

NIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

**Efeito da desidratação das uvas e do uso de uma estratégia de
biocontrole na qualidade da uva e vinho**

Tássia Henrique Nievierowski

Porto Alegre
2022

Tássia Henrique Nievierowski

**Efeito da desidratação das uvas e uso de uma estratégia de biocontrole
na qualidade da uva e vinho**

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Juliane Elisa Welke

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Nievierowski, Tassia
Efeito da desidratação das uvas e do uso de uma
estratégia de biocontrole na qualidade da uva e vinho
/ Tassia Nievierowski. -- 2022.
168 f.
Orientadora: Juliane Welke.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de
Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Uva e Vinho. 2. Ocratoxina. 3. Biocontrole. I.
Welke, Juliane, orient. II. Título.

Resumo

A uva (*Vitis sp*) é amplamente cultivada em todo o mundo devido ao seu sabor e valor nutricional, tendo o vinho como um dos produtos mais importantes. Para atender a demanda por produtos de qualidade, busca-se constantemente estratégias para a diversificação de produtos e de controle fúngico nas uvas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da desidratação de uvas e do uso de biocontrole na qualidade de uvas e vinhos. Na primeira etapa deste estudo a desidratação pós-colheita das uvas que é uma técnica utilizada para a produção de vinhos licorosos foi avaliada. As características físico-químicas, microbiota, ocorrência de micotoxinas, perfil volátil e composição fenólica das uvas foram monitoradas logo após a colheita das uvas Merlot no 7º, 14º e 21º dia de desidratação em sala naturalmente ventilada. A redução da atividade de água (a_w) (6%), pH (4%) e dureza da baga (58%), juntamente com aumento no teor de sólidos solúveis totais (15%) foram observados durante a desidratação. O crescimento dos fungos *Pestalotiopsis clavispora*, *Neopestalotiopsis clavispora*, *Colletotrichum siamense* e *Alternaria porri* foi favorecido durante a desidratação, enquanto a incidência do *Aspergillus niger* diminuiu. Os isolados de *A. niger* não apresentaram potencial ocratoxigênico, e nenhuma forma de ocratoxina foi detectada nas amostras. Em relação ao perfil volátil, 1-hexanal, 2-hexenal e 1-octanal deram origem aos seus álcoois correspondentes, e ácidos como hexanoico, decanóico e 3-hexenóico resultaram nos respectivos ésteres etílicos durante a desidratação. Terpenos como limoneno, mirceno e geraniol diminuíram ao longo da desidratação, enquanto as concentrações de seus produtos de biotransformação aumentaram. O conteúdo fenólico oscilou durante a desidratação, destacando o aumento na concentração de quatro ácidos hidroxibenzoicos (galato de etila, ácido p-hidroxibenzoico e ácido gálico-hexose e ácido gálico), dois ácidos hidroxicinâmicos (ácido cafeico e ácido caftárico), dois flavonóis (kaempferol galactosídeo e quercetina) e duas antocianinas (peonidina 3-O-hexosídeo e delfinidina 3-O-hexosídeo). As uvas desidratadas em sala naturalmente ventilada apresentaram qualidade geral satisfatória, sendo um procedimento simples de fácil implementação. A segunda etapa deste estudo aborda o impacto do uso de *Bacillus velezensis* P1 como agente de biocontrole na ocorrência de ocratoxinas e no perfil volátil ao longo das etapas de vinificação. O agente de biocontrole, *B. velezensis* P1, mostrou-se eficiente na

prevenção da ocorrência de diferentes formas ocratoxinas durante todas as etapas de vinificação, enquanto seis formas de ocratoxina foram identificadas em mosto elaborado com uvas inoculadas apenas com *A. carbonarius*. Quanto ao perfil volátil, amostras tratadas com *Bacillus* apresentaram predominantemente terpenos ou seus derivados, por outro lado, a inoculação com *Aspergillus* resultou em compostos voláteis com odor descrito como gorduroso/ceroso (ácido octanóico, octanol, oleato de etila e ácido heptanoico), o que possivelmente compromete a qualidade do vinho. Por fim, nota-se que *B. velezensis* é uma estratégia alternativa promissora na prevenção de ocratoxinas sem afetar a qualidade do vinho.

Palavras-chave: controle de fungos, compostos voláteis, compostos fenólicos, *Aspergillus carbonarius*, ocratoxina.

Abstract

Grapes (*Vitis* sp) are widely cultivated throughout the world due to their flavor and nutritional value, and wine is one of its most important products. Due to the demand for high-quality products, strategies are constantly sought for product diversification and fungal control in grapes. The purpose of this study was to evaluate the effect of dehydration of grapes and the use of a biocontrol strategy on grape and wine quality. In the first part of this study, post-harvest dehydration, a technique used to produce special wines, was evaluated. Physicochemical characteristics, mycobiota, the occurrence of mycotoxins, volatile profile, and phenolic composition of Merlot grapes were monitored on the 7th, 14th, and 21st days of dehydration in a naturally ventilated room. The growth of *Pestalotiopsis clavispora*, *Neopestalotiopsis clavispora*, *Colletotrichum siamense* and *Alternaria porri* was favored during the dehydration process, while there was a decrease in the occurrence of *Aspergillus niger*. *A. niger* isolates showed no ochratoxigenic potential, and no form of ochratoxins were found in the grape samples. Regarding the volatile profile, 1-hexanal, 2-hexenal, and 1-octanal gave rise to its corresponding alcohols, and acids, such as hexanoic, decanoic, and 3-hexenoic, resulted in the respective ethyl esters during dehydration. Terpenes as limonene, myrcene, and geraniol decreased throughout dehydration, while their biotransformation products had an increase in concentration. The phenolic content oscillated during dehydration, with an emphasis on increased levels of four hydroxybenzoic acids (ethyl gallate, p-hydroxybenzoic acid, gallic acid-hexose, and gallic acid), two hydroxycinnamic acids (caffeic acid and caftaric acid), two flavonols (kaempferol galactoside and quercetin) and two anthocyanins (peonidin 3-O-hexoside and delphinidin 3-O-hexoside). Grapes dehydrated in a naturally ventilated room had a satisfactory quality, being a simple produce and no cost implementation. The second part of this study approaches the impact of *Bacillus velezensis* P1 as a biocontrol agent on the occurrence of ochratoxins and the volatile profile throughout winemaking stages. The biocontrol agent, *B. velezensis* P1, proved to be efficient in preventing ochratoxin forms during all winemaking stages, while six ochratoxin forms were identified in must from grapes inoculated only with *A. carbonarius*. Concerning the volatile profile, samples treated with *Bacillus* presented predominantly terpenes and its derivatives, on the other hand, grapes inoculated

with *Aspergillus* showed volatile compounds with an odor described as fatty/waxy (octanoic acid, octanol, ethyl oleate and heptanoic acid), which probably compromises wine quality. Finally, *B. velezensis* is a promising alternative strategy to prevent ochratoxins without affecting wine quality.

Keyword: fungi control, volatile compounds, phenolic compounds, *Aspergillus carbonarius*, ochratoxin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Etapas da elaboração de vinho.....	18
Figura 2.	Estrutura química da ocratoxina A.....	39
Figura 3.	Estrutura química dos lipopeptídeos Iturina, Surfactina e Fengicina produzidos por <i>Bacillus</i> spp.....	46

Artigo 1

Figure 1.	Partial dehydration of Merlot grapes taking place (A) over plastic nets supported by wooden shelves, (B) in a naturally ventilated room via open windows. (C) Grape appearance after 21 days of dehydration	58
Figure 2.	Heat map and hierarchical cluster analysis obtained for the volatile compounds (Table S2) found in the Merlot grapes evaluated before (T0) and during partial dehydration (T7, T14 and T21 days).	73
Figure 3.	(A) Metabolic pathways leading to the biosynthesis of volatile compounds and (B) summary of the possible transformations occurring throughout dehydration of Merlot grapes carried out in a naturally ventilated room.	75
Figure 4.	Phenolic compounds evaluated before (T0) and during partial dehydration (T7, T14 and T21 days) of Merlot grapes in a naturally ventilated room.	81

Artigo 2

Figure 1.	Steps followed in the four winemaking experiments performed in triplicate using grapes that received the following treatments: (1) <i>Bacillus velezensis</i> P1 treatment, (2) <i>Aspergillus carbonarius</i> inoculation, (3) <i>B. velezensis</i> P1 treatment and <i>A. carbonarius</i> inoculation, and (4) uninoculated berries (control experiment).	102
Figure 2.	Heat map and hierarchical cluster analysis of the volatile compounds of the four winemaking experiments performed using grapes that received the following treatments: (1) <i>Bacillus velezensis</i> P1 treatment, (2) <i>A. carbonarius</i>	111

inoculation, (3) *Bacillus velezensis* P1 treatment and *A. carbonarius* inoculation, and (4) uninoculated berries (control experiment) and were evaluated for **(A)** must, **(B)** clarification, **(C)** fermentation and **(D)** wine.

Figure S1 Bidimensional plots obtained in GCxGC/qMS analyses of the volatile compounds of the four winemaking experiments performed using grapes that received the following treatments: (1) *Bacillus velezensis* P1 treatment, (2) *Aspergillus carbonarius* inoculation, (3) *B. velezensis* P1 treatment and *A. carbonarius* inoculation, and (4) uninoculated berries (control experiment) and were evaluated for (A) must, (B) clarification, (C) fermentation and (D) wine.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Estudos disponíveis na literatura focados na desidratação pós-colheita de uvas, os quais foram obtidos a partir das bases de dados <i>Scopus</i> , <i>Web of Science</i> e <i>Pubmed</i> , usando as palavras-chave “uva, desidratação, pós-colheita” e sem restrição de período de publicação	22
Tabela 2.	Ocorrência mundial de OTA em vinhos	40
Tabela 3.	Biopesticidas comerciais contendo cepas de <i>Bacillus</i> na composição.	47
Tabela 4.	Uso de <i>Bacillus</i> como agente antagonista para fungos e micotoxinas	49

Artigo 1

Table 1.	Physicochemical characteristics of Merlot grapes before (T0) and on 7 th (T7), 14 th (T14) and 21 st (T21) dehydration day in naturally ventilated rooms	65
Table 2.	Fungi isolated from Merlot grapes and percentage of berries in which the occurrence of fungi has been verified during dehydration in naturally ventilated rooms.	66
Table 3.	Molecular identification and macroscopic characteristics of fungi isolated from Merlot grapes dehydrated in naturally ventilated rooms.	67
Table 4.	Phenolic compounds identified in grape using liquid chromatograph LC coupled to diode array detection and electrospray ionization (ESI) quadrupole flight time mass spectrometry (LC-DAD-MS).	77
Table S1.	Monoisotopic mass of the ochratoxins evaluated using LC-MS.	87
Table S2	Volatile profile of the dehydrated grapes using the DVB/Car/PDMS fiber and gas chromatography with mass spectrometric detection.	88

Artigo 2

Table 1.	Identification parameters (retention time, monoisotopic mass, mass-to-charge ratio (m/z) of the precursor and product ions) and levels of the ochratoxins detected through vinification of Chardonnay grapes inoculated with <i>Aspergillus carbonarius</i> (7 days of incubation at 30 °C) and evaluated by liquid chromatography coupled to quadrupole time of flight mass spectrometry (LC-QToF-MS).	106
Table S1.	Forms of ochratoxins evaluated using LC-QToF-MS using ESI in both positive and negative modes. For each ochratoxin, the suspected adducts were: $[M+H]^+$, $[M+Na]^+$, $[M+NH_4]^+$, $[M+K]^+$, $[M+H-H_2O]^+$, $[M+H-2H_2O]^+$, $[M-H]^-$ and $[M+Cl]^-$, according to Klitgaard et al. (2014).	120
Table S2.	Performance of the analytical method based on matrix-matched calibration curves and LC-QToF-MS, which was used to determine ochratoxins throughout winemaking stages.	122
Table S3	Volatile compounds evaluated using GCxGC/qMS in Chardonnay must elaborated using grapes that received (1) <i>Bacillus velezensis</i> P1 treatment, (2) <i>Aspergillus carbonarius</i> inoculation, (3) <i>B. velezensis</i> P1 treatment and <i>A. carbonarius</i> inoculation and using (4) uninoculated berries (control experiment), as described in items 2.4 e 2.5 of Material and Method section	123
Table S4	Volatile compounds evaluated using GCxGC/qMS in clarification step of Chardonnay winemaking performed using grapes that received (1) <i>Bacillus velezensis</i> P1 treatment, (2) <i>Aspergillus carbonarius</i> inoculation, (3) <i>B. velezensis</i> P1 treatment and <i>A. carbonarius</i> inoculation and using (4) uninoculated berries (control experiment), as described in items 2.4 e 2.5 of Material and Method section.	128
Table S5	Volatile compounds evaluated using GCxGC/qMS in alcoholic fermentation step of Chardonnay winemaking	134

performed using grapes that received (1) *Bacillus velezensis* P1 treatment, (2) *Aspergillus carbonarius* inoculation, (3) *B. velezensis* P1 treatment and *A. carbonarius* inoculation and using (4) uninoculated berries (control experiment), as described in items 2.4 e 2.5 of Material and Method section

Table S6 Volatile compounds evaluated using GC×GC/qMS in 141
Chardonnay wine elaborated using grapes that received (1) *Bacillus velezensis* P1 treatment, (2) *Aspergillus carbonarius* inoculation, (3) *B. velezensis* P1 treatment and *A. carbonarius* inoculation and using (4) uninoculated berries (control experiment), as described in items 2.4 e 2.5 of Material and Method section

SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
2. Objetivos.....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos.....	16
3. Revisão Bibliográfica.....	17
3.1 Uva e vinho.....	17
3.1.1 Vinificação.....	18
3.1.2 Desidratação de uvas.....	20
3.2 Qualidade do vinho.....	33
3.2.1 Compostos voláteis.....	33
3.2.2 Compostos fenólicos.....	35
3.2.3 Ocorrência de fungos nas uvas.....	36
3.2.4 Ocratoxina A.....	38
3.2.4.1 Ocorrência de OTA em vinhos.....	39
3.3 Controle Fúngico.....	43
3.3.1 Uso de <i>Bacillus</i> para biocontrole.....	45
4. Artigo 1.....	51
Abstract.....	53
4.1 Introduction.....	55
4.2 Material and methods.....	57
4.2.1. Reagents and chemicals.....	57
4.2.2. Samples.....	57
4.2.3. Physicochemical characteristics of grapes during dehydration...	58
4.2.4. Mycotoxicological analysis of grapes.....	59
4.2.5. Determination of forms of ochratoxins in grapes throughout dehydration.....	60
4.2.6. Determination of the volatile profile.....	61
4.2.7. Determination of phenolic compounds.....	63
4.2.8. Statistical analysis.....	64
4.3. Results and discussion.....	64
4.3.1. Physicochemical characteristics of grapes during dehydration...	64

4.3.2. Mycotoxicological analysis of grapes and occurrence of forms of ochratoxins.....	67
4.3.3. Volatile profile of grapes.....	70
4.3.4. Phenolic composition of grapes.....	76
4.4 Conclusions.....	81
4.5 References.....	81
4.6 Supplementary material.....	87
5. Artigo 2.....	93
Abstract.....	94
5.1 Introduction.....	96
5.2 Material and methods.....	97
5.2.1. Reagents and chemicals.....	97
5.2.2 Microorganisms and inocula preparation.....	98
5.2.3 Grapes.....	99
5.2.4 Biocontrol treatment of Chardonnay grapes.....	99
5.2.5 Vinification.....	100
5.2.6 Evaluation of ochratoxins using liquid chromatography coupled to quadrupole time of flight mass spectrometry (LC-QToF-MS).....	102
5.2.7 Evaluation of the volatile compounds extraction using comprehensive two dimensional gas chromatography coupled to mass spectrometry (GCxGX/MS).....	103
5.2.8 Statistical Analysis.....	104
5.3 Results and discussion.....	105
5.3.1 Evaluation of biofungicide use on ochratoxins occurrence during Chardonnay winemaking.....	105
5.3.2. Evaluation of biofungicide use on the volatile profile during Chardonnay winemaking.....	109
5.4 Conclusions.....	114
5.5 References.....	114
5.6 Supplementary material.....	120
6. Discussão geral.....	150
7. Considerações Finais.....	156
8. Referências.....	157

1. Introdução

A uva (*Vitis sp*) é amplamente cultivada em todo o mundo devido ao seu sabor e valor nutricional, podendo ser ingerida na forma *in natura*, passas, vinho, suco e diversos outros produtos (Yang et al., 2021; Chen et al., 2020). Um dos produtos mais importantes é o vinho, uma bebida alcóolica obtida após a fermentação do mosto de uva sã, fresca e madura (Brasil, 2014). Os vitivinicultores têm buscado constantemente estratégias de controle fúngico nas uvas e de diversificação dos produtos enológicos, para atender a demanda por produtos competitivos no mercado interno e externo.

A desidratação tem sido utilizada para a produção de uvas com maior teor de açúcar que são destinadas à produção de vinhos licorosos ou vinhos secos com características sensoriais diferenciadas. Este procedimento pode ser realizado pré-colheita, ou seja, no vinhedo, ou pós-colheita em ambientes com ou sem condições controladas. A desidratação em câmaras ou salas pode ser realizada de forma independente das condições climáticas, além dos benefícios de proteger as uvas devido a danos causados por pássaros/insetos e poluição ambiental. Pouco se sabe sobre o impacto da desidratação em salas naturalmente ventiladas sobre a qualidade das uvas, incluindo características físico-química, perfil volátil, fenólico e atividade antioxidante. Além disso, é importante ressaltar que a desidratação das uvas pode levar à ocorrência de fungos prejudicando a qualidade dos vinhos (Costantini et al., 2006).

As doenças fúngicas constituem-se em um dos principais problemas enfrentados pelos viticultores tanto no vinhedo quanto na pós-colheita. Além de causar perdas econômicas e da qualidade das uvas, certos fungos podem produzir metabólitos secundários chamados de micotoxinas (Paterson et al., 2018; Abarca et al., 2019). *Aspergillus carbonarius* é o fungo com maior potencial de produção de ocratoxinas nas uvas. A ocratoxina A (OTA) é forma mais tóxica e está associada à efeitos imunossupressivos (Rossiello et al., 2008), teratogênicos (Wangikar et al., 2007), neurotóxicos (Sava et al., 2006), genotóxicos (Tozlovanu et al., 2006), mutagênicos (Palma et al., 2007) e carcinogênicos (Brown et al., 2007). Na legislação da União Europeia (EU) e brasileira, o máximo de 2 µg L⁻¹ de OTA é permitido em vinho e suco de uva,

entre outros derivados de uva (Regulamento da Comissão (CE) nº 1881/2006; Brasil, 2021).

No vinhedo, o controle de fungos e conseqüentemente de micotoxinas tem sido feito majoritariamente com fungicidas sintéticos, enquanto que durante a desidratação das uvas estes produtos não são recomendados a serem usados (Hou et al., 2020). O uso indiscriminado destes produtos durante o cultivo pode acarretar em impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana como a geração de cepas resistentes e de resíduos tóxicos nos produtos de uva (Tian et al., 2011; Guerra et al., 2015). Os malefícios à saúde humana variam conforme o produto usado e sua toxicidade, bem como a forma de exposição e dose absorvida (Brasil, 2016a).

O estudo de métodos alternativos ao uso de fungicidas sintéticos é necessário visto o impacto negativo que estes possuem. O controle biológico ou biocontrole é uma das alternativas que vem ganhando destaque para a substituição total ou parcial aos fungicidas sintéticos (Siahmoshteh et al., 2018; Arfaoui et al., 2019). O biocontrole caracteriza-se pelo uso de antagonistas e/ou seus produtos metabólicos para inibir o crescimento de pragas ou fitopatógenos podendo ser utilizado no campo e pós-colheita (Bleve et al., 2006; Zhu et al., 2015). Entre os microrganismos usados como agente de biocontrole, o gênero *Bacillus*, tem mostrado efeito positivo na inibição de fungos ocratoxigênicos e na redução da síntese de OTA (Veras et al., 2016; Silveira et al., 2021). Conhecer o impacto do uso de biocontrole nas uvas sobre o perfil volátil ao longo das etapas de vinificação é importante para verificar a viabilidade de utilização destes produtos no setor vitivinícola. A qualidade do vinho está diretamente relacionada ao perfil volátil, visto que estes compostos contribuem para o aroma e sabor desta bebida.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da desidratação de uvas e de uma estratégia de biocontrole baseada no uso de *Bacillus* sp. sobre a qualidade de uvas e vinhos.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar o efeito da desidratação em sala naturalmente ventilada sobre as características físico-químicas, microbiota, ocorrência de ocratoxina A, perfil volátil e fenólico das uvas;
- Avaliar o potencial do uso de *Bacillus velezensis* P1 como estratégia de biocontrole de *A. carbonarius* para inibir a síntese de ocratoxinas em uvas;
- Monitorar o impacto do uso da estratégia de biocontrole sobre o perfil volátil durante as etapas de vinificação e produto final.

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Uva e vinho

Devido ao seu alto valor nutricional, a uva (*Vitis sp*) é amplamente cultivada em todo o mundo. Ela pode ser ingerida diretamente, seca em passas, vinificada, em forma de suco e diversos outros produtos (Yang et al., 2021; Chen et al., 2020). A primeira videira chegou ao Brasil no século XVI no litoral paulista e foi introduzida no sul do país, onde as condições climáticas eram mais favoráveis, através das missões jesuítas (IBRAVIN, 2019). A produção de uvas no território brasileiro se estende do Rio Grande do Sul, a 31°S de latitude, até o Rio Grande do Norte a 05°S de latitude, com uma vasta variação de latitude e diversidade ambiental, passando por áreas de clima subtropical, tropical e temperando (Camargo et al., 2011).

O Rio Grande do Sul, onde o clima é predominantemente temperado, é o principal estado produtor de uvas (IBGE, 2019), sendo o responsável pela produção de mais de 664 mil toneladas, segundo os dados mais recentemente divulgados (UVIBRA, 2019). Diversas variedades são cultivadas no estado como, por exemplo, Merlot, Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Tannat, Pinot Noir, Riesling Itália, Sémillon, Sauvignon Blanc, Moscato Giallo e Viognier (Camargo et al., 2011).

O vinho, um dos subprodutos mais importantes da uva, é uma bebida alcoólica altamente apreciada (Meng et al., 2017), obtida após a fermentação do mosto de uva sã, fresca e madura (Brasil, 2014). Segundo os dados mais atuais, o consumo brasileiro desta bebida é de cerca de 2,2 litros *per capita*, o que coloca o Brasil na 20ª posição no ranking de consumo de vinhos, sendo Portugal o país com maior consumo (54 litros *per capita*) (UVIBRA, 2019). Entre os países da América do Sul, os destaques são a Argentina, com 31,6 litros *per capita*, e o Chile com 14,7 litros (IBRAVIN, 2018).

Entre as variedades de uva branca, a Chardonnay se destaca por estar amplamente distribuída no mundo (González-Centeno et al., 2019). Esta variedade é utilizada para a produção de diversos estilos de vinho que variam de leves e frutados a ricos e complexos, diferentes níveis de doçura, amargor e acidez (Olejar et al., 2016). Devido a capacidade da cultivar de ser submetida a diferentes tratamentos de vinificação como envelhecimento em barricas de

carvalho, fermentação malolática e fermentação em inox, a variedade Chardonnay ganhou grande popularidade entre os enólogos (González-Centeno et al., 2019).

Entre as uvas tintas, a uva Merlot é a segunda variedade mais plantada destinada à vinificação, comumente usada em blends contribuindo com suavidade e sabor frutado. A variedade é caracterizada por alto teor de açúcar e baixa acidez dos mostos, caracterizando os vinhos Merlot com alto teor alcoólico e baixa acidez. Esta uva também é usada pra produção de vinhos varietais como os famosos vinhos Petrus e Le Pin, provenientes da região de Bordeaux (França), os quais estão entre os vinhos mais caros do mundo (Hranilovic et al., 2021).

3.1.1 Vinificação

As técnicas de vinificação são de extrema importância para definir o tipo e a qualidade de um vinho. De forma geral, a produção de vinhos dá-se a partir do esmagamento e prensagem das bagas de uva, maceração, fermentação alcoólica através de leveduras, trasfega, estabilização e engarrafamento (Figura 1).

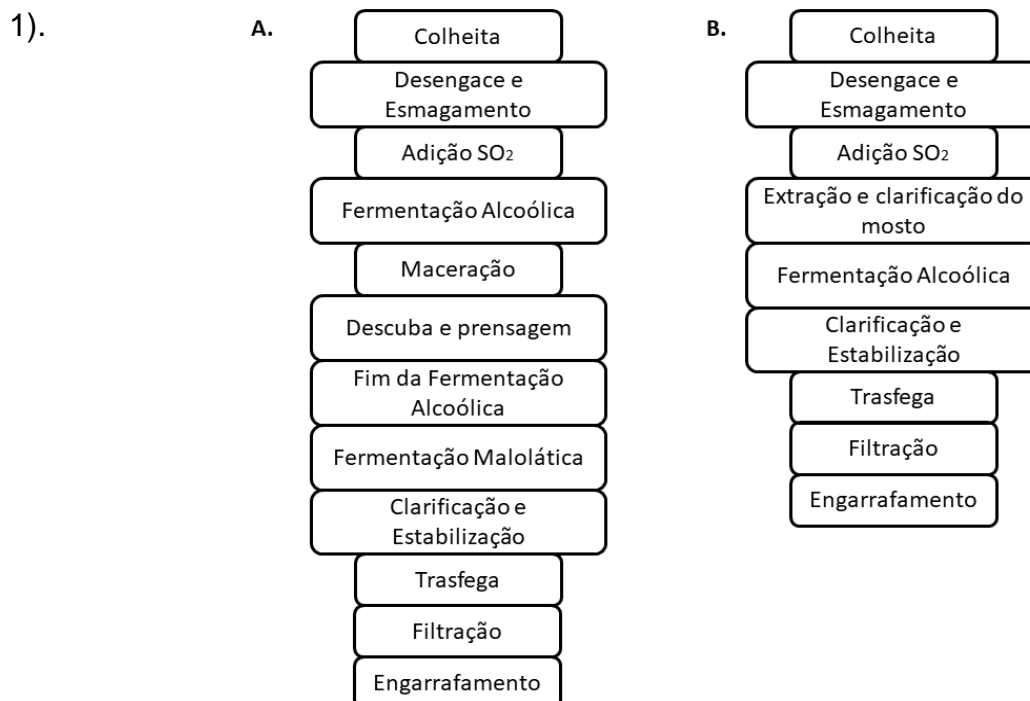


Figura 1. A. Etapas da elaboração de vinho (A) tinto e (B) branco (Ribéreau-Gayon et al., 2006b).

Após o desengace, as uvas são esmagadas com a finalidade de liberar o mosto. Ao mosto é adicionado dióxido de enxofre (conservante), enzimas pectinolíticas (estabilizante) e leveduras (Ribéreau-Gayon et al., 2006, Bindon et al., 2014). A levedura escolhida, bem como o tipo de vinho a ser produzido, determinam o tempo e a temperatura que ocorrerá a fermentação alcoólica. No caso dos vinhos tintos, simultaneamente com a fermentação alcoólica ocorre a maceração, que é o contato da parte sólida com o mosto extraindo componentes de cor e compostos fenólicos (Rizzon & Manfroi, 2006). O vinho é separado da parte sólida pela etapa de descuba, seguido da prensagem do sólido remanescente para um aumento do rendimento. A trasfega, que consiste na transferência do vinho de um recipiente para outro, objetiva separar compostos insolúveis que causam turbidez (borra) (Silveira et al., 2015).

A segunda fermentação que pode ocorrer no vinho é a malolática transformando ácido málico em láctico, pela ação espontânea ou não de bactérias lácticas. Após o término da fermentação malolática, os vinhos são refrigerados para que ocorra a sedimentação de alguns compostos reduzindo a acidez total do vinho. Por fim, o vinho é filtrado e engarrafado (Ribéreau-Gayon et al., 2006; Dooley et al., 2012).

Diversas outras técnicas durante a vinificação são capazes de causar mudanças químicas e sensoriais do vinho permitindo a elaboração de diferentes vinhos (Jones-Moore et al., 2021). Com base nisto, o uso de uvas parcialmente desidratadas é uma estratégia interessante para diversificar os produtos vitivinícolas, onde as taxas de desidratação influenciam diretamente nas características do vinho (Torchio et al., 2016; Urcan et al., 2017).

A crescente preocupação dos consumidores com questões de saúde e sustentabilidade ambiental tem contribuído para o aumento da demanda de alimentos e bebidas mais naturais possíveis. Esta tendência também está presente no setor vinícola, onde a categoria de “vinhos naturais” tem se tornado cada vez mais reconhecida (Galati et al., 2019). Dentre os vinhos produzidos de forma mais natural possível, temos o vinho orgânico que é produzido a partir de uva cultivada sob práticas agrícolas que envolvem os princípios centrais dos orgânicos, incluindo a exclusão de fertilizantes sintéticos e herbicidas químicos. Além destes, há os vinhos biodinâmicos que, além das mesmas práticas dos vinhos orgânicos, envolve também as fases da lua (Urdapilleta et al., 2021). Por

fim, tem-se o vinho natural, uma classe emergente de rápido crescimento que ainda não está muito bem definida. De forma geral, a produção de vinho natural envolve mínimas intervenções enológicas, reduzindo ao máximo o número de etapas da vinificação, sem adição de aditivos e com quantidades mínimas de sulfitos (Galati et al., 2019, Urdapilleta et al., 2021).

3.1.2 Desidratação de uvas

A desidratação é o método mais antigo na conservação de alimentos visando prolongar o seu período de armazenamento (Jairaj et al., 2009). Este processo é complexo e consiste em remover a parte da água presente no interior do produto reduzindo a umidade, diminuindo a carga microbiana e atividade enzimática (Barmwal & Tiwarl, 2008). A desidratação de uvas para a vinificação tem o principal objetivo de aumentar a concentração de açúcar na baga seja para completar a maturação da uva, quando as condições climáticas não foram favoráveis, ou para produzir vinhos licorosos ou vinhos de mesa com características sensoriais diferenciadas (Costantini et al., 2006).

Este processo com fins enológicos pode ser feito de duas maneiras: desidratação pré-colheita e pós-colheita. A desidratação pré-colheita pode ocorrer devido à presença do fungo *Botrytis cinerea*, que decompõe a casca da uva provocando a evaporação da água do interior da baga, porém, esta situação acontece apenas em regiões onde as condições climáticas de baixa umidade do ar (60%) e temperatura entre 20 a 25°C permitem o desenvolvimento do fungo (Mencarelli & Tonutti, 2018). Vinhos produzidos com este processo apresentam alta concentração de açúcar, ácidos, glicerol e aroma característico. Alguns vinhos produzidos com uvas botritizadas e apresentam Denominação de Origem são produzidos pelo mundo: na França é produzido o vinho Sauternes, na Hungria e Eslováquia se produz o vinho Tokay, os vinhos Auslee, Beerenauslese e Trockenbeerenauslese são provenientes da Alemanha e o Ausbrunch é produzido na Austrália (Figueiredo-González et al., 2013; Carbajal-Ida et al., 2016). Outra forma de desidratação pré-colheita, é a colheita tardia em climas quentes ou frios. A colheita tardia em clima quente consiste em deixar as uvas na videira pelo máximo de tempo possível para que as bagas percam água progressivamente (Figueiredo-González et al., 2013). Por outro lado, a colheita

tardia em clima frio ocorre em temperaturas igual ou menor que -7°C , onde a água da uva congela e é separada no momento da prensagem da uva (Nurgel et al., 2004; Figueiredo-González et al., 2013).

A desidratação pós-colheita pode ser realizada em ambiente natural ou câmaras que funcionam com condições controladas (Wang et al., 2016). A desidratação natural é uma técnica antiga e simples que consiste em deixar as uvas expostas diretamente ao sol (Constantinou et al., 2017). Os vinhos Passito (Itália), Pedro Ximénes (Espanha) e Vin de Paille (França) são exemplos de vinhos produzidos a partir de uvas desidratadas naturalmente (Figueiredo-González et al., 2013). Esta técnica é altamente dependente das condições climáticas do ambiente, tornando as uvas vulneráveis ao desenvolvimento fúngico que podem causar podridão e produzir micotoxinas (Corvarelli et al., 2012). Por esta razão, técnicas de desidratação em ambiente controlado foram desenvolvidas. A temperatura, umidade e fluxo de ar são os principais parâmetros monitorados durante a desidratação (Corvarelli et al., 2012; Figueiredo-González et al., 2013; Panceri et al., 2015).

A desidratação em sala naturalmente ventilada apresenta uma vantagem em relação ao uso de câmara com condições controladas pois não é necessário o uso de equipamentos, que encareceriam o processo. As modificações nas características das uvas submetidas a desidratação dão-se principalmente devido a alterações no metabolismo primário e secundário da uva e na atividade enzimática (Zoccatelli, et al., 2013). A Tabela 1 apresenta os estudos disponíveis na literatura sobre a desidratação pós-colheita de diferentes variedades uvas.

Tabela 1. Estudos disponíveis na literatura focados na desidratação pós-colheita de uvas, os quais foram obtidos a partir das bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Pubmed*, usando as palavras-chave “uva, desidratação, pós-colheita” e sem restrição de período de publicação.

Variedade da <i>Vitis vinifera</i>	Método de desidratação	Local de cultivo das uvas	Objetivo do estudo	Principais resultados	Referência
Sob condições controladas					
Romanesco	Câmaras frias (10 ° C) com ventiladores, até 30% de perda de peso	Região de Lácio – Itália	Verificar o efeito de tratamento pós colheita com jasmonato de metila e ozônio antes de desidratação parcial	Jasmonato de metila acelerou a perda de peso e protegeu a uva de oxidar ativando enzimas antioxidantes (SOD, CAT, APX, GPX). Aumentou a concentração de polifenóis e flavonóides, inibiu a atividade das enzimas LOX e PPO até 20% de perda de peso. TSS e resistência da baga não apresentaram diferença entre tratamentos e controle	Modesti et al., 2018
Sagrantino	Sala termohigrométrica controlada (20 ° C e 60% UR) até 30% de perda e peso	Vinhedo Terre della Custodia, Montefalco - Itália	Avaliar o tratamento pós-colheita com quitosana sobre o metabolismo antioxidante e a qualidade da uva durante a desidratação parcial.	A quitosana preservou o sistema antioxidante da célula da baga durante a desidratação parcial, aumentando o teor de polifenóis e induzindo maior atividade de SOD, APX, reduzindo as atividades de PPO e LOX e evitando a oxidação da membrana pelo menor acúmulo de MDA. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as amostras na cor dos frutos ou na resistência da pele.	Petriccione et al., 2018
Malvasia moscata	Câmara termohigrometricamente controlada usando 3 condições diferentes até	Província de Alexandria, Piemonte, Itália	Investigar influência das condições de desidratação em	As uvas da primeira desidratação eram mais ricas em terpenos livres totais e os vinhos resultantes continham maiores quantidades de compostos voláteis. Os	Urcan et al., 2017

			cerca de 20% de perda de peso:		compostos voláteis livres e glicosilados de uvas frescas e parcialmente desidratadas	vinhos produzidos com uvas desidratadas lentamente eram mais ricos em norisoprenoides livres e apresentavam menor escurecimento.	
			(i) 25 ° C, 45% UR por 10 dias;				
			(ii) 28 ° C, 40% UR por 8 dias (desidratação rápida) e				
			(iii) 18 ° C, 40% UR por 29 dias (desidratação lenta)				
Moscato d'Acqui	nero	Câmara termohigrometricamente controlada (16–18 ° C, 55–70% UR, velocidade do ar de 0,6 m / s) até 27 ° Brix para a produção de vinho sfursat e 36 ° Brix para vinho passito	Província de Cuneo, Piemonte, Itália	Investigar a composição fenólica e aromática de uvas frescas e desidratadas em dois diferentes tempos de tratamento pós-colheita e avaliar a aptidão para a produção de vinhos especiais.	O composto volátil livre predominante encontrado nas uvas foi o geraniol, que diminuiu com o aumento da perda de água, enquanto o conteúdo dos principais compostos voláteis glicosilados aumentou; Vinho fortificado apresentou características de cor insatisfatórias provavelmente devido ao baixo teor de antocianinas totais; Os vinhos Sfursat e Passito apresentaram níveis mais elevados de 2-feniletanol e citranelol.	Ossola et al., 2017	
Corvina, Corvinone Rondinella	e	Ambiente fechado e controlado m temperatura ambiente com 10-15 trocas de ar por hora até 20 e 30% de perda de peso.	Cantina Valpolicella di Negrar na área de Valpolicella, Itália	Avaliar as alterações no aroma dos vinhos Amarone elaborados com uvas desidratadas.	A maioria dos compostos voláteis diminuiu durante a desidratação. Observou-se um grande aumento no teor de polifenóis totais e antocianinas totais em vinhos produzidos a partir de uvas desidratadas	Bellincontro et al., 2016	

Cabernet Sauvignon e Merlot	Câmara com temperatura constante de 7 °C, 35% UR e fluxo de ar volumétrico de 12 m ³ /s até atingir 30 e 40 ° Brix	Tangará, Santa Catarina, Brasil	Avaliar as características químicas e sensoriais dos vinhos elaborados com uvas desidratadas.	Os valores de pH e acidez total obtidos para os vinhos produzidos a partir de uvas secas foram superiores aos do controle. O vinho Merlot produzido a partir de uvas a 40 ° Brix e o vinho Cabernet Sauvignon produzido a partir de uvas a 30 ° Brix apresentaram os maiores níveis de polifenóis totais e atividade antioxidante total. A caracterização sensorial mostrou que os vinhos produzidos com uvas desidratadas exibiram descritores típicos de vinhos licorosos, como cor vermelho-laranja e alta viscosidade e sensação alcoólica.	Panceri et al., 2015
Pedro Ximenez, Chardonnay e Gewurztraminer	Câmara Climatrônica a 40 ° C com UR inicial de 20% até que as uvas atinjam 260 g L-1 de teor de açúcares redutores.	Espanha	Analisar as propriedades das uvas Chardonnay desidratadas, Pedro Ximenez e Gewurztraminer	Uvas desidratadas continham maiores teores de derivados de flavan-3-ol e capacidade antioxidante; Foram detectados 26 compostos aromáticos de Pedro Ximenez, 31 e 40 compostos de Chardonnay e Gewurztraminer; Após a secagem, foram detectados 17 compostos não identificados em uvas frescas, compostos essencialmente de álcoois, ésteres e terpenos com descritores frutados e florais, tradicionalmente associados a um aroma desejável.	Serratosa et al., 2014
Pedro Ximenez	Câmara em temperaturas de ar de 40 °C e 50 °C e 30% UR até a concentração de açúcar da uva atingir 450 g / L.	Montilla - região de Moriles, Espanha	Avaliar a influência da temperatura durante a secagem em câmara de uvas	Termos odorantes caramelizados e florais foram os que mais contribuíram para o perfil de aroma dos mostos de uvas secas a 40 ° C por efeito da presença de álcool fenetílico e ácido 3-	Ruiz et al., 2014

			Pedro Ximenez no perfil de aroma.	metilbutanóico. Os resultados mostraram que os mostos de uvas desidratadas a 40 ° C apresentam um aroma mais forte a passas do que os mostos obtidos a 50 ° C. Além disso, os mostos de uvas desidratados a 40 ° C apresentam pH inferior, maior acidez e cor mais clara. Desidratação em temperatura mais baixa apresenta melhor qualidade para a produção de vinhos doces Pedro Ximenez	
Pinot noir	Túnel de ar com velocidade do ar de 1,0-1,8 m s ⁻¹ , 38% UR e 22 ° C até que a uva atingir 24,8 e 26,7 ° Brix	Vale Willamette de Oregon, EUA	Monitorar como os compostos fenólicos e aromáticos mudam na uva desidratada e no vinho subsequente.	Quantidade de antocianina permaneceu inalterada durante a desidratação. As proantocianidinas de bagas diminuíram durante a desidratação. Uvas desidratadas apresentaram aumento na acidez titulável. Os compostos voláteis em vinhos produzidos a partir de uvas desidratadas continham mais terpenos e norisoprenoides.	Moreno et al., 2008
Avanà, Chatus, e Nebbiolo	Câmara termohigrometricamente controlada com velocidade do ar de 0,9 m/s nas condições (i): 18 ° C, 40% UR por 32 dias. (ii): 28 ° C, 40% UR por 24 dias.	Piemonte, província de Turim, Itália	Determinar o impacto das taxas de desidratação pós-colheita na composição fenólica de vinhos fortificados produzidos com uvas parcialmente desidratadas.	Uvas Avanà não foram adequadas para a produção de vinhos fortificados pois não apresentavam boas características cromáticas devido ao baixo teor de antocianinas totais. As uvas Chatus foram adequadas para a produção de vinhos fortificados, principalmente uvas secas a 18 ° C. Os vinhos resultantes apresentaram maiores quantidades de antocianinas totais e suas formas mais estáveis, menores teores de compostos fenólicos relacionados à adstringência e amargor, menor pH e melhores características cromáticas. Uvas	Torchio et al., 2016

Cesanese	Câmara fria a 10 °C, 45% UR, fluxo de ar de 1,5 m/s, por 6 semanas, até 37% de perda de massa.	Área próxima a Roma, Itália.	Determinar as mudanças nos compostos orgânicos voláteis nos tecidos do mesocarpo e epicarpo da baga da uva durante a desidratação pós-colheita.	<p>Nebbiolo desidratadas a 28 ° C, eram próprias para a produção de vinhos fortificados, pois apresentavam menor teor de flavonóides galoilados nas sementes.</p> <p>O ácido málico e o pH diminuíram após a desidratação, enquanto a acidez total não mudou significativamente. Polifenóis, incluindo antocianinas, aumentaram durante a desidratação. Benzyl Diendiol1, geraniol e trans-8-OH-linalool no mesocarpo diminuíram progressivamente durante a desidratação, enquanto os mesmos compostos aumentaram no epicarpo. Compostos C6 aumentaram significativamente no epicarpo.</p>	Centioni et al., 2014
Merlot e Tempranillo	Câmara em temperatura constante de 40 °C e 20% UR até a uva atingir 31,4 ° Brix.	Montilla Moriles Andaluza, Espanha.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudar a cor e os compostos - fenólicos dos vinhos tintos doces das uvas Merlot e Tempranillo. 	<p>A secagem em câmara causa escurecimento, mas há um aumento maior na proporção de compostos de cor vermelha, devido à alta concentração de antocianinas, o que resulta em um equilíbrio favorável para a produção de vinho tinto. Os vinhos obtidos a partir de uvas secas ao sol apresentam tonalidades castanhas mascarando as avermelhadas, o que não é desejável. Os vinhos Tempranillo exibiram maiores concentrações de tanino total do que os vinhos Merlot ao longo do processo de maceração. Ambos os vinhos eram semelhantes em conteúdo de tanino, em comparação com os vinhos tintos doces comerciais.</p>	Marquez et al., 2012

Malvasia	Túnel, 15 °C, 40% UR, 1-1,5 m s ⁻¹ por 29 dias até 33% de perda de peso	Não Informado	Estudar alguns metabolismos envolvidos no processo de secagem pós-colheita da uva, para modular o estresse hídrico induzido, influenciando as características da uva e do vinho produzido.	As células da baga da uva sofrem estresse hídrico com acúmulo de ABA, prolina e proteína LOX até atingir uma perda de peso de 10-12%; uma segunda etapa da mudança dramática no metabolismo é observada em > 19% da perda de peso, quando um acúmulo significativo de prolina e proteína e um aumento no ADH (via etanol para acetaldeído) são observados. As concentrações de atividade de LOX, compostos C6 atingiram um pico em 11,7% da perda de peso, enquanto o etanol e o acetaldeído aumentaram com o aumento do ADH e diminuíram sucessivamente.	Costantini et al., 2006
----------	--	---------------	--	---	-------------------------

Comparação secagem ao sol x câmara controlada

Xynisteri	<p>Quatro métodos de secagem ao sol com temperatura média de 27 °C e 40% UR:</p> <p>(i) tradicional (TM), 10 dias;</p> <p>(ii) em fios horizontais múltiplos (MHW), 22 dias;</p> <p>(iii) em paletes verticais múltiplas (MVP), 18 dias;</p> <p>(iv) em estufa baixa (LGH), 18 dias.</p>	Distrito Lemesos, Chipre	de	<p>Comparar o efeito do (i) método tradicional de secagem ao sol (TM) com o método alternativo</p> <p>métodos de desidratação.</p>	<p>O método HAD causou as alterações mais evidentes, produzindo mosto mais escuro, com alto teor fenólico e potencial aromático.</p> <p>Métodos HAD e LGH tiveram um aumento significativo no conteúdo fenólico total. 40 compostos fenólicos foram quantificados, demonstrando que os métodos de desidratação afetam de forma diferente grupos fenólicos.</p>	Constantinou et al., 2018
-----------	--	--------------------------	----	--	--	---------------------------

Outro método usando secador de ar quente (HAD) com ventiladores para garantir temperatura de 40 °C durante 5 dias.

Pedro Ximénez	<p>Primeira batelada: secagem ao sol tradicional (18-40 °C e 45% UR) por 8 dias.</p> <p>Segunda batelada: câmara a 40 °C e 30% UR por 5 dias</p>	Região de Montilla Moriles, Espanha	<p>Observar as variações de aroma dos mostos tradicionais da cv. Uvas Pedro Ximenez em comparação com a secagem artificial</p>	<p>Durante a secagem ao sol tradicional, a acidez total e volátil aumentaram. As uvas secas na câmara exibiram um teor de açúcar ligeiramente inferior ao das uvas secas ao sol. Acetoína foi o composto volátil principal em ambos os métodos.</p> <p>Os mostos de uvas secas em câmara exibiram os mesmos termos aromáticos que os de uvas secas ao sol. O aroma caramelo foi o maior em ambos os mostos, tendo sua concentração aumentada ao longo do processo de secagem.</p>	Ruiz et al., 2010
---------------	--	-------------------------------------	--	---	-------------------

Comparação condições controladas x não controladas

Pecorino	<p>Túnel a 15 °C, 60% UR e fluxo de ar de 1,2 para um túnel e 2,5 m s⁻¹ para o outro. Controle: sala com janelas abertas e ventilador para troca de ar sem nenhum controle das condições ambientais: 25 - 7 ° C e 62 -84% UR. Processo ocorreu até as uvas apresentarem 45% de perda de peso.</p>	Região de Abruzzo, Vinícola Cataldi Madonna, Itália.	<p>Estudar o efeito do controle constante dos parâmetros bioquímicos ambientais durante a desidratação da uva.</p>	<p>As amostras do túnel e controle alcançaram 31,5% e 28,5% SST, respectivamente</p> <p>As uvas de controle apresentaram maior produção de CO₂, atividades de ADH e LOX e teor de prolina. Os teores de etanol e acetaldeído refletem os padrões de atividade de ADH</p>	Bellincontro et al., 2017
----------	--	--	--	---	---------------------------

Gewürztraminer	Túnel a 17 °C, 40% UR e fluxo de ar de 1,5 m/s. Controle: janela da sala ventilada, sob condições ambientais não controladas variando com o clima externo. As condições climáticas externas variaram entre 67-96% UR e 12-18 °C.	Pomino, Itália.	Analisar o papel do ADH e LOX na liberação de compostos voláteis e avaliar outros compostos marcadores de estresse hídrico, como prolina e carotenóides de uvas desidratadas.	<p>O total de compostos orgânicos voláteis foi maior nas uvas do túnel do que no controle.</p> <p>O controle apresentou mofo cinzento em vários cachos. A atividade LOX diminuiu em ambas as amostras, com um aumento significativo subsequente após 20% de perda de peso em uvas tratadas em túnel, enquanto as uvas de controle mostraram um pequeno pico com 13% de perda de peso. A atividade específica da álcool desidrogenase e as concentrações de etano, acetaldeído e acetato de etila apresentaram padrões flutuantes de mudança, com a evolução dessas três variáveis apresentando semelhanças, particularmente evidentes nas uvas secas em túnel. Os carotenóides diminuíram significativamente, aumentando ligeiramente no final da experiência em ambas as amostras. As condições tradicionais e descontroladas não permitiam uma desidratação constante, enquanto as condições controladas permitiam uma desidratação uniforme, postergava o estresse hídrico, dando um produto de maior qualidade.</p>	Chkaiban et al., 2007
----------------	--	-----------------	---	---	-----------------------

Salas de secagem

Garganega	Sala de secagem com condições naturais.	Área de vinificação de Soave, Itália.	Analisar fungos filamentosos associados à infecção de	22 espécies foram identificadas entre 182 isolados de 36 de 116 bagas. Vinte e uma e 16 espécies foram reconhecidas	Lorenzini et al., 2018
-----------	---	---------------------------------------	---	---	------------------------

			podridão em uvas Garganega para a produção de vinho passito que ocorre frequentemente durante a desidratação natural	em uvas podres e sadias, respectivamente. <i>Penicillium</i> e <i>Aureobasidium</i> foram os gêneros presentes mais frequentemente, uma vez que foram detectados em > 80% das bagas. A diversidade de fungos foi maior em frutos podres do que em frutos saudáveis	
Garnacha Tintorera	Sala com ventilação natural durante 83 dias, 62% de perda de água.	Região Valdeorras, Espanha	de Estudar a evolução dos compostos aromáticos livres e glicosidicamente ligados durante o processo de desidratação, bem como estabelecer o seu perfil organoléptico	Álcoois isoamílicos, benzaldeído e guaiacol aumentaram acima do efeito da concentração devido à perda de água; Compostos voláteis ligados: álcoois isoamílicos, vanilato de etila e ácido benzóico/ Os odores caramelizados aumentaram, tornando-se o principal odorante das passas.	Noguerol-Pato et al., 2013
Erbaluce	Quarto sem controle de temperatura, UR e controle de fluxo de ar por 141 dias	Caluso - Piemonte, Itália	- Estudar as propriedades das uvas secas de cores externas variadas e sua composição química, perfil volátil e propriedades mecânicas	As bagas foram classificadas em três grupos de acordo com a cor visual externa: verde, dourado e azul. Nas bagas azuis foi confirmada a presença de <i>Botrytis cinerea</i> . Este grupo apresentou maiores valores de relação glicose-frutose, juntamente com maior teor de açúcares, ácido glucônico e glicerol, porém menor acidez titulável, menor dureza e maior espessura da pele.	Rolle et al., 2012

58 compostos voláteis livres e 48 glicosilados foram identificados. A soma de ésteres etílicos e metílicos, terpenóides e norisoprenóides apresentou teor significativamente maior nas uvas desidratadas azuis, porém nos três grupos o terpenóide principal foi o 8-hidroxilinalol.

Simulação em laboratório

Aledo	A desidratação foi auxiliada por meio de solução salina a 0,98, 0,92, 0,84 e 0,76 aw (com base nos diferentes graus de desidratação por exposição solar), despejada em caixas durante 20 dias.	Não Informado	Avaliar a capacidade de colonização e produção de OTA de diferentes populações de <i>Aspergillus</i> seção <i>Nigri</i> spp. em uvas durante uma simulação de secagem ao sol in vitro	O agregado de <i>A. niger</i> produtor de OTA apresentou a maior porcentagem de colonização, seguido por <i>A. carbonarius</i> e, finalmente, seu inóculo misto, sugerindo interferência entre eles. <i>E. amstelodami</i> foi o único fungo competidor que aumentou o acúmulo de OTA. O processo de secagem ao sol pode levar ao acúmulo de OTA nas uvas secas.	Valero et al., 2007
-------	--	---------------	---	---	---------------------

Secagem ao sol

'Xynisteri' e 'Mavro'	Secagem ao sol em grandes locais abertos durante 10 e 12 dias para as uvas 'Mavro' e 'Xynisteri', respectivamente, até que as uvas atingissem 36 ° Brix.	Área de Commandaria, Chipre	Monitorar o efeito do processo de secagem ao sol nos atributos qualitativos e perfil fenólico de 'Mavro' e 'Xynisteri' destinados à produção de vinhos 'Commandaria'.	Exceto pelo pH, houve aumento significativo nos conteúdos de glicose, frutose, acidez total, fenóis totais e flavonóides totais. O mosto 'Mavro' apresentou teores fenólicos e flavonóides mais elevados do que o mosto 'Xynisteri', tanto na colheita como após o processo de secagem ao sol.	Constantinou et al., 2017
-----------------------	--	-----------------------------	---	---	---------------------------

Pedro Ximénez	Exposição direta ao sol	Área de Montilla-Moriles - Córdoba, Espanha	Avaliar as alterações nos compostos voláteis do mosto de uvas maduras Pedro Ximénez e do mosto obtido de uvas secas	<p>A maioria dos ácidos hidroxicinâmicos apresentaram aumento de 6 vezes na concentração, exceto o dihexosídeo de ácido caféico e ácido fertárico que apresentaram teores menores após secagem. □ A biossíntese de três flavonóis, flavan-3-ols e flavonóides também foi observada</p> <p>Nenhuma mudança significativa foi observada nos teores de ácido e nos valores de pH aumentados no mosto de uvas secas. 36 compostos voláteis identificados em dois tipos de mosto com aumento das concentrações de voláteis durante o processo de secagem.</p> <p>Houve aumento do aroma frutado, solvente, doce e torrado e diminuição do herbáceo como consequência do processo de secagem.</p>	Franco et al., 2004
---------------	-------------------------	---	---	---	---------------------

3.2 Qualidade do vinho

A qualidade do vinho está diretamente relacionada à uva. A maturação, estado sanitário e a presença de resíduos químicos na uva interferem na vinificação (Rizzon et al., 1994). Além disso, a tecnologia e o tipo de processo de vinificação aplicado também interferem na qualidade do vinho, pois afetam formação de compostos voláteis e fenólicos.

3.2.1 Compostos voláteis

Os compostos voláteis estão diretamente relacionados ao aroma e à qualidade dos vinhos. O vinho é uma matriz complexa que apresenta inúmeros compostos voláteis pertencentes à diferentes classes químicas como monoterpenos, norisoprenóides, álcoois superiores, ácidos graxos, ésteres, aldeídos, cetonas (Ebeler, 2001; Bakker & Clarke, 2011; Callejón et al., 2012; Mihnea et al., 2015). Mais de 800 compostos já foram identificados em vinhos com concentrações que variam de ng/L até mg/L (Marín-San Román et al., 2020).

O estudo da composição volátil é necessário visto que pequenas alterações nas concentrações destes podem modificar a qualidade final do vinho e conseqüentemente, a aceitação do consumidor (Bakker & Clarke, 2011; Marín-San Román et al., 2020). A composição do perfil volátil pode variar de acordo com a região geográfica e climática de cultivo, práticas de viticultura e vinificação, envelhecimento, tipo de garrafa de envasamento, entre outros fatores (Coelho et al., 2006; Vilanova et al., 2012; Rigou et al., 2021). Ademais, estes compostos podem interagir com outras moléculas como oxigênio, polifenóis e polissacarídeos modificando assim seu impacto sensorial (Rigou et al., 2021).

A origem do aroma de vinhos pode ser classificada em varietal, pré-fermentativo, fermentativo e pós-fermentativo, sendo os compostos formados durante a fermentação os mais importantes (Ebeler, 2001; Callejón et al., 2012; Mihnea et al., 2015). O aroma varietal é aquele que é formado durante a maturação da uva, responsável pelo aroma característico da variedade da uva (Ribéreau-Gayon et al., 2006b). O composto é passado da uva para o vinho sem nenhum tipo de transformação ou reação química (Bakker & Clarke, 2011; Styger et al., 2011). Estes se originam do catabolismo de ácidos graxos, açúcares,

aminoácidos, pectina e carotenóides das bagas, resultando, principalmente, em C13-norisoprenóides, álcoois, ésteres, pirazinas, lactonas, cetonas e compostos sulfurados (Ebeler, 2001). Os aromas pré-fermentativos são aqueles formados após a colheita até o início da fermentação alcoólica. As operações de transporte, desengace, prensagem e clarificação causam efeitos mecânicos que liberam a ação de enzimas formando hidroperóxidos e aldeídos (Ribéreau-Gayon et al., 2006; Styger et al., 2011).

A etapa fermentativa caracteriza-se pela transformação do mosto em vinho através da fermentação alcoólica (e malolática para alguns tipos de vinho), a qual produz os compostos de aroma mais importantes para o vinho. Na fermentação alcoólica, tem-se a produção de etanol e produtos secundários, como álcoois superiores, ácidos voláteis e ésteres e, em menor quantidade, aldeídos e cetonas, através da ação das leveduras (Ribéreau-Gayon et al., 2006b; Styger et al., 2011). Os álcoois superiores são formados a partir do metabolismo dos aminoácidos e suas concentrações são influenciadas pelas condições de fermentação e composição do mosto (Ribéreau-Gayon et al., 2006b; Petropulos et al., 2014). Entre os ácidos, o ácido acético é um dos mais importantes, visto que contribui aproximadamente com 90% da acidez volátil (Baena-Ruano et al., 2010). Os ésteres são sintetizados pela acetil coenzima A e, representam a maior concentração de compostos contribuindo para a qualidade do vinho uma vez que são descritos como odoríferos de frutado e floral (Bakker & Clarke, 2011; Petropulos et al., 2014). Por outro lado, a fermentação malolática ocorre devido a ação de bactérias lácticas transformando o ácido málico em láctico, beneficiando os vinhos tintos com uma maior complexidade de aromas e podendo ser indesejável a vinhos brancos onde uma maior acidez é almejada (Romano et al., 2003; Ribéreau-Gayon et al., 2006b; Styger et al., 2011).

Por fim, os compostos voláteis oriundos pós-fermentação são formados no processo de envelhecimento. Diversos vinhos são envelhecidos em madeira modificando o aroma devido à transferência de alguns compostos da madeira para o vinho. Reações de oxidação e redução também ocorrem durante esta etapa alterando a concentração de ésteres etílicos de cadeia ramificada e aumentando a concentração de álcoois de cadeia longa e ácidos (Pérez-Serradilla & De Castro, 2008).

3.2.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários encontrados amplamente na natureza e se caracterizam por possuírem ao menos um anel aromático que se encontra ligado a um ou mais grupos hidroxila. Englobam estrutura molecular simples até moléculas de alto grau de polimerização (Lee et al., 2005; Vaquero et al., 2007; Balange & Benjakul, 2009). No vinho, estes compostos são um importante parâmetro de qualidade, pois impactam nas características sensoriais como cor e sabor (Villano et al., 2006; Moreno-Arribas & Polo, 2009; Panceri et al., 2015;). Alguns estudos atribuem aos polifenóis do vinho propriedades antioxidante, anti-inflamatórias, antimicrobianas e anticarcinogênicas (Villano et al., 2006; Ribéreau-Gayon et al., 2006; Costa de Camargo et al., 2014).

O perfil fenólico e a concentração de cada composto em vinhos é influenciado por diversos fatores como variedade da uva, região de cultivo, condições climáticas, práticas de manejo, método de vinificação e tipo de vinho, vinhos tintos apresentam cinco a dez vezes mais compostos fenólicos que vinhos brancos (Jannin et al., 2004; Peinado et al., 2009).

Os compostos fenólicos são agrupados de acordo com sua estrutura química em dois grandes grupos: não-flavonoides e flavonoides (Mitjans et al., 2004; Balasundram et al., 2006). A estrutura química dos não-flavonoides está constituída de apenas um anel benzênico e incluem os ácidos fenólicos (hidroxibenzóico e hidroxicinâmicos) e os estilbenos (Bertelli e Das, 2009). Os principais compostos encontrados são os ácidos derivados do ácido cinâmico (ácido cafeico, *p*-cumárico e ferúlico), do ácido benzoico (ácido gálico, vanílico e siríngico), ácido caftárico e os estilbenos (resveratrol) (Boulton, 2001). Ainda que estes compostos não apresentem coloração, são importantes na estabilidade da cor dos vinhos porque reagem com antocianinas causando o efeito de copigmentação (Boulton, 2001; Soares et al., 2003). O resveratrol, um estilbeno, é encontrado principalmente na casca da uva, e está correlacionado com propriedades benéficas à saúde, como a redução do risco da ocorrência de doenças cardiovasculares, atividade anticancerígena, inibição da agregação plaquetária e atividade antiinflamatória (Jannin et al., 2004; Ribéreau-Gayon et al., 2006a; Gürbüz et al., 2007).

Os flavonoides são o grupo de fenólicos de maior importância, pois deles depende a qualidade sensorial e longevidade dos vinhos. Este grupo engloba os flavanóis, flavonóis, antocianinas, flavonas e flavanonas que compartilham de estrutura química semelhante: dois anéis fenólicos unidos por um pirano (Balasundram et al., 2006; Moreno-Arribas & Polo, 2009). As antocianinas são os compostos fenólicos mais abundantes em uvas tintas, e são responsáveis pela maioria das cores azul, violeta e quase todas as tonalidades de vermelho (López et al., 2009). As antocianinas condensam com taninos dos vinhos tintos formando complexos que conferem estabilidade ao vinho (Mattivi et al., 2006). As principais antocianinas encontradas em uvas e vinhos são pelargonidina, cianidina, delphinidina, malvidina, peonidina e petunidina (Fournand et al., 2006; Flamini et al., 2013). Entre os flavonóis, os mais encontrados em vinhos são quercetina, kaempferol, miricetina, isorhamenetina e rutina, os quais apresentam coloração amarela e atuam como co-pigmentos (Ribéreau-Gayon et al., 2006; Hollecker et al., 2009). Os flavanóis existem na forma de monômeros (catequinas e epicatequinas) e como dímeros, oligâmeros e polímeros (proantocianidinas), são os principais responsáveis pela adstringência dos vinhos e estão envolvidos em reações de escurecimento oxidativo interferindo na cor (Hollecker et al., 2009). A (+)-catequina e (-)-epicatequina são os principais flavanóis presentes na uva (Fournand et al., 2006). Os taninos também estão relacionados à adstringência dos vinhos, sendo, porém, uma das classes que mais sofrem modificações durante a vinificação podendo ter sua adstringência atenuada (Smith et al., 2015).

3.2.3 Ocorrência de fungos nas uvas

A microbiota da uva é composta por uma grande diversidade de microrganismos, incluindo fungos filamentosos. Dentro desta classe, os gêneros que são frequentemente encontrados em uvas são *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Rhizopus* (Solairaj et al., 2020; Ding et al., 2019; Freire et al., 2017; Rousseaux et al., 2014). Estes microrganismos podem afetar a qualidade da uva e, conseqüentemente, do vinho causando podridão e produzindo micotoxinas (Rousseaux et al., 2014). A incidência destes fungos, bem como a produção e concentração de micotoxinas,

depende de fatores como variedade da uva, condições climáticas, práticas de manejo e estado das bagas (Solairaj et al., 2020; Freire et al., 2017).

Os fungos filamentosos do gênero *Penicillium* e *Aspergillus* são os mais estudados devido a capacidade de algumas espécies produzirem OTA. Já foram isoladas e identificadas mais de cinquenta espécies de *Penicillium* no mundo, porém não há uma espécie predominante, pois, a incidência depende da localização geográfica e safra. Este gênero fúngico é comumente encontrado em uvas cultivadas em lugares mais frios e secos (Rousseaux et al., 2014).

O *Aspergillus spp.* em uvas resulta da sua presença no solo chegando à videira. Visto que a carga fúngica está presente na superfície da uva, a infecção pelo fungo começa quando este entra na fruta (Gonçalves et al., 2020). A entrada do fungo ocorre através de danos na pele da baga causados por outros ataques de fungos, pragas e ações climáticas (especialmente calor e chuva) (Amézqueta et al., 2012). Foram identificadas mais de trinta espécies de *Aspergillus*, sendo *A. carbonarius* e *A. niger* as espécies mais isoladas, representando 50-98% de todas as cepas do gênero. Estas espécies também são as principais produtoras de OTA (Rousseaux et al., 2014).

De forma geral, os fungos pertencentes ao agregado *A. niger* destacam-se pela sua alta ocorrência em vinhedos, enquanto o *A. carbonarius* é o fungo com maior potencial ocratoxigênico (Barberis et al., 2017; Luccheta et al., 2010). Normalmente, o desenvolvimento fúngico ocorre em bagas danificadas, entretanto, *A. carbonarius* é considerado uma espécie invasiva que é capaz de penetrar nas bagas mesmo quando não há danos na superfície das uvas, e em qualquer estágio de maturação (Battilani & Pietre, 2002). A capacidade do *A. carbonarius* de formar escleródios (estrutura de resistência) permite que o fungo sobreviva no solo ou em materiais vegetais que permanecem no vinhedo entre uma safra e outra (Pitt et al., 2000). Este fungo se desenvolve entre 8 a 30 °C em atividade de água mínima de 0,76, mas a síntese de OTA ocorre em atividade mínima de 0,85 (condição ótima de 0,95-0,99) e ampla faixa de temperatura (15-35 °C) (Suárez-Queiroz et al., 2005; Amézqueta et al., 2012).

3.2.4 Ocratoxina A

As micotoxinas são metabólitos secundários tóxicos produzidos por fungos filamentosos que ocorrem naturalmente como contaminantes em

produtos agrícolas. Vários fatores influenciam a produção de micotoxinas, como umidade, temperatura, composição do substrato, atividade de água, pH e cepa fúngica (Paterson et al., 2018; Abarca et al., 2019). Entre as micotoxinas, as principais relatadas em uvas são: alternariol, aflatoxina B1, éter monometílico de alternariol, ácido tenuazônico, fumonisina B2, patulina, citrinina e ocratoxina A (OTA) (Welke, 2019).

A OTA (Figura 2) possui em sua estrutura um derivado de policetídio que contém uma fração diidrocurmarina ligada a uma L-β-fenilalanina por uma ligação amida (Tao et al., 2018). Essa molécula apresenta solubilidade em solventes orgânicos polares, baixa solubilidade em água, e apresenta fluorescência verde quando exposta à luz ultravioleta (Khoury & Atoui, 2010). Esta micotoxina é produzida por algumas espécies de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., sendo encontrada em uma ampla variedade de matrizes alimentares como cereais, café, cerveja, uvas e seus derivados (Marroquín-Cardona et al., 2014; Pitt, 2014). Os principais fungos responsáveis pela produção da OTA em uvas são o *A. carbonarius* e *A. niger* (Paterson et al., 2018).

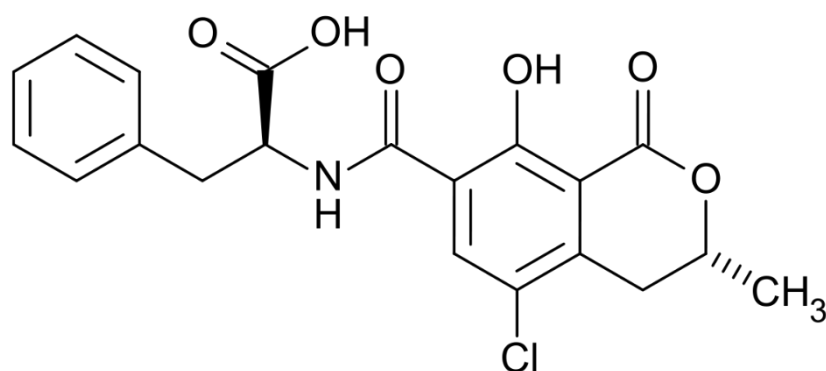


Figura 2. Estrutura química da ocratoxina A.

A presença do cloro na estrutura da OTA torna este composto mais lipossolúvel no organismo humano, ou seja, torna-se cumulativo no corpo, sendo capaz de penetrar membranas celulares e se acumular nos tecidos conjuntivo, epitelial, muscular e adiposo de forma rápida e com uma eliminação lenta (Ringot et al., 2006). No geral, a OTA é absorvida no estômago devido às suas propriedades ácidas, numa proporção de 40 a 66%. Estima-se que a meia-vida

biológica desta micotoxina é de aproximadamente 127 horas (Ringot et al., 2007).

A OTA está associada a efeitos imunossupressivos (Rossiello et al., 2008), teratogênicos (Wangikar et al., 2007), neurotóxicos (Sava et al., 2006), genotóxicos (Tozlovanu et al., 2006), mutagênicos (Palma et al., 2007) e carcinogênicos (Brown et al., 2007). São diversos os mecanismos envolvidos na carcinogenicidade da OTA como a inibição da síntese proteica, disfunção mitocondrial, alteração da homeostase do cálcio, formação de adutos com o DNA e produção de radicais livres (Marin-Kuan et al., 2008). Em virtude da evidente carcinogenicidade em animais, a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) classificou a OTA como possivelmente carcinogênica para humanos (grupo 2B) (IARC, 1993).

A remoção da OTA de alimentos contaminados não é simples, visto que, esta molécula apresenta alta estabilidade podendo resistir a três horas de esterilização a 121 °C, e até mesmo a 250 °C por 20 min. Porém, a degradação é favorecida em baixos teores de umidade (> 0,80) e em presença de hipoclorito de sódio (Khoury & Atoui, 2010). Desta forma, a ação preventiva é a melhor opção para se obter alimentos isentos dessa micotoxina.

3.2.4.1 Ocorrência de OTA em vinhos

A ocorrência de OTA em vinho foi relatada pela primeira vez por Zimmerly e Dick (1996) e, desde então, vários estudos relataram diferentes níveis de contaminação de OTA em uva e seus derivados em todo o mundo (Valero et al., 2008; Pena et al., 2010; Comuzzo et al., 2013; Oteiza et al., 2017). Considerando que o vinho pode ser uma importante fonte de OTA na dieta humana, vários países implementaram regulamentações para o seu teor máximo. Na União Europeia (EU) e na legislação brasileira, o máximo de 2 µg L⁻¹ é permitido em vinho (Regulamento da Comissão (CE) nº 1881/2006, Brasil, 2021).

Existem muitos fatores que afetam a concentração final de OTA no vinho, como a variedade de uva usada, localização climática e geográfica, gestão das condições nos vinhedos, época da colheita e tipo de vinho (Covarelli et al., 2012; Sun et al., 2017; Pantelides et al., 2017). O primeiro estudo de OTA no vinho relatou uma concentração maior da micotoxina em vinhos tintos e de sobremesa do que em vinhos brancos e rosados. Além disso, amostras procedentes do sul

da Europa apresentaram maior frequência de ocorrência e concentração de OTA em vinhos tintos (Zimmerly e Dick, 1996). A ocorrência e as concentrações de OTA em vinhos produzidos em diversos países foram relatadas na Tabela 2. Em relação à ocorrência de OTA em vinhos produzidos no Brasil, cabe ressaltar que há uma falta de estudos sobre a ocorrência desta toxina em vinhos brasileiros comerciais, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Ocorrência mundial de OTA em vinhos

País	Tipo de vinho	n° de amostras positivas/total de amostras	% de ocorrência	Faixa de concentração (µg/L)	Referência
Alemanha	Tinto	23/30	77	<0,01- 0,23	Otteneder & Majerus, 2000
Argentina	Tinto	2/801	0,2	0-0,5	Oteiza et al., 2017
	Tinto	2/7	29	0,028–0,042	Rosa et al., 2004
	Branco	0/5	0	–	
Australia	Tinto	49/344	14	0,05 – 0,62	Hocking et al., 2003
	Branco	41/257	16	0,05 – 0,50	
	Tinto	3/6	50	0,033 - 0,072	Quintela et al., 2012
Brasil	Tinto	3/10	30	0,028 – 0,042	Rosa et al., 2004
	Rose	1/5	20	0,035	
	Branco	2/10	20	0,028	
Canadá	Tinto	5/36	14	0,393	Ng et al., 2004
	Branco	10/43	23	0,156	
Chile	Tinto	28/869	3,5	0,01-0,09	Vega et al., 2012
	Branco	6/319	1,7	0,02-0,01	
Croacia	Tinto	8/10	80	0,005-0,021	Flajs et al., 2009
Espanha	Tinto	54/94	57	0,004-0,179	Quintela et al., 2011
	Rose	1/3	33	0,007	
	Branco	2/3	67	0,013–0,015	
	Sobremesa	8/13	61	0,01-0,53	Blesa et al., 2004
	Tinto	21/61	34	0,01-0,40	
	Rose	12/21	57	0,01-0,46	
	Branco	1/21	5	0,09	
Tinto	51/51	100	0,49-142	Remiro et al., 2012	
Grécia	Sobremesa	3/18	17	0-2,820-2,69	Stefanaki et al., 2003
	Tinto	33/104	32	0-2,69	
	Rose	7/20	35	01,16 0-2,69	
	Branco	55/118	47	0-1,72 0-2,69	

	Tinto	16/21	76	0,001- 0,071	
	Rose	8/8	100	0,019-0,25	Sarigiannis et al., 2014
	Branco	23/26	88	0,001-0,056	
	Branco de Sobremesa	4/4	100	0,005-0,23	
	Sobremesa	6/7	86	0–3,20	
	Tinto	9/14	64	0-2,51	Soufleros et al., 2003
	Rose	0/1	0	–	
	Branco	7/13	54	0-0,87	
Hungria	Tinto	0/27	0	–	
	Rose	0/2	0	–	Brera et al., 2005
	Branco	0/30	0	–	
	Tinto	695/1002	69	0,0093-2,63	Spadaro et al., 2010
	Branco	125/204	61	0,0093-1,36	
Itália	Sobremesa	12/19	63	0,001	
	Tinto	134/159	84	0,004	Brera et al., 2005
	Rose	5/9	56	0,001	
	Branco	4/21	19	0,002	
	Tinto	8/8	100	0,050 - 0,353	Quintela et al., 2012
	Sobremesa	18/28	64	0,01-1,90	
	Tinto	535/773	69	0,01-7,50	Brera et al., 2008
	Rose	69/75	92	0,01-4,07	
	Branco	128/290	44	0,01-1,95	
Israel	Tinto	12/12	100	0,065	Remiro et al., 2013
Polônia	Tinto	49/53	92	0,002–6,71	Czerwiecki et al., 2006
República Tcheca	Tinto	2/13	15	0,071	Mikulíková et al., 2012
	Branco	3/33	9	0,017	
Romênia	Tinto	17/44	39	0,19-1,89	Rotaru et al., 2011
	Branco	21/55	38	0,07-0,99	
Servia	Tinto	35/55	64	0,01-0,	
	Branco	20/47	43	0,01-0,056	Torović et al., 2020
Turquia	Tinto	44/51	86	0,006–0,815	
	Rose	9/10	90	0,006- 0,161	Var & Kabak, 2007
	Branco	29/34	85	0,006–0,618	

Remiro et al. (2013) detectaram OTA em todas as amostras de vinho com uma faixa no nível de 0,51 a 0,28 $\mu\text{g L}^{-1}$ (média de 0,53 $\mu\text{g L}^{-1}$), resultados semelhantes foram descritos por Quintela et al. 2012 onde 100% das amostras

tiveram a presença de OTA (média de $0,144 \mu\text{g L}^{-1}$). Níveis detectáveis de OTA foram encontrados em 51 vinhos tintos espanhóis ($0,04 - 0,94 \mu\text{g L}^{-1}$) (Remiro et al., 2012), diferentemente de vinhos brancos cuja OTA foi detectada apenas em 16,6% das amostras (Blesa et al., 2004). Em Portugal, foram estudados 340 vinhos de várias regiões e em cerca de 20% das amostras apresentaram incidência de OTA, embora as concentrações fossem inferiores a $0,5 \mu\text{g L}^{-1}$ (Ratola et al., 2004). Para o vinho português branco, três amostras de um total de vinte e cinco vinhos estavam contaminadas com a micotoxina, uma delas excedendo o nível máximo permitido da UE (Pena et al., 2010).

Siantar et al. (2003), conduziram um estudo onde 69 de 84 vinhos dos EUA continham $<0,01 \mu\text{g L}^{-1}$. De 111 vinhos dos EUA (71 vinhos tinto e 40 vinhos branco), apenas 8 amostras de vinho tinto tiveram presença de OTA (Soleas et al., 2001). Os vinhos canadenses também mostraram uma baixa ocorrência de contaminação com uma faixa de $0,004$ a $0,39 \mu\text{g mL}^{-1}$ (Ng et al., 2004). Na América do Sul, uma pesquisa realizada com 1.188 vinhos chilenos descobriu que em 97% das amostras, a OTA não foi detectável, e apenas uma amostra foi encontrado OTA na concentração de $0,35 \pm 0,09 \mu\text{g L}^{-1}$ (Vega et al., 2012). Uma baixa incidência desta micotoxina também foi registrada na Argentina, apenas 0,2% de 801 amostras apresentaram alguma contaminação (Oteiza et al., 2017). Por outro lado, os vinhos brasileiros tiveram uma maior incidência de OTA (24%) com uma faixa de concentração de $0,28 - 0,424 \mu\text{g L}^{-1}$ (Rosa et al., 2004).

Como mencionado previamente, o tipo de vinho afeta a ocorrência e o nível de OTA, portanto, estudos têm relatado maiores concentrações de OTA em vinhos licorosos ou especiais do que em vinhos tintos secos e vinhos brancos (Soufleros et al., 2003; Blesa et al., 2004; Covarelli et al., 2012). Isso pode ser explicado porque um dos procedimentos para a produção de vinhos licorosos ou especiais implica na desidratação da uva (Covarelli et al., 2012). Soufleros et al. (2003) analisaram diferentes tipos de vinhos gregos e verificaram que os vinhos elaborados a partir de uvas parcialmente desidratadas no vinhedo tinham maior ocorrência e níveis de OTA do que os vinhos convencionais. Além disso, entre os vinhos doces, os brancos apresentaram 100% de incidência de contaminações e maiores concentrações de OTA.

3.3 Controle Fúngico

O controle de fungos e conseqüentemente de micotoxinas nos vinhedos tem sido feito majoritariamente com fungicidas sintéticos (Hou et al., 2020). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) desenvolveu o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), que coleta em mercados varejistas amostras de alimentos e analisa seus teores de resíduos de praguicidas. Na última avaliação ocorrida em 2015, foram coletadas 224 amostras de uvas, onde encontrou-se 51 tipos de praguicidas diferentes, sendo o acefato (138 amostras), dimetomorfe (122 amostras) e difenoconazol (115 amostras) os agrotóxicos que apresentaram maior número de ocorrências. Em 72% das amostras detectou-se agrotóxicos não autorizados para a cultura de uva. Dos sete compostos que se destacaram pela presença acima do limite máximo de resíduo, cinco são fungicidas, sendo eles: difenoconazol, dimetomorfe, ciproconazol, pimimetanil e carbendazim (Brasil, 2016b).

O uso destes produtos normalmente não causa alteração na aparência de produtos agrícolas, porém apresentam uma série de desvantagens como a possível geração de cepas resistentes na população patogena e resíduos tóxicos em alimentos, caracterizando-se como uma ameaça à saúde humana e ao meio ambiente (Tian et al., 2011; Guerra et al., 2015). Os efeitos que os fungicidas sintéticos exercem à saúde humana variam de acordo com o grau de toxicidade, dose absorvida, forma de exposição, princípio ativo e características individuais da pessoa exposta (Brasil, 2016a). No geral, os sintomas relatados por exposição aos praguicidas são alergias, distúrbios respiratórios, gastrintestinais, reprodutivos e neurológicos, neoplasias e suicídios (Brasil, 2016a).

Tendo em vista o impacto causado por fungicidas sintéticos, o estudo de métodos alternativos de controle fúngico vem se destacando (Milanović et al., 2013). Entre os métodos estudados, controle biológico ou biocontrole é uma das alternativas mais promissoras para a substituição total ou parcial aos fungicidas sintéticos (Siahmoshteh et al., 2018; Arfaoui et al., 2019). O biocontrole caracteriza-se pelo uso de agentes vivos para o controle de pragas ou fitopatógenos podendo ser utilizado no campo e pós-colheita (Bleve et al., 2006; Zhu et al., 2015). A competição por recursos nutritivos entre os microrganismos usados como agentes antagonistas, e o patógeno é um dos mecanismos do biocontrole (Nguyen et al., 2017). Além disso, o agente antagonista pode ser

capaz de produzir diferentes compostos que inibem o crescimento e/ou atividade patogênica (Veras et al., 2016).

Para um microrganismo ser considerado um agente biológico é necessário que este apresente algumas características como por exemplo estabilidade genética, serem biosseguros, apresentarem necessidades nutricionais simples, atividade contra uma variedade de patógenos e sobreviverem em condições adversas (Arfaoui et al., 2019; Siahmoshteh et al., 2018). O gênero *Bacillus* apresenta características como alta taxa de crescimento, status GRAS (Geralmente Reconhecido como Seguro) para algumas espécies e produção de um grande número de substâncias antimicrobianas (Schallmey et al., 2004).

As cepas do gênero *Bacillus* têm mostrado efeito positivo na inibição de fungos do gênero *Aspergillus* spp. e na redução de OTA (Siahmoshteh et al., 2018; Arfaoui et al., 2019). Cepas de *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens* foram testadas contra *A. carbonarius* em ágar batata dextrose (BDA), sendo que a cepa *B. amyloliquefaciens* apresentou maior atividade (Siahmoshteh et al., 2018). Arfaoui et al. (2019) testou 35 diferentes cepas de *Bacillus* spp. Todas as cepas foram capazes de reduzir o crescimento *in vitro* em BDA da cepa ocratoxigênica *A. carbonarius*, destacando o *Bacillus pumilus*. Para bioensaios em bagas de uvas de mesa da cultivar Thompson Seedless, a eficácia das bactérias foi testada em bagas feridas intencionalmente e não feridas. Em uvas feridas, *Bacillus pumilus* inibiu o crescimento de *A. carbonarius* em mais de 70% e em bagas não feridas a inibição foi de aproximadamente 50%.

3.3.1 Uso de *Bacillus* para biocontrole

As espécies do *Bacillus* são capazes de produzir compostos antagônicos com estruturas lipopeptídicas com forte atividade antimicrobiana (Arfaoui et al., 2019). Esses compostos apresentam baixa toxicidade, alta biodegradabilidade e são classificados em iturinas, fengicinas e surfactinas, sendo que o último grupo não apresenta atividade antifúngica, mas possui ação sinérgica com as iturinas e fengicinas (Figura 3) (Veras et al., 2016).

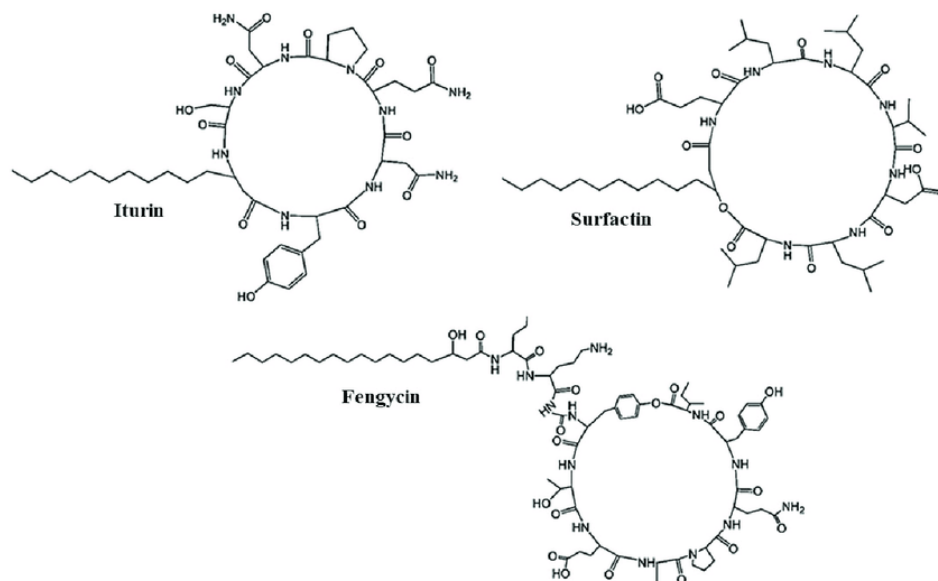


Figura 3. Estrutura química dos lipopeptídeos Iturina, Surfactina e Fengicina produzidos por *Bacillus* spp. Fonte: Khan et al. (2017).

O estudo conduzido por Veras et al. (2016) mostrou a eficiência de *Bacillus* spp. isolados do intestino de peixes da região amazônica contra o desenvolvimento de *A. carbonarius* em ágar batata e consequentemente redução dos níveis de OTA. Todas as cepas foram capazes de inibir em mais de 80% o crescimento fúngico. As cepas *Bacillus* sp. P1 e P11 foram as mais promissoras ao reduzir em 97% a produção de OTA.

Estudo semelhante realizado por Silveira et al (2021) avaliaram a capacidade de quatro cepas amazônicas de *Bacillus* (P1, P7, P11 e P45) em inibir o crescimento de *A. carbonarius* e produção de formas de ocratoxina em uvas Chardonnay. A cepa P1 inibiu totalmente o crescimento do fungo, enquanto as cepas P7, P11 e P45 foram capazes de reduzir o crescimento em 95, 95 e 61% respectivamente. Das seis formas de ocratoxina produzidas por *A. carbonarius* (ocratoxina α , ocratoxina β , ocratoxina α metil-éster, ocratoxina α amida, N-formil-ocratoxina α amida e ocratoxina A), as cepas P1 e P7 foram capazes de inibir a síntese de todas as formas da micotoxina. Entretanto, uvas tratadas com *Bacillus* sp P11 apresentaram presença de ocratoxina α e ocratoxina β , enquanto nas uvas tratadas com a cepa P45 foi detectado ocratoxina α , ocratoxina β , ocratoxina α metil-éster e N-formil-ocratoxina α amida. Apesar da ocorrência de formas de ocratoxinas nestes tratamentos, houve uma redução de 97% na concentração quando comparado com o controle.

Comercialmente existem produtos à base de *Bacillus* spp. como agentes de biocontrole contra fungos fitopatogênicos (Tabela 3). O primeiro produto de controle biológico patenteado foi a base de *B. subtilis* B-3, para o controle do fungo *Monilinia fructicola* pêssego nos Estados Unidos (Pusey & Wilson, 1984). “Avogreen”, produzido pela New Bioproducts, é um outro produto comercial a base de *B. subtilis*, o qual demonstrou controlar as espécies de antracnose e *Cercospora* de abacate no campo (Janisiewicz & Korsten, 2002). É importante mencionar que nenhum dos produtos comerciais contendo *Bacillus* spp. que estão comercialmente disponíveis é proposto pelos fabricantes para o controle de fungos do gênero *Aspergillus*.

Tabela 3. Biopesticidas comerciais contendo cepas de *Bacillus* na composição.

Cepa de <i>Bacillus</i>	Nome comercial/ fabricante	Concentração CFU mL ⁻¹	Patógenos controlados	Mode de ação	Cultivos	Modo de uso
<i>Bacillus subtilis</i> QST-713	Serenade/ Bayer	Mínimo de 1 x 10 ⁹ CFU g ⁻¹ de ativo	<i>A. dauci</i> , <i>A. porri</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Colletotrichum acutatum</i> , <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Cryptosporiopsis perennans</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , <i>Pythium ultimum</i> , <i>Sphaerotheca fuliginea</i> , <i>S. macularis</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Xanthomonas citri</i> and <i>X. vesicatoria</i>	Síntese de lipopeptídeos, competição por nutrientes e espaço.	Cenoura, alho, cebola, batata, tomate, uva, morango e outros.	Spray durante fase vegetativa até a pré-colheita.
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> D-747	Eco-shot/ Ihara	Mínimo de 5 x 10 ¹⁰ CFU g ⁻¹	<i>S. sclerotiorum</i> , <i>Podosphaera fuliginea</i> and <i>B. cinerea</i>	Competição por nutrientes e espaço, síntese de endósporo e lipopeptídeos.	Melão, uva, morango, cebola, maçã, tomate e outros.	Spray durante fase vegetativa até a pré-colheita
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> MBI 600	Duravel/ BASF	Mínimo de 5.5 x 10 ¹⁰ CFU g ⁻¹	<i>Cryptosporiopsis perennans</i> , <i>Botrytis squamosa</i> ; <i>B. Cinerea</i> ; <i>Phyllosticta citricarpa</i> ; <i>Xanthomonas campestris</i> ; <i>Pythium ultimum</i> ; <i>R. solani</i> .	Síntese de lipopeptídeos, competição por	Maça, cebola, beringela,	Pulverizar em rotação com outros fungicidas.

<i>Bacillus pumilus</i> QST 2808	Sonata/ Bayer	Mínimo de 1×10^9 CFU g ⁻¹	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ; <i>A. porri</i> ; <i>B. Cinerea</i> ; <i>Sphaerotheca fuliginea</i> ; <i>Sphaerotheca macularis</i> ; <i>Uncinula necator</i> ; <i>A. solani</i> ; <i>Cryptosporiopsis perennans</i> .	nutrientes e espaço. Competição por nutrientes e espaço, previne germinação de esporos fúngicos	tomate, uva e outros. Feijão, batata, uva, morango, maçã, pêssego e outros.	Pulverizar nas plantas, uso preventivo.
<i>Bacillus subtilis</i> GB03	Companion/ Growth products	Mínimo de $5,5 \times 10^{10}$ CFU g ⁻¹	<i>Colletotrichum graminicola</i> ; <i>Rhizoctonia spp.</i> ; <i>Sclerotinia homoeocarpa</i> ; <i>Magnaporthe poae</i> ; <i>Fusarium nivale</i> ; <i>Pythium spp.</i> , <i>Phytophthora spp.</i> ; <i>Erysiphe cichoracearum</i> .	Síntese de lipopeptídeos, competição por nutrientes e espaço.	Algodão, feijão, ervilha, soja, amendoim, milho e outros.	Aplicação em todo o cultivo

Estudos têm sido reportados na literatura evidenciando o uso do gênero *Bacillus* como agente antagonista para fungos incluindo *Aspergillus*, *Botrytis* spp. e *Penicillium* spp. conforme mostrado na Tabela 4. Entretanto, nenhum trabalho até o momento avaliou o efeito do uso de *Bacillus* spp. sobre os níveis de OTA e perfil volátil do vinho produzido a partir de uvas tratadas com *Bacillus* spp.

Tabela 4. Uso de *Bacillus* como agente antagonista para fungos e micotoxinas

Agente Antagonista	Objetivo	Resultados obtidos	Referência
<i>Bacillus subtilis</i> KU-153	Avaliar a redução de OTA em vinho	In vitro demonstraram uma redução de 45% de OTA, e quando testadas em amostras de vinho tinto artificialmente contaminadas reduziram em aproximadamente 90%. Os autores sugeriram que a ligação da OTA às células de <i>Bacillus</i> justifica a redução dos níveis desta micotoxina.	Shukla et al., 2018
Diversas cepas de <i>B. thuringiensis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. mojavensis</i>	Avaliar atividade antifúngica <i>in vitro</i> contra <i>Aspergillus niger</i>	As cepas <i>B. mojavensis</i> EGE-B-5.2i e <i>B. thuringiensis</i> EGE-B-14.1i apresentaram maior poder antifúngico	Öztopuz et al., 2018
<i>Bacillus licheniformis</i> GL174	Avaliar atividade antifúngica <i>in vitro</i> contra alguns fungos patogênicos da videira	A cepa reduziu o crescimento fúngico em 86%, 84% e 63% para <i>P. aleophilum</i> , <i>B. cinerea</i> e <i>Botryosphaeria</i> spp respectivamente.	Nigris et al., 2018
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 19659 e P45B, <i>Bacillus</i> sp. P1, P7, P11, P11, P34, P39A, P51 e B312, <i>Bacillus licheniformis</i> P40	Avaliar atividade antifúngica <i>in vitro</i> contra 8 diferentes cepas fúngicas e avaliar a capacidade de reduzir a produção de aflatoxina B1, OTA, citrinina, fusarenona X.	Efeito antagonista, diminuição da quantidade de esporos e das micotoxinas aflatoxina B1, OTA e citrinina.	Veras et al., 2016
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> BUZ-14	Avaliar atividade antifúngica <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> (laranja, maçã, uva cv. Sultanina, cereja e pêssego) contra <i>B. cinerea</i> , <i>M. fructicola</i> , <i>M. laxa</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>P. expansum</i> , e <i>P. italicum</i> .	Inibição do crescimento micelial de todos os fungos testados <i>in vitro</i> e redução da incidência das espécies de <i>Penicillium</i> , de <i>Monilinia</i> e de <i>Botrytis cinerea</i> nas frutas testadas.	Calvo et al., 2017

35 diferentes cepas de <i>Bacillus</i> spp.	Avaliar atividade antifúngica <i>in vitro</i> contra dois fungos ocratoxigênicos <i>Aspergillus carbonarius</i> e <i>Aspergillus ochraceus</i> .	Todas as cepas apresentaram capacidade de reduzir o crescimento, sendo o <i>B. amyloliquefaciens</i> o mais eficiente contra <i>A. ochraceus</i> , e <i>B. pumilus</i> contra <i>A. carbonarius</i> .	Arfaoui et al., 2019
Cepa amazônicas de <i>Bacillus</i> P1, P7, P11, e P45	Avaliar a capacidade das cepas em biocontrolar <i>A. carbonarius</i> e a formação de diversas formas ocratoxinas em uvas.	Bagas tratadas com a cepa P1 não apresentaram colônias fúngicas, enquanto as cepas P7, P11 e P45 causaram redução de 95, 95 e 61% na contagem de fungos, respectivamente. Seis formas de ocratoxina foram encontradas nas uvas inoculadas com <i>A. Carbonarius</i> . Todas as cepas de <i>Bacillus</i> inibiram a síntese de OTA e nenhuma forma de ocratoxina foi encontrada quando P1 e P7 foram usados. Embora algumas formas de ocratoxina tenham sido detectadas em uvas tratadas com <i>Bacillus</i> spp. P11 e P45, os níveis diminuiram 97%.	Silveira et al., 2021

6. Discussão geral

O estudo de ambas estratégias abordadas, desidratação natural e bioncontrole, viabiliza a produção de uvas e, conseqüentemente, vinhos com qualidade satisfatória em termos de composição volátil, fenólica e presença de micotoxinas. Além disso, são técnicas de baixo custo para implementação e com pouco impacto negativo ao meio ambiente.

No primeiro artigo, o impacto da desidratação em sala naturalmente ventilada foi avaliado, pela primeira vez, em relação às características físico-químicas, incidência de fungos, perfil volátil e composição fenólica de uvas Merlot. O objetivo da desidratação era obter uvas com teores de açúcar maiores a fim de produzir vinhos licorosos ou secos com características diferenciadas (Costantini et al., 2006; Corvarelli et al., 2012). Entretanto, o desenvolvimento fúngico em procedimentos pós-colheita é uma preocupação para viticultores, pois os fungos podem comprometer a qualidade das uvas e conseqüentemente do vinho. As uvas foram avaliadas antes da desidratação (T0) e após, 7 (T7), 14 (T14) e 21 (T21) dias.

Referente às características físico-químicas, o peso e a atividade de água apresentaram redução de 27 e 6%, respectivamente, após 21 dias de desidratação (T21), enquanto o teor sólidos solúveis totais (SST) aumentou aproximadamente 15%. Após os 21 dias de desidratação, as uvas apresentaram 23,9° Brix, o que é considerado adequado segundo a Organização Internacional da Uva e Vinho (OIV) que estabelece que a uva deve apresentar mínimo de 23° Brix para a produção de vinhos licorosos ou especiais (teor alcoólico acima de 15%) (OIV, 2010). Visto que a evaporação da água resulta em perda de peso e uma concentração dos sólidos solúveis, os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com o esperado. Outros estudos também obtiveram resultados semelhantes, como o aumento na concentração de sólidos solúveis nas uvas Mavro (28%) após 10 dias de desidratação (Constantinou et al., 2017) e nas uvas Xynisteri (29%) após 18 dias (Constantinou et al., 2018) de desidratação natural. Houve uma pequena diminuição nos valores de pH de 4,25 (T0) para 4,07 (T21), podendo ser explicado também pelo aumento concentração no teor de ácidos orgânicos devido a evaporação da água. Entretanto, o estudo conduzido por

Constantinou et al. (2017) não observou mudança nos valores de pH de uvas Mavro, desidratadas por 10 dias, por causa da salinização dos ácidos orgânicos

Não houve alteração na firmeza da casca da baga durante a desidratação, porém a resistência da baga reduziu significativamente (58%) de 2,51N para 1,05N após 21 dias de desidratação. A redução significativa desta propriedade mecânica está relacionada com a diminuição da pressão de turgescência, que é a força que provoca a entrada de água na célula permitindo assim o equilíbrio com a pressão hidrostática mantendo a forma das células. O estudo conduzido por Watanabe et al. (2018) que avaliou as propriedades mecânicas de uvas Shine Muscat armazenadas por 30 dias, observou que quanto maior a perda de água da uva, menor a pressão de turgescência refletindo assim no aumento da tensão de quebra e diminuição da elasticidade da baga. Por sua vez, uma menor resistência da baga, pode facilitar a colonização fúngica, como observado no presente estudo. O percentual de bagas contaminadas aumentou de 25 para 75% após 21 dias de desidratação. Dachery et al. (2019) verificaram que a resistência da baga foi determinante para a colonização de fungos em uvas Cabernet Sauvignon e Moscato Itálico, e que a cultivar da uva também influencia na colonização de fungos. A menor resistência das bagas de uvas Cabernet Sauvignon torna a superfície desta cultivar mais macia do que a superfície da Moscato Itálico, o que facilita a colonização de fungos.

Seis espécies diferentes de fungos foram identificadas: *Pestalotiopsis clavispora*, *Neopestalotiopsis clavispora*, *Colletotrichum siamense*, *Alternaria porri*, *Phanerochaete* sp. e *Aspergillus niger*. Todas as espécies, com exceção da *Phanerochaete* sp, já foram isoladas de uvas previamente. A desidratação reduziu o número de isolados de *A. niger* e *Phanerochaete* sp., enquanto favoreceu a ocorrência das demais espécies. Os isolados de *A. niger* não apresentaram potencial ocratoxigênico, bem como nenhuma forma desta micotoxina foi detectada.

Em relação aos compostos voláteis, 55 compostos foram identificados pertencendo as seguintes classes: 11 ésteres, 13 álcoois, 6 ácidos, 9 terpenos, 8 aldeídos, 2 cetonas e 1 C13-norisoprenoide. A desidratação aumentou a concentração de 35 compostos voláteis, correspondendo a 70% dos compostos encontrados nas uvas. Aldeídos como 1-hexanal, 2-hexenal e 1-octanal foram encontrados em níveis maiores em uvas no T0 e T7. Estes aldeídos são

formados a partir de ácidos graxos saturados ácido linoleico, linolênico e oleico, respectivamente (Wang et al., 2020) e durante a desidratação deram origem aos álcoois correspondentes: 1-hexanol, 2-hexen-1-ol e 1-octanol. Estas reações ocorreram devido ao estresse hídrico que ativa a lipoxigenase, seguido de uma mudança no metabolismo basal de aeróbio para anaeróbico e ação da enzima álcool desidrogenase (Lin et al., 2019).

Ácidos (hexanoico, decanoico e 3-hexenoico) resultaram nos respectivos ésteres etílicos (hexanoato, decanoato e 3-hexenoato de etila) durante a desidratação. A etapa chave na biossíntese de ésteres é catalisada por álcool acil transferases (AAT). Essas enzimas podem transferir a fração acil (R-CO-) de um grupo ácido para um álcool receptor para produzir derivados de éster acil (Ji et al., 2019). A concentração de terpenos como limoneno, mirceno e geraniol diminuiu ao longo da desidratação, enquanto seus produtos de biotransformação (α -terpineol, 6-metil-5-hepten-2-ona e linalol, respectivamente) aumentaram. O potencial de biotransformação dos terpenos por *A. niger* é bem conhecido, através da adição de hidroxila, carbonila, entre outros grupos ou a capacidade de reduzir ligações duplas são reações fundamentais na biotransformação desses compostos (Parshikov & Sutherland, 2014).

Por fim, 23 compostos fenólicos foram identificados e monitorados pertencendo aos seguintes grupos 6 flavonóis, 5 ácidos hidroxibenzóicos, 5 antocianinas, 3 flavan-3-óis, 3 ácidos hidroxicinâmicos e 1 cumarina. O conteúdo fenólico oscilou durante a desidratação, com destaque para o aumento dos níveis de quatro ácidos hidroxibenzóicos (galato de etila, ácido p-hidroxibenzóico, ácido gálico-hexose e ácido gálico), dois ácidos hidroxicinâmicos (ácido cafeico e ácido caftárico), dois flavonóis (kaempferol galactosídeo e quercetina) e duas antocianinas (peonidina 3-O-hexosídeo e delphinidina 3-O-hexosídeo). O incremento dos níveis de ácidos hidroxibenzóico e hidroxicinâmico pode desempenhar um papel importante para a cor dos vinhos produzidos a partir de uvas desidratadas, visto que estes compostos podem reagir com antocianinas dando origem a piranoantocianinas, que aumentam a estabilidade de cor (Gabrielyan & Kazumyan, 2018).

O segundo artigo aborda o impacto do uso de um biofungicida a base de *Bacillus velezensis* P1 como estratégia de controle de *A. carbonarius* e

ocratoxinas sobre o perfil volátil ao longo das etapas e vinificação de uvas Chardonnay. Nenhuma forma de ocratoxina foi detectada no mosto controle e no mosto elaborado a partir de uvas tratadas com *B. velezensis*, enquanto seis formas desta micotoxina incluindo ocratoxina α (OT α), ocratoxina β (OT β), ocratoxina α metil-éster (OT α metil-éster), ocratoxina α amida (OT α amida), N-formil-ocratoxina α amida (N-formil-OT α amida) foram detectadas em mosto elaborado com uvas inoculadas com *Aspergillus carbonarius*. Ao longo da vinificação das uvas inoculadas com *A. carbonarius*, aos níveis de OTA reduziram em 40% do mosto ao vinho. Por outro lado, OT α , OT α amida e N-Formil-OT α amida tiveram seus níveis reduzidos após a clarificação, seguido de um aumento após a fermentação. O aumento de OTA após a fermentação já foi reportado na literatura, devido ao efeito do álcool que facilita a extração da micotoxina da casca para o mosto (Leong et al., 2006). Entretanto, para estas formas de ocratoxina não há nenhum estudo reportando o efeito do álcool nas suas concentrações. Os teores de éster metílico de OT β e OT α diminuíram ao longo da vinificação ao ponto de não serem detectadas no vinho estas micotoxinas (valores inferiores ao LOD do método, 0,01 $\mu\text{g kg}^{-1}$). A redução dos níveis de OTA após a etapa de clarificação ocorre devido à adsorção da micotoxina às partículas suspensas que serão removidas através da filtração. De forma semelhante, a retenção de OTA, OT β e OT α metil-éster nas paredes celulares das leveduras pode explicar a redução dos seus níveis após a fermentação. O fenômeno de adsorção durante a clarificação (Aroud et al., 2021; Zhang et al., 2022) e fermentação (Caridi et al. 2020; Pulvirenti et al., 2020) é mostrado na literatura para OTA, enquanto para as outras formas de ocratoxina foi relatado pela primeira vez neste estudo.

Enzimas extracelulares como glicosidase, pectinase e xilanase são produzidas por *S. cerevisiae* e podem atuar na hidrólise da OTA durante a fermentação transformando OTA em OT α , OT α amida e N-Formil-OT α amida, uma vez que os níveis de OTA diminuíram enquanto os de OT α , OT α amida e N-Formil-OT α amida aumentou após a fermentação (Freire et al. 2020). Após 60 dias de armazenamento, o que corresponde ao tempo mínimo que o vinho permanece na vinícola antes da comercialização, todas as formas de ocratoxina apresentaram redução das concentrações, entretanto nos vinhos produzidos

com uvas inoculadas com o fungo ainda foram detectadas as formas OTA, OT α , OT α amida e N-Formil-OT α amida. Apesar destas formas de ocratoxina serem relatadas como menos tóxicas que a OTA (Heussner & Bingle 2015), a co-ocorrência destes podem resultar em efeitos tóxicos sinérgicos, devendo ser investigados.

Em relação ao perfil volátil, as amostras tratadas com *A. carbonarius* apresentaram maior concentração de compostos C-8 como o ácido octanóico e octanol. Enzimas deste fungo podem favorecer a oxidação de ácidos graxos, como o ácido linoleico, contribuindo para a formação dos compostos C-8 (Zhang et al., 2017; Dachery et al., 2019). Cheng et al. (2018) reportaram que as rotas metabólicas da formação de OTA e de ácidos graxos pelo *A. carbonarius* são semelhantes, visto que ambas necessitam de acetato de malonato para sua formação. Tanto o ácido octanóico como octanol possuem odor descrito como gorduroso/ceroso, o que possivelmente compromete a qualidade do vinho. Oleato de etila e ácido heptanóico também tem odor descrito como gorduroso e são responsáveis pela diferenciação das amostras que continham o fungo. Logo, a ocorrência de *A. carbonarius* deve ser evitada a fim de garantir a qualidade do vinho, visto que a formação de compostos voláteis que podem prejudicar a percepção sensorial do vinho é favorecida.

As amostras tratadas com *B. velezensis P1* apresentaram presença predominante de terpenos e seus derivados (especialmente ésteres terpênicos). A presença de terpenos nas amostras tratadas com *B. velezensis P1* pode estar relacionada com o metabolismo de *Bacillus* spp. através da produção de terpenos e/ou enzimas que hidrolisam a ligação terpeno-açúcar, deixando os terpenos em sua forma livre/volátil e, conseqüentemente, extraível pela análise por HS-SPME-GCxGC/MS. Alguns estudos que avaliaram o genoma de *Bacillus* spp. verificaram a presença de clusters para a biossíntese de terpenos (Chen, 2017; Dhouib et al., 2019; Ribeiro et al., 2021). Esses estudos têm se concentrado apenas na identificação de agrupamentos de genes que codificam terpenos, sem verificar a presença destes compostos quando *Bacillus* spp. são usados como estratégia de controle de fungos contra *Verticillium dahlia* (Dhouib et al., 2019), *Rhizomorpha Roth*, *Alternaria tenuissima*, *Coniothyrium olivaceum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium oxysporum* e *Fusarium graminearum* (Chen,

2017) ou *Sclerotinia sclerotiorum*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium herquei*, *Penicillium chrysogenum* e *Bipolaris sorokiniana* (Ribeiro et al., 2021). A presença de genes de glucosidase, que podem estar relacionados com a produção de enzimas capazes de hidrolisar a ligação terpeno-açúcar, também foi demonstrada em estudos genômicos em cepas de *B. velezensis* (Liu et al., 2021; Soni et al., 2022). Esses estudos estão relacionados ao uso de *B. velezensis* para hidrólise da lactose no leite (Liu et al., 2021) e como probiótico (Soni et al., 2022). Portanto, a relação entre o tratamento de uvas com *Bacillus* spp. e a presença de terpenos na vinificação foi verificada pela primeira vez no presente estudo. Ainda ressalta-se que o uso de *B. Velezensis* é uma alternativa mais segura em relação aos fungicidas tradicionais, pois os fungicidas sintéticos já são conhecidos por contaminarem água e solo, causarem doenças aos viticultores e consumidores, além de modificarem aroma de vinhos (Tian et al., 2011; Guerra et al., 2015).

7. Considerações finais

O setor vinícola está constantemente em buscas de estratégias de diversificação dos produtos enológicos e de controle fúngico. Entre estas estratégias, tem-se a desidratação de uvas Merlot em sala naturalmente ventilada, a qual resultou em uvas de qualidade satisfatória. Apesar da desidratação promover a ocorrência de alguns fungos, esta prática reduziu a incidência de *Aspergillus niger*, que não apresentou potencial ocratoxigênico. Nenhuma forma de ocratoxina foi encontrada nas uvas durante a desidratação. Ainda observou-se durante o processo de desidratação, o aumento de ésteres, álcoois e terpenos e de alguns ácidos hidrobenczóicos, hidroxicinâmicos e flavonóis. Esta estratégia pode ser implementada até mesmo por pequenos produtores visto que não há custos para a aquisição de equipamentos, como câmaras ou túneis de desidratação. A estratégia do biocontrole, utilizando *B. velezensis P1*, mostrou-se promissora para prevenir a ocorrência de seis formas de ocratoxinas e compostos voláteis derivados do *A. carbonarius* com odores descritos como cerosos. Ademais, os vinhos feitos com uvas Chardonnay tratadas com o agente de biocontrole apresentaram presença dominante de terpenos. Desta forma, o uso de *B. velezensis P1* como biofungicida é uma alternativa para produzir uvas saudáveis, sem resíduos de pesticidas sintéticos. Em suma, os estudos desenvolvidos mostraram a viabilidade de tecnologias simples e seguras para a diversificação de produtos enológicos e controle fúngico, sem afetar a qualidade das uvas e/ou vinho.

8. Referências

- Abarca, M.L., Bragulat, M.R., Castellá, G., Cabañes, F.J. 2019. Impact of some environmental factors on growth and ochratoxin A production by *Aspergillus niger* and *Aspergillus welwitschiae*. Isolation, identification and in vitro characterization of grapevine rhizobacteria to control ochratoxigenic *Aspergillus* spp. on grapes. **Biological Control**, 129, pp.201-211.
- Amezqueta S, Schorr-Galindo S, Murillo-Arbizu M, Gonzalez-Penas E, Lopez de Cerain A and Guiraud JP. 2012. OTA-producing fungi in foodstuffs: A review. **Food Control**, 26(2):259- 268.
- Arfaoui, M., Vallance, J., Bruez, E., Rezugui, A., Melki, I., Chebil, S., Sadfi-Zouaoui, N. Rey, P. 2019. Isolation, identification and in vitro characterization of grapevine rhizobacteria to control ochratoxigenic *Aspergillus* spp. on grapes. **Biological Control**, 129, pp.201-211.
- Aroud, H. I., May, B., Dietrich, H., Schweiggert, R., Kemmlein, S. 2021. Influence of processing steps on the fate of ochratoxin A, patulin, and alternariol during production of cloudy and clear apple juices. **Mycotoxin Research**, 37(4), 341-354
- Baena-Ruano, S., Santos-Dueñas, I.M., Mauricio, J.C., García-García, I. 2010. Relationship between changes in the total concentration of acetic acid bacteria and major volatile compounds during the acetic acid fermentation of white wine. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 90(15), pp.2675-2681.
- Bakker, J. & Clarke, R.J. 2011. **Wine: flavour chemistry**. John Wiley & Sons.
- Balange, A.K. and Benjakul, S., 2009. Effect of oxidised phenolic compounds on the gel property of mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) surimi. *LWT-Food Science and Technology*, 42(6), pp.1059-1064.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. 2006. Phenolic compounds in plants and agricultural by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food chemistry**, 99(1), pp.191-203.
- Barberis, M.G., Gaj Merlera, G., Reynoso, M.M., Chulze, S.N., Torres, A.M. 2014. Factors affecting distribution and abundance of *Aspergillus* section *Nigri* in vineyard soils from grapevine growing regions of Argentina. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 94(14), pp.3001-3007.
- Barnwal, P. & Tiwari, G.N. 2008. Grape drying by using hybrid photovoltaic-thermal (PV/T) greenhouse dryer: an experimental study. **Solar energy**, 82(12), pp.1131-1144.
- Battilani, P., Pietri, A. 2020. Ochratoxin A in grapes and wine. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 108, n. 7, p. 639-643.
- Bellincontro, A., Matarese, F., D'Onofrio, C., Accordini, D., Tosi, E., Mencarelli, F. 2016. Management of postharvest grape withering to optimise the aroma of the final wine: a case study on Amarone. **Food chemistry**, 213, p.378-387.
- Bellincontro, A., Prospero, P., De Santis, D., Botondi, R., Mencarelli, F. 2017. Control of environmental parameters in postharvest partial dehydration of wine grapes reduces water stress. **Postharvest biology and technology**, 134, pp.11-16.
- Bertelli, A.A. & Das, D.K. 2009. Grapes, wines, resveratrol, and heart health. **Journal of cardiovascular pharmacology**, 54(6), pp.468-476.
- Bindon, K., Holt, H., Williamson, P.O., Varela, C., Herderich, M., Francis, I.L. 2014. Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 2. Wine sensory properties and consumer preference. **Food Chemistry**, 154, pp.90-101.
- Blesa, J., Soriano, J.M., Moltó, J.C., Mañes, J. 2004. Concentration of ochratoxin A in wines from supermarkets and stores of Valencian Community (Spain). **Journal of Chromatography A**, 1054(1-2), pp.397-401.

Bleve, G., Grieco, F., Cozzi, G., Logrieco, A., Visconti, A. 2006. Isolation of epiphytic yeasts with potential for biocontrol of *Aspergillus carbonarius* and *A. niger* on grape. **International journal of food microbiology**, 108(2), pp.204-209.

Boulton, R., 2001. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. **American journal of enology and viticulture**, 52(2), pp.67-87.

Brasil - Ministério Da Agricultura. Pecuária E Abastecimento. 2014. Lei nº 7.678, de 08 de novembro de 1988 regulamentada pelo Decreto nº 8.198, de 20 de fevereiro de 2014. **Diário Oficial da União**. Aprova as Normas referentes a Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho, 2014.

Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2021. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. **Diário Oficial da União**. Instrução Normativa – IN Nº 88 de 26 de março de 2021.

Brasil(a). Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/agrotoxicos_otica_sistema_unico_saude_v1_t.1.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2019.

Brasil(b). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA): Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015**. Brasília: ANVISA, 2016. 246p. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8>. Acesso em: 21 fev. 2019.

Brera, C., Soriano, J.M., Debegnach, F., Miraglia, M. 2005. Exposure assessment to ochratoxin A from the consumption of Italian and Hungarian wines. **Microchemical Journal**, 79(1-2), pp.109-113.

Brera, C., Debegnach, F., Minardi, V., Prantera, E., Pannunzi, E., Faleo, S., De Santis, B., Miraglia, M. 2008. Ochratoxin A contamination in Italian wine samples and evaluation of the exposure in the Italian population. **Journal of agricultural and food chemistry**, 56(22), pp.10611-10618.

Brown, A.L., Odell, E.W., Mantle, P.G. 2007. DNA ploidy distribution in renal tumours induced in male rats by dietary ochratoxin A. **Experimental and Toxicologic Pathology**, 59(2), pp.85-95.

Callejón, R.M., Margulies, B., Hirson, G.D., Ebeler, S.E. 2012. Dynamic changes in volatile compounds during fermentation of Cabernet Sauvignon grapes with and without skins. **American journal of enology and viticulture**, 63(3), pp.301-312.

Calvo, H., Marco, P., Blanco, D., Oria, R., Venturini, M.E. 2017. Potential of a new strain of *Bacillus amyloliquefaciens* BUZ-14 as a biocontrol agent of postharvest fruit diseases. **Food microbiology**, 63, pp.101-110.

Camargo, U.A.; Tonietto, J.; Hoffmann, A. Progressos na viticultura brasileira. 2011. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, p. 144-149.

Carbajal-Ida, D., Maury, C., Salas, E., Siret, R., Mehinagic, E. 2016. Physico-chemical properties of botrytised Chenin blanc grapes to assess the extent of noble rot. **European Food Research and Technology**, 242(1), pp.117-126.

Caridi, A., Sidari, R., Pulvirenti, A., Blaiotta, G. 2020. Genetic Improvement of wine yeasts for opposite adsorption activity of phenolics and ochratoxin A during red winemaking. **Food Biotechnology**, 34(4), 352-370

- Centioni, L., Tiberi, D., Pietromarchi, P., Bellincontro, A., Mencarelli, F. 2014. Effect of postharvest dehydration on content of volatile organic compounds in the epicarp of Cesanese grape berry. **American Journal of Enology and Viticulture**, 65(3), p.333-340
- Čepo, D.V., Pelajić, M., Vrček, I.V., Krivohlavek, A., Žuntar, I., Karoglan, M. 2018. Differences in the levels of pesticides, metals, sulphites and ochratoxin A between organically and conventionally produced wines. **Food chemistry**, 246, pp.394-403.
- Chen, L. 2017. Complete genome sequence of *Bacillus velezensis* LM2303, a biocontrol strain isolated from the dung of wild yak inhabited Qinghai-Tibet plateau. **Journal of Biotechnology** 251, pp. 124–127.
- Chen, Y.H., Li, Y.F., Wei, H., Li, X.X., Zheng, H.T., Dong, X.Y., Xu, T.F., Meng, J.F. 2020. Inhibition efficiency of wood vinegar on grey mould of table grapes. **Food Bioscience**, 38, p.100755.
- Cheng, Z., Li, M., Marriott, P. J., Zhang, X., Wang, S., Li, J., Ma, L. 2018. Chemometric analysis of the volatile compounds generated by *Aspergillus carbonarius* strains isolated from grapes and dried vine fruits. **Toxins**, 10(2), 71
- Chiodini, A.M., Scherpenisse, P., Bergwerff, A.A. 2006. Ochratoxin A contents in wine: comparison of organically and conventionally produced products. **Journal of agricultural and food chemistry**, 54(19), pp.7399-7404.
- Chkaiban, L., Botondi, R., Bellincontro, A., de Santis, D., Kefalas, P., Mencarelli, F. 2007. Influence of postharvest water stress on lipoxygenase and alcohol dehydrogenase activities, and on the composition of some volatile compounds of Gewürztraminer grapes dehydrated under controlled and uncontrolled thermohygro-metric conditions. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, 13(3), p.142-149.
- Coelho, E., Rocha, S.M., Delgadillo, I., Coimbra, M.A. 2006. Headspace-SPME applied to varietal volatile components evolution during *Vitis vinifera* L. cv. 'Baga' ripening. **Analytica Chimica Acta**, 563(1-2), pp.204-214.
- Commission Regulation (EC) No. 401/2006 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs. Official Journal of the European Union, L 70. (2006).
- Comuzzo, P., Rauhut, D., Werner, M., Lagazio, C., Zironi, R. 2013. A survey on wines from organic viticulture from different European countries. **Food Control**, 34(2), pp.274-282.
- Constantinou, S., Gómez-Caravaca, A.M., Goulas, V., Segura-Carretero, A., Manganaris, G.A. 2017. Metabolic fingerprinting of must obtained from sun-dried grapes of two indigenous Cypriot cultivars destined for the production of 'Commandaria': A protected designation of origin product. **Food Research International**, 100, pp.469-476.
- Constantinou, S., Gómez-Caravaca, A.M., Goulas, V., Segura-Carretero, A., Koundouras, S., Manganaris, G.A. 2018. The impact of postharvest dehydration methods on qualitative attributes and chemical composition of 'Xynisteri' grape (*Vitis vinifera*) must. **Postharvest biology and technology**, 135, p.114-122.
- Costa de Camargo, A., Regitano-d'Arce, M.A.B., Biasoto, A.C.T., Shahidi, F. 2014. Low molecular weight phenolics of grape juice and winemaking byproducts: antioxidant activities and inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein cholesterol and DNA strand breakage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 62(50), pp.12159-12171.
- Costantini, V., Bellincontro, A., De Santis, D., Botondi, R., Mencarelli, F. 2006. Metabolic changes of Malvasia grapes for wine production during postharvest drying. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 54(9), pp.3334-3340.
- Covarelli, L., Beccari, G., Marini, A., Tosi, L. 2012. A review on the occurrence and control of ochratoxigenic fungal species and ochratoxin A in dehydrated grapes, non-fortified dessert wines and dried vine fruit in the Mediterranean area. **Food Control**, 26(2), pp.347-356.

- Czerwiecki, L., Wilczyńska, G., Kwiecień, A. 2006. Mycotoxins in several Polish food products in 2004–2005. **Mycotoxin research**, 22(3), p.159.
- Dachery, B., Hernandez, K.C., Veras, F.F., Schmidt, L., Augusti, P.R., Manfroi, V., Zini, C.A. Welke, J.E., 2019. Effect of *Aspergillus carbonarius* on ochratoxin A levels, volatile profile and antioxidant activity of the grapes and respective wines. **Food Research International**, 126, p.108687.
- Dhouib, H., Zouari, I., Abdallah, D. B., Belbahri, L., Taktak, W., Triki, M. A., Tounsi, S. 2019 Potential of a novel endophytic *Bacillus velezensis* in tomato growth promotion and protection against Verticillium wilt disease. **Biological Control** 139, p.104092.
- Ding, S., Li, N., Cao, M., Huang, Q., Chen, G., Xie, S., Zhang, J., Cheng, G. and Li, W., 2019. Diversity of epiphytic fungi on the surface of Kyoho grape berries during ripening process in summer and winter at Nanning region, Guangxi, China. **Fungal biology**, 123(4), pp.283-289.
- Dooley, L., Threlfall, R.T., Meullenet, J.F. 2012. Optimization of blended wine quality through maximization of consumer liking. **Food quality and preference**, 24(1), pp.40-47.
- Ebeler, S.E., 2001. Analytical chemistry: Unlocking the secrets of wine flavor. **Food reviews international**, 17(1), pp.45-64.
- Figueiredo-González, M., Cancho-Grande, B., Simal-Gándara, J. 2013. Effects on colour and phenolic composition of sugar concentration processes in dried-on-or dried-off-vine grapes and their aged or not natural sweet wines. **Trends in food science & technology**, 31(1), pp.36-54.
- Flajs, D., Domijan, A.M., Ivić, D., Cvjetković, B., Peraica, M. 2009. ELISA and HPLC analysis of ochratoxin A in red wines of Croatia. **Food Control**, 20(6), pp.590-592.
- Flamini, R., Mattivi, F., Rosso, M.D., Arapitsas, P., Bavaresco, L. 2013. Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: anthocyanins, stilbenes and flavonols. **International journal of molecular sciences**, 14(10), pp.19651-19669.
- Fournand, D., Vicens, A., Sidhoum, L., Souquet, J.M., Moutounet, M. Cheynier, V. 2006. Accumulation and extractability of grape skin tannins and anthocyanins at different advanced physiological stages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 54(19), pp.7331-7338.
- Franco, M., Peinado, R.A., Medina, M., Moreno, J. 2004. Off-vine grape drying effect on volatile compounds and aromatic series in must from Pedro Ximénez grape variety. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52(12), p.3905-3910.
- Freire, L., Guerreiro, T. M., Pia, A. K. R., Lima, E. O., Oliveira, D. N. 2018. A quantitative study on growth variability and production of ochratoxin A and its derivatives by *A. carbonarius* and *A. niger* in grape. **Scientific Reports**, 1–11.
- Gabrielyan, A., & Kazumyan, K. 2018. The investigation of phenolic compounds and anthocyanins of wines made of the grape variety karmrahyut. **Annals of Agrarian Science**, 16(2), p.160–162.
- Galati, A., Schifani, G., Crescimanno, M., Migliore, G., 2019. “Natural wine” consumers and interest in label information: An analysis of willingness to pay in a new Italian wine market segment. **Journal of Cleaner Production**, 227, pp.405-413.
- Gentile, F., La Torre, G.L., Potorti, A.G., Saitta, M., Alfa, M., Dugo, G. 2016. Organic wine safety: UPLC-FLD determination of Ochratoxin A in Southern Italy wines from organic farming and winemaking. **Food control**, 59, pp.20-26.
- González-Centeno, M.R., Chira, K., Teissedre, P.L. 2019. Use of oak wood during malolactic fermentation and ageing: Impact on chardonnay wine character. **Food chemistry**, 278, pp.460-468.

Guerra, I.C.D., de Oliveira, P.D.L., de Souza Pontes, A.L., Lúcio, A.S.S.C., Tavares, J.F., Barbosa-Filho, J.M., Madruga, M.S., de Souza, E.L. 2015. Coatings comprising chitosan and *Mentha piperita* L. or *Mentha villosa* Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality of cherry tomato fruit. **International Journal of Food Microbiology**, 214, pp.168-178.

Gürbüz, O., Göçmen, D., Dağdelen, F., Gürsoy, M., Aydın, S., Şahin, İ., Büyükuysal, L., Usta, M. 2007. Determination of flavan-3-ols and trans-resveratrol in grapes and wine using HPLC with fluorescence detection. **Food Chemistry**, 100(2), pp.518-525.

Heussner, A. H., & Bingle, L. E. 2015. Comparative ochratoxin toxicity: A review of the available data. **Toxins**, 7(10), pp.4253-4282

Hocking, A.D., Varelis, P., Pitt, J.I., Cameron, S.F., Leong, S.L.L. 2003. Occurrence of ochratoxin A in Australian wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, 9(1), pp.72-78.

Hollecker, L., Pinna, M., Filippino, G., Scrugli, S., Pinna, B., Argiolas, F., Murru, M. 2009. Simultaneous determination of polyphenolic compounds in red and white grapes grown in Sardinia by high performance liquid chromatography–electron spray ionisation-mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, 1216(15), pp.3402-3408.

Hou, X., Xu, Z., Zhao, Y., Liu, D. 2020. Rapid analysis and residue evaluation of six fungicides in grape wine-making and drying. **Journal of Food Composition and Analysis**, 89, p.103465.

Hranilovic, A., Albertin, W., Capone, D.L., Gallo, A., Grbin, P.R., Danner, L., Bastian, S.E., Masneuf-Pomarede, I., Coulon, J., Bely, M. and Jiranek, V. 2021. Impact of *Lachancea thermotolerans* on chemical composition and sensory profiles of Merlot wines. **Food Chemistry**, 349, p.129015.

IARC - International Agency for Research on Cancer. 1993. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. **Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans**, 56.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola** - 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>> Acesso em: 15 jan. 2019.

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do vinho. **Mercado de Vinhos**. Disponível em: <www.ibraevin.org.br>. acesso em 22 jan. 2019.

Jairaj, K.S., Singh, S.P., Srikant, K. 2009. A review of solar dryers developed for grape drying. **Solar energy**, 83(9), pp.1698-1712.

Janisiewicz, W.J. & Korsten, L. 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. **Annual review of phytopathology**, 40(1), pp.411-441.

Jannin, B., Menzel, M., Berlot, J.P., Delmas, D., Lançon, A., Latruffe, N. 2004. Transport of resveratrol, a cancer chemopreventive agent, to cellular targets: plasmatic protein binding and cell uptake. **Biochemical pharmacology**, 68(6), pp.1113-1118.

Ji, X. Hao, Wang, B. Liang, Wang, X. Di, Shi, X. Bin, Liu, P. Pei, Liu, F. Zhi, Wang, H. Bo. 2019. Effects of different color paper bags on aroma development of Kyoho grape berries. **Journal of Integrative Agriculture**, 18(1), 70–82.

Jones-Moore, H., Jolley, R.E., Marangon, M., Fedrizzi, B. 2021. The polysaccharides of winemaking: From grape to wine. **Trends in Food Science & Technology**.

Kassemeyer, H.H. & Berkemann-Liihnertz, B., 2008. Fungi of Grapes. Biology of Microorganisms on Grapes, in **Must and in Wine**, p.61.

Khan, N., Maymon, M. & Hirsch, A.M. 2017. Combating *Fusarium* infection using *Bacillus*-based antimicrobials. **Microorganisms**, 5(4), p.75.

- Khoury, A. & Atoui, A. 2010. Ochratoxin A: general overview and actual molecular status. **Toxins**, 2(4), pp.461-493.
- Lee, S.J., Umamo, K., Shibamoto, T., Lee, K.G. 2005. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, 91(1), pp.131-137.
- Lin, J., Massonnet, M. & Cantu, D., 2019. The genetic basis of grape and wine aroma. **Horticulture Research**, 6.
- Liu, Y., Wu, Z., Zeng, X., Weng, P., Zhang, X., Wang, C. 2021. A novel cold-adapted phospho-beta-galactosidase from *Bacillus velezensis* and its potential application for lactose hydrolysis in milk. **International Journal of Biological Macromolecules**, 166, pp. 760-770.
- López, N., Puértolas, E., Hernández-Orte, P., Álvarez, I., Raso, J. 2009. Effect of a pulsed electric field treatment on the anthocyanins composition and other quality parameters of Cabernet Sauvignon freshly fermented model wines obtained after different maceration times. **LWT-Food Science and Technology**, 42(7), pp.1225-1231.
- Lorenzini, M., Simonato, B., Favati, F., Bernardi, P., Sbarbati, A., Zapparoli, G. 2018. Filamentous fungi associated with natural infection of noble rot on withered grapes. **International journal of food microbiology**, 272, p.83-86.
- Lucchetta, G., Bazzo, I., Dal Cortivo, G., Stringher, L., Bellotto, D., Borgo, M., Angelini, E. 2010. Occurrence of black Aspergilli and ochratoxin A on grapes in Italy. **Toxins**, 2(4), pp.840-855.
- Marin-Kuan, M., Cavin, C., Delatour, T., Schilter, B. 2008. Ochratoxin A carcinogenicity involves a complex network of epigenetic mechanisms. **Toxicon**, 52(2), pp.195-202.
- Marín-San Román, S., Rubio-Bretón, P., Pérez-Álvarez, E.P., Garde-Cerdán, T. 2020. Advancement in analytical techniques for the extraction of grape and wine volatile compounds. **Food Research International**, p.109712.
- Marquez, A., Serratos, M.P., Lopez-Toledano, A., Merida, J. 2012. Colour and phenolic compounds in sweet red wines from Merlot and Tempranillo grapes chamber-dried under controlled conditions. **Food Chemistry**, 130(1), p.111-120.
- Marroquín-Cardona, A.G., Johnson, N.M., Phillips, T.D., Hayes, A.W. 2014. Mycotoxins in a changing global environment—a review. **Food and Chemical Toxicology**, 69, pp.220-230.
- Mattivi, F., Guzzon, R., Vrhovsek, U., Stefanini, M., Velasco, R. 2006. Metabolite profiling of grape: flavonols and anthocyanins. **Journal of agricultural and food chemistry**, 54(20), pp.7692-7702.
- Mencarelli, F. & Bellincontro, A. 2018. Recent advances in postharvest technology of the wine grape to improve the wine aroma. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 100(14), pp.5046-5055.
- Meng, J.F., Shi, T.C., Song, S., Zhang, Z.W., Fang, Y.L. 2017. Melatonin in grapes and grape-related foodstuffs: A review. **Food chemistry**, 231, pp.185-191.
- Miceli, A., Negro, C., Tommasi, L., De Leo, P. 2003. Polyphenols, resveratrol, antioxidant activity and ochratoxin A contamination in red table wines, controlled denomination of origin (DOC) wines and wines obtained from organic farming. **Journal of wine research**, 14(2-3), pp.115-120.
- Mihnea, M., González-SanJosé, M.L., Ortega-Heras, M., Pérez-Magariño, S. 2015. A comparative study of the volatile content of Mencía wines obtained using different pre-fermentative maceration techniques. **LWT-Food Science and Technology**, 64(1), pp.32-41.
- Mikulíková, R., Běláková, S., Benešová, K., Svoboda, Z. 2012. Study of ochratoxin A content in South Moravian and foreign wines by the UPLC method with fluorescence detection. **Food Chemistry**, 133(1), pp.55-59.
- Milanović, V., Comitini, F., Ciani, M. 2013. Grape berry yeast communities: influence of fungicide treatments. **International journal of food microbiology**, 161(3), pp.240-246.

- Mitjans, M., del Campo, J., Abajo, C., Martínez, V., Selga, A., Lozano, C., Torres, J.L., Vinardell, M.P. 2004. Immunomodulatory activity of a new family of antioxidants obtained from grape polyphenols. **Journal of agricultural and food chemistry**, 52(24), pp.7297-7299.
- Modesti, M., Petriccione, M., Forniti, R., Zampella, L., Scortichini, M., Mencarelli, F. 2018. Methyl jasmonate and ozone affect the antioxidant system and the quality of wine grape during postharvest partial dehydration. **Food research international**, 112, p.369-377.
- Moreno-Arribas, M.V. & Polo, M.C. eds. 2009. **Wine chemistry and biochemistry** (Vol. 735). New York, NY, USA: Springer.
- Moreno, J.J., Cerpa-Calderón, F., Cohen, S.D., Fang, Y., Qian, M., Kennedy, J.A. 2008. Effect of postharvest dehydration on the composition of pinot noir grapes (*Vitis vinifera* L.) and wine. **Food Chemistry**, 109(4), p.755-762.
- Ng, W., Mankotia, M., Pantazopoulos, P., Neil, R.J., Scott, P.M. 2004. Ochratoxin A in wine and grape juice sold in Canada. **Food additives and contaminants**, 21(10), pp.971-981.
- Nguyen, P.A., Strub, C., Fontana, A., Schorr-Galindo, S. 2017. Crop molds and mycotoxins: Alternative management using biocontrol. **Biological Control**, 104, pp.10-27.
- Nigris, S., Baldan, E., Tondello, A., Zanella, F., Vitulo, N., Favaro, G., Guidolin, V., Bordin, N., Telatin, A., Barizza, E., Marcato, S. 2018. Biocontrol traits of *Bacillus licheniformis* GL174, a culturable endophyte of *Vitis vinifera* cv. Glera. **BMC microbiology**, 18(1), pp.1-16.
- Noguerol-Pato, R., González-Álvarez, M., González-Barreiro, C., Cancho-Grande, B., Simal-Gándara, J. 2013. Evolution of the aromatic profile in Garnacha Tintorera grapes during raisining and comparison with that of the naturally sweet wine obtained. **Food chemistry**, 139(1-4), p.1052-1061.
- Nurgel, C., Pickering, G.J., Inglis, D.L. 2004. Sensory and chemical characteristics of Canadian ice wines. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 84(13), pp.1675-1684.
- OIV. 2010. *Organization Internationale de la Vigne et du Vin*. Resolution OIV/ECO 287/2010. <http://www.oiv.int/public/medias/1862/oiv-eco-287-2010-en.pdf>
- Olejar, K.J., Fedrizzi, B., Kilmartin, P.A. 2016. Enhancement of Chardonnay antioxidant activity and sensory perception through maceration technique. **LWT-Food Science and Technology**, 65, pp.152-157.
- Ossola, C., Giacosa, S., Torchio, F., Segade, S.R., Caudana, A., Cagnasso, E., Gerbi, V., Rolle, L. 2017. Comparison of fortified, sfursat, and passito wines produced from fresh and dehydrated grapes of aromatic black cv. Moscato nero (*Vitis vinifera* L.). **Food Research International**, 98, p.59-67.
- Oteiza, J.M., Khaneghah, A.M., Campagnollo, F.B., Granato, D., Mahmoudi, M.R., Sant'Ana, A.S., Gianuzzi, L. 2017. Influence of production on the presence of patulin and ochratoxin A in fruit juices and wines of Argentina. **LWT**, 80, pp.200-207.
- Otteneder, H. and Majerus, P. 2000. Occurrence of ochratoxin A (OTA) in wines: influence of the type of wine and its geographical origin. **Food Additives & Contaminants**, 17(9), pp.793-798.
- Öztopuz, Ö., Pekin, G., Park, R.D., Eltem, R. 2018. Isolation and evaluation of new antagonist *Bacillus* strains for the control of pathogenic and mycotoxigenic fungi of fig orchards. **Applied biochemistry and biotechnology**, 186(3), pp.692-711.
- Palma, N., Cinelli, S., Saporà, O., Wilson, S.H., Dogliotti, E. 2007. Ochratoxin A-induced mutagenesis in mammalian cells is consistent with the production of oxidative stress. **Chemical research in toxicology**, 20(7), pp.1031-1037.
- Panceri, C.P., De Gois, J.S., Borges, D.L., Bordignon-Luiz, M.T. 2015. Effect of grape dehydration under controlled conditions on chemical composition and sensory characteristics of Cabernet Sauvignon and Merlot wines. **LWT-Food Science and Technology**, 63(1), pp.228-235.

- Pantelides, I.S., Aristeidou, E., Lazari, M., Tsolakidou, M.D., Tsaltas, D., Christofidou, M., Kafouris, D., Christou, E., Ioannou, N. 2017. Biodiversity and ochratoxin A profile of *Aspergillus* section *Nigri* populations isolated from wine grapes in Cyprus vineyards. **Food microbiology**, 67, pp.106-115.
- Parshikov, I. A., & Sutherland, J. B. 2014. The use of *Aspergillus niger* cultures for biotransformation of terpenoids. **Process Biochemistry**, 49(12), p.2086–2100.
- Paterson, R.R.M., Venâncio, A., Lima, N., Guilloux-Bénatier, M., Rousseaux, S. 2018. Predominant mycotoxins, mycotoxigenic fungi and climate change related to wine. **Food research international**, 103, pp.478-491.
- Peinado, J., de Lerma, N.L., Moreno, J., Peinado, R.A. 2009. Antioxidant activity of different phenolics fractions isolated in must from Pedro Ximenez grapes at different stages of the off-vine drying process. **Food Chemistry**, 114(3), pp.1050-1055.
- Pena, A., Cerejo, F., Silva, L.J.G., Lino, C.M. 2010. Ochratoxin A survey in Portuguese wine by LC–FD with direct injection. **Talanta**, 82(4), pp.1556-1561.
- Pérez-Serradilla, J.A. & De Castro, M.L., 2008. Role of lees in wine production: A review. **Food chemistry**, 111(2), pp.447-456.
- Petriccione, M., Pagano, L., Forniti, R., Zampella, L., Mastrobuoni, F., Scortichini, M., Mencarelli, F. 2018. Postharvest treatment with chitosan affects the antioxidant metabolism and quality of wine grape during partial dehydration. **Postharvest biology and technology**, 137, p.38-45.
- Petropoulos, V.I., Bogeve, E., Stafilov, T., Stefova, M., Siegmund, B., Pabi, N., Lankmayr, E. 2014. Study of the influence of maceration time and oenological practices on the aroma profile of Vranec wines. **Food Chemistry**, 165, pp.506-514.
- Pitt, J. I. 2014. Mycotoxins: Ochratoxin A. **Encyclopedia of Food Safety**, vol. 2, pp. 304– 309.
- Pitt, J.I., Basilico, J.C., Abarca, M.L., Lopez, C. 2000. Mycotoxins and toxigenic fungi. **Medical Mycology**, London, v. 38, n. 1, p. 41-46.
- Pulvirenti, A., De Vero, L., Blaiotta, G., Sidari, R., Iosca, G., Gullo, M. Caridi, A. 2020. Selection of wine *Saccharomyces cerevisiae* strains and their screening for the adsorption activity of pigments, phenolics and ochratoxin A. **Fermentation**, 6(3), p.80.
- Pusey, P.L. & Wilson, C., 1984. Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. **Plant disease**, 68(9), pp.753-756.
- Quintela, S., Villarán, M.C., de Armentia, I.L., Elejalde, E. 2012. Ochratoxin A in Spanish exportation wine market. **Food control**, 25(2), pp.501-504.
- Quintela, S., Villarán, M.C., de Armentia, I.L., Elejalde, E. 2011. Occurrence of ochratoxin A in Rioja Alavesa wines. **Food Chemistry**, 126(1), pp.302-305.
- Ratola, N., Martins, L., Alves, A. 2004. Ochratoxin A in wines-assessing global uncertainty associated with the results. **Analytica Chimica Acta**, 513(1), pp.319-324.
- Remiro, R., Irigoyen, A., González-Peñas, E., Lizarraga, E., de Cerain, A.L. 2013. Levels of ochratoxins in Mediterranean red wines. **Food Control**, 32(1), pp.63-68.
- Remiro, R., González-Peñas, E., Lizarraga, E., de Cerain, A.L. 2012. Quantification of ochratoxin A and five analogs in Navarra red wines. **Food Control**, 27(1), pp.139-145.
- Ribeiro, I. D. A., Bach, E., Moreira, F. da S., Müller, A. R., Rangel, C. P., Wilhelm, C. M., Barth, A. Luis, Passaglia, L. M. P. 2021. Antifungal potential against *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary and plant growth promoting abilities of *Bacillus* isolates from canola (*Brassica napus* L.) roots. **Microbiological Research** 248, p.126754.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. 2006. **Handbook of Enology, volume 2: The chemistry of wine stabilization and treatments**. John Wiley & Sons.

- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., Lonvaud, A. eds., 2006b. **Handbook of enology, Volume 1: The microbiology of wine and vinifications** (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Ringot, D., Chango, A., Schneider, Y.J., Larondelle, Y. 2006. Toxicokinetics and toxicodynamics of ochratoxin A, an update. **Chemico-biological interactions**, 159(1), pp.18-46.
- Ringot, D., Lerzy, B., Chaplain, K., Bonhoure, J.P., Auclair, E., Larondelle, Y. 2007. In vitro biosorption of ochratoxin A on the yeast industry by-products: comparison of isotherm models. **Bioresource technology**, 98(9), pp.1812-1821.
- Rizzon, L.A., Zanús, M.C., Manfredini, S. 1994. Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade. **Embrapa Uva e Vinho-Documentos (INFOTECA-E)**.
- Rizzon, L.A & Manfroí, L. 2006. Sistema de produção de vinho tinto: Fermentação. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**.
- Rolle, L., Giordano, M., Giacosa, S., Vincenzi, S., Segade, S.R., Torchio, F., Perrone, B., Gerbi, V. 2012. CIEL* a* b* parameters of white dehydrated grapes as quality markers according to chemical composition, volatile profile and mechanical properties. **Analytica Chimica Acta**, 732, p.105-113.
- Romano, P., Fiore, C., Paraggio, M., Caruso, M., Capece, A. 2003. Function of yeast species and strains in wine flavour. **International journal of food microbiology**, 86(1-2), pp.169-180.
- Rosa, C.A.R., Magnoli, C.E., Fraga, M.E., Dalceró, A.M., Santana, D.M.N. 2004. Occurrence of ochratoxin A in wine and grape juice marketed in Rio de Janeiro, Brazil. **Food additives and contaminants**, 21(4), pp.358-364.
- Rosseau, J., 2004. Ochratoxina A en los vinos: estado de los conocimientos. **Wine Internet Tech. J**, 17, pp.1-5.
- Rossiello, M.R., Rotunno, C., Coluccia, A., Carratù, M.R., Di Santo, A., Evangelista, V., Semeraro, N., Colucci, M. 2008. Ochratoxin A inhibits the production of tissue factor and plasminogen activator inhibitor-2 by human blood mononuclear cells: Another potential mechanism of immune-suppression. **Toxicology and applied pharmacology**, 229(2), pp.227-231.
- Rotaru, S., Israel-Roming, F., Campeanu, G., Deciu, G. 2011. Correlation of ochratoxin A level in wine with vine environment. **Romanian Biotechnological Letters**, 16(6), p.127.
- Rousseaux, S., Diguta, C.F., Radoi-Matei, F., Alexandre, H. and Guilloux-Bénatier, M., 2014. Non-Botrytis grape-rotting fungi responsible for earthy and moldy off-flavors and mycotoxins. **Food microbiology**, 38, pp.104-121.
- Ruiz, M.J., Moyano, L., Zea, L. 2014. Changes in aroma profile of musts from grapes cv. Pedro Ximenez chamber-dried at controlled conditions destined to the production of sweet Sherry wine. **LWT-Food Science and Technology**, 59(1), p.560-565.
- Ruiz, M.J., Zea, L., Moyano, L., Medina, M. 2010. Aroma active compounds during the drying of grapes cv. Pedro Ximenez destined to the production of sweet Sherry wine. **European Food Research and Technology**, 230(3), p.429.
- Sarigiannis, Y., Kapolos, J., Koliadima, A., Tsegenidis, T., Karaiskakis, G. 2014. Ochratoxin A levels in Greek retail wines. **Food control**, 42, pp.139-143.
- Sava, V., Reunova, O., Velasquez, A., Harbison, R., Sanchez-Ramos, J. 2006. Acute neurotoxic effects of the fungal metabolite ochratoxin-A. **Neurotoxicology**, 27(1), pp.82-92.
- Serratosá, M.P., Marquez, A., Moyano, L., Zea, L., Merida, J. 2014. Chemical and morphological characterization of Chardonnay and Gewürztraminer grapes and changes during chamber-drying under controlled conditions. **Food chemistry**, 159, p.128-136.

- Shukla, S., Park, J.H., Chung, S.H., Kim, M. 2018. Ochratoxin A reduction ability of biocontrol agent *Bacillus subtilis* isolated from Korean traditional fermented food Kimchi. **Scientific reports**, 8(1), pp.1-10.
- Siahmoshteh, F., Hamidi-Esfahani, Z., Spadaro, D., Shams-Ghahfarokhi, M., Razzaghi-Abyaneh, M. 2018. Unraveling the mode of antifungal action of *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens* as potential biocontrol agents against aflatoxigenic *Aspergillus parasiticus*. **Food Control**, 89, pp.300-307.
- Silveira, R.D., Veras, F.F., Bach, E., Manfroi, V., Brandelli, A., Welke, J. E. 2021. *Aspergillus carbonarius*-derived ochratoxins are inhibited by Amazonian *Bacillus* spp. used as a biocontrol agent in grapes. **Food Additives & Contaminants: Part A**, pp. 1-12.
- Silveira, S. V.; Garrido, I. Da R.; Hoffmann, A. 2015. Produção integrada de uva para processamento: processos de elaboração de sucos e vinhos, BPA e PPHO. In: Descrição dos processos de elaboração. 1. ed. Brasília: **Embrapa**.
- Smith, P.A., McRae, J.M., Bindon, K.A. 2015. Impact of winemaking practices on the concentration and composition of tannins in red wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, 21, pp.601-614.
- Soni, R., Keharia, H., Dunlap, C., Pandit, N., Doshi, J. 2022. Functional annotation unravels probiotic properties of a poultry isolate, *Bacillus velezensis* CGS1.1. **LWT**, pp.153, 112471.
- Spadaro, D., Lorè, A., Garibaldi, A., Gullino, M.L. 2010. Occurrence of ochratoxin A before bottling in DOC and DOCG wines produced in Piedmont (Northern Italy). **Food Control**, 21(9), pp.1294-1297.
- Soares, D.G., Andreazza, A.C., Salvador, M. 2003. Sequestering ability of butylated hydroxytoluene, propyl gallate, resveratrol, and vitamins C and E against ABTS, DPPH, and hydroxyl free radicals in chemical and biological systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 51(4), pp.1077-1080.
- Solairaj, D., Legrand, N.N.G., Yang, Q. and Zhang, H., 2020. Isolation of pathogenic fungi causing postharvest decay in table grapes and in vivo biocontrol activity of selected yeasts against them. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, 110, p.101478.
- Soleas, G.J., Yan, J., Goldberg, D.M. 2001. Assay of ochratoxin A in wine and beer by high-pressure liquid chromatography photodiode array and gas chromatography mass selective detection. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49(6), pp.2733-2740.
- Soufleros, E.H., Tricard, C., Bouloumpasi, E.C. 2003. Occurrence of ochratoxin A in Greek wines. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 83(3), pp.173-179.
- Stefanaki, I., Foufa, E., Tsatsou-Dritsa, A., Dais, P. 2003. Ochratoxin A concentrations in Greek domestic wines and dried vine fruits. **Food Additives & Contaminants**, 20(1), pp.74-83.
- Styger, G., Prior, B., Bauer, F.F. 2011. Wine flavor and aroma. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, 38(9), p.1145.
- Suárez-Quiroz, M.L., González-Rios, O., Barel, M., Guyot, B., Schorr-Galindo, S., Guiraud, J.P. 2005. Effect of chemical and environmental factors on *Aspergillus ochraceus* growth and toxigenesis in green coffee. **Food Microbiology**, v. 21, p.629-634.
- Sun, X., Niu, Y., Ma, T., Xu, P., Huang, W., Zhan, J. 2017. Determination, content analysis and removal efficiency of fining agents on ochratoxin A in Chinese wines. **Food control**, 73, pp.382-392.
- Tao, Y., Xie, S., Xu, F., Liu, A., Wang, Y., Chen, D., Pan, Y., Huang, L., Peng, D., Wang, X., Yuan, Z. 2018. Ochratoxin A: Toxicity, oxidative stress and metabolism. **Food and Chemical Toxicology**, 112, pp.320-331.

- Tian, J., Ban, X., Zeng, H., Huang, B., He, J., Wang, Y. 2011. In vitro and in vivo activity of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) against fungal spoilage of cherry tomatoes. **Food Control**, 22(12), pp.1992-1999.
- Torchio, F., Urcan, D.E., Lin, L., Gerbi, V., Giacosa, S., Segade, S.R., Pop, N., Lambri, M., Rolle, L. 2016. Influence of different withering conditions on phenolic composition of Avanà, Chatus and Nebbiolo grapes for the production of 'Reinforced'wines. **Food chemistry**, 194, pp.247-256.
- Torović, L., Lakatoš, I., Majkić, T., Beara, I. 2020. Risk to public health related to the presence of ochratoxin A in wines from Fruska Gora. **LWT**, p.109537.
- Tozlovanu, M., Faucet-Marquis, V., Pfohl-Leszkowicz, A., Manderville, R.A. 2006. Genotoxicity of the hydroquinone metabolite of ochratoxin A: structure-activity relationships for covalent DNA adduction. **Chemical research in toxicology**, 19(9), pp.1241-1247.
- Urcan, D.E., Giacosa, S., Torchio, F., Segade, S.R., Raimondi, S., Bertolino, M., Gerbi, V., Pop, N., Rolle, L. 2017. 'Fortified' wines volatile composition: Effect of different postharvest dehydration conditions of wine grapes cv. Malvasia moscata (*Vitis vinifera* L.). **Food chemistry**, 219, pp.346-356.
- Urdapilleta, I., Demarchi, S., Parr, W.V., 2021. Influence of culture on social representation of wines produced by various methods: Natural, organic and conventional. **Food Quality and Preference**, 87, p.104034.
- UVIBRA – União Brasileira de Vitivinicultura. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos.htm> Acesso em: 20 jan. 2019.
- Valero, A., Marín, S., Ramos, A.J., Sanchis, V. 2008. Survey: Ochratoxin A in European special wines. **Food Chemistry**, 108(2), pp.593-599.
- Valero, A., Oliván, S., Marín, S., Sanchis, V., Ramos, A.J. 2007. Effect of intra and interspecific interaction on OTA production by *A. section Nigri* in grapes during dehydration. **Food microbiology**, 24(3), p.254-259.
- Vaquero, M.R., Alberto, M.R., De Nadra, M.M. 2007. Antibacterial effect of phenolic compounds from different wines. **Food control**, 18(2), pp.93-101.
- Var, I.Ş.I.L. and Kabak, B. 2007. Occurrence of ochratoxin A in Turkish wines. **Microchemical Journal**, 86(2), pp.241-247.
- Vega, M., Ríos, G., Von Baer, D., Mardones, C., Tessini, C., Herlitz, E., Saelzer, R., Ruiz, M.A. 2012. Ochratoxin A occurrence in wines produced in Chile. **Food Control**, 28(1), pp.147-150.
- Veras, F.F., Correa, A.P.F., Welke, J.E., Brandelli, A. 2016. Inhibition of mycotoxin-producing fungi by *Bacillus* strains isolated from fish intestines. **International journal of food microbiology**, 238, pp.23-32.
- Villano, D., Fernández-Pachón, M.S., Troncoso, A.M., García-Parrilla, M.C. 2006. Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines. **Food Chemistry**, 95(3), pp.394-404.
- Wang, D., Javed, H.U., Shi, Y., Naz, S., Ali, S. Duan, C.Q., 2020. Impact of drying method on the evaluation of fatty acids and their derived volatile compounds in 'thompson seedless' raisins. **Molecules**, 25(3), p.608.
- Wang, J., Mujumdar, A.S., Mu, W., Feng, J., Zhang, X., Zhang, Q., Fang, X.M., Gao, Z.J., Xiao, H.W. 2016. Grape drying: current status and future trends. **Grape and wine biotechnology**, pp.145-165.
- Wang, T., Liang, Y., Wu, M., Chen, Z., Lin, J., Yang, L. 2015. Natural products from *Bacillus subtilis* with antimicrobial properties. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, 23(4), pp.744-754.

- Wangikar, P.B., Sinha, N., Dwivedi, P., Sharma, A.K. 2007. Teratogenic Effects of Ochratoxin A and Aflatoxin B 1 Alone and in Combination on Post-Implantation Rat Embryos in Culture. **Journal of the Turkish-German Gynecological Association**, 8(4).
- Watanabe, T., Nakamura, N., Ota, N., & Shiina, T. 2018. Estimation of Changes in Mechanical and Color Properties from the Weight Loss Data of "shine Muscat" Fruit during Storage. **Journal of Food Quality**.
- Welke, J.E. 2019. Fungal and mycotoxin problems in grape juice and wine industries. **Current Opinion in Food Science**, 29, pp.7-13.
- Yang, M., Luo, Z., Gao, S., Belwal, T., Wang, L., Qi, M., Ban, Z., Wu, B., Wang, F., Li, L. 2021. The chemical composition and potential role of epicuticular and intracuticular wax in four cultivars of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, 173, p.111430.
- Zhang, H., Apaliya, M.T., Mahunu, G.K., Chen, L., Li, W., 2016. Control of ochratoxin A-producing fungi in grape berry by microbial antagonists: A review. **Trends in Food Science & Technology**, 51, pp.88-97.
- Zhang, J., Cai, R., Yue, T., Yuan, Y., Gao, Z., Wang, Z. 2022. Assessment of traditional clarifiers on the adsorption of ochratoxin A in Cabernet Sauvignon red wine and their kinetics. **Food Chemistry**, 373, pp. 131592
- Zhang, X., Cheng, Z., Ma, L., Li, J. 2017. A study on accumulation of volatile organic compounds during ochratoxin a biosynthesis and characterization of the correlation in *Aspergillus carbonarius* isolated from grape and dried vine fruit. **Food Chemistry**, 227, pp.55-63
- Zhu, C., Shi, J., Jiang, C. and Liu, Y., 2015. Inhibition of the growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* and *Aspergillus ochraceus* in vitro and in vivo through antagonistic yeasts. *Food Control*, 50, pp.125-132.
- Zimmerli, B. and Dick, R. 1995. Determination of ochratoxin A at the ppt level in human blood, serum, milk and some foodstuffs by high-performance liquid chromatography with enhanced fluorescence detection and immunoaffinity column cleanup: methodology and Swiss data. **Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications**, 666(1), pp.85-99.
- Zoccatelli, G., Zenoni, S., Savoi, S., Dal Santo, S., Tononi, P., Zandonà, V., Dal Cin, A., Guantieri, V., Pezzotti, M., Torielli, G.B. 2013. Skin pectin metabolism during the postharvest dehydration of berries from three distinct grapevine cultivars. **Australian journal of grape and wine research**, 19(2), pp.171-179.