; TOMAO, Valérie; COULOMB, Philippe Olivier; LACOMBE, Jean Michel; DANGLES, Olivier. Comparison of the Anthocyanin Composition during Ripening of Syrah Grapes Grown Using Organic or Conventional Agricultural Practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, [s. l.], v. 54, n. 15, p. 5230-5235, 29 jun. 2006.

VICENTE, Ariel R.; MANGANARIS, George A.; ORTIZ, Cristian M., SOZZI, Gabriel O.; CRISOSTO, Carlos H. Chapter 5. Nutritional Quality of Fruits and Vegetables. **Postharvest handling**. 2014; p. 69-122.

VILLAR, Larissa; BRIGHENTI, Alberto Fontanella.; CIPRIANI, Ricardo; SILVA, Aparecido Lima Da. Prohexadiona de cálcio e a redução do vigor, produtividade e qualidade da uva Grano D'oro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 536-540, 2011.

Vinha, Ana F; Barreira, Sergio V.P; Costa, Anabela.S.G; Alves, Rita.C; Oliveira, M.Beatriz P.P. Organic versus conventional tomatoes: Influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial attributes. **Food and chemical toxicology**, v. 67, p. 139-144, 2014.

VINSON, Joe A.; TEUFEL, Karolyn; WU, Nancy. Red wine, dealcoholized red wine, and especially grape juice, inhibit atherosclerosis in a hamster model. **Atherosclerosis**, v. 156, n. 1, p. 67-72, 2001.

WARMLING, Maria Tereza. Condições meteorológicas, classe de solo e plantas de cobertura na produtividade e composição da uva Cabernet Sauvignon. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2017.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General viticulture**. Berkeley: University of Califórnia, 1974. 710 p

WROLSTAD, Ronald E.; DURST, Robert W.; LEE, Jungmin. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, n. 9, p. 423-428, 2005.

WU, Baimin; LIU, Jiechao; YANG, Wenbo; ZHANG, Qiang, YANG, Zhengian; LIU, Hui; LV, Zhenzhen; Zhang, Chunling ... JIAO, Zhonggao. Nutritional and flavor properties of grape juice as affected by fermentation with lactic acid bacteria. **International Journal of Food Properties**, v. 24, n. 1, p. 906-922, 2021.

XIA, En-Qin; DENG, Gui-Fang., GUO, Ya-Jun; LI, Hua-Bin. Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 11, p. 622-646. 2010.

YIRIDOE, Emmanuel K.; BONTI-ANKOMAH, Samuel; MARTIN, Ralph C. Comparison of consumer perceptions and preference toward organic versus conventionally produced foods: A review and update of the literature. **Renewable agriculture and food systems**, v. 20, n. 4, p. 193-205, 2005.

YONG, Huimin; LIU, Jun. Recent advances in the preparation, physical and functional properties, and applications of anthocyanins-based active and intelligent packaging films. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 26, p. 100550, 2020.

YOO, Yung J.; SALIBA, Anthony J.; PRENZLER, Paul D. Should red wine be considered a functional food?. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, n. 5, p. 530-551, 2010.

Yu, Xiaofan; Guo, L., Jiang, Liyue; Jiang, Song, Yanjie; Muminov, , Mahmud Abdimuratovich. Advances of organic products over conventional productions with respect to nutritional quality and food security. **Acta Ecol. Sin.** 38, 53–60. 2018.

ZAFFARI, Eder Angelo; BORBA, Regina Da Silva. Levantamento dos principais fungicidas e inseticidas comercializados pelas agropecuárias de Bento Gonçalves para utilização na cultura da videira. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 385-390, 2016.

ZEWIDE, Isreal; SHEREFU, Abde. Reviewing on organic farming vs, conventional farming system. **Global Journal of Agricultural Research**. v. 9, p. 35–61. 2021.

ZHENG, Luman; LIU, Liming; YU, Jiahao; SHAO, Ping. Novel trends and applications of natural pH-responsive indicator film in food packaging for improved quality monitoring. **Food Control**, v. 134, p. 108769, 2022.

ZHOU, Kequan; RAFFOUL, Julian. Potential anticancer properties of grape antioxidants. **Journal of oncology**, v. 2012, 2012.

ZIMMERMANN, Alice Mesquita; RIVERO, Alessandra Coelho; BEZERRA, Aline Sobreira; RUVIARO, Amanda Roggia; NOVACK, Mariana Moura Ercolani. Potencial antioxidante de extrato de cevada em ratos submetidos à dieta hiperlipídica. **Food Science and Technology**., Campinas, v.33, n. 1, p. 167-171, 2013.

8 Relatório do Trabalho de Campo

Minha jornada acadêmica iniciou em março de 2021 com aulas remotas e na altura eu ainda me encontrava em Moçambique meu país de origem, o que fez com que não pudesse participar *in loco* no seguimento de todo ciclo produtivo das videiras, da colheita e processamento dos sucos tanto na safra de 2022 bem como na de 2023.

Devido à pandemia da Covid-19, as aulas foram realizadas remotamente durante todo o ano de 2021, causando atrasos no início das atividades laboratoriais até abril de 2022. Este atraso trouxe desafios significativos, exigindo uma adaptação intensiva aos equipamentos e o desenvolvimento de habilidades específicas. A gestão metódica do tempo foi essencial para equilibrar a teoria acadêmica e a prática laboratorial. Minha pesquisa focou na caracterização clássica geral, composição mineral, resíduos em agrotóxicos e composição volátil de 40 sucos de uva produzidos em sistemas de produção orgânica (20 sucos) e de produção convencional (20 sucos) das safras de 2022 e 2 sucos da safra de 2023 que tiveram valores médios representativos sobre a qualidade da safra de 2022 para análises de compostos fenólicos e antocianinas e perfil sensorial.

Iniciar esse trabalho, para mim, foi mergulhar em um universo fascinante que compreende a complexidade das práticas agrícolas na produção de sucos de uva e sua caracterização sobre a qualidade.

O ponto de partida foi a cuidadosa identificação dos vinhedos (20 de produção orgânica e 20 de produção convencional) nas regiões vitícolas do Rio grande do sul, concretamente nos vinhedos de viticultores dos municípios de Farroupilha, Garibaldi, Bento Gonçalves, Caxias do Sul, Flores da Cunha, Antônio Prado, Campestre, Pelotas, Canguçu, Morro redondo, Carlos Barbosa e Dois Lajeados) em que produzem sucos de uvas *Vitis labrusca* da cultivar borbô. A escolha dos vinhedos nesses municípios foi fundamentada pela reputação de produção de uvas de alta qualidade, adoção de boas práticas de produção, por serem certificadas e pelo fato de serem acompanhados por órgãos públicos de extensão e de pesquisa.

A colheita das uvas foi realizada considerando critérios específicos, como estágio de maturação (nível do teor em açúcares), saúde das uvas e

histórico de tratamentos fitossanitários. A atenção a esses detalhes garantiu a representatividade das amostras e minimizou possíveis vieses na análise posterior.

Após a colheita, as uvas foram processadas imediatamente para preservar sua integridade e evitar alterações nas características. O controle rigoroso da temperatura durante o processamento foi crucial para evitar oxidação e preservar os compostos voláteis presentes nas uvas. Essa etapa enfatizou a importância de manter as condições mais próximas possível daquelas encontradas nas vinhas. As amostras foram armazenadas sob condições controladas de temperatura e umidade para análises a posterior e para garantir a conservação.

Para sucos da safra de 2022 foram feitas avaliações de produtividade, análises clássicas tais como pH, acidez total, teor de açúcares redutores, densidade, ácidos tartárico, málico e glucônico, a cor e atividade antioxidante. Igualmente, os sucos foram submetidos a análises de minerais por espectroscopia de absorção atômica de forma a garantir a precisão das medições. Os minerais quantificados foram o Al, B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Pb, Se e Zn. Essas análises contribuíram para a compreensão das variações nas características minerais entre os sucos, destacando a influência do solo e das práticas agrícolas.

As análises do teor em agrotóxicos nos sucos foram realizadas utilizando a cromatografia líquida de ultra-alta eficiência acoplada a um espectrômetro de massa quadrupolo por tempo de voo (UHPLC-QTF) da Agilent Technologies. Os padrões de agrotóxicos utilizados incluíram Ácido aminometilfosfônico, Azoxistrobina, Benalaxil, Captan, Cimoxanil, Clorotalonil, Delan, Difeconozol, Ditanona, Glifosato, Glifosinato de amônio, Iprodiona, Mancozeb, Metalaxil, Metiran, Procimidona, Simazin, Tebuconazol e Tiofanato. Essas análises fornecem informações importantes sobre a presença de resíduos de agrotóxicos nos sucos, contribuindo para garantir a segurança alimentar e a qualidade dos produtos.

A identificação de compostos voláteis foi conduzida por meio da cromatografia de gás acoplada à espectrometria de massa (CG-EM) o que permitiu a separação e identificação dos compostos voláteis presentes nos sucos, revelando a complexidade do perfil aromático.

A segunda frente do estudo envolveu a análises de sucos de uva da safra de 2023, onde foram feitas análises de compostos fenólicos e antocianinas e o perfil sensorial.

As análises de compostos fenólicos e antocianinas foram feitas utilizando um sistema de cromatografia líquida acoplado a um espectrômetro de massa quadrupolo tempo de voo. Os compostos fenólicos e antocianinas foram quantificados usando curvas de padrões correspondentes. Essas análises permitiram a determinação precisa dos compostos fenólicos e antocianinas presentes nos sucos, fornecendo informações valiosas sobre sua composição e potenciais benefícios à saúde.

Para a análise do perfil sensorial, uma equipe de avaliadores foi reunida para realizar a avaliação sensorial dos sucos. Essa etapa foi conduzida em condições controladas, utilizando uma abordagem cega para evitar qualquer influência dos resultados. Os degustadores avaliaram aspectos como intensidade da cor, aroma, sabor, aparência e preferência, contribuindo para uma compreensão mais subjetiva e holística das diferenças sensoriais entre os sucos. Essas análises forneceram um perfil dos sucos, possibilitando a identificação de variações na qualidade entre os sucos de uvas dos dois sistemas de produção nas duas safras.

Durante a execução das nossas análises tanto das safras de 2022 bem como de 2023, enfrentamos diversos desafios relacionados à análise de minerais, agrotóxicos, compostos fenólicos e antocianinas. Essas dificuldades surgiram devido à falta de equipamentos específicos em nosso laboratório tendo em conta as análises pretendidas.

Para superar essas limitações, estabelecemos parcerias estratégicas com instituições com capacidades para realização das análises. No caso das análises de minerais, colaboramos com o laboratório de Metrologia Química da UFPel, onde pudemos realizar as análises com precisão, garantindo resultados confiáveis sobre a composição mineral dos sucos.

Quanto à análise de agrotóxicos, contamos com o apoio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essa parceria foi essencial para garantir uma avaliação rigorosa da presença de agrotóxicos nos sucos, garantindo uma análise exhaustiva para aferição com os limites máximos estabelecidos por lei.

Para a safra de 2023, enfrentamos desafios semelhantes na análise de compostos fenólicos e antocianinas. No entanto, estabelecemos uma colaboração com o laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa, reconhecido por sua excelência em pesquisa. Com essa parceria, conseguimos realizar as análises de forma precisa, proporcionando informações valiosas sobre a composição em bioativos dos sucos. Essas colaborações estratégicas foram fundamentais para garantir a qualidade e a confiabilidade das análises realizadas, permitindo-me obter percepções valiosas sobre a composição e a segurança dos sucos estudados.

Minha pesquisa sobre a produção e análises de sucos de uva ampliou meu conhecimento sobre as complexidades envolvidas nos sistemas de produção convencional e produção orgânica em viticultura e, contribuiu para meu crescimento acadêmico.

Durante a minha estadia no Programa desempenhei um papel ativo aos estudantes de mestrado, fornecendo suporte acadêmico sobre seus trabalhos. Além disso, pude participar em vários eventos de carácter acadêmico. Uma parte significativa do meu papel envolveu a coordenação e condução de atividades laboratoriais, onde eu pude conduzir análises detalhadas dos resultados obtidos.

Para a execução das análises laboratoriais desta pesquisa, foram usados os seguintes reagentes e padrões:

- ABTS^{•+} (2,2'- azinobis-acid,3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic) (Sigma-Aldrich, pureza > 98%, CAS: 30931-67-0, USA);
- Acetonitrila (Chromasolv, ≥99,9% P-HPLC);
- Ácido clorídrico (Synth, pureza 36,5%, Brasil);
- Ácido fórmico (ApplyChem, pureza 98% PA-ACS);
- Ácido nítrico (Synth, pureza 65% PA-ACS, Brasil);
- Agrotóxicos (Ácido aminometilfosfônico, Azoxistrobina, Benalaxil, Captan, Cimoxanil, Clorotalonil, Delan, Difeconozol, Ditianona, Glifosato, Glifosinato de amônio, Iprodiona, Mancozeb, Metalaxil, Metiran, Procimidona, Simazin, Tebuconazol, Tiofanato e metílico);
- Água ultra-pura, purificada em sistema Direct-Q UV3;

- Água deionizada, sistema de destilação de quartzo, modelo MA078/5 (Marconi, Brasil)
- Argônio (Agilent Technologies, Austrália).
- Benzofenona (Dinâmica, pureza 100%, CAS: 119-61-9, Brasil);
- Biftalato de potássio (Synth, Brasil);
- Carbonato de sódio (Na_2CO_3) (Synth pureza > 99%, Brasil);
- Cloreto de sódio (Synth, peso Molecular: 58,44, P.A.-A.C.S, Brasil)
- DPPH• (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Sigma-Aldrich, CAS: 1898-66-4, Índia);
- Etanol (Dinâmica, pureza de 99,5%, Brasil);
- Folin ciocalteau (Exodo Científica, Brasil);
- Hidróxido de sódio (Dinâmica, 98% de pureza, Brasil);
- Iodeto de sódio ();
- Metanol (Dinâmica, pureza de 99,9%, Brasil);
- Minerais (Al, B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Pb, Se e Zn) da ()
- Nitrogênio comprimido White Martins (Rio de Janeiro - Brasil);
- n-Alcanos $\text{C}_8\text{-C}_{40}$ (MerckKGaA, Darmstadt, Alemanha)
- Peróxido de hidrogênio (Detec, Brasil – SP);
- Persulfato de potássio (Impex, pureza de 99%, Brasil) (140 mM);
- Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromato-2-ácido carboxílico) (Sigma-Aldrich, pureza de 97%, CAS: 53188-07-1, Brasil);
- Fenólicos e antocianinas (Ácido gálico, catequina, epicatequina, ácido caféico, ácido p-cumárico, ácido ferúlico, quercetina e kaempferol (Sigma-Aldrich). procianidina B1, prodelfinidina B4, miricetina 3-O-glucosideo, miricetina, isoquercetina, plantagoside e astilbina (Extrasynthese 69730 Genay France).. Malvidina Chloride (Extrasynthese 69730 Genay France).

Durante este estudo, todos os resíduos químicos gerados foram descartados conforme o Manual de Gerenciamento de Resíduos do Núcleo de Planejamento Ambiental da UFPEL (NPA). Resíduos inorgânicos simples foram descartados na rede de esgotos após diluição e neutralização, enquanto resíduos de metais de transição e solventes orgânicos foram armazenados em recipientes identificados e rotulados em frascos para posterior envio a incineradores ou depósitos credenciados. Procedimentos específicos foram

adotados para garantir a segregação segura e a destinação ambientalmente adequada desses resíduos.

Artigo

Grape (*Vitis labrusca* L.) juices, cv. Bordô, from vineyards in organic production systems and conventional production: similarities and differences

Fane Benedito Eduardo Duarte Macueia^{a,b*}, Helen Cristina dos Santos Hackbart^a, Andreza de Brito Leal^a, Rosane Lopes Crizel^a, Charlie Guimarães Gomes^a, César Valmor Rombaldi^a

^a *Federal University of Pelotas (UFPel)-DCTA-FAEM, Eliseu Maciel Avenue, s/n, Capão do Leão-RS, CEP: 96160-000*

^b *Lúrio University (UniLurio) – Faculty of Natural Sciences, Eduardo Mondlane Avenue, 958, Pemba, Cabo Delgado – Mozambique*

*Corresponding author: fane.macueia@unilurio.ac.mz (F.B.E.D. Macueia)

ABSTRACT

The similarities and differences between foods produced under organic (OP) and conventional (CP) systems remain a controversial topic. In order to contribute to the evolution of this theme, grapes and juices were produced from vineyards in OP (n=20) and CP (n=20). All juices were elaborated using the same processing technology. Grape productivity was evaluated, and the classic characterization of juices was performed, followed by an in-depth characterization of mineral composition, pesticide residues, volatile compounds, phenolic compounds, and anthocyanins, as well as sensory analysis. In total, 101 dependent variables were monitored. From this set of variables, it was observed that grape productivity and the overall classic composition of juices from OP and CP systems are equivalent. Similarly, the mineral composition was equivalent, exception of the presence of a high concentration of Al in only one juice from the CP. As expected, pesticide occurrence was more frequent in CP juices (14/20), however, in all cases at much lower levels (1600 times lower or more) than the limits allowed by regulations. Residue occurrence also occurred in OP juices (2/20), which are not allowed by current regulations. In terms of volatile compounds profiles, 40 compounds were identified and quantified in OP juices, and 34 in CP juices. Regarding total phenolic compounds and total anthocyanins, the juices were equivalent. OP juices had a higher sensory preference. In conclusion, among 101 variables evaluated, 75 indicate that the juices are equivalent. The 26 variables leading to technical differences are related to: 1) a higher frequency of residues in CP juices compared to OP juices; 2) a

greater diversity of volatile compounds in OP juices; 3) differences in minor phenolic compounds and anthocyanins; and, 4) preference for OP juices.

Keywords: food safety, quality, minerals, volatile compounds, phenolic compounds, pesticide residues.

1. Introduction

One of the strategic challenges for food safety and security is the commitment to production and productivity (Bergeret, 2017; Bongaarts, 2021; CONSEA, 2006), along with environmental, economic, social, and cultural sustainability, as well as comprehensive health (Jouzi et al., 2017; Roselli et al., 2020). These principles, through differentiated technologies, should be part of production systems, whether they are conventional (CP), integrated (IP), organic (OP), or biodynamic (BDP) production (Gomiero, 2011). The main aspect is that, regardless of the production system, a maximum of these criteria should be observed, aiming to meet the Sustainable Development Goals (SDGs) (UN, 2015).

Organic production (OP) has been cited as one of the systems that strongly embraces these principles (Reganold and Wachter, 2016; Willer et al., 2021), but there is no consensus (Abreu and Alonzo, 2020; Maas et al., 2020). In defense of OP, environmental benefits are highlighted, such as food production without the use of soluble fertilizers and synthetic pesticides, resulting in foods with high nutritional and functional value (Ceglie et al., 2016; Miele et al., 2015; Tuomisto et al., 2012). This perspective aims for a more humanized and fair production/processing and marketing, as the majority of families and businesses operating within this production system have, as their guiding principles, support for the SDGs (Eyhorn et al., 2019; Patuelli et al., 2022).

In general, studies demonstrate that the attributes of OP create a perception among consumers that these foods are safer, produced with greater environmental, social, and cultural responsibility, and in a more ‘‘human manner’’. This aligns with a ‘‘reward’’ for the products, commanding higher prices in the market (Hughner et al., 2007; Maas et al., 2020; Willer and Lernoud, 2019). However, as mentioned earlier, studies also show that other production systems are capable of incorporating these attributes (Smith-Spangler, 2012; Villanueva-Rey et al., 2014). Thus, despite numerous

comparative studies between production systems, contradictions persist (Bourn and Prescott, 2002). Nevertheless, the sustainable production of food through methods that ensure food, people, and environmental safety is an international priority (EU, 2008; IFOAM, 2020; UNEP, 2021).

It is a fact that there is a growing demand for organically grown foods, driven by the understanding that they are healthier and safer. Nevertheless, there are questions regarding potential nutritional and functional benefits, especially considering the difficulty of drawing robust conclusions due to limitations in the experimental databases used (comparison of commercially acquired foods, or from small-scale production units or controlled environments) (Magkos et al., 2006; Mditshwa et al., 2017; Palma et al., 2023). Therefore, it is necessary to conduct studies that cover everything from agricultural production to processing and food evaluation, with a robust experimental basis. Mditshwa et al. (2017) already warned about the scarcity of experiments with fruits, especially in post-harvest. This remains a reality in 2024, with few studies like those of Palma et al. (2023) where they evaluate pre and post-harvest behavior.

It is in this context that this work focuses, particularly on grape production for juice. Grape and juice production in Brazil occurs across virtually the entire national territory, with emphasis on the Southern Region, which accounts for 85% of the grapes used for processing (Pierozan, 2019). In 2020, approximately 160 million liters of grape juice were produced (MAPA, 2020). This region is characterized by climatic conditions that facilitate the occurrence of diseases and the growth of competing plants. The most important diseases include anthracnose (*Elsinoe cinerea*), mildew (*Plasmopara viticola*), powdery mildew (*Erysiphe necator*), and rots (*Botrytis cinerea* and *Glomerella cingulata*) (Pedro Júnior and Hernandez, 2020). As a consequence, the frequent use of fungicides to control these fungi, and herbicides to control competing plants is common (Pedro Júnior and Hernandez, 2020; Toker et al., 2022). Additionally, there is a need for replenishing nutrients exported by the harvest. The most common method in CP continues to be the use of soluble fertilizers (James et al., 2023).

In OP practices the soil management is carried out with green cover using various species (introduced and/or spontaneous), nutrient recycling, application of organic compounds, use of authorized fungicides (mainly based on Cu and S), NaHCO₃, H₂O₂, and organic inputs (extracts, algae, microorganisms), and management favoring the balance between vegetative growth and production. The use of synthetic pesticides

is not authorized in OP nor soluble fertilizers (Mditshwa et al., 2017; Melo et al., 2015; Mulero et al., 2010).

With the evolution of knowledge and inputs for OP, technical challenges have been overcome, especially with varieties less susceptible to diseases, such as the Bordô, also known as Yves. Additionally, when working with more susceptible varieties or cultivars, it is done in a protected environment (Pedro Júnior and Hernandez, 2020).

Our research group has already demonstrated the technical feasibility of OP over 10 years ago (Martins et al., 2010; Rombaldi et al., 2004). This has also been reported by other studies, both locally (Barbosa et al., 2018; Mariani and Henkes et al., 2015) and in other countries (Colautti et al., 2023; Pimentel et al., 2005; Thiolllet-Scholtus et al., 2021). There are numerous studies comparing vineyards cultivated in OP and CP systems exist, as reviewed by Borsato et al. (2019); Boschiero et al. (2023); Bourn and Prescott, (2002); Ceglie et al. (2016), and Döring et al. (2019). In these comparative studies, there is evidence that OP generates benefits for soil health, environmental balance, grape and juice quality (Borsato et al., 2019; Boschiero et al., 2023; Ceglie et al., 2016; Pimentel et al., 2005; Thiolllet-Scholtus et al., 2021), and other derivatives (Provost and Pedneault, 2016). In contrast, there are studies demonstrating that CP can also produce safe products with sensory quality and high productivity (Anjos et al., 2020; Bourn and Prescott, 2002; Mditshwa et al., 2017). In studies conducted by González et al. (2022); Lairon (2010), it was found that what differentiated juices from CP and OP was the frequency of pesticide residue occurrence and pesticide levels. Residues were also detected in organic products (Miele et al., 2015). Similarly, pesticide residues were detected in the soil of OP (El Kersh et al., 2023; Gonzáles et al., 2022; Karimi et al., 2020; Lairon, 2010).

In studies by Dutra et al. (2018), using chemometrics, it was possible to verify that OP juices have higher levels of phenolic compounds and minerals, as well as greater antioxidant activity compared to CP. In terms of nutritional and functional aspects, notable studies were conducted by Dutra et al. (2018) and Toaldo et al. (2015), where it was found that the levels of bioactive compounds were higher in OP than in CP. Regarding sensory quality, it was evident that OP juices had more intense fruity aromas (Novack et al., 2022) and higher sensory quality, leading to greater preference among evaluators (Novack et al., 2022). The main advantages of OP juices were higher sweetness, more intense color, and a more intense and fruity aroma (Cruz et al., 2018). Other studies have also identified marker variables for geographical and production

system identification (Granato et al., 2015; Margraf et al., 2016). Generally, these differences involve phenolic compounds such as total monomeric anthocyanins, proanthocyanidins, flavonols, cyanidin-3-glucoside, delphinidin-3-glucoside, and malvidin-3,5-glucoside (Granato et al., 2015), or certain minerals such as Cu, Mn, and Fe (El Kersh et al., 2023; Granato, 2016), or antioxidant activity (Granato et al., 2015; Margraf et al., 2016).

Given the above, it is evident that the comparative study of organic and non-organic foods in general, and in grape juices (the subject of this study), already has an extensive knowledge. Nevertheless, this study provides a differentiated contribution by presenting a robust number of properties (20 from each production system), all with the same cultivar, all monitored by the research team, and with the juices produced using the same process. Considering the scientific and technological knowledge on the subject, a hypothesis was formulated that, in comparison to CP, the OP system would result in lower grape productivity. Additionally, the hypothesis was put forward that OP would yield juices with a greater diversity of secondary metabolites (due to the stimulation of specialized plant metabolism), higher levels of Cu (due to the more frequent use of $\text{CuSO}_{4.5}\text{H}_2\text{O}$ in OP), absence of pesticide residues (as these compounds are not used in OP), and a more pronounced sensory profile (resulting from higher levels of secondary metabolites).

2. Material and Methods

2.1 Grape production

The vineyards belong to the species *Vitis labrusca*, Bordô cultivar. Twenty vineyards are managed in an organic production system (OP) and 20 in a conventional production system (CP). The vineyards are located in the municipalities of Farroupilha, Garibaldi, Bento Gonçalves, Caxias do Sul, Flores da Cunha, Antônio Prado, Campestre, Pelotas, Canguçu, Morro Redondo, Carlos Barbosa, and Dois Lajeados (Fig. 1). The altitudes where the vineyards are situated range from 123 to 843 meters above mean seal level (MSL). The age of vineyards range of 4 to 55 years, with productivities ranging from 16 to 31 tons/ha, sandy, clayey, and sandy-clay soils, predominantly grafted onto Paulsen and SO4 rootstocks and occasionally ungrafted, with a density ranging from 1600 to 3600 plants per hectare in a pergola training system. The choice of the Bordô cultivar was based on its suitability for juice production and its relative

resistance to major diseases. The selection of vineyards was made based on their individual histories and because they are monitored by public extension and research agencies (Emater-Technical Assistance and Rural Extension Company, Embrapa-Brazilian Agricultural Research Corporation and UFPel-Federal University of Pelotas), representing the reality of the productive sector for this cultivar. All vineyards adhere to Good Agricultural Practices (GAP) (mandatory), both in the OP and CP systems. The vineyards under OP are certified by international certification companies or through the participatory certification system in Brazil (BRASIL, 2012; Cavallet et al., 2018). Basically, what differentiates the systems is soil cover management without the use of herbicides, the use of *Bacillus spp* and *Trichoderma spp*, and the absence of soluble fertilizers and synthetic pesticides (fungicides, acaricides, and insecticides) in the OP system. Harvesting was conducted when the grapes reached the commercial harvest point, i.e., with Brix close to 13, a value considered suitable for whole grape juice. Manual harvesting took place in February 2022 and February 2023. The juices produced in 2022 formed the basis for the overall physicochemical characterization and in-depth analysis of the juices. Based on the results obtained from characterization of the juice (20 from OP and 20 from CP) in the 2022 harvest, two vineyards (1 from OP and 1 from CP) were selected for the 2023 harvest, representing the average of the juices from the 2022 harvest, with the aim of conducting sensory analysis. Before the sensory analysis of the juices, a control was performed to confirm the absence of residues.

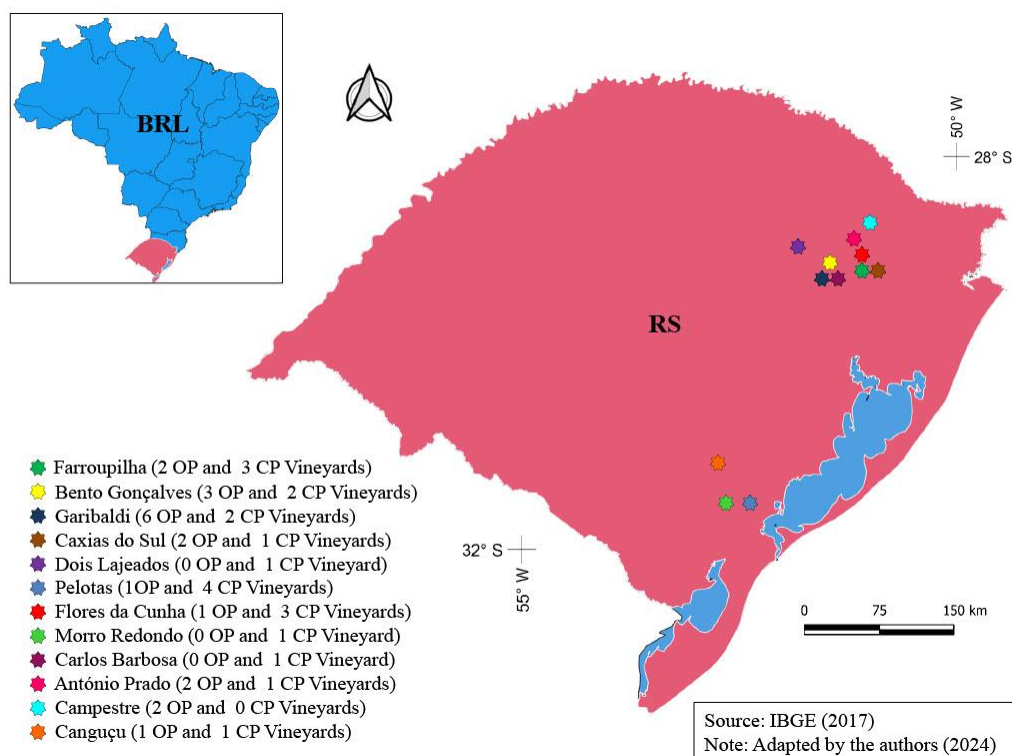


Fig. 1. Location of the vineyards in the municipalities - Rio Grande do Sul (RS), Brazil (BRL).

2.2 Juice production process

From each vineyard three experimental units of 20 kg of grapes were harvested which were immediately used for juice production, using the same equipment for all juices. Juice production followed the procedure described in Pinto et al. (2022), carried out right after the harvest on each property. Due to the high number of experimental units (20 OP and 20 CP, with 3 repetitions totaling 120 processes), an alternate production of OP and CP juices was performed: OP juice was processed on the first day, CP juice on the second day, and so on for 10 days. On average, a yield of 50% was obtained, meaning 1L of juice for every 2 kg of grapes. For the 2023 harvest, the processing was identical to the 2022 one, but from two vineyards representing the average characteristics of CP and OP vineyards from 2022. That year, the yield was 57%.

The juice analyses began 3 months after processing. Due to the high number of variables (101) and some of them (chromatographic require a relatively long runtime), the samples were analyzed alternately. It started with sample 40 and sample 1, then sample 39 and sample 2, and so on, to reduce experimental errors. For the analysis of

the 2023 juices, this procedure was not necessarily due to the smaller number of samples

2.3 *General characterization*

Productivity was calculated based on the total grape harvest (fresh matter) per planted area and quantified in tons per hectare (ton/ha). Classical analyses included the pH measurement, total titratable acidity (meq/100 mL), and total soluble solids (°Brix), following the methods recommended by AOAC (2000). Density, reducing sugar content, tartaric, malic, and gluconic acids were analyzed using the WineScan SO2 equipment (Foss Analytics, Denmark) through Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) technique. Color analysis was measured using a colorimeter (Konica-Minolta CR-400), employing the CIELab color system, and evaluating parameters L, a*, and b*. Color parameters were converted into a color angle [$H^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$], indicating the hue angle (H°) of the samples (0° or 360° = red, 90° = yellow, 180° = green, 270° = blue), and chroma through the equation $C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ (Zhang et al., 2008). The antioxidant capacity was determined using the ABTS [2,2'-azinobis-acid (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic)] (Rufino et al., 2007) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Brand-Williams et al., 1995) methods. Results were calculated based on the curve generated with the Trolox standard (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) (Sigma-Aldrich, purity 97%, CAS: 53188-07-1, Brazil).

2.4 *Mineral composition*

For the preparation of the grape juice samples, the method described by Cruz Junior et al. (2019) was employed with some adaptations. For each technical replicate, 10 mL of juice was combined with 200 µL of HNO₃ and 3 mL of H₂O₂, and then subjected to heating in a digestion block at 120°C, with an attached reflux system, for a period of 3 hours. Subsequently sample volumes were adjusted to 25 mL with deionized water. The quantification of minerals (Al, B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Pb, Se, and Zn) was conducted using a microwave-induced plasma optical emission spectrometer (MIP-OES) model 4200 (Agilent Technologies, Australia), equipped with a simultaneous multielement solid-state charge-coupled device detector, a Czerny-Turner monochromator, a OneNeb series 2 nebulizer, and a cyclonic nebulization chamber

following the methodology proposed by Ozbek et al. (2016). The nitrogen used to sustain the plasma was extracted from atmospheric air through a nitrogen generator model 4107 (Agilent Technologies, Australia) (Niedzielski et al., 2015). For ignition of the plasma, a small flow of argon gas supplied from an internal storage cylinder installed in the apparatus (Agilent Technologies, Australia) was employed.

2.5 *Pesticide residues*

The identification and quantification of pesticides in the juices were carried out following the optimized procedures by Pérez-Ortega et al. (2017). The separation and identification of analytical standards were performed using an UHPLC connected to an Agilent Q-TOF 6530 quadrupole time-of-flight mass spectrometer (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) equipped with an electrospray ionization interface operated in positive or negative ionization mode.

The pesticide standards used included Aminomethylphosphonic acid, Azoxystrobin, Benalaxyl, Captan, Cymoxanil, Chlorothalonil, Delan, Difenoconazole, Dithianon, Glyphosate, Ammonium glyphosate, Iprodione, Mancozeb, Metalaxyl, Metiram, Procymidone, Simazine, Tebuconazole, Thiophanate, and Methyl. All data were recorded using Agilent MassHunter Data Acquisition Software, version B.04.00, and processed using Agilent MassHunter Qualitative Analysis Software (version B.04.00), which includes both molecular feature extractor and find-by-formula applications.

2.6 *Volatile compounds*

Volatile compounds were analyzed using the Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) technique on a Shimadzu® GC-MS QP2010 chromatograph (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) following the headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) method described by Silva et al. (2018).

Volatile compounds were identified using the *GCMS Postrun Analysis software* (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) by comparing similarity indices and mass spectra with the National Institute of Standards and Technology (NIST11) system database, retention index and retention index calculated from a homologous series of

C8-C40 hydrocarbons according to Van Den Dool and Kratz, (1963) and, finally, the quantitative analysis was determined by internal standardization.

2.7 *Phenolic compounds and anthocyanins*

Individual phenolic compounds and individual anthocyanins were determined as described by Perin et al. (2018). LC-MS/MS analyses were conducted on a liquid chromatography system coupled with a quadrupole time-of-flight mass spectrometer (QToF) (Shimadzu, model LCMS-9030, Kyoto, Japan).

The identification of the compounds was performed by comparing the values of m/z with mass spectrum and fragmentation patterns obtained with reference literature and online databases (METLIN, KEGG, PubChem and FooDB) with a 5 ppm mass accuracy window. The identity of gallic acid, catechin, epicatechin, caffeic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, quercetin, and kaempferol was confirmed using external standards (Sigma-Aldrich). For quantitative analysis, a calibration curve was constructed for each available phenolic standard (10 to 1050 ng/mL).

For phenolic compounds identified where a commercial standard was not available, quantification was carried out using the calibration curve of other compounds from the same phenolic group. Procyanidin B1, prodelphinidin B4, myricetin 3-O-glucoside, myricetin, isoquercetin, plantago side, and astilbin were quantified using the calibration curve of quercetin. Anthocyanins were quantified using the corresponding standard curves, with the exception of malvidin 3,5 diglycoside, which used the cyanidin standard curve.

2.8 *Sensory analysis*

With the aim of identifying noticeable differences in the intensity of specific attributes, two juices (study samples) representing each production system (OP and CP) from the 2023 harvest, and two commercial juices produced in OP and CP, were analyzed and compared for their sensory profiles (No. 5148978). The paired comparison test was employed following the methodology described by Oliveira et al. (2014).

For the development of the juice sensory profile, 48 evaluators participated; including 18 selves-identified as male and 30 self-identified as female, ranging in age

from 20 to 51 years. Each juice sample served at room temperature was presented in 15 ml portions in small cups, in a pair of samples, encoded with three-digit numbers, simultaneously delivered to avoid biased responses and meet the assumptions of statistical tests. An induction about the sensory evaluation process was then provided. A QR code was used to access the questionnaire on Google Forms to record the results which contained questions related to sensory attributes (which juice had the most intense color, most intense aroma, most acidic flavor, most astringent flavor, overall appreciation) and preference. The evaluations took place in individual booths under white lighting. Evaluators were instructed to assess the juices carefully, paying attention to the attributes and their respective intensity references highlighted in the Google Forms questionnaire. Additionally, evaluators were guided to rinse their palate with distilled water between the evaluations of sample groups.

2.9 *Experimental design and statistical analysis*

The experimental design in 2022 was completely randomized with 2 treatments , each with 20 experimental units, totaling 40 vineyards. Analyses were performed in triplicate for each repetition, resulting in 120 samples. In 2023, the criteria were the same, but the study was conducted using only two vineyards, and these juices were used for sensory analysis. The means were subjected to analysis of variance (ANOVA) and compared using the F test and Tukey's test ($p < 0.05$) with the statistical software STATISTICA, version 7. A PCA was also performed, but due to low correlation coefficients, the relationship between variables was weak. Henceforth, when using the expression "significant difference" ($P \leq 0.05$), it means a minimum confidence level of 95%. For variables where this significance occurred, they were classified as non-equivalent, and for those where there was no significance, they were considered equivalent.

3. Results

3.1. Grape productivity and grape juices physicochemical characteristics

The average grapevine productivity in organic production (OP) and conventional production (CP) was equivalent, with an average of 18.8 tons/ha in OP and 16.2 tons/ha in CP (Table 1). For the overall characterization of the juices produced from these vineyards, a general physicochemical characterization was initially conducted [pH, titratable acidity (TA), total soluble solids (TSS), density, reducing sugars, tartaric, malic, and gluconic acids, coloration, and antioxidant activity]. From these analyses, it was observed that the juices are not different.

Table 1

Grape productivity and classic general physicochemical characteristics, coloration (C and H), and antioxidant activity (ABTS and DPPH) of juices produced with grapes, cv. Bordô, from vineyards in organic production (OP) and conventional production (CP) systems.

Variables	Grape juices	
	OP (n=20)	CP (n=20)
Productivity (ton/ha)	18.8±10.45 ^{ns*}	16.2±7.55
pH	3.46±0.16 ^{ns}	3.47±0.18
Total titratable acidity (TTA) (meq/100mL)	101.12±24.64 ^{ns}	92.87±18.58
Total soluble solids (SS) (°Brix)	13.74±1.19 ^{ns}	13.29±1.15
Density (g/mL)	1.1±0.003 ^{ns}	1.1±0.005
Reducing sugars (g/L)	115.2±10.52 ^{ns}	115.2±31.72
Tartaric acid (g/L)	3.9±0.80 ^{ns}	4.3±1.51
Malic acid (g/L)	1.9±0.82 ^{ns}	2.1±0.82
Gluconic acid (g/L)	1.3±0.82 ^{ns}	1.2±0.23
C (Croma)	5.27±0.34 ^{ns}	5.30±0.27
H (°Hue)	275.41±2.95 ^{ns}	276.58±3.68
ABTS (mg EAT/100mL)	140±3.60 ^{ns}	110±3.67
DPPH (mg EAT/100mL)	59.57±0.22 ^{ns}	64.72±0.34

* Means ± standard deviation, ns (not significant) by t-Student test (p≤0.05).

These results (Table 1) indicate that the juices exhibit classic characteristics for the Bordô grape cultivar. They are acidic juices (average pH of 3.46 for OP and 3.47 for CP) with a relatively high total titratable acidity (from 101.12 meq/100mL for OP to 92 meq/100mL for CP), adequate total soluble solids content (from 13.74 for OP to 13.29 for CP) and density of 1.1 g/mL for both OP and CP, reducing sugars around 115 g/L for both OP and CP, tartaric, malic, and gluconic acids with values of 3.9, 1.9, and 1.3 g/L for OP, and 4.3, 2.1, and 1.2 g/L for CP, respectively. They also exhibit good coloration ($C=5.27$ for OP and 5.30 for CP, and H of 275.41 for OP and 276.58 for CP). The antioxidant activities were relatively high (ABTS of 140 mg TEAC/100 mL for OP and 110 mg TEAC/100 mL for CP, and DPPH of 59.57 mg TEAC/100 mL for OP and 64.72 mg TEAC/100 mL for CP). Due to these characteristics, the Bordô grape remains one of the most recommended for the production of high-quality grape juices, whether exclusively produced with this cultivar or in blends (Bender et al., 2021; Gomez et al., 2023; Mota et al., 2018).

3.2. Mineral composition of grape juices

The minerals detected in grape juices were Al, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Si, V, Zn, and Na (Table 2). When comparing PO and CP juices, the only significant difference is observed for Al, with concentrations of 0.87 mg/L in PO juices and 5.18 mg/L in CP (resulting from a high content in one CP juice, leading to a high standard deviation). Regarding the maximum allowed limits, Cu, Pb, and Zn exceeded the accepted limits, regardless of the production system. As expected, the most abundant minerals in grape juices, both in PO and CP, were K, Ca, and Mg, representing approximately 93.5% of the total mineral content (Fig. 2). The minerals with lower predominance were Al (except in one of the juices), B, Ba, Fe, Mn, Ni, Pb, and V, representing less than 2% of the total mineral content in the juices. The remaining portion was represented by Zn, Na, and Si. Minerals Cd, Co, Cr, and Li were not detected.

Table 2

Mineral composition of juices produced with grapes, cv. Bordô, from vineyards in organic production (OP) and conventional production (CP) systems.

	Grape juices OP (n=20)	Grape juices CP (n=20)	ML
Metals	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
Al	0.87 $\pm$ 0.38*	5.18 $\pm$ 7.29**	-
B	2.00 $\pm$ 0.38 ^{ns}	1.72 $\pm$ 0.37	80
Ba	0.34 $\pm$ 0.08 ^{ns}	0.86 $\pm$ 0.79	-
Ca	91.37 $\pm$ 38.53 ^{ns}	92.72 $\pm$ 27.66	-
Cd	<LOD	<LOD	0.01
Co	<LOD	<LOD	-
Cr	<LOD	<LOD	0.3
Cu	4.96 $\pm$ 4.35 ^{ns}	3.31 $\pm$ 3.09	1.0
Fe	2.51 $\pm$ 1.38 ^{ns}	2.29 $\pm$ 2.05	15
K	618.19 $\pm$ 312.63 ^{ns}	836.87 $\pm$ 395.07	-
Li	<LOD	<LOD	-
Mg	72.56 $\pm$ 13.62 ^{ns}	67.07 $\pm$ 11.73	-
Mn	1.59 $\pm$ 0.70 ^{ns}	1.66 $\pm$ 0.64	-
Ni	0.39 $\pm$ 0.11 ^{ns}	0.33 $\pm$ 0.06	2.0
Pb	0.44 $\pm$ 0.11 ^{ns}	0.46 $\pm$ 0.09	0.3
Si	11.26 $\pm$ 7.22 ^{ns}	11.89 $\pm$ 5.14	-
V	0.54 $\pm$ 0.11 ^{ns}	1.06 $\pm$ 0.68	-
Zn	12.06 $\pm$ 11.59 ^{ns}	6.16 $\pm$ 6.99	5.0
Na	21.57 $\pm$ 18.71 ^{ns}	22.93 $\pm$ 18.26	80

*: significant difference exists, ns: no significant difference between samples. ** High SD resulting from only one PC vineyard. LOD: limit of detection, ML: Maximum Limits (MAPA, 2010).

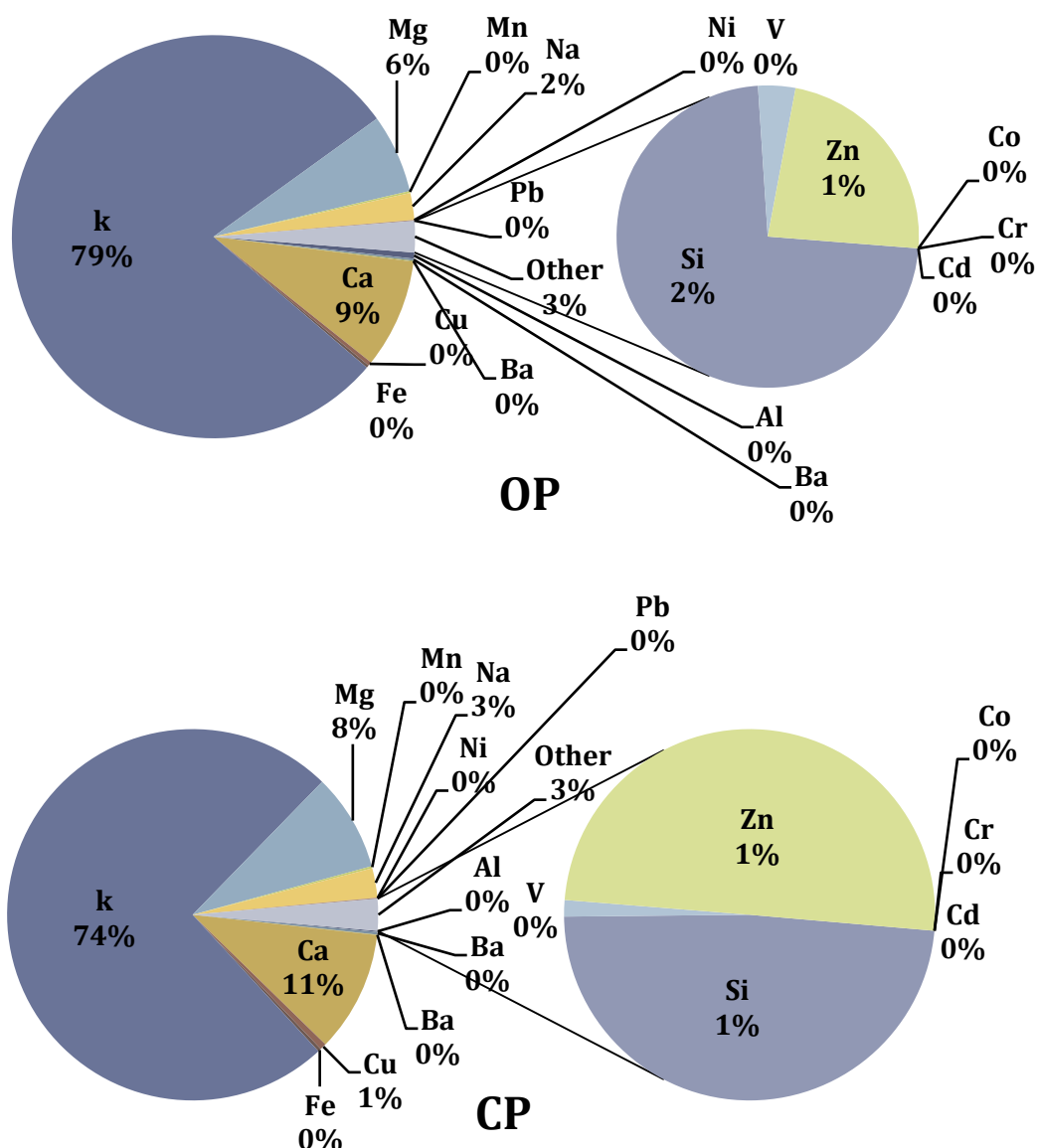


Fig. 2. Sectional diagrams of the quantification (%) of metals present in juices produced with Bordô grapes from vineyards in organic production (OP) and conventional production (CP).

3.3. Pesticide residues in grape juices

Out of the 40 experimental units of grape juices (20 from PO and 20 from CP) analyzed for the occurrence of pesticide residues, nine fungicides (Azoxystrobin, Chlorothalonil, Captan, Cymoxanil, Mancozeb, Tebuconazole, Iprodione, Metalaxyl, and Dithianon) and two herbicides [(Glyphosate, Aminomethylphosphonic Acid (AMPA)] were detected (Table 3). It was observed that out of the 20 OP juices, 2 contained residues (Mancozeb and Tebuconazole), and 14 out of the 20 CP juices had

some pesticide residue (Azoxystrobin, Mancozeb, Glyphosate, AMPA, and Dithianon). The most frequently detected residue was Mancozeb.

Table 3

Pesticide residues in juices produced with grapes, cv. Bordô, from vineyards in organic production (OP) and conventional production (CP).

Pesticides	Elemental composition (M)	Bordô grape juices		MRL (µg/L) Ref.: EC (2023)	Detected juices	
		OP (n=20) (µg/L)	CP (n=20) (µg/L)		OP (Unit)	CP (Unit)
Azoxystrobin	C ₂₂ H ₁₇ N ₃ O ₅	ND	0.007±0.28	3000	0	2
Chlorothalonil	C ₁₀ H ₁₃ ClN ₂ O	ND	ND	10	0	0
Captan	C ₉ H ₈ C ₁₃ NO ₂ S	ND	ND	30	0	0
Cymoxanil	C ₇ H ₁₀ N ₄ O ₃	ND	ND	50	0	0
Mancozeb	C ₄ H ₆ MnN ₂ S ₄	0.275±0.06	0.382±0.77	5000	1	8
Tebuconazole	C ₁₆ H ₂₂ ClN ₃ O	0.006±0.03	ND	500	1	0
Glyphosate	C ₃ H ₈ NO ₅ P	ND	0.0175±0.06	500	0	2
AMPA	CH ₆ NO ₃ P	ND	0.1125±0.32	-	0	3
Iprodione	C ₁₃ H ₁₃ N ₃ Cl ₂ O ₃	ND	ND	10	0	0
Metalaxyl	C ₁₅ H ₂₁ NO ₄	ND	ND	1000	0	0
Dithianon	C ₁₄ H ₄ N ₂ O ₂ S	ND	0.2556±0.65	3000	0	3
Simazine	C ₇ H ₁₂ ClN ₅	ND	ND	200	0	0

ND=Not detected, concentration on average (Mean±SD). MRL=Maximum Residue Level, EC: European Commission, (2023).

3.4. Volatile compounds in grape juices

A total of 40 volatile organic compounds (VOCs) were identified in Bordô grape juices (Table 4) in OP, and 34 VOCs in CP juices. Out of this total, 9 are Terpenes (eucalyptol; p-ment-3-en-1-ol; alpha-terpineol; p-ment-1-en-4-ol; 2H-Pyran,2-ethenyltetrahydro-2,6,6-trimethyl-; Nerol oxide, p-xylene; mesitylene; 1,1,5-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalene; gamma-eudesmol), 7 Aldehydes (Furfural; nonanal; decanal; benzaldehyde, benzeneacetaldehyde; 4-methyl benzaldehyde; 2,4-Dimethylbenzaldehyde), 8 Alcohols (3-hexen-1-ol; 1-hexanol; 2-ethyl-1-hexanol; 6-methyl-2-(2-oxiranil)-5-hepten-2-ol; 1-octanol; phenylethyl alcohol; 1-nonanol, n-tridecan-1-ol), 2 Acids (Butanoic acid; octadecanoic acid), 8 Esters (2-Butanoic acid

ethyl ester; hexanoic acid ethyl ester; 2-Hexanoic acid ethyl ester; benzoic acid ethyl ester; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester; phthalic acid di(2-methylbutyl) ester; Methyl salicylate and Dibutyl phthalate), 2 Furans (Furan, tetrahydro-2,2-dimethyl-5-(1-methyl-1-propenyl)), 2 Phenols (Phenol 2,4-di-tert-butyl; Butyl Hydroxytoluene), 2 Hydrocarbons (Benzene, 1-ethyl-2-methyl; Undecane).

The compounds predominantly identified (*Heat map*, Fig. 3) were alcohols and aldehydes, with n-tridecan-1-ol and furfural highlighted for OP juices, with concentrations of 2.20 µg/mL and 1.46 µg/mL, respectively. Terpenes and aldehydes were highlighted for CP juices, with p-menth-1-en-4-ol and furfural having concentrations of 1.67 µg/mL and 1.32 µg/mL, respectively. The minority compounds were esters and terpenoids, with Dibutyl phthalate and gamma-eudesmol highlighted for OP juices, with concentrations of 0.14 µg/mL and 0.13 µg/mL, respectively. Phenols and terpenoids were highlighted for CP juices, with Butyl Hydroxytoluene and 1,1,5-Trimethyl-1,2-dihydronaphthalene having concentrations of 0.03 µg/mL and 0.03 µg/mL, respectively.

Although, in most cases, OP and CP juices presented the same compounds with equitable concentrations, some compounds identified in OP juices did not appear in CP juices, such as phenol 2,4-di-tert-butyl, gamma-eudesmol, 1,2-benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester, dibutyl phthalate, phthalic acid di(2-methylbutyl) ester, and octadecanoic acid. Additionally, it can be observed that compounds like n-tridecan-1-ol (2.20 µg/mL), 2,4-dimethylbenzaldehyde (1.22 µg/mL), 1-nonanol (1.21 µg/mL) have higher concentrations in PO juices compared to CP juices. On the other hand, compounds like p-menth-1-en-4-ol (1.67 µg/mL), p-menth-3-en-1-ol (1.15 µg/mL), Undecane (1.12 µg/mL), Phenylethyl Alcohol (1.00 µg/mL), and 1-Octanol (1.11 µg/mL) are found in higher concentrations in CP juices than in PO juices. As for Furfural, both PO and CP juices showed elevated concentrations, with values of 1.46 µg/mL and 1.32 µg/mL, respectively.

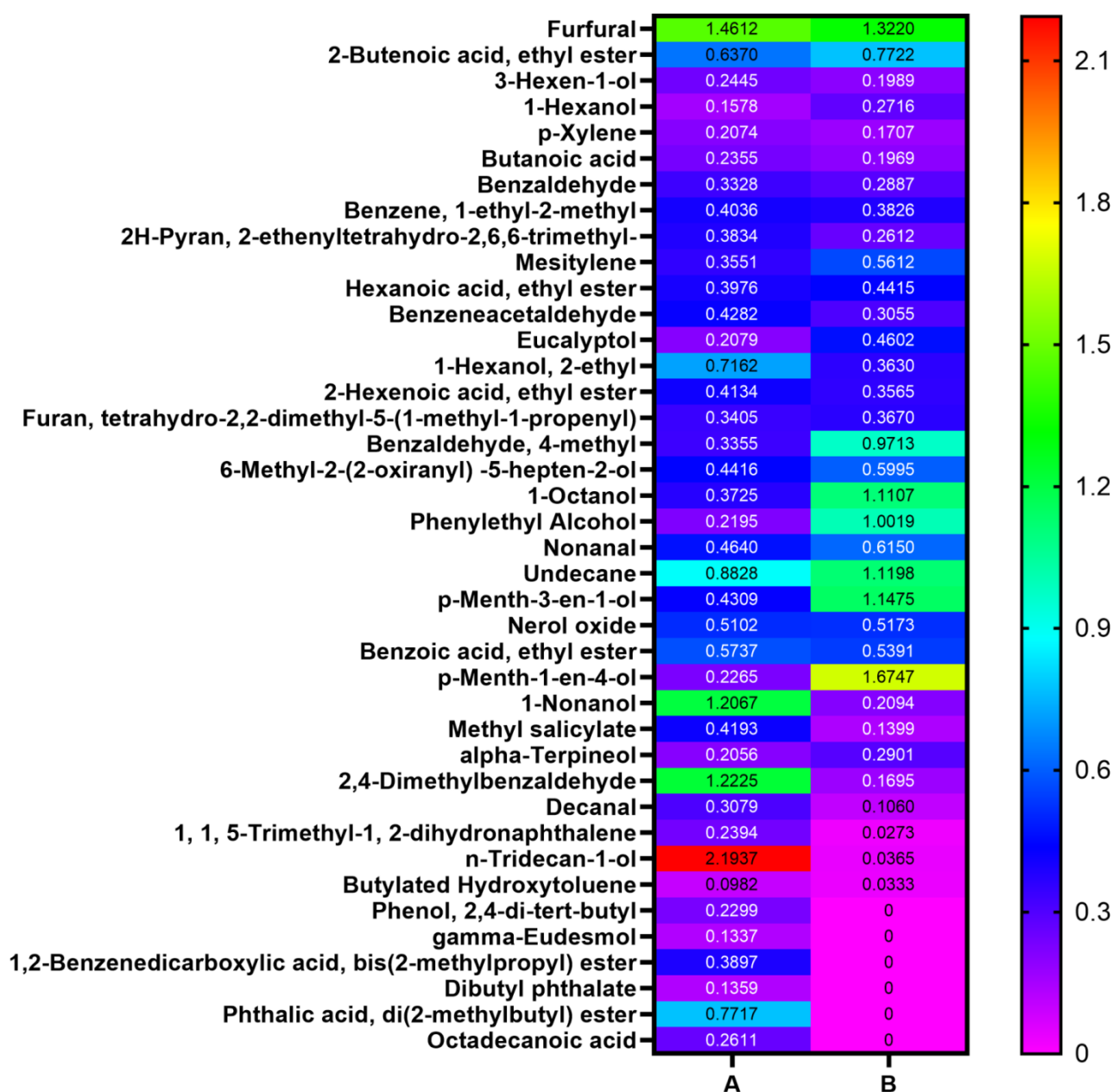


Fig. 3. Volatile compounds identified and quantified in juices produced with Bordô grapes from vineyards in organic production system (A-OP) and conventional production system (B-CP).

Table 4

Volatile Organic Compounds (VOCs) identified by GC-MS in grape juices (*Vitis labrusca*), cv. Bordô, in organic production system (OP) and conventional system (CP).

VOCs	SI	LRI*	LRI	Reference Ion*	Reference Ion	OP(µg/mL)		CP(µg/mL)
						Mean	±	Standard
Furfural	97	831	803	96.00(100)95.00(88.60)39.00(56.20)	96.05(100)95.05(90.72)39.05(42.26)	1.46±0.97		1.32±0.99
2-Butanoic acid, ethyl ester	95	793	827	69.00(100)99.00(30.03)41.00(22.02)	69.05(100)99.05(34.16)41.05(26.79)	0.64±0.57		0.77±0.83
3-Hexen-1-ol	93	868	837	41.00(100)67.00(98.81)82.00(44.90)	67.05(100)41.05(98.81)82.10(44.90)	0.24±0.45		0.20±0.18
1-Hexanol	97	860	853	56.00(100)43.00(59.00)55.00(48.89)	56.10(100)43.05(64.51)55.05(48.45)	0.16±0.07		0.27±0.29
p-Xylene	98	907	871	91.00(100)106.00(61.17)105.00(30.23)	91.05(100)106.10(59.84)105.10(20.31)	0.20±0.15		0.17±0.12
Butanoic acid	95	947	912	43.00(100)45.00(88.93)88.00(47.30)	43.05(100)45.05(88.93)88.05(49.14)	0.24±0.13		0.20±0.13
Benzaldehyde	96	982	923	106.00(100)105.00(94.20)77.00(92.60)	106.05(100)105.05(92.29)77.05(90.61)	0.33±0.27		0.29±0.25
Benzene, 1-ethyl-2-methyl	98	1006	945	105.00(100)120.00(31.89)77.00(9.09)	105.10(100)120.10(37.14)77.05(10.45)	0.40±0.39		0.38±0.60
2H-Pyran, 2-ethenyl tetrahydro-2,6,6-trimethyl-	93	1067	962	43.00(100)71.00(90.09)68.00(84.09)	71.05(100)68.05(90.70)43.05(81.78)	0.38±0.25		0.26±0.35
Mesitylene	97	1020	975	105.00(100)120.00(62.37)119.00(15.51)	105.10(100)120.10(52.67)119.10(11.72)	0.36±0.28		0.56±0.50
Hexanoic acid, ethyl ester	96	984	986	88.00(100)43.00(44.44)99.00(55.96)	88.05(100)43.05(61.42)99.10(54.18)	0.40±0.29		0.44±0.38
Benzeneacetaldehyde	97	1081	1001	91.00(100)92.00(29.19)120.00(28.29)	91.05(100)92.05(28.31)120.05(26.37)	0.43±0.28		0.31±0.27
Eucalyptol	96	1059	1012	43.00(100)81.00(65.47)108.00(56.06)	43.05(100)81.05(62.63)108.10(59.28)	0.21±0.11		0.46±0.54
1-Hexanol, 2-ethyl	94	995	1017	57.00(100)43.00(34.59)70.00(19.89)	57.10(100)43.05(36.18)70.10(32.11)	0.72±1.09		0.36±0.83
2-Hexenoic acid, ethyl ester	97	992	1024	97.00(100)55.00(87.50)99.00(77.19)	97.10(100)55.05(83.77)99.05(82.68)	0.41±0.36		0.36±0.39

Furan, tetrahydro-2,2-dimethyl-5-(1-methyl-1-propenyl)	93	1068	1035	43.00(100)81.00(75.09)139.00(73.52)	139.10(100)81.05(75.93)43.05(74.82)	0.34±0.25	0.37±0.39
Benzaldehyde, methyl 4-	95	1095	1043	119.00(100)91.00(87.81)120.00(96.67)	120.05(100)91.05(92.50)119.05(78.93)	0.34±0.31	0.97±2.17
6-Methyl-2-(2-oxiranyl)-5-hepten-2-ol	94	1182	1054	59.00(100)94.00(60.40)43.00(52.71)	59.05(100)94.10(58.84)43.05(57.67)	0.44±0.59	0.60±0.92
1-Octanol	92	1059	1059	56.00(100)70.00(66.87)41.00(70.87)	56.05(100)70.10(86.68)41.05(84.14)	0.37±0.30	1.11±1.68
Phenylethyl Alcohol	97	1136	1078	91.00(100)92.00(63.56)122.00(24.65)	91.05(100)92.05(64.81)122.05(35.97)	0.22±0.22	1.00±2.38
Nonanal	96	1104	1082	57.00(100)41.00(72.58)43.00(65.27)	57.05(100)41.05(73.04)43.05(67.81)	0.46±0.66	0.62±1.05
Undecane	95	1115	1100	57.00(100)43.00(89.80)71.00(46.59)	57.10(100)43.05(92.69)71.10(66.24)	0.88±1.36	1.12±1.76
p-menth-3-en-1-ol	92	1137	1111	81.00(100)43.00(74.38)136.00(37.43)	81.05(100)43.05(54.36)136.15(43.16)	0.43±0.94	1.15±1.60
Nerol oxide	91	1125	1135	68.00(100)67.00(84.55)83.00(63.62)	68.05(100)67.05(76.91)83.05(66.29)	0.51±1.29	0.52±0.90
Benzoic acid. ethyl ester	93	1160	1139	105.00(100)77.00(40.59)122.00(30.69)	105.05(100)77.05(43.28)122.05(29.88)	0.57±0.83	0.54±1.07
p-Menth-1-en-4-ol	97	1137	1153	71.00(100)111.00(49.05)93.00(39.90)	71.05(100)111.10(49.05)93.10(43.31)	0.23±0.20	1.67±2.46
1-Nonanol	95	1159	1157	70.00(100)56.00(94.60)69.00(57.76)	70.10(100)56.10(94.86)69.10(79.20)	1.21±2.10	0.21±0.23
Methyl salicylate	97	1281	1159	120.00(100)152.00(47.54)92.00(37.93)	120.00(100)152.05(46.97)92.05(45.29)	0.42±0.96	0.14±0.06
alpha-Terpineol	95	1143	1164	59.00(100)93.00(74.78)121.00(70.67)	59.05(100)93.10(77.63)121.10(67.21)	0.21±0.17	0.29±0.25
2,4-Dimethylbenzaldehyde	94	1208	1172	133.00(100)134.00(78.08)105.00(58.04)	133.10(100)134.10(83.31)105.10(61.08)	1.22±2.49	0.17±0.14
Decanal	96	1204	1182	57.00(100)41.00(83.49)43.00(95.30)	43.05(100)41.05(90.01)57.05(89.66)	0.31±0.31	0.11±0.051
1. 1. 5-Trimethyl-1. 2-dihydronaphthalene	91	1396	1322	157.00(100)142.00(48.59)172.00(27.45)	157.05(100)142.05(54.08)172.10(29.67)	0.24±0.29	0.03±0.000
n-Tridecan-1-ol	90	1556	1458	43.00(100)69.00(88.30)55.00(98.30)	69.05(100)43.05(87.89)55.05(86.48)	2.20±3.11	0.04±0.000
Butylated Hydroxytoluene	93	1668	1486	205.00(100)220.00(31.62)57.00(31.00)	205.10(100)220.10(27.64)57.05(16.66)	0.10±0.07	0.03±0.00
Phenol. 2,4-di-tert-	91	1555	1488	191.00(100)57.00(26.83)206.00(16.48)	191.05(100)57.10(22.76)206.10(13.37)	0.30±0.00	Nd

butyl										
gamma-Eudesmol	94	1626	1603	189.00(100)	161.00(61.21)	204.00(68.81)	189.10(100)	161.10(97.14)	204.10(75.55)	0.13±0.00 Nd
1,2-Benzenedicarboxylic acid. bis(2-methylpropyl) ester	96	1908	1820	149.00(100)	57.00(26.19)	150.00(9.49)	149.00(100)	57.10(17.71)	150.00(9.30)	0.39±0.00 Nd
Dibutyl phthalate	91	2037	1911	149.00(100)	223.00(4.70)	150.00(8.84)	149.00(100)	223.00(9.20)	150.00(8.78)	0.14±0.00 Nd
Phthalic acid. di(2-methylbutyl) ester	90	2107	1920	149.00(100)	71.00(15.61)	43.00(10.81)	149.00(100)	71.10(21.10)	43.05(12.36)	0.77±0.00 Nd
Octadecanoic acid	90			73.00(100)	43.00(69.97)	60.00(74.98)	73.05(100.00)	43.05(93.95)	60.05(81.67)	0.26±0.00 Nd

SI: NIST 11 literature similarity index. IRL*: NIST11 literature Retention Index. IRL: Experimental Retention Index (based on the n-alkane homologous series C8-C40). Reference Ion* from NIST11 Literature. Experimental Reference Ion. Nd: Not detected

3.5 Phenolic compounds and anthocyanins in grape juices

Twenty-one phenolic compounds (4 phenolic acids, 8 flavanols, 3 flavonols, and 6 anthocyanins) were identified in Bordô grape juices (Table 5). When comparing the total concentrations of phenolic acids (41.18 mg/L for OP and 44.13 mg/L for CP), flavanols (61.46 mg/L for OP and 71.85 mg/L for CP), flavonols (17.35 mg/L for OP and 37.86 mg/L for CP), and total anthocyanins (286.36 mg/L for OP and 294.95 mg/L for CP), it is observed that PO and CP juices are equivalent. However, when comparing the compounds profiles within each group, differences are evident. In the case of phenolic acids, OP juices showed a higher concentration of gallic acid (2.89 mg/L) and a lower concentration of caffeic acid (11.58 mg/L) than CP juices (21.51 mg/L for caffeic acid and 0.64 mg/L for gallic acid). The levels of Gentisic acid 5-O- β -glucoside (21.28 mg/L for OP and 15.95 mg/L for CP) and p-coumaric acid (5.43 mg/L and 6.03 mg/L) were equivalent between OP and CP juices.

For flavanols, Glucogallin (35.68 mg/L), 1-O-feruloyl-beta-D-glucose (10,10 mg/L), and Astilbin (0.68 mg/L) were in higher concentration in OP juices. Meanwhile, (+)-Catechin (28.66 mg/L), (-)-epicatechin (12.08 mg/L), procyanidin B1 (4.30 mg/L), and Prodelphinidin B4 (3.84 mg/L) were in higher concentration in CP juices. The levels of Astilbin (0.68 mg/L for OP and 0.39 mg/L for CP) and Plantagoside (0.89 mg/L for OP and 0.14 mg/L for CP) did not differ significantly.

Regarding flavonols compounds, higher levels of Myricetin 3-O-glycoside (32.39 mg/L), Myricetin (1.99 mg/L), and Isoquercitin (3.48 mg/L) were detected in CP juices.

The predominant anthocyanin was Malvidin 3,5-diglucoside, at equivalent levels for OP and CP juices. The detected differences were observed in the concentrations of minor anthocyanins: Petunidin 3,5-diglucoside (22.07 mg/L for OP and 29.23 mg/L for CP) and Peonidin 3-glucoside (20.05 mg/L for OP and 23.07 mg/L for CP).

Table 5

Phenolic compounds in grape juices, cv. Bordô, from organic production system (OP) and conventional production system (CP).

Compounds	RT (min)	<i>m/z</i> (Theoretical)	[M-H] ⁻ experimental	Molecular Formula (M)	Diff. (ppm)	Fragment <i>m/z</i>	OP (mg/L)	CP (mg/L)
<i>Phenolic acids</i>								
Gallic acid	2.30	169.0142	169.01336	C ₇ H ₆ O ₅	-5.266	-	2.89±0.21a	0.64±0.46b
Caffeic acid	6.99	179.03498	179.03396	C ₉ H ₈ O ₄	-5.697	-	11.58±0.82b	21.51±0.79a
p-coumaric acid	7.82	163.04007	163.03899	C ₉ H ₈ O ₃	-6.624	-	5.43±0.24 ^{ns}	6.03±0.33
Gentisic acid 5-O-Î ² -glucoside	5.73	315.07216	315.07166	C ₁₃ H ₁₆ O ₉	-1.587	153.0185	21.28±13.0 ^{ns}	15.95±2.29
Total phenolic acids							41.18±14.27 ^{ns}	44.13±3.87
<i>Flavanols</i>								
(+)-Catechin	6.59	289.07176	289.07082	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	-3.252	-	6.40±0.33b	28.66±2.80a
(-)-Epicatechin	7.24	289.07176	289.07073	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	-3.563	-	5.43±0.39b	12.08±0.59a
Procyanidin B1	6.39	577.13515	577.13571	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	0.97	407.07412; 89.07026; 175.03876; 161.02371; 125.02328	1.56±0.49 ^{ns}	4.30±2.69
Prodelphinidin B4	8.11	609.12498	609.12621	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₄	2.019	609.12753; 01.03504; 300.02646; 43.03006; 157.09199	0.72±0.18b	3.84±2.69a
Plantago Side	7.41	465.10385	465.10452	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₂	1.441	400.20048; 85.03763; 241.04648; 151.03924; 151.00277	0.89±0.04 ^{ns}	0.14±13.42
Glucogallin	3.13	331.06707	331.06638	C ₁₃ H ₁₆ O ₁₀	-2.084	175.00269; 61.01381; 153.01615;125.02309	35.68±0.91a	15.98±0.57b
1-O-feruloyl-	7.20	355.10346	355.10363	C ₁₆ H ₂₀ O ₉	0.479	290.11072; 75.03861;	10.10±0.26a	6.46±0.47b

beta-D-glucose						160.01582; 132.02042		
Astilbin	7.31	449.10894	449.10879	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₁	-0.334	269.04402; 259.06148	0.68±0.03 ^{ns}	0.39±0.23
Total flavanols							61.46±2.63 ^{ns}	71.85±23.46
Flavonols								
Myricetin 3-O-glucoside	7.82	479.08311	479.08287	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₃	-0.501	479.08328; 17.02968; 316.02216; 71.02459; 242.02113; 151.00304	15.65±3.09 ^{ns}	32.39±19.62
Myricitrin	6.80	463.0882	463.0882	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	0	301.03548; 300.02753 463.08519; 01.03556; 300.02797; 71.02529; 255.02947; 43.02669; 151.00358	0.79±0.01b	1.99±0.22a
Isoquercetin	8.09	463.0882	463.08797	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	-0.497		0.91±0.39b	3.48±0.69a
Total flavonols							17.35±3.49	37.86±20.53
Anthocyanins								
Cyanidin 3-glucoside	7.11	449.1078	449.1096	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	3.852	449.16484; 317.1227	3.07 ±0.13 ^{ns}	2.60±0.35
Petunidin 3,5-diglucoside	6.58	641.1718	641.174	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₇	4.351	479.12109; 317.0668	22.07±1.05b	29.23±2.72a
Peonidin 3,5-diglucoside	6.90	625.1769	625.1805	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₆	6.686	463.1263; 301.0719	20.05±0.93b	23.07±1.66a
Malvidin 3,5-diglucoside	6.80	655.1874	655.1869	C ₂₉ H ₃₅ O ₁₇	4.609	493.1365; 331.0824	238.79±7.96 ^{ns}	235.79±9.70
Petunidin 3-glucoside	7.20	479.1553	479.1551	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₂	0.584	317.067	0.72±0.81 ^{ns}	1.49±0.18
Peonidin 3-glicosídeo	7.44	463.1235	463.1252	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁	3.628	317.1223; 301.0713	1.66±0.22 ^{ns}	2.83±0.50
Total anthocyanins							286.36±11.1 ^{ns}	294.95±15.11

(RT): retention time. (m/z): mass: charge ratio, [M-H]⁻: Diff: Difference. Fragment m/z, ns: no significant difference

3.6. Preference and sensory quality of grape juices

In the study of grape juice consumption preference, it was observed that the tasters showed a slight preference for organic production (OP) juices (27 out of 48), which were evaluated with higher astringency (34 out of 48), acidity (29 out of 48), aroma (26 out of 48), and intensity in color (29 out of 48)(Fig. 4).

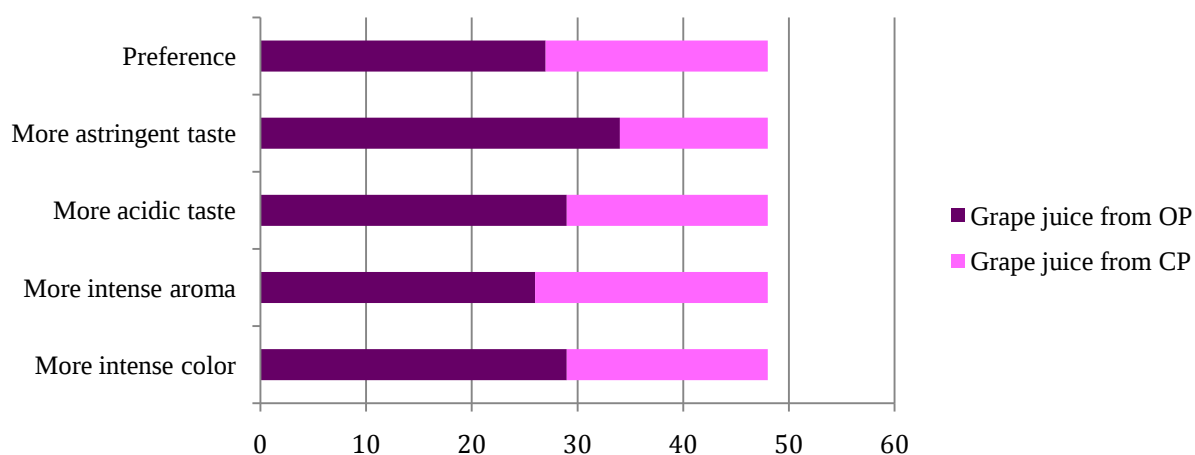


Fig. 4. Preference and sensory attributes between organic (PO) and conventional (CP) grape juices from 48 tasters.

4. Discussions

The expectation was for higher yields/productivity (ton/ha) in vineyards cultivated under conventional practices (CP). However, this was not the case. There was significant variability in productivity among vineyards within each production system (OP or CP), but no significant difference was observed between OP and CP vineyards (Table 1). The variability in productivity among vineyards within each system is normal, considering the different locations, ages, rootstocks, and agronomic management practices. While this variability leads to a higher standard deviation, it also enhances the representativeness of the reality, given that there are 40 commercial vineyards.

The equivalent productivity between the systems can be attributed, most likely, to technological advancements in vineyard management under OP (greater availability of knowledge and approved inputs for use in this system). These advancements have resulted in good yields without the use of synthetic chemical inputs. This behavior

differs from other studies (Borsato et al., 2019; Merot and Smits, 2020; Schrama et al., 2018) and is noteworthy because it indicates the possibility of associating technical productivity (ton/ha) with a reduction in the use of synthetic chemical compounds in production. It is also important to consider that the Bordô cultivar is relatively resistant to major diseases, which reduces the challenges of OP. For more sensitive cultivars, differences in productivity may arise unless they are grown in protected systems or regions with lower infection pressure.

Following the study, the equivalence or non-equivalence of the juices concerning their overall classical composition was evaluated, considering contrasting results in the literature (Dani et al., 2007; Freitas et al., 2010; Garrido and Borges, 2013; Gomez et al., 2023; Junges et al., 2022; Lima et al., 2014; Mditshwa et al., 2017; Miele, 2016; Padilha et al., 2017a, 2017b; Pinto et al., 2022; Rombaldi et al., 2004; Toaldo et al., 2015). A distinctive feature of this study compared to those mentioned earlier is the significant number of monitored and evaluated vineyards (20 in OP and 20 in CP). Also, here, all juices were produced using the same process and were analyzed at the same post-processing time.

In other studies, some juices were obtained from companies or the market (Dani et al., 2007; Dani et al., 2008; Junges et al., 2022; Lima et al., 2014; Margraf et al., 2016) and/or were produced using different technologies (Amaral et al., 2017; Dani et al., 2007; Haas et al., 2016; Lima et al., 2014), and the time elapsed between processing and analysis was not reported. This does not reduce the merit of these studies but complicates comparisons. In light of the above, it was verified that the juices from OP and CP are equivalent in terms of total titratable acidity, soluble solids content, organic acids, color, and antioxidant activity (Table 1). Therefore, more robust analyses were conducted, including the description of mineral composition, pesticide residues, volatile compounds, and phenolic compounds, concluding with sensory analysis.

From the descriptive and comparative mineral analysis, K emerged as the predominant mineral in the juices, representing an average total of 76% of the total mineral content. K, Ca, and Mg represented 93.5% of the mineral compounds in grape juice. From a nutritional standpoint, this is relevant, indicating that the juice is a source of K, Ca, and Mg. However, from a technological perspective, this may pose a problem since elevated levels of K can lead to a decrease in acidity and an increase in pH due to the formation of potassium bitartrate, especially in products with a longer shelf life. As

a consequence, there may be a loss of color stability in the juices (Manns et al., 2015; Mpelasoka et al., 2003) and even in wines (Coulter et al., 2015; Zoecklein et al., 1995).

Additionally, there was an expectation of higher Cu levels in OP juices compared to CP juices due to the increased use of Cu in the OP system. However, this did not occur, and the most probable cause is that Cu is also used in conventional production (Miele, 2016). The frequent use of Cu is cited as a problem because it can lead to issues in soil, water, and food (Poggere et al., 2023). Cu, Pb, and Zn are also present above the permissible levels in both OP and CP juices. In this case, the exact cause was not explained, but Hoeltgebaum et al. (2021) demonstrated that the soil is the most likely source of these two metals in food. The specific case of Zn is noteworthy. While concentrations above the tolerated levels are detected, it is a micronutrient frequently found at low levels in food, requiring strategies for fortification and bio fortification in foods with Zn.

By chemometrics, through the analysis of mineral composition, it has been demonstrated that it is possible to differentiate between OP and CP juices (Junges et al., 2022; Toaldo et al., 2015). In this study, however, higher levels of Al were observed in one CP juice. This is probably due to this vineyard being in soil with high acidity, which facilitates the presence of free Al (Chandra and Keshavkant, 2021; Hajiboland et al., 2023). In our view, this finding, considering the high standard deviation observed, is not sufficient to assert that Al can be used as a marker for differentiation between OP and CP juices, but still indicates that attention should be taken to this fact, as it represents a chemical hazard to human consumption (Ghasemidehkordi et al., 2018).

There is a consensus that grape-derived products are complex matrices that, in addition to a broad profile of organic compounds (Rababah et al., 2012), also exhibit an abundant mineral composition (Antoniewicz et al., 2021). The elemental composition of the juices varies according to the soil where the grapes are cultivated (Granato et al., 2015; Granato et al., 2016; Toaldo et al., 2016). Moreover, other factors such as cultivar, production system, and vintage also alter the mineral content of the juices (Dutra et al., 2018; Toaldo et al., 2015).

Some minerals such as Fe, Mg, Ca, Mn, Na, Cu, and others, depending on their concentration, are associated with anti-mutagenic and antioxidant actions (Dani et al., 2012). However, the presence of heavy metals can cause harm to consumer health (Dutra et al., 2018; Miele et al., 2015; Scutarașu and Trincă, 2023). In the juices

analyzed here, the metals Cd, Co, and Cr were not detected, but levels above the permissible limit were found for Pb and Zn. The levels of Na (21.57 mg/L for OP; 22.93 mg/L for CP), also relevant in foods, are entirely consistent with those known in grape juices (Assis et al., 2008; Shimizu et al., 2022).

Subsequently, pesticide residues in the juices were evaluated. As expected (hypothesis), the frequency of residues in the CP juices was higher. The occurrence of pesticide residues was detected in 70% of the CP juices. The five active ingredients detected were Azoxystrobin, Mancozeb, Glyphosate, AMPA, and Dithianon, all (except AMPA, which is a degradation product of Glyphosate) authorized for grapevine cultivation in CP. The detected residue levels are well below the maximum limits allowed by several countries. For example, European legislation, which has strict maximum residue limits (MRL) with values of 3000 µg/L (Azoxystrobin and Dithianon), 500 µg/L (Mancozeb, Tebuconazole, and Glyphosate) (EC, 2023), all CP juices comply with. The values detected in the juices produced and analyzed here ranged from 0.006 µg/L to 0.382 µg/L. Mancozeb was the most frequent residue, primarily used to control *Plasmopara viticola*, the main fungus causing diseases in this cultivar. Nevertheless, the residue is approximately 1600 times lower than the MRL.

On the other hand, the presence of pesticide residues in OP juices is concerning. The detection of residues of Mancozeb and Tebuconazole in 2 out of the analyzed organic OP juices (10% of the total), even at very low levels, is alarming, as these active ingredients cannot be used in this production system. One possible explanation is the expansion of vineyards in CP in the vicinity, which may have resulted in drift. Speiser and Schleiffer (2023), in a pilot study, observed that organic grape growers have limited control over the amount of pesticides reaching their vineyards through drift, concluding that organic vineyards are often affected by drift from neighboring conventional plots. The environmental and economic implications resulting from drift in viticulture highlight an intrinsic conflict in grape production (Hupffer et al., 2022). The issue of drift has also been reported in other countries (Baker et al., 2002; Fornasiero et al., 2017; Otto et al., 2015; Speiser and Schleiffer, 2023) because products can form "clouds" that can be transported and eventually reach kilometers away from the application site, causing considerable damage to vine plants, in addition to the persistence of residues. In the recent review by Schleiffer and Speiser (2022), it was

found that organic products face the risk of pesticide contamination, being considered a chemical hazard that is challenging to prevent.

Another expectation was that juices produced in OP would have more volatile compounds. From this evaluation, it was first evident that Bordô grape juice has a great diversity of volatile compounds (40 VOCs), which supports its widespread sensory acceptance due to its pronounced aroma, intense flavor, and coloration (Cruz et al., 2018). When comparing the systems, there was greater diversity of VOCs in OP juices than in CP juices. In general, these differences are attributed to various factors, including agricultural practices, climatic conditions, and cultivation methods (Carrasco-Quiroz et al., 2020; Keller, 2015). A hypothetical explanation is that the use of bioinputs (microorganisms, algae, extracts, biofermented) in OP vineyards is the most likely cause. It is known that these agents also act as elicitors, activating specialized defense and signaling metabolic pathways, as is the case with the synthesis of volatile compounds (alcohols, aldehydes, esters, terpenes) and phenylpropanoids (phenolic acids, flavanols, flavonols, and anthocyanins) (Bodin et al., 2020; Jindo et al., 2022; Monteiro et al., 2022; Zarraonaindia et al., 2023). The volatile compounds that stood out in PO juices were tridecan-1-ol, n-tridecan-1-ol, 2,4-Dimethylbenzaldehyde, and 1-nonanol. In CP juices, the highlights are p-ment-1-en-4-ol, p-ment-1-en-4-ol, p-menth-3-en-1-ol, Undecano, Phenylethyl Alcohol, and 1-Octanol. Furfural is not part of the grape composition. It results from the thermal treatment during juice processing (temperature of 90-95 °C). The combination of high temperatures, acidic environment, and the presence of sugars favors the formation of furfural (Koulani et al., 2016; Krifi and Metche, 2000), potentially interfering with the stability of anthocyanins (Koulani et al., 2016).

A recent study (Gomez et al., 2023), investigated the influence of the genetic distance between grapevine genotypes (Bordô and others developed by Embrapa) on the chemical signatures of the juices. Most of the phytochemical compounds described in that work for Bordô were also detected here in OP and PC juices. The differences between the results are the concentrations and a greater diversity of volatile compounds here detected and quantified in the OP (40 VOCs) and PC (34 VOCs) juices.

Regarding phenylpropanoids, it was observed that the total concentrations of phenolic acids, flavonols, and anthocyanins were equivalent in OP and CP juices. The hypothesis was that there would be a higher concentration of specialized metabolism

compounds in OP juices, especially volatile organic compounds (COVs) and phenylpropanoids, as these metabolisms are strongly influenced by cultivation conditions (Daniel et al., 1999; Elshafie et al., 2023; Grindler-Pedersen, 2003; Malusà et al., 2004). In grape juices, most studies have shown that the highest concentration of phenolic compounds occurs in juices from the OP system compared to the CP system (Bunea et al., 2012; Dani et al., 2007; Mditshwa et al., 2017).

Here, in this study, the changes occurred only in the minor compounds. For instance, a higher concentration of gallic acid was detected in OP juices, and a higher concentration of caffeic acid was found in CP juices. Higher concentrations of the flavanols Prodelphinidin and Glucogallin were also recorded in OP juices, while higher concentrations of catechin and epicatechin were observed in CP juices. Additionally, higher concentrations of the flavonols myricetin and quercetin were found in CP juices.

Similar to what occurred with phenolic acids, flavanols, and flavonols, the total anthocyanin content was equivalent in OP and CP juices. Malvidin 3,5-diglucoside is the predominant anthocyanin in both juices (OP and CP), representing more than 80% of this group of compounds. The major anthocyanins are a result of the genotype, meaning there may be variations in concentrations, but the major ones are strongly dependent on the cultivar, this is confirmed by chromatographic analyses such as HPLC/DAD, HPLC/MS, and HPLC/MS/MS (Oh et al., 2008). Variations were observed in the anthocyanins petunidine 3,5-diglucoside and peonidin 3,5-diglucoside, which are minor fractions in Bordô grape juices.

This set of results related to phenylpropanoid compounds indicates that the juices exhibit high equivalence in the total concentrations of each chemical group, with differences in individual profiles. Similar to the majority of studies describing and quantifying these compounds, the explanation for the differences is hypothetical and generic, attributed to potential responses to biotic and abiotic agents during cultivation, either of the grapevine (Cosme et al., 2018; Mulero et al., 2010; Vian et al., 2006) or other species (Basker, 1992; Faller and Fialho, 2010).

Regarding the overall preference, the hypothesis was that OP juices would be preferred by consumers (Fig. 4). This indeed occurred, as 56,25% of the tasters preferred these juices, noting a more pronounced color (60.5% of tasters), aroma (54.2%), acidity (60.5%), and astringency (70.9%) in the OP juices. It is common to attribute this preference to issues related to the absence of chemical residues, authentic

flavor, environmental concern, perception of health and well-being, as well as sustainability, all of which are associated with OP (Wei et al., 2022; Yilmaz, 2023). However, in this sensory evaluation, the tasters were not informed about which samples were OP juices and which were CP. On the other hand, there was a overall positive evaluation for the CP juices. The higher perceived acidity in OP juices could be attributed to higher levels of gallic acid (Table 4); however, this may be offset by the higher levels of caffeic acid in CP juices. Similarly, the higher perception of astringency could be associated with higher levels of Glucogallin in OP juices, which is not justified by the higher levels of catechins and epicatechins in CP juices. Regarding the aroma, there was consistency between the perception of a more pronounced aroma in OP juices (Fig. 4) and the greater diversity and levels of volatile organic compounds (VOCs) in these juices (Fig. 3; Table 4). Although the preference was for OP juices, there was a description of a generally more positive appreciation for CP juices.

5. Conclusion

With the scientific and technological advancements implemented in the production of both OP and CP grapes, there is currently the production of juices that exhibit more similarities than differences. For most classic quality evaluation variables (pH, acidity, Brix, color, antioxidant activities, total concentrations of phenolic compounds and anthocyanins, among others), the juices show high equivalence. The differences are related to a slightly higher frequency of residues (all below the Maximum Residue Limits, LMR) in CP juices, although residues also occurring OP juices, which is inconsistent with the OP; a greater diversity of volatile organic compounds (VOCs) in OP juices; and a preference (56%) for OP juices.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest

Acknowledgments

The authors would like to express their gratitude to the grape producers (gave vineyard and grapes), CAPES (001), CNPq and FAPERGS (research funding and grants), and MAPA (pesticide analysis).

References

- Abreu, P.H.B. De., Alonzo, H.G.A., 2014. Rural work and health risks: a review into de “safe use” of pesticides in Brazil. *Ciência e Saúde Coletiva*. 19, 4197–4208. [https://doi: 10.1590/1413-812320141910.09342014](https://doi.org/10.1590/1413-812320141910.09342014).
- Amaral, G. V., Silva, E. K., Cavalcanti, R. N., Martins, C. P. C., Andrade, L. G. Z. S., Moraes, J., Cruz, A. G. 2018. Whey-grape juice drink processed by supercritical carbon dioxide technology: Physicochemical characteristics, bioactive compounds and volatile profile. *Food Chemistry*, 239, 697–703. [https://doi:10.1016/j.foodchem.2017.07.003](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.003).
- Anjos, R., Cosme, F., Gonçalves, A., Nunes, F. M., Vilela, A., & Pinto, T. (2020). Effect of agricultural practices, conventional vs organic, on the phytochemical composition of “Kweli” and “Tulameen” raspberries (*Rubus idaeus* L.). *Food Chemistry*, 126833. [https://doi:10.1016/j.foodchem.2020.126833](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126833).
- Antoniewicz, J., K. Jakubczyk, P. Kupnicka, M. Bosiacki, D. Chlubek, K. Janda. 2021. Analysis of Selected Minerals in Homemade Grape Vinegars Obtained by Spontaneous Fermentation. *Biological Trace Element Research*. [https://doi: 10.1007/s12011-021-02671-9](https://doi.org/10.1007/s12011-021-02671-9).
- AOAC., 2000. Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Assis, R. A. de, Kuchler, I. L., Miekeley, N., Silveira, C. L. P. da. 2008. Trace Elements and Sodium in Grape Juice: Nutritional and Toxicological Aspects. *Química Nova*. 31, 1948-1952. [https://doi:10.1590/S0100-40422008000800006](https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000800006).
- Baker, B. P., C. M. Benbrook, E. G. III, K. L. Benbrook. 2002. Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. *Food Additives and Contaminants*. 19, 427–446. [https://doi: 10.1080/02652030110113799](https://doi.org/10.1080/02652030110113799).
- Barbosa, F. S., Scavarda, A. J., Sellitto, M. A., & Lopes Marques, D. I. 2018. Sustainability in the winemaking industry: An analysis of Southern Brazilian companies based on a literature review. *Journal of Cleaner Production*. 192, 80–87. [https://doi:10.1016/j.jclepro.2018.04.253](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.253).
- Basker, D. 1992. Comparison of taste quality between organically and conventionally grown fruits and vegetables. *American Journal of Alternative Agriculture*. 7, 129. <https://doi.org/10.1017/S0889189300004641>.
- Bender, A., Souza, A. L. K., Malgarim, M. B., Caliari, V., Kaltbach, P., & Costa, V. B. 2021. Physicochemical and sensory properties of grape juices produced from different cultivars and extraction systems. *Semina: Ciências Agrárias*. 42, 1615-1634. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n3Supl1p1615.

Bergeret, P. 2017. The future of food and agriculture: trends and challenges [Note de lecture]. HAL Archives Ouvertes. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02146755>. (Accessed 19 April 2023).

Bodin, E., Bellée, A., Dufour, M.-C., André, O., Corio-Costet, M.-F. 2020. Grapevine stimulation: A multidisciplinary approach to investigate the effects of biostimulants and a plant defense stimulator. *J. Agric. Food Chem.* 68, 15085–15096. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c05849>.

Bongaarts, J. 2021. "FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets FAO, 2020, 320 p," *Population and Development Review*, The Population Council, Inc. 47, 558-558. <https://doi.org/10.1111/padr.12418>.

Borsato, E., M. Zucchinielli, D. D'Ammaro, E. Giubilato, A. Zabeo, P. Criscione, F. Marinello. 2019. Use of Multiple Indicators to compare Sustainability Performance of Organic vs Conventional Vineyard Management. *Science of The Total Environment*, 135081. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135081>.

Boschiero, M., De Laurentiis, V., Caldeira, C., Sala, S. 2023. Comparison of organic and conventional cropping systems: A systematic review of life cycle assessment studies. *Environmental Impact Assessment Review.* 102, 107187. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107187>.

Bourn, D., e Prescott, J. 2002. A Comparison of the Nutritional Value, Sensory Qualities, and Food Safety of Organically and Conventionally Produced Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 42, 1–34. [doi:10.1080/10408690290825439](https://doi.org/10.1080/10408690290825439)

Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier, C. E Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology.* 28, 25–30. [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Nota Técnica Coagre n. 11 de 13 de março de 2012. Procedimentos para registro, rotulagem e internalização de produtos orgânicos no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 mar. 2012. <https://ciorganicos.com.br/biblioteca/certificacao-participativa-de-produtos-organicos/>. (Accessed 15 April 2024).

Bunea, C., Pop, N., Babes, A.C., Matea, C., Dulf, F.V., Bunea, A., 2012. Carotenoids, total Polyphenols and antioxidant activity of grapes (*Vitis vinifera*) cultivated in organic and conventional systems. *Chem. Cent. J.* 6, 66. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-66>.

Colautti, A., Civilini, M., Contin, M., Celotti, E., Iacumin, L. 2023. Organic vs. conventional: impact of cultivation treatments on the soil microbiota in the vineyard. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1242267. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1242267>.

Carrasco-Quiroz, M., Martínez-Gil, A. M., Gutiérrez-Gamboa, G., & Moreno-Simunovic, Y. . 2020. Effect of rootstocks on volatile composition of Merlot wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 100, 3517 - 3524. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10395>.

Cavallet, L. E., M. Canavari, P. F. Neto. 2018. Participatory guarantee system, equivalence and quality control in a comparative study on organic certifications systems in Europe and Brazil. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science.* 4, 1. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2213>

Ceglie, F.G., M.L. Amodio, E. Colelli. 2016. Effect of organic production systems on quality and postharvest performance of horticultural produce. *Horticulturae*. 2,4. <https://doi:10.3390/horticulturae2020004>.

Chandra, J. and Keshavkant, S. 2021. Mechanisms underlying the phytotoxicity and genotoxicity of aluminum and their alleviation strategies: A review. *Chemosphere* 28, 130384. <https://doi:10.1016/j.chemosphere.2021.130384>.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL-CONSEA. 2006. Lei de segurança alimentar e nutricional. Brasília, DF, 28 p. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/conferencia/documentos/lei-de-seguranca-alimentar-e-nutricional>. (accessed 06 Abril 2022).

Cosme, F., Pinto, T., Vilela, A. 2018. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Grape Juices: A Chemical and Sensory View. *Beverages*, 4, 22. <https://doi:10.3390/beverages4010022>.

Coulter, A. D., M. G. Holdstock, G. D. Cowey, C. A. Simos, P. A. Smith, E. N. Wilkes. 2015. Potassium bitartrate crystallisation in wine and its inhibition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 21, 627–641. <https://doi:10.1111/ajgw.12194>.

Cruz, M., Carvalho, D., Colombo, R., Yokota, L., Silva, A., Neto, H., Roberto, S. 2018. Exploratory analysis of the sensory attributes of american grape juice blends. *Agronomy Science and Biotechnology*, 4, 79. <https://doi.org/10.33158/ASB.2018v4i2p79>

Cruz Junior, R. A., Chagas, A. V., Felix, C. S. A., Souza, R. C., Silva, L. A., Lemos, V. A., & Ferreira, S. L. C. 2018. A closed inline system for sample digestion using 70% hydrogen peroxide and UV radiation. Determination of lead in wine employing ETAAS. *Talanta*. 191, 479–484. <https://doi:10.1016/j.talanta.2018.08.085>.

Dani, C., L.S. Oliboni, R. Vanderlinde, D. Bonatto, M. Salvador, J.A.P. Henriques. 2007. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally-produced grapes. *Food and Chemical Toxicology*. 45, 2574–2580. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.06.022>.

Dani, C., M. A. B. Pasquali, M. R. Oliveira, F. M. Umezu, M. Salvador, J. A. P. Henriques, J. C. F. Moreira. 2008. Protective Effects of Purple Grape Juice on Carbon Tetrachloride-Induced Oxidative Stress in Brains of Adult Wistar Rats. *Journal of Medicinal Food*, 11, 55–61. <https://doi:10.1089/jmf.2007.505>.

Daniel, O., M. S. Meier, J. Schlatter, P. Frischknecht. 1999. Selected phenolic compounds in cultivated plants: ecologic functions, health implications, and modulation by pesticides. *Environ Health Perspect*. 107, 109–114. <https://doi:10.1289/ehp.99107s1109>.

Döring, J., C. Collins, M. Frisch, R. Kauer. 2019. Organic and Biodynamic Viticulture Affect Biodiversity and Properties of Vine and Wine: A Systematic Quantitative Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 70: No: 3, p. 221–242. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6974796>. (accessed 19 April 2023).

Dutra, M. Da C. P., L. L. Rodrigues, D. De Oliveira, G. E. Pereira, M. Dos S. Lima. 2018. Integrated analyses of phenolic compounds and minerals of Brazilian organic and conventional grape juices and wines: Validation of a method for determination of Cu, Fe and Mn. *Food Chemistry*. 269, 157–165. <https://doi:10.1016/j.foodchem.2018.07.014>.

El Kersh, D. M., Hammad, G., Donia, M. S., Farag, M. A. 2023. A Comprehensive Review on Grape Juice Beverage in Context to Its Processing and Composition with Future Perspectives to Maximize Its Value. *Food Bioprocess Technol.* 16, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02858-5>.

Elshafie, H.S.; Camele, I.; Mohamed, A.A. 2023. A Comprehensive Review on the Biological, Agricultural and Pharmaceutical Properties of Secondary Metabolites Based-Plant Origin. *Int. J. Mol. Sci.* 24, 3266. <https://doi.org/10.3390/ijms24043266>.

European Commission, EU pesticides database, disponível em: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/mrls>. (acessed 12 October 2023).

EUROPEAN UNION. 2008. Council Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control [PDF]. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R0889-20200107&rid=4>. (acessede 18 November 2023).

Eyhorn, F., A. Muller, J. P. Reganold, E. Frison, H. R. Herren, L. Luttikholt, P. Smith. 2019. Sustainability in global agriculture driven by organic farming. *Nature Sustainability*, 2, 253–255. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0266-6>

Faller, A. L. K., and Fialho, E. 2010. Polyphenol content and antioxidant capacity in organic and conventional plant foods. *Journal of Food Composition and Analysis.* 23, 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.01.003>

Fornasiero, D., N. Mori, P. Tirello, A. Pozzebon, C. Duso, E. Tescari, S. Otto. 2017. Effect of spray drift reduction techniques on pests and predatory mites in orchards and vineyards. *Crop Protection.* 98, 283–292. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.04.010>.

Freitas, A.A., A.M. Detoni, E. Clemente, C.C. Oliveira. 2010. Determinação de resveratrol e características químicas em sucos de uvas produzidas em sistemas orgânico e convencional. *Rev. Ceres Viçosa.* 57, 001-005.

Garrido, J., Borges, F. 2013. Wine and grape Polyphenols — A chemical perspective. *Food Research International*, 54, 1844-1858. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.08.002>.

Ghasemidehkordi, B., Nazem, H., Malekirad, A. A., Fazilati, M., Salavati, H., Rezaei, M. 2018. Human health risk assessment of aluminium via consumption of contaminated vegetables. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 10, 115-123. <https://doi.org/10.3920/QAS2017.1101>.

Gomez, H. A.G., Niederauer G.F., Minatel, I.O., Antunes, E.R.M., Carneiro, M.J, Sawaya, A.C.H.F., Zanús, M.C., Ritschel, P.S., Quecini, V., Pereira Lima, G.P, Marques, M.O.M. 2023. Metabolite profiling reveals the influence of grapevine genetic distance on the chemical signature of juices. *J Sci Food Agric.* 104, 2383-2397. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13124>.

Gomiero, T., Pimentel, D., Paoletti, M. G. 2011. Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences.* 30, 95–124. <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554355>.

González, P. A., Dans, E. P., Dacal, A. C. A., Pena, M. Z., Luzardo, O. P. 2022. Differences in the levels of sulphites and pesticide residues in soils and wines and under organic

and conventional production methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 112, 104714. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104714>.

Granato, D., Koot, A., Schnitzler, E., Van Ruth, S. M. 2015. Authentication of Geographical Origin and Crop System of Grape Juices by Phenolic Compounds and Antioxidant Activity Using Chemometrics. *Journal of Food Science*. 80, 584–593. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12794>.

Granato, D., Magalhães Carrapeiro, M. De, Fogliano, V., Van Ruth, S. M. 2016. Effects of geographical origin, varietal and farming system on the chemical composition and functional properties of purple grape juices: A review. *Trends in Food Science e Technology*. 52, 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.013>.

Grinder-Pedersen, L., Rasmussen, S. E., Bügel, S., Jørgensen, L. V., Dragsted, L. O., Gundersen, V., Sandström, B. 2003. Effect of Diets Based on Foods from Conventional versus Organic Production on Intake and Excretion of Flavonoids and Markers of Antioxidative Defense in Humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51, 5671–5676. <https://doi.org/10.1021/jf030217n>.

Haas, I. C. Da S., Toaldo, I. M., De Gois, J. S., Borges, D. L. G., Petkowicz, C. L. De O., Bordignon-Luiz, M. T. 2016. Phytochemicals, Monosaccharides and Elemental Composition of the Non-pomace Constituent of Organic and Conventional Grape Juices (*Vitis labrusca* L.): Effect of Drying on the Bioactive Content. *Plant Foods for Human Nutrition*. 71, 422–428. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0579-9>.

Hajiboland, R., Panda, C. K., Lastochkina, O., Gavassi, M. A., Habermann, G., Pereira, J. F. 2023. Aluminum Toxicity in Plants: Present and Future. *Journal of Plant Growth Regulation*. 42, 3967–3999. <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10866-0>

Hoeltgebaum, D., Pedron, T., Paniz, F. P., Souza, A. A., Romoli, J. C. Z., Lini, R. S., ... Machinski Junior, M. 2021. Metals in Brazilian family farming grapes and estimated daily intake. *Food Additives & Contaminants: Part B*. 14, 236–243. <https://doi.org/10.1080/19393210.2021.1933612>.

Hughner, R. S., Mcdonagh, P., Prothero, A., Shultz, C. J., Stanton, J. 2007. Who are organic food consumers? A compilation and review of why people purchase organic food. *Journal of Consumer Behaviour*. 6, 94-110. <https://doi.org/10.1002/cb.210>.

Hupffer, H. M., Susin, E. B., Weyermüller, A. R. 2022. Conflict in agribusiness: a case study about the impacts of 2,4-d agrototoxic on viticulture in the region of Campanha Gaúcha. *Revista Humanidades e Inovação*, 9, 2358-8322.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Malhas digitais. Available at: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. (Accessed: 13 April 2024).

INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS (IFOAM). 2020. *The Principles of Organic Agriculture*. Bonn, Germany: IFOAM. Accessed at <https://www.ifoam.bio/why-organic/shaping-agriculture/four-principles-organic>. (accessed 29 October 2022).

James, A., Mahinda, A., Mwamahonje, A., Rweyemamu, E. W., Mrema, E., Aloys, K., Swai, E., Mpore, F. J., And Massawe, C. 2023 A review on the influence of fertilizers application on grape yield and quality in the tropics, *Journal of Plant Nutrition*. 46, 2936-2957, <https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2160761>.

Jindo, K., Goron, T. L., Pizarro-Tobías, P., Sánchez-Monedero, M.Á., Audette, Y., Deolu-Ajayi, A. O., et al. 2022. Application of biostimulant products and biological control agents in sustainable viticulture: A review. *Front. Plant Sci.* 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.932311>.

Jouzi, Z., Azadi, H., Taheri, F., Zarafshani, K., Gebrehiwot, K., Van Passel, S., E Lebailly, P. 2017. Organic farming and small-scale farmers: Main opportunities and challenges. *Ecological Economics*. 132, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.10.016>.

Junges, C.H., Guerra, C. C., Gomes, A. A., Ferrão, M. F. 2022 Green analytical methodology for grape juice classification using FTIR spectroscopy combined with chemometrics. *Talanta Open*. 6. 100168 <https://doi.org/10.1016/j.talo.2022.100168>.

Karimi, B., Cahurel, J.-Y., Gontier, L., Charlier, L., Chovelon, M., Mahé, H., and Ranjard, L. 2020. A meta-analysis of the ecotoxicological impact of viticultural practices on soil biodiversity. *Environmental Chemistry Letters*. 18, 1947–1966. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01050-5>.

Keller, M. In: *The science of grapevines: Anatomy and physiology*. Washington: Elsevier Inc., 2015, p. 509. KG Martino, MS Paul, RB Pegg, WL Kerr, LWT Food Sci Tecnologia. 53, 327 (2013).

Koulani, M. K., Jamei, R., Marjani. A.P., 2016. Influence of sucrose and high temperature on grape anthocyanin stability and furfural formation. *J Food Safety and Hyg.* 2, 54-62.

Krifi, B., & Metche, M. 2000. Degradation of anthocyanins from blood orange juices. *International Journal of Food Science and Technology*. 35, 275–283. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2000.00330.x>.

Lairon, D. 2010. Nutritional quality and safety of organic food: A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 30, 33-41. <https://doi.org/10.1051/agro/2009019>.

Lima, M. S., Silani, I. S. V., Toaldo, I. M., Correa, L. C., Biasoto, A. C. T., Pereira, G. E., ... Ninow, J. L. 2014. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. *Food Chemistry*. 161, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.109>.

Maas, L., Malvestiti, R., Gontijo, L.M. 2020. Work in organic farming: an overview. *Ciência Rural*, Santa Maria. 50, e20190458. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20190458>.

Magkos, F., Arvaniti, F., E Zampelas, A. 2006. Organic Food: Buying More Safety or Just Peace of Mind? A Critical Review of the Literature. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 46, 23–56. <https://doi.org/10.1080/10408690490911846>.

Malusà, E., Laurenti, E., Ghibaudi, E., Rolle, L. 2004. Influence of organic and conventional management on yield and composition of grape cv. 'grignolino'. *acta hortic.* 640, 135-141. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.640.15>.

Manns, D., Siricururata, P., Padilla-Zakour, O., Sacks, G. 2015. Decreasing pH results in a reduction of anthocyanin coprecipitation during cold stabilization of purple grape juice. *Molecules*. 20, 556–572. <https://doi.org/10.3390/molecules20010556>.

Margraf, T; Santos, E. N. T.; De Andrade, E. F.; Van Ruth, S. M.; Granato, D. 2016. Effects of geographical origin, variety and farming system on the chemical markers and in vitro

antioxidant capacity of Brazilian purple grape juices. *Food Research International*. 82, 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.02.003>.

Mariani, C. M., & Henkes, J. A. 2015. Agricultura orgânica x agricultura convencional: soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. *Revista de Gestão Sustentável e Ambiental*. 3, 315-338. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v3e22014315-338>.

Martins, C. R., Farias, J. Carvalho, Hoffman, A., Rombaldi, C. V., Schenato, P. G. 2010. Qualidade Pós-Colheita de Maçãs Produzidas nos Sistemas Convencional, Integrado e Orgânico. *Revista Brasileira De Agroecologia*, 1.1. <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/9893>.

Mditshwa, A., Magwaza, L. S., Tesfay, S. Z., & Mbili, N. 2017. Postharvest quality and composition of organically and conventionally produced fruits: A review. *Scientia Horticulturae*. 216, 148–159. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.12.033>.

Melo, G. W. B., Botton, M., Garrido, L. R. Produção orgânica de uvas para mesa. *Embrapa Uva e Vinho*. ISSN: 1808-4648. 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131061/1/Doc92.pdf>. (Accessed 13 April 23).

Merot, A. and Smits, N., 2020. Does Conversion to Organic Farming Impact Vineyards Yield? A Diachronic Study in Southeastern France. *Agronomy*, 10, 1626. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111626>.

Miele, A. 2016. Grapevine yield components and composition of Isabel grape produced according to the organic and conventional systems. *BIO Web of Conferences*. 7, 01011.. [doi:10.1051/bioconf/20160701011](https://doi.org/10.1051/bioconf/20160701011).

Miele, A., Rizzon, L. A., Queiroz, S. C. Do N. De, E Gianello, C. 2015. Physicochemical composition, minerals, and pesticide residues in organic grape juices. *Food Science and Technology (Campinas)*. 35, 120–126. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.6540>.

Ministério da Agricultura, Pecuária E Abastecimento (MAPA) Secretaria de Defesa Agropecuária. portaria No- 259, 31 De Maio De 2010. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/defesa-agropecuaria>. (Accessed 18 November 2024).

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). 2020. Anuário Brasileiro de Fruticultura 2020. <https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2020/>. (Accessed 18 April 23).

Monteiro, E., Gonçalves, B., Cortez, I., Castro, I. 2022. The role of biostimulants as alleviators of biotic and abiotic stresses in grapevine: A review. *Plants* 11. 396. <https://doi.org/10.3390/plants11030396>

Mota, R.V. da; Glória, M.B.A.; Souza, B.S. de; Peregrino, I.; Pimentel, R.M. de A.; Dias, F.A.N.; Souza, L.C. de; Souza, A.L. de; Regina, M. de A. 2018. Bioactive compounds and juice quality from selected grape cultivars. *Bragantia*. 77, 62-73. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2016369>.

Mpelasoka, B. S., Schachtman, D. P., Treeby, M. T., E Thomas, M. R. 2003. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 9, 154–168. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2003.tb00265.x>

- Mulero, J., Pardo, F., Zafrilla, P. 2010. Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 569–574. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.05.001>
- Novack, M. M. E., Ugalde, M. L., Brunetto, G., Gularte, M. A. 2022. Características físico-químicas e aceitabilidade de sucos de uva integral de sistemas de produção convencional e orgânico. *Tecnologia de frutas e hortaliças: desenvolvimento de produtos, análise e conservação*. 48-58. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c4>
- Niedzielski, P.; Kozak, L.; Wachelka, M.; Jakubowski, K.; Wybieralska, J. 2015. The microwave induced plasma with optical emission spectrometry (MIP–OES) in 23 elements determination in geological samples. *Talanta*. 132, 591–599. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.10.009>
- Oh, Y. S., Lee, J. H., Yoon, S. H., Oh, C. H., Choi, D.-S., Choe, E., Jung, M. Y. 2008. Characterization and Quantification of Anthocyanins in Grape Juices Obtained from the Grapes Cultivated in Korea by HPLC/DAD, HPLC/MS, and HPLC/MS/MS. *Journal of Food Science*. 73, 378–389. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00756.x>
- Oliveira, K.; Ribeiro, D. F.; Batista, E. 2014. Reconhecimento de aromas e aplicação de testes afetivos como forma de aprendizado. *EditoraUniBH*, 7, 139–145. <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v7i1.1224>.
- Otto, S., Loddo, D., Baldoin, C., Zanin, G. 2015. Spray drift reduction techniques for vineyards in fragmented landscapes. *Journal of Environmental Management*, 162, 290–298. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.07.060>.
- Ozbek, N., Koca, M., e Akman, S. 2016. A Practical Method for the Determination of Al, B, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Pb, and Zn in Different Types of Vinegars by Microwave Induced Plasma Optical Emission Spectrometry. *Food Analytical Methods*. 9, 2246–2250. <https://doi.org/10.1007/s12161-016-0421-x>.
- Padilha, C. V. S., Biasoto, A. C. T., Corrêa, L. C., Lima, M. S., E Pereira, G. E. 2017a. Phenolic compounds profile and antioxidant activity of commercial tropical red wines (*Vitis vinifera* L.) from São Francisco Valley, Brazil. *Journal of Food Biochemistry*. 41, 1–9. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12346>
- Padilha, C. V. S., Miskinis, G. A., De Souza, M. E. A. O., Pereira, G. E., Bordignon-Luiz, M. T., E Lima, M. S. 2017b. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. *Food Chemistry*. 228, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.137>.
- Palma, A., Cossu, M., Deligios, P.A., Ledda, L., Tiloca, M.T., Sassu, M.M., & D'Aquino, S. 2023. Organic versus conventional globe artichoke: Influence of cropping system and harvest date on physiological activity, physicochemical parameters, and bioactive compounds. *Scientia Horticulturae*. 321, 112304. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112304>.
- Patuelli, A., Carungu, J., Lattanzi, N. 2022. Drivers and nuances of sustainable development goals: Transcending corporate social responsibility in family firms. *Journal of Cleaner Production*. 373, 133723. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133723>.
- Pedro Júnior, M.J.; Hernandez, J.L. 2020. Doenças fúngicas em videiras cultivadas a céu aberto e sob cobertura impermeável. *Summa Phytopathologica*. 46, 155-160. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/203640>.

Pérez-Ortega, P., Lara-Ortega, F. J., Gilbert-López, B., Moreno-González, D., García-Reyes, J. F., E Molina-Díaz, A. 2016. Screening of Over 600 Pesticides, Veterinary Drugs, Food-Packaging Contaminants, Mycotoxins, and Other Chemicals in Food by Ultra-High Performance Liquid Chromatography Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometry (UHPLC-QTOFMS). *Food Analytical Methods*. 10, 1216–1244. <https://doi.org/10.1007/s12161-016-0678-0>.

Perin, E.C., da Silva Messias, R., Borowski, J.M., Crizel, R.L., Schott, I.B., Carvalho, I.R., Rombaldi, C.V., Galli, V., 2018. ABA-dependent salt and drought stress improve strawberry fruit quality. *Food Chem.* 271, 516–526. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.213>.

Pierozan, V.L., 2019. A produção de uva orgânica no estado do Rio Grande do Sul: As experiências dos viticultores de Cotiporã, 36, <https://doi.org/10.21170/geonorte.2019.V.10.N.34.A17.35>.

Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., E Seidel, R. 2005. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *Bioscience*, 55, 573–582. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0573:EEAECO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0573:EEAECO]2.0.CO;2).

Pinto, E. P., Perin, E. C., Schottf, I. B., Düsman, E., Rodrigues, R. S., Lucchetta, L., Manfro, V., Rombaldi, C. V. 2022. Phenolic compounds are dependent on cultivation conditions in face of UV-C radiation in ‘Concord’ grape juices (*Vitis labrusca*). *Food Science and Technology*. 154.112681. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112681>.

Poggere, G., Gasparina, A., Barbosa, J. Z., Melo, G. W., Corrêa, R. S., & Motta, A. C. V. 2023. Soil contamination by copper: Sources, ecological risks, and mitigation strategies in Brazil. *Journal of Trace Elements and Minerals*. 4. 100059. <https://doi.org/10.1016/j.jtemin.2023.100059>.

Provost, C. and Pedneault, K. 2016. The organic vineyard as a balanced ecosystem: Improved organic grape management and impacts on wine quality. *Scientia Horticulturae*. 208, 43–56. doi:10.1016/j.scienta.2016.04.024.

Rababah, T. M., Al-u 'datt, M., Almajwal, A., Brewer, S., Feng, H., Al-Mahasneh, M., Yang, W. 2012. Evaluation of the Nutraceutical, Physiochemical and Sensory Properties of Raisin Jam. *Journal of Food Science*. 77, 609–613. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02708.x>.

Reganold, J. P., E Wachter, J. M. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*. 2, 15221. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>.

Rombaldi, C.V., Bergamasqui, M., Lucchetta, L., Zanuzo, M., and Silva, J.A. 2004. Produtividade e qualidade de uva, cv. Isabel, em dois sistemas de produção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26 89–91. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452004000100024>.

Roselli, L., Casieri, A., de Gennaro, B. C., Sardaro, R., and Russo, G. 2020. Environmental and Economic Sustainability of Table Grape Production in Italy. *Sustainability*. 12, 3670. <https://doi.org/10.3390/su12093670>.

Rufino, M. S. M.; Alves, R. E.; Brito, E. S.; Morais, S. M.; Sampaio, C. G.; Jimenes-Perez, J.; Saura-Calixto, F. D. 2007. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 4 p. (Comunicado Técnico). <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/426954/metodologia-cientifica-determinacao-da-atividade-antioxidante-total-em-frutas-pela-captura-do-radical-livre-abts>. (accessed 12 November 2023).

- Schleiffer, M. and Speiser, B., 2022. Presence of pesticides in the environment, transition into organic food, and implications for quality assurance along the European organic food chain – A review. *Environmental Pollution*. 303, 120116. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120116>.
- Schrama, M., de Haan, J.J., Kroonen, M., Verstegen, H., Van der Putten, W.H., 2018. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 256, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.023>.
- Scutarașu, E. C., and Trincă, L. C. 2023. Heavy Metals in Foods and Beverages: Global Situation, Health Risks and Reduction Methods. *Foods*. 12, 3340. <https://doi.org/10.3390/foods12183340>.
- Shimizu, H., Akamatsu, F., Kamada, A., Koyama, K., Iwashita, K., and Goto-Yamamoto, N. 2022. Effects of variety and vintage on the minerals of grape juice from a single vineyard. *Journal of Food Composition and Analysis*. 107, 104377. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104377>.
- Silva, F. A. N., Da Silva, A. A., De Sousa Fernandes, N., Rodrigues, T. H. S., Canuto, K. M., Do Nascimento, R. F., Zocolo, G. J. 2018. Evaluation of Headspace Solid-Phase Microextraction Gas Chromatography–Mass Spectrometry for the Characterization of Volatile Organic Compounds from Melon (*Cucumis melo* L.) Flowers. *Chromatographia*. 81, 1231–1239. <https://doi.org/10.1007/s10337-018-3550-0>.
- Smith-Spangler, C.; Brandeau, M.L.; Hunter, G.E.; Bavinger, J.C.; Pearson, M.; Eschbach, P.J.; Sundaram, V.; Liu, H.; Schirmer, P.; Stave, C. Olkin, I., Bravata, D.M. 2012. Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives? A systematic review. *Ann. Intern. Med.* 157, 348–366. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-157-5-201209040-00007>.
- Speiser, B., and Schleiffer, M. 2023. Rückstandsrisiko durch Abdrift bei kleinen Schweizer Biorebbergen. *Agrarforschung Schweiz*, 14, 191–196. <https://doi.org/10.34776/afs14-191>.
- Tao, Y.; Li, H.; Wang, H.; Zhang, L. 2008. Volatile compounds of young Cabernet Sauvignon red wine from Changli County (China). *Journal of Food Composition and Analysis*. 21, 689–694. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.05.007>.
- Thiollet-Scholtus, M., Muller, A., Abidon, C. Grignon, J. Keichinger, O. Koller, R. Langenfeld, A. Ley, L. Nassr, N. Rabolin-Meinrad, C. Wohlfahrt, J. 2021. Multidimensional assessment demonstrates sustainability of new low-input viticulture systems in north-eastern France, *European Journal of Agronomy* 123, 126210. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126210>.
- Toaldo, I. M., Cruz, F. A., Alves, T. De L., De Gois, J. S., Borges, D. L. G., Cunha, H. P., Bordignon-Luiz, M. T. 2015. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. *Food Chemistry*. 173, 527–535. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.171>.
- Tuker, S., Dumitriu, G.D., Teodosiu, C. 2022. Pesticides Identification and Sustainable Viticulture Practices to Reduce Their Use: An Overview *Molecules*, 27, 8205; <https://doi.org/10.3390/molecules27238205>.
- Tuomisto, H. L., Hodge, I. D., Riordan, P., E Macdonald, D. W. 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management*. 112, 309–320. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.018>.
- UN. 2015. The 17 Goals. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. (Acessad 18 April 2023).

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2021. Food systems. Disponível em: <https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/food-systems>. (Acessed 11 April 2023).

Van Den Dool, H. And Kratz, P.D. 1963. A Generalization of the Retention Index System Including Linear Temperature Programmed Gas-Liquid Partition Chromatography. *Journal Chromatography A*, 11, 463-471. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)80947-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)80947-X).

Vian, M. A., Tomao, V., Coulomb, P. O., Lacombe, J. M., Dangles, O. 2006. Comparison of the Anthocyanin Composition during Ripening of Syrah Grapes Grown Using Organic or Conventional Agricultural Practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54, 5230–5235. <https://doi.org/10.1021/jf0531609>.

Villanueva-Rey, P., Vázquez-Rowe, I., Moreira, M. T., Feijoo, G. 2014. Comparative life cycle assessment in the wine sector: biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain. *Journal of Cleaner Production*. 65, 330–341. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.026>.

Wei, S.; Liu, F.; She, S.; Wu, R. 2022. Values, Motives, and Organic Food Consumption in China: A Moderating Role of Perceived Uncertainty. *Front. Psychol.* 13, 736168. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.736168>.

Willer, Helga, Jan Trávníček, Claudia Meier and Bernhard Schlatter (Eds.) 2021: The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2021. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2021.html> (Acessed 18 November 2023).

Willer, H. and Lernoud, J. (Eds.) 2019: The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2019. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2019.html>. (Acessed 18 November 2023).

Yilmaz, B. 2023. Factors Influencing Consumers' Behaviour towards Purchasing Organic Foods: A Theoretical Model. *Sustainability*. 15, 14895. <https://doi.org/10.3390/su152014895>.

Zarraonaindia, I., Cretazzo, E., Mena-Petite, A., Díez-Navajas, A. M., Pérez-López, U., Lacuesta, M., Pérez-Álvarez, E. P., Puertas, B., Fernandez-Diaz, C., Bertazzon, N., Cantos-Villar, E. 2023. Holistic understanding of the response of grapevines to foliar application of seaweed extracts. *Frontiers in Plant Science*. 14, 1119854. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1119854>.

Zhang, Y., Hu, X. S., Chen, F., Wu, J. H., Liao, X. J., E Wang, Z. F. 2008. Stability and colour characteristics of PEF-treated cyanidin-3-glucoside during storage. *Food Chemistry*. 106, 669–676. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.030>.

Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H. Nury, F.S. 1995. Wine analysis and production (Chapman e Hall: New York, NY, USA).

9 Considerações finais

De acordo com os resultados encontrados nas análises realizadas para os sucos de uva das duas safras (2022 e 2023), pode-se destacar que:

- Ambos os sistemas de PO e PC apresentaram produtividade média de videira semelhante, indicando que a produção orgânica não compromete necessariamente o rendimento em comparação com os métodos convencionais, principalmente com os avanços tecnológicos que tem vindo a ser adotada nesse sistema.
- As características clássicas para os sucos dos dois sistemas de produção (PO e PC) que incluem acidez, sólidos solúveis totais, densidade e teor de açúcar foram equivalente, significando uma qualidade consistente independentemente do método de produção.
- Embora a maioria dos minerais não tenha mostrado diferença significativa entre os sucos de PO e PC, as concentrações de alumínio (Al) foram notavelmente altas em sucos PC (resultante do valor alto encontrado em 1 vinhedo), possivelmente devido a fatores edafológicos como a concentração da acidez e práticas agrícolas.
- Os sucos de PC apresentaram uma prevalência maior de resíduos de agrotóxicos em comparação com os sucos de PO, ainda que muito abaixo dos limites preconizados por lei. Isso destaca os potenciais benefícios da produção orgânica na redução de insumos químicos e na minimização de resíduos no produto final, alinhando-se com as preferências dos consumidores por opções mais saudáveis e ambientalmente sustentáveis.
- Os sucos de PO continham uma alta variedade diversificada de COVs e em maior número comparativamente a sucos de PC, com algumas variações nas concentrações dos compostos entre os sistemas de

produção. Esses compostos contribuem para o perfil de aroma e sabor dos sucos, como resultado das diferenças nas práticas de cultivo ou a influencia de fatores ambientais.

Os resultados deste estudo têm o potencial de aprimorar a identificação e a autenticidade dos sucos produzidos no Rio Grande do Sul, com foco nos municípios produtores de sucos estudados. Além disso, oferecem dados valiosos para consumidores, produtores de uvas e servem de bancos de dados especializados em sucos de uva tinta *Vitis labrusca* da cultivar Bordô. Essas descobertas são essenciais para caracterizar os sucos provenientes de sistemas de produção orgânicos (PO) e convencionais (PC), o que contribui para elevar a qualidade e impulsionar o progresso científico e tecnológico na vitivinicultura regional.

Futuras investigações podem se concentrar na análise metabólica de sucos de diferentes variedades de uva produzidas na região, considerando as variáveis edafoclimáticas, especialmente diante dos eventos recentes relacionados às alterações globais no intuito de avaliar se existem marcadores específicos que distinguem as características típicas dos sucos, provenientes de safras colhidas durante períodos de variação climática. Estes resultados nos dariam um melhor entendimento da vitivinicultura regional e suas adaptações às mudanças ambientais.

Anexo

ANEXO I: Questionário sobre o perfil sensorial dos sucos de uva

Acessar através do QR CODE:



QR code do questionário da análise sensorial

Análise Sensorial de Suco de Uva

Você está sendo convidado a participar de uma análise sensorial de suco de uva! O teste é realizado em poucos minutos, sendo que sua participação é voluntária: você pode retirar seu consentimento e deixar de participar a qualquer momento.

Lembrando que esta análise trata-se de avaliar sensorialmente suco de uva, para participar você não pode apresentar restrição de seu consumo. A pesquisa faz parte da tese de doutorado do aluno Fane Benedito Eduardo Duarte Macueia, no PPG em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas.

Você recebeu amostras de suco de uva para avaliar suas características e compará-las.

Será um par de duas amostras para serem comparados, sendo eles:
846 e 372

Pelo presente consentimento livre e esclarecido de forma clara e detalhada, dos objetivos, da justificativa e da forma de trabalho desta pesquisa, através de encontro individual e livre de qualquer forma de constrangimento e coerção.

Objetivos: Fui informado (a) de que o objetivo desta pesquisa é avaliar as características de sucos de uva e compará-las.

Procedimentos: Fui informado (a) de que receberei amostras do produto (suco de uva), com diferentes características, para que eu compare-as sensorialmente.

Riscos e possíveis reações: Fui informado a) de que não existe riscos no estudo. Declaro que não possuo nenhum tipo de alergia e/ou reação adversa a este produto o qual é produzido a partir da uva.

Benefícios: O benefício de participar da pesquisa relaciona-se ao fato que os resultados serão incorporados ao conhecimento científico.

Participação voluntária: A minha adesão à pesquisa ocorrerá de forma voluntária e nenhum tipo de penalidade será aplicado caso não seja do meu interesse participar.

Confidencialidade: Estou ciente que a minha identidade permanecerá confidencial durante o estudo e que os dados coletados só serão utilizados para fins de pesquisa.

Consentimento: Ciente das informações citadas anteriormente, eu concordo em participar da avaliação sensorial dos produtos elaborados.

☐ Concordo em participar

☐ Discordo em participar

Questões sobre o perfil do avaliador

☐ Gênero

☐ Feminino

☐ Masculino

☐ Prefiro não declarar

Qual a sua faixa etária?

☐ Menor que 19 anos

☐ 20 a 30 anos

☐ 31 a 40 anos

☐ 41 a 55 anos

☐ Maior que 55 anos

Com que frequência você consome suco de uva?

☐ Todos os dias

☐ 2 vezes na semana

☐ 3 a 5 vezes na semana

☐ 1 vez ao mês

☐ Raramente

☐ Nunca

Você prefere consumir suco de uva convencional ou orgânico?

☐ Convencional

☐ Orgânico

Análise Sensorial de suco de uva

Neste momento, você fará a comparação entre o par que é composto pelas amostras 846 e 372.

Você deverá degustar uma, tomar água, e degustar a outra.

Qual COR você acha mais intensa para um suco de uva?

☐ 846

☐ 372

Qual possui ODOR mais intenso para um suco de uva?

☐ 846

☐ 372

Qual possui SABOR mais ácido para um suco de uva?

☐ 846

☐ 372

Qual possui SABOR mais adstringente (Que provoca a contração dos tecidos, diz-se de um sabor amargo que atua contraindo a mucosa bucal) para um suco de uva?

☐ 846

☐ 372

Qual possui SABOR mais agradável para um suco de uva?

☐ 846

☐ 372

Qual das duas você mais gostou de acordo com a aparência global?

☐ 846

☐ 372

Neste momento, você deverá beber água

Obrigado por sua participação!

Se necessário, deixe algum comentário sobre uma opinião que não foi abordada nas questões do formulário.