



Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ICTA
Graduação em Engenharia de Alimentos

Vinícius Zimmermann Simões da Costa

**Uvas protegidas, do campo à vinificação - Uma revisão
bibliográfica**

Porto Alegre-RS

Maio de 2021

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ICTA
Graduação em Engenharia de Alimentos

Vinícius Zimmermann Simões da Costa

Uvas protegidas, do campo à vinificação - Uma revisão bibliográfica

Trabalho de conclusão de curso submetido a Comissão de Graduação em Engenharia de Alimentos do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro de Alimentos

Orientador: Professor Dr. Vitor Manfroi

Porto Alegre-RS
Maio de 2021

Vinícius Zimmermann Simões da Costa

Uvas protegidas, do campo à vinificação - Uma revisão bibliográfica

Trabalho de conclusão de curso submetido a Comissão de Graduação em Engenharia de Alimentos do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro de Alimentos

Aprovado em 25 de maio de 2021.

Comissão Examinadora

Professor Dr. Vitor Manfroi
Orientador – UFRGS

Professor Dr. Plinho Francisco Hertz
Examinador Interno 1 – UFRGS

Professor Dr. Rafael da Costa Rodrigues
Examinador Interno 2 – UFRGS

*A todos aqueles que acreditam na educação
como forma de mudar a sociedade e no vinho
como forma de aproveitar a vida, dedico.*

Agradecimentos

Agradeço a minha família pela oportunidade de ter conduzido essa graduação com todo o amparo para que a dedicação pudesse ser exclusiva, principalmente durante a realização deste trabalho;

à Eduarda Ribeiro por sempre me ouvir e me amparar nos meus anseios;

ao Professor Vitor Manfroi pelo apoio e orientação, em especial nestes períodos de pandemia, sempre disposto a esclarecer meus questionamentos e orientar quanto ao andamento do trabalho e demais questões sobre enologia e sobre a vida;

às minhas colegas de curso, que, com companheirismo e empatia, permitiram que estes últimos anos tenham sido muito especiais, em especial: Laura Diettrich e Luana Toniolo Muniz;

à Cooperativa Vinícola Garibaldi, seus técnicos e membros da cantina, por me receberem e permitirem a realização deste trabalho, sempre com todo o amparo tecnológico e prontidão para ajudar, em especial: Ricardo Morari, Gustavo Postinger, Jorge Cattani e Cristian Berté Zeni;

e demonstro também minha gratidão à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos por todo o amparo nestes anos de graduação.

“Gentlemen, in the little moment that
remains to us between the crisis and the
catastrophe, we may as well drink a glass of
wine.”

Paul Claudel

Resumo

A viticultura está presente nas mais variadas regiões do Brasil e do mundo, tendo que enfrentar os mais diversos desafios climáticos para elevar os ganhos na produção. Desde a década de 1950 tem-se usado materiais plásticos a fim de se mitigar as adversidades climáticas na produção agrícola. A utilização de cobertura plástica na produção de uvas permite a adaptação climática de certos *terroirs*, entretanto, esta tecnologia promove alterações em aspectos cruciais para a produção dos frutos. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica dos estudos realizados nos últimos anos com o objetivo de esclarecer as alterações microclimáticas causadas pela cobertura plástica e entender de que modo estas alterações impactam nos cuidados fitossanitários da planta, na produtividade, na qualidade das uvas e nos parâmetros físico-químicos do mosto e vinho. A cobertura plástica promove alterações nos parâmetros microclimáticos como a redução da intensidade da radiação fotossintetizante, redução da intensidade dos ventos, elevação das temperaturas máximas, redução da disponibilidade hídrica e redução do período de molhamento foliar. Tais alterações microclimáticas resultam em uma menor incidência de doenças fúngicas, principalmente àquelas causadas por excessivo período de molhamento foliar. A cobertura promove uma redução significativa da necessidade de aplicação de fungicidas e permite, também, o cultivo orgânico de uvas. A cobertura plástica promove um aumento da produtividade do vinhedo, uma vez que as perdas são reduzidas. O aumento de produtividade, a melhor qualidade fitossanitária das uvas e menores custos com fungicidas permitem um maior ganho financeiro. A utilização da cobertura plástica promove um menor impacto ambiental na produção de uvas, uma vez que há menos contaminação do solo e dos produtores por fungicidas. A cobertura plástica no cultivo de uvas tem impactos nos parâmetros físico-químicos do mosto, principalmente aqueles relacionados ao estágio de maturação, como pH, acidez total e açúcares, e precisa ser avaliada individualmente para cada localidade e cultivar. Na vinificação, a cobertura, além das alterações físico-químicas, pode promover alterações sensoriais, como no perfil aromático das uvas, o que foi observado em análise sensorial realizada com vinho *Chardonnay* da Cooperativa Vinícola Garibaldi, produzido com uvas cultivadas sob proteção plástica.

Palavras-Chave: Cultivo Protegido. Microclima. Produtividade. Impacto Ambiental. Doenças Fúngicas. Qualidade Enológica.

Abstract

Viticulture is present in the most varied regions of Brazil and the world, having to face the most diverse climatic challenges to increase the gains in production. Since the 1950s, plastic materials have been used in order to mitigate climatic adversities in agricultural production. The use of plastic cover in the production of grapes allows the climatic adaptation of certain *terroirs*, however, this technology promotes changes in crucial aspects for fruit production. The objective of this study was to carry out a bibliographic review of studies carried out in recent years in order to clarify the microclimate changes caused by plastic cover and to understand how these changes impact on plant phytosanitary care, on productivity, on the quality of grapes and on the physico-chemical parameters of the must and wine. The plastic cover promotes changes in microclimate parameters such as reducing the intensity of photosynthetic radiation, reducing the intensity of winds, increasing maximum temperatures, reducing water availability and reducing the leaf wetting period. Such microclimate changes result in a lower incidence of fungal diseases, especially those caused by excessive leaf wetness. The cover promotes a significant reduction in the need to apply fungicides and also allows organic cultivation of grapes. The plastic cover promotes an increase in the productivity of the vineyard, since the losses are reduced. The increase in productivity, the better phytosanitary quality of the grapes and lower costs with fungicides allow a greater financial gain. The use of plastic cover promotes less environmental impact in the production of grapes, since there is less contamination of the soil and producers by fungicides. The plastic cover in the cultivation of grapes has impacts on the physical-chemical parameters of the must, mainly those related to the stage of maturation, such as pH, total acidity and sugars, and needs to be evaluated individually for each location and cultivar. In vinification, the coverage, in addition to physical-chemical changes, can promote sensory changes, as in the aromatic profile of the grapes, which was observed in sensory analysis carried out with *Chardonnay* wine from Cooperativa Vinícola Garibaldi, produced with grapes grown under plastic protection.

Keywords: Protected Cultivation. Microclimate. Productivity. Environmental Impact. Fungal Diseases. Oenological Quality.

Lista de Figuras

1.1	Produção de Uva no Brasil	12
2.1	Cobertura Plástica: exemplo de estrutura.	15
2.2	Cobertura Plástica: estrutura de madeira	16
2.3	Míldio: Manchas de óleo na parte superior da folha.	25
2.4	Míldio: Manchas necróticas na folha	26
2.5	Míldio: Inflorescência com frutificação de Míldio	26
2.6	Míldio: bagas com frutificação	26
2.7	Podridão Cinzenta: Cachos comprometidos por <i>Botrytis</i>	27
2.8	Oídio: rachadura das bagas	28
2.9	Podridão da uva madura: murchamento das bagas em uva branca	28
3.1	Fluxograma de Processamento de Vinho Branco	48
3.2	Fluxograma de Processamento de Vinho Tinto	52
3.3	Fluxograma de Vinificação de 'Moscatto Giallo' cultivada sob proteção plástica	55
3.4	Vinho <i>Chardonnay</i> linha Garibaldi Terroir	57
3.5	Fluxograma de Processamento do Vinho <i>Chardonnay</i> Garibaldi	58

Sumário

1	Introdução	11
2	Do Campo	14
2.1	Cobertura Plástica	14
2.2	Microclima	15
2.2.1	Incidência de Luz Solar	17
2.2.2	Temperatura	19
2.2.3	Vento	20
2.2.4	Chuvas/Disponibilidade Hídrica	22
2.2.5	Umidade Relativa	23
2.3	Aspectos Fitossanitários	24
2.3.1	Doenças Fúngicas	24
2.3.2	Incidência de doenças fúngicas e necessidade de controle	29
2.3.3	Manejo de Fungicidas	31
2.3.4	Cultivo Orgânico	33
2.4	Econômico	33
2.4.1	Produtividade	33
2.4.2	Impacto Financeiro	35
2.5	Impacto Ambiental	36
3	Da Qualidade das Uvas	38
3.1	Características Físico-Químicas do Mosto	38
3.1.1	Rendimento	38
3.1.2	Sólidos Solúveis Totais	39
3.1.3	Acidez Total	40
3.1.4	Ácidos Orgânicos	41
3.1.5	Acidez Volátil	42
3.1.6	pH	43
3.1.7	Minerais	44
3.1.8	Compostos Fenólicos	44
3.1.9	Qualidade Enológica dos Vinhos Produzidos Com Uvas Protegidas	46
3.2	Produção do Vinho	47

3.2.1	Vinificação em Branco	48
3.2.2	Vinificação em Tinto	50
3.3	Vinificações de Uvas Protegidas	54
3.3.1	Processos de Vinificação nos estudos	55
3.3.2	<i>Case</i> Cooperativa Vinícola Garibaldi	56
3.3.3	Análise Sensorial	59
4	Conclusão	61
	Referências Bibliográficas	63

1 Introdução

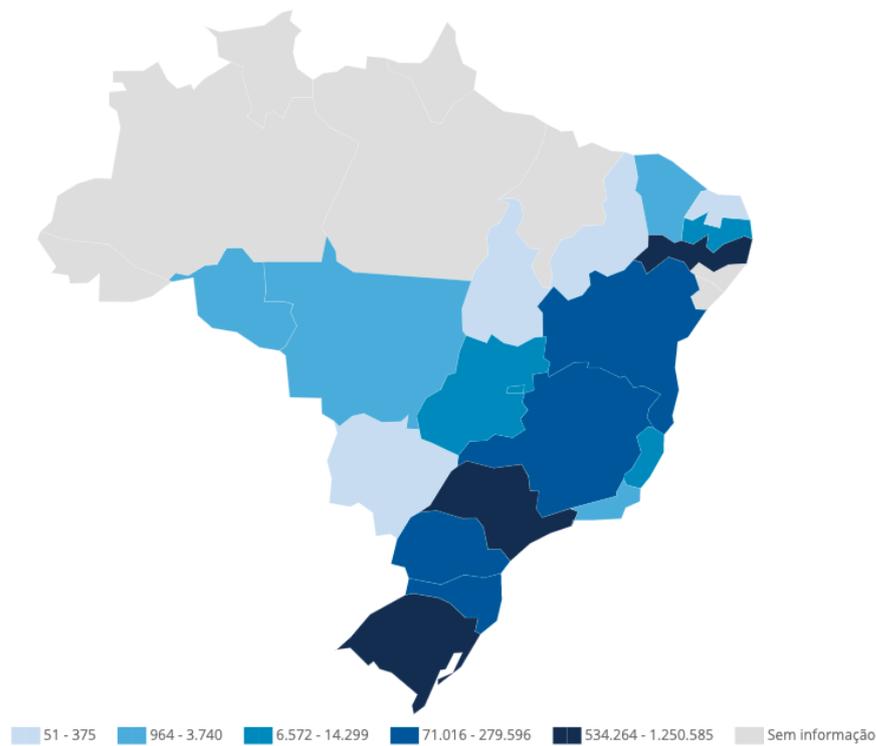
A viticultura no Brasil tem seu início estimado pelo ano de 1532, quando os portugueses trouxeram as primeiras cepas para a capitania de São Vicente, atual litoral paulista. No Rio Grande do Sul o incremento da viticultura ocorre com a vinda dos imigrantes italianos para a região conhecida hoje em dia como 'Serra Gaúcha' (MIELE; MIOLO, 2003).

Atualmente, a viticultura a nível mundial tem sua presença determinada pela restrição térmica, podendo ocorrer desde localizações como vinhedos ao sul da Inglaterra, (52º de latitude norte) até localizações mais ao sul, como na Nova Zelândia (39º de latitude sul). Além disso, a viticultura está presente nos mais variados climas do globo, como é o caso de clima temperado, subtropical, tropical, árido, entre outros (TONIETTO; CARBONNEAU, 1999). De acordo com a FAO (2019), atualmente existem praticamente 7 milhões de hectares destinados ao cultivo da uva, gerando uma produção anual de 77 milhões de toneladas no ano de 2019. Destas, 57% foram destinadas à vinificação, 36% destinadas ao consumo como uva de mesa e 7% para produção de uvas passas (OIV, 2019).

No Brasil a viticultura acontece de norte a sul, compreendendo praticamente todos os climas do país (Figura 1.1). A área plantada no Brasil é de 74,5 mil hectares que geraram uma produção anual, em 2019, de aproximadamente 1.5 milhões de toneladas de uva. A produção de uva no Brasil gerou entre 3 e 4 bilhões de reais, tendo Pernambuco, Rio Grande do Sul e São Paulo como os três maiores estados produtores (IBGE, 2019). Da uva produzida no Brasil, 52% é destinada para processamento e 48% é destinada para consumo in natura. A uva para consumo in natura é, dos derivados da uva, a que mais é exportada, seguida pelos vinhos e sucos de uva (MELLO, 2019).

O fato de estar presente em diferentes regiões e climas no Brasil, a viticultura nacional enfrenta grandes desafios, uma vez que, para cada *terroir* há de se observar a particularidade microclimática apresentada. Há no Brasil regiões mais quentes e de menor umidade, que necessitam de irrigação constante e permitem, devido às temperaturas, a colheita de duas safras anuais, como é o caso do Nordeste brasileiro, onde se cultivam uvas ao redor do paralelo 8º Sul. Há também regiões de clima úmido que requerem certos cuidados para que os problemas fitossanitários não afetem a produção (TONIETTO; CARBONNEAU, 1999). A região da Serra Gaúcha é um exemplo de local onde os produtores muitas vezes necessitam realizar colheita antecipada da uva para evitar as

Figura 1.1: Produção de Uva no Brasil



Fonte: IBGE (2019)

perdas devido às chuvas, comuns no período da safra (TONIETTO; FALCADE, 2003). Outras regiões apresentam temperaturas médias mais baixas, responsáveis por promover um ciclo fenológico menos acelerado nas videiras, como é o caso dos vinhedos de altitude em Santa Catarina (VANDERLINDE *et al.*, 2016).

De modo geral, produtores tem buscado mitigar tais efeitos climáticos na produção com o correto manejo das videiras, entretanto, em alguns casos, outras intervenções podem ser utilizadas para aumentar os ganhos de produção (CHAVARRIA, 2008). Desde o final da década de 40 e início da década de 50, com o advento da indústria petroquímica, tem se buscado utilizar filmes plásticos para obtenção de maiores ganhos produtivos nas mais diversas culturas. Atualmente a utilização dos plásticos permeiam vários aspectos da agricultura e horticultura e a variedade de produtos é enorme (ESPI, 2006).

No Rio Grande do Sul, a adoção do cultivo protegido data da década de 70, na cidade de Ivoti, por uma colônia japonesa (CHAVARRIA, 2008). Atualmente, a maior presença de cultivo protegido de videiras no Rio Grande do Sul ocorre na região de Caxias do Sul e tem crescido nos últimos anos, uma vez que dobrou a área protegida de 80 hectares (2003) para 160 hectares (2017) e com produtores demonstrando interesse de expandir a área protegida (LATTUADA *et al.*, 2020).

O cultivo protegido pode provocar alterações do microclima do vinhedo, alterando parâmetros como a incidência de luz, a velocidade dos ventos, a temperatura, a disponibi-

lidade hídrica entre outros (ROBERTO *et al.*, 2011). Tais alterações tem como objetivo principal um incremento da produtividade e da qualidade dos frutos, entretanto, alterações no microclima podem favorecer o surgimento de novos desafios, de modo que é necessário o manejo adequado da planta para evitar outros problemas (VIDA *et al.*, 2004).

As alterações provocadas pela proteção plástica no microclima do vinhedo podem interferir na incidência das doenças e nos tipos de patologias que acometem a planta (CHAVARRIA; SANTOS, 2013). Além disso, as alterações do microclima podem interferir diretamente nos parâmetros físico-químicos e sensoriais do mosto e vinho das uvas provenientes de cultivos protegidos, e tais variações podem interferir na qualidade e características do produto final (CHAVARRIA *et al.*, 2008).

Atualmente, a grande maioria dos vinhedos protegidos no estado do Rio Grande do Sul é destinado a produzir uvas americanas ou híbridas para consumo *in natura*, entretanto há também vinhedos protegidos visando o cultivo de uvas para vinificação (LATTUADA *et al.*, 2020). A utilização das uvas protegidas para vinificação pode resultar em produtos novos e de características sensoriais bastante peculiares, como é o caso da vinificação de uvas 'Chardonnay' cultivadas em vinhedos protegidos pela Cooperativa Vinícola Garibaldi.

Postas as incógnitas provocadas pela adoção do cultivo protegido, este trabalho propõe-se a realizar uma revisão bibliográfica dos estudos realizados nos últimos anos com o objetivo de esclarecer as alterações microclimáticas causadas pela cobertura plástica e entender de que modo estas alterações impactam nos cuidados fitossanitários da planta, na produtividade, na qualidade das uvas e nos parâmetros físico-químicos do mosto e vinho.

2 Do Campo

2.1 Cobertura Plástica

Em meados da década de 1950 começou-se a usar plásticos como forma de alterar as condições climáticas permitindo um maior controle da produção agrícola, principalmente em regiões de climas mais extremos, como regiões quase desérticas ou com excesso de chuvas (ESPI, 2006). Desde então tem se usado diversos tipos de materiais e técnicas para obtenção de ganhos produtivos com aplicação de plásticos sobre as culturas ou em contato com o solo (mulching).

Mais de 80% do mercado mundial de plástico para a agricultura é composto de filmes feitos de copolímeros de polietileno de baixa densidade (PE-BD), etileno-vinil acetato (EVA) e etileno-butil acrilato (EBA). Outros polímeros usados incluem PVC plastificado no Japão e polietileno linear de baixa densidade (LLDPE) no resto do mundo (ESPI, 2006). No Rio Grande do Sul, desde a década de 1980, estufas e túneis altos e baixos, construídos com PEBD, têm sido usados como forma de proteger cultivos contra condições meteorológicas adversas (CAMACHO, 1995).

A composição destes plásticos deve atender à uma série de requisitos e apresentar características que possibilitem uma vida útil prolongada, mesmo expostos às condições ambientais, uma vez que estes materiais sofrem degradação causada pela luz, pelo calor e degradação química durante seu uso (ESPI, 2006).

Espi (2006) postula que, para os fins agrícolas, é necessário que os plásticos tenham um sistema anti-gotejamento, uma vez que a condensação de água nos plásticos formando gotas leva à reflexão da luz e à queda de gotas nas plantas, dependendo da inclinação da cobertura. Aditivos especiais, como surfactantes não iônicos (ésteres de ácidos graxos e glicerina ou sorbitano) são usados para transformar a forma de condensação em um filme de água.

Além disso, Espi (2006) propõe que os filmes tenham aditivos químicos capazes de reduzir a intensidade de luz ultravioleta, uma vez que a radiação UV tem a capacidade de interagir com as fibras do plástico, causando foto-oxidação, levando ao rompimento. Além disso, Espi (2006) também aponta a radiação ultra violeta como promotora de alguns processos no desenvolvimento de doenças fúngicas e que seu controle traria benefícios ao vinhedo.

Por fim, é de interesse que as coberturas plásticas permitam a passagem de luz visível (na faixa dos 400 e 700nm) pois esta é indispensável para realização da fotossíntese (ESPI, 2006). Entretanto a completa transparência é praticamente impossível, de modo que parte da radiação é refletida pela cobertura. Mais sobre os impactos da cobertura plástica na incidência de luz no vinhedo será trabalhado na sessão 2.2.1.

Outra característica interessante, porém, não necessariamente obrigatória, é a opacidade a radiação infravermelha no interior da cobertura, de modo a evitar a perda de calor do vinhedo, principalmente em locais com incidência de geada (ESPI, 2006). Tal característica pode ser interessante para os vinhedos localizados na região sul do Brasil, mas menos recomendados para vinhedos localizados no sudeste, centro-oeste e nordeste brasileiros.

De acordo com Lulu *et al.* (2005), ao se iniciar qualquer cultivo protegido, é fundamental que seja definido de forma correta a estrutura de proteção. Conforme Santos e Chavarria (2012), a estrutura ideal para o cultivo protegido de videiras consiste em estrutura de canos de aço galvanizado, com aberturas laterais, cobertos por lona plástica trançada de polipropileno translúcido, impermeabilizada com polietileno de baixa densidade, aditivada com filtro anti-ultravioleta, com 150-160 μm de espessura. A figura 2.1 abaixo demonstra de que maneira se estrutura a cobertura.

Figura 2.1: Cobertura Plástica: exemplo de estrutura.



Fonte: Almeida (2015)

Entretanto, a estrutura responsável por manter a cobertura sobre os vinhedos pode variar de acordo com as condições do produtor, podendo ser constituída de outros materiais, como o alumínio e a madeira. Em Detoni *et al.* (2007), foi utilizada estrutura de madeira para instalação da cobertura (Figura 2.2). É necessário apenas atentar para a vida útil dos materiais, que pode representar custos extras caso seja curta.

2.2 Microclima

A adoção de uma cobertura plástica como forma de proteção do vinhedo vem sendo estudada ao longo dos anos e diversos pesquisadores se dedicaram a documentar

Figura 2.2: Cobertura Plástica: estrutura de madeira



Fonte: Detoni *et al.* (2007)

as alterações causadas no microclima da videira, que podem ocorrer desde alterações na incidência de luz solar, na velocidade do vento, na disponibilidade hídrica, na temperatura dentro da cobertura e nas trocas gasosas realizadas pela planta (CARDOSO *et al.*, 2008).

Devido à sua opacidade, a cobertura plástica pode trazer redução na incidência de luz e interferir no processo fotossintético da videira (RANA *et al.*, 2004). Também, por se tratar de uma barreira física, a cobertura pode interferir na intensidade dos ventos e alterar perdas de produtividade e outras consequências que este traz (CARDOSO *et al.*, 2008). Além disso, a cobertura pode promover alterações na temperatura média do vinhedo (FERREIRA *et al.*, 2004), bem como atuar de forma a impedir o contato das chuvas e do granizo diretamente com as plantas (CHAVARRIA; SANTOS, 2009). Todas estas alterações podem impactar positiva ou negativamente no crescimento, desenvolvimento e produtividade da videira. Esta sessão tratará de abordar as alterações micrometeorológicas causadas pelo cultivo protegido.

2.2.1 Incidência de Luz Solar

A primeira das alterações micrometeorológicas a serem abordadas por este trabalho é a das alterações causadas na incidência de luz solar. A radiação solar é o fator determinante do processo fotossintético (SILVESTRINI *et al.*, 2007). Conforme avaliado por Hang *et al.* (1984), independentemente da espécie, a restrição da radiação solar acabará por diminuir a taxa fotossintética, a biomassa e a produção.

A disponibilidade de radiação solar no interior de ambientes protegidos é diminuída em relação ao ambiente externo, devido à reflexão e à absorção pela cobertura (CARDOSO *et al.*, 2010). Para a proteção do cultivo, filmes de polietileno são amplamente utilizados (CARDOSO *et al.*, 2008). Tais filmes apresentam, para radiação solar, transmissividade mínima e máxima de 65% e 90% (BECKMANN *et al.*, 2006; FARIAS *et al.*, 1993). Reisser *et al.* (2002) observaram que a transmissividade média de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) é de 70% para filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD). Além disso, Cardoso *et al.* (2008) concluíram que a cobertura de plástico reduz em 33% a disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa sobre o dossel.

A redução de incidência de RFA promove um mecanismo de compensação das plantas, mudando a morfologia e anatomia de suas folhas (CASTRO *et al.*, 2005). É sabido que cultivos em ambientes protegidos provocam alterações em características do dossel (como a área foliar), que podem modificar os padrões de interceptação da radiação e o coeficiente de extinção da radiação (CARDOSO *et al.*, 2010).

Ao avaliar as alterações nos padrões de interceptação e distribuição da radiação fotossinteticamente ativa em vinhedos da cultivar ‘*Moscato Giallo*’ destinada à produção de vinhos brancos, Cardoso *et al.* (2010) observaram que o emprego de cobertura plástica sobre vinhedos altera os padrões de interceptação e distribuição da radiação fotossinteticamente ativa e, conseqüentemente, os parâmetros descritivos das relações entre os fluxos de radiação e as características do dossel vegetativo. Além disso, pode-se perceber que a cobertura plástica sobre vinhedos promove aumento da eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel, bem como o coeficiente de extinção de radiação solar da videira é menor sob cobertura plástica que em céu aberto. Isto significa que, para um mesmo índice de área foliar, há menor interceptação de radiação solar pelo vinhedo coberto que em céu aberto (CARDOSO *et al.*, 2010).

Outra abordagem da importância da incidência de luz solar no dossel foi proposta por Spayd *et al.* (2002), que avaliaram como a composição das uvas *Merlot* foi afetada pela exposição à luz solar e diferiu os efeitos da temperatura da radiação solar na composição de antocianinas e compostos fenólicos. O estudo observou que a luz solar influencia a composição dos bagos da uva por meio de pelo menos dois mecanismos: temperatura e radiação solar. Além disso, Spayd *et al.* (2002) observaram que a luz aumenta a concentração total de antocianinas monoméricas e flavonóis. A biossíntese de flavonóis

estimulada pela luz ultravioleta, fica evidenciada pela diminuição da concentração nas cascas das bagas protegidas por barreiras ultravioleta, desde o brotamento do cacho até a colheita. Entretanto, as barreiras de luz ultravioleta não afetaram a concentração total de antocianinas monoméricas quando comparadas às uvas não protegidas. O sombreamento completo da fruta não é recomendado porque alguma luz solar é necessária para a síntese máxima de antocianinas e para equilibrar a composição de outros componentes da fruta (SPAYD *et al.*, 2002).

Ferreira *et al.* (2004) avaliaram a variação da incidência de luz solar em vinhedos de Cabernet Sauvignon cultivados sob cobertura de polietileno. Foi observado que, em se tratando da radiação multidirecional, mais comum em dias nublados, ocorreu maior penetração de radiação dentro da estufa quando comparado ao dossel descoberto. Entretanto, em dias ensolarados, a penetração da radiação solar no dossel coberto é menor quando comparada a radiação penetrante em vinhedos descobertos. Em média, a incidência de radiação nas áreas cobertas corresponde a 85,4% da radiação incidente no vinhedo descoberto (FERREIRA *et al.*, 2004).

Rana *et al.* (2004) também compararam a incidência de radiação solar global e fotossinteticamente ativa (RFA) em vinhedos da cultivar *Itália* localizados na cidade de Rutigliano (sudeste da Itália) e protegidos por filme plástico. Observaram que a incidência de radiação global no vinhedo protegido foi 14% menor quando comparada ao vinhedo sem proteção. Já a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi ainda mais reduzida, sendo, em média, 32% menor no vinhedo protegido.

De forma análoga, Chavarria *et al.* (2012) avaliaram os efeitos da cobertura de plástico na anatomia vegetal, conteúdo de clorofila e as consequentes implicações no potencial fotossintético das folhas da videira. Com um experimento conduzido com cultivares *Moscato Giallo*, observaram que a RFA sob a cobertura na altura do dossel vegetativo apresentou uma redução linear de 38%. Entretanto, comparando a anatomia foliar com a resposta da fotossíntese, é possível entender que a restrição à radiação solar não compromete a maturação das uvas e a qualidade final do vinho ligada ao processo de fotossíntese. Por fim, os pesquisadores puderam concluir que o potencial fotossintético das videiras não é afetado pela restrição da radiação solar imposta pela cobertura plástica devido à modificação anatômica das folhas.

De modo geral, conforme concluiu Chavarria (2008), a diminuição da incidência de radiação solar no vinhedo cultivado sob cobertura plástica tem como principal consequência um período mais prolongado que no cultivo a céu aberto, resultando em períodos maiores para a colheita.

2.2.2 Temperatura

Em ambiente protegido com cobertura plástica, além da incidência da luz solar, também é interessante considerar a variação da temperatura do ar, pois esta tem grande influência em praticamente todos os processos fisiológicos da planta (KISHINO *et al.*, 2007). As cultivares necessitam de variadas horas de frio (temperaturas inferiores à 7,2°C) para que a brotação não seja deficiente e desuniforme. No outono-inverno, temperaturas entre 10 e 13°C são ideais para a brotação da gema e desenvolvimento inicial do broto (KISHINO *et al.*, 2007). Já durante o amadurecimento, temperaturas em torno de 27°C são ideais para o correto amadurecimento e favorecem o aumento do teor de açúcar (POMMER, 2003). Além disso, conforme Pommer (2003 apud ROBERTO *et al.*, 2011), a temperatura influencia na qualidade dos frutos, uma vez que temperaturas que variem entre 10°C e 16°C proporcionam frutos de ótima qualidade e temperaturas entre 16°C e 21°C até promovem um crescimento vigoroso da videira mas resultam em frutos de qualidade inferior. A explicação deste fenômeno se dá pelo fato de que a amplitude térmica e o comprimento do dia condicionam a coloração, concentração de sólidos solúveis e a acidez das uvas (POMMER, 2003 apud ROBERTO *et al.*, 2011).

Sendo assim, fica estabelecida a relação extremamente importante entre a temperatura e a amplitude térmica com o desenvolvimento da planta e dos frutos. Dessa forma, é muito relevante que se analisem os impactos causados pela cobertura plástica no cultivo de uvas e de que forma eles podem ser benéficos para a safra.

Ferreira *et al.* (2004) analisaram as variações na temperatura em vinhedo da cultivar *Cabernet Sauvignon* protegido por cobertura plástica na cidade de Jundiaí (SP) e puderam observar que os valores de temperatura média dos vinhedos protegidos foi superior aos valores de temperatura média dos vinhedos a céu aberto. Os valores médios de temperatura máxima encontrados em vinhedos protegidos foram de 32,6°C enquanto que os vinhedos desprotegidos apresentaram valores médios de temperaturas máximas de 31,3°C. Além disso, as temperaturas mínimas registradas no interior da região protegida por filme plástico nunca foram inferiores às temperaturas mínimas registradas à céu aberto. Também, a amplitude térmica nos ambientes externos se mostrou inferior à amplitude térmica dos ambientes protegidos, em média, respectivamente, as amplitudes foram de 13,8°C e 14,9°C. Sendo, assim, Ferreira *et al.* (2004) puderam concluir que o uso do túnel de polietileno no cultivo de vinhedos *Cabernet Sauvignon* causou no microambiente uma elevação das temperaturas (máximas e mínimas) e da amplitude térmica.

Em cultivo protegido de cultivar *Moscato Giallo* na região de Flores da Cunha (RS), foram observadas temperaturas mais altas no tratamento coberto dos vinhedos. Em média, ocorreu um acréscimo de 3,4°C nas temperaturas máximas quando comparadas aos vinhedos à céu aberto (CARDOSO *et al.*, 2008). Outro fenômeno interessante observado por Cardoso *et al.* (2008) foi o de que os efeitos da cobertura plástica na temperatura

se mostrou mais evidente nos períodos diurnos, resultando em uma maior alteração das temperaturas máximas quando comparada a alteração nas temperaturas mínimas. Durante todo o estudo, as temperaturas mínimas diferiram apenas 0,6°C em comparação às temperaturas mínimas da região descoberta.

De forma análoga, em trabalho realizado com a cultivar *Syrah* sob cobertura plástica na região de Louveira - SP, Junior *et al.* (2019) observaram um aumento da temperatura na altura dos cachos nas uvas protegidas.

Em contrapartida, Rana *et al.* (2004) observaram que, em vinhedos da cultivar Itália protegidos por cobertura plástica localizados na região de Rutigliano, sudeste da Itália, as temperaturas médias registradas sob a cobertura plástica foram inferiores às temperaturas observadas em vinhedos desprotegidos da mesma região. Sendo assim, os pesquisadores concluíram que a cobertura da vinhedo ocasionou a diminuição da temperatura do ar e esta é uma consequência direta das mudanças da radiação (RANA *et al.*, 2004).

Conforme é explicado por Segovia *et al.* (1997 apud CHAVARRIA, 2008), o aumento da temperatura sob a cobertura plástica é resultado da redução da velocidade do vento, reduzindo as trocas térmicas entre as massas de ar presentes na região protegida. De forma análoga, a explicação para uma maior alteração das máximas no período diurno sob as coberturas de plástico pode ser a de que há um menor volume de ar a ser aquecido sob a cobertura plástica (em relação ao ambiente externo), devido às menores movimentações de ar (BURIOL *et al.*, 1997 apud CARDOSO *et al.*, 2008).

De forma geral, é amplamente estudada e documentada a importância da temperatura no desenvolvimento dos vinhedos, uma vez que esta tem influência em praticamente todos os processos fisiológicos da planta (KISHINO *et al.*, 2007). Deste modo, os trabalhos realizados visando estudar o impacto da cobertura plástica no parâmetro da temperatura puderam concluir que, em cultivo de videiras sob cobertura plástica, no Brasil, há influência da proteção na temperatura do ar. Tal alteração é percebida no acréscimo de temperatura média, das máximas e da amplitude térmica (CARDOSO *et al.*, 2008)(FERREIRA *et al.*, 2004). Tal fenômeno pode ser explicado devido à menor intensidade de ventos, reduzido a renovação das massas de ar no interior da cobertura e favorecendo a troca de calor convectivo nos menores volumes de ar sob a cobertura (SEGOVIA *et al.*, 1997 apud CHAVARRIA, 2008) (BURIOL *et al.*, 1997 apud CARDOSO *et al.*, 2008). As influências do acréscimo de temperatura no metabolismo das plantas e na fenologia das uvas produzidas sob cobertura plástica serão abordadas em capítulos subsequentes.

2.2.3 Vento

Outra alteração no microclima que pode ser observada pela adoção do cultivo protegido de frutas é da variação na intensidade do vento. A ação do vento tem a capacidade de afetar a produtividade das videiras, tanto por danos físicos (quebra de

brotos, ramos, folhas e derrubada de cachos), como fisiológicos, reduzindo o processo fotossintético (CHAVARRIA, 2008). Diversos autores relatam o decréscimo da intensidade do vento em dosséis protegidos, resultando em uma série de modificações microclimáticas sob a cobertura.

A ação do vento pode favorecer ou prejudicar o desenvolvimento da videira, conforme sua velocidade, duração e frequência (KISHINO *et al.*, 2007). Na fase inicial do desenvolvimento do ramo, o vento frio, aliado a alta umidade relativa, favorece o desenvolvimento de doenças como a infecção por antracnose (ROBERTO *et al.*, 2011). Além disso, ventos fortes, acima dos 80km/h podem derrubar os sistemas de sustentação da planta, causando prejuízos. O vento forte também aumenta a transpiração, diminui a absorção de CO₂ e causa danos mecânicos em ramos, folhas e frutos. A folha danificada apresenta deficiência fotossintética e o fruto com lesões na casca perde o valor comercial (KISHINO *et al.*, 2007). Por outro lado, a presença de ventos de baixa intensidade pode favorecer o desenvolvimento da planta, uma vez que promovem uma diminuição do tempo de molhamento foliar, condição que favorece o aparecimento de doenças fúngicas (ROBERTO *et al.*, 2011).

Cardoso *et al.* (2008) avaliaram a variação da intensidade do vento em dosséis da cultivar *Moscato Giallo* sob cobertura plástica, na região da Serra Gaúcha (Flores da Cunha - RS) e observaram uma significativa redução da intensidade do vento, com médias de redução de 88% da velocidade do vento quando comparado com os dosséis descobertos. Tal redução pode ser explicada pelas coberturas de plástico sobre filas de videiras imporem uma barreira física ao vento, impedindo que as plantas sejam atingidas diretamente com intensidade.

De forma análoga, conforme avaliado por Chavarria *et al.* (2008), a velocidade do vento foi atenuada em 90,04% junto ao dossel vegetativo das plantas cultivadas sob cobertura plástica. Tais alterações na velocidade do vento são capazes de explicar um aumento da temperatura sob a cobertura, uma vez que a movimentação do ar é menor (SEGOVIA *et al.*, 1997). Além disso, a movimentação menor de ar também resulta em menor dispersão de esporos fúngicos que podem vir a causar doenças no vinhedo (CHAVARRIA, 2008).

Outro efeito favorecido pela redução na velocidade do vento e a diminuição da radiação solar incidente é a influência que estas apresentam na renovação de ar na camada limítrofe da folha, afetando o deficit de pressão de vapor das plantas (DPV) (CHAVARRIA, 2008), efeito que será abordado nos próximos capítulos.

Uma abordagem também interessante sobre o impacto da cobertura plástica sob o vinhedo é a proteção oferecida contra às intempéries climáticas, como chuvas e ventos fortes, que são de comum ocorrência em regiões como a da Serra Gaúcha (CHAVARRIA, 2008), oferecendo uma maior garantia ao produtor.

2.2.4 Chuvas/Disponibilidade Hídrica

Há produção de uvas em diversas regiões do mundo, desde regiões onde o regime de chuvas é inferior a 200mm anuais, até em regiões úmidas, onde a precipitação supera os 1000mm anuais. Tal feito é obtido somente com a variação das técnicas de produção (POMMER, 2003). No Brasil, em regiões como a do Vale do São Francisco, onde há produção de duas safras anuais, é necessário que haja uma adaptação tecnológica para a safra que se desenvolve no período chuvoso (KISHINO *et al.*, 2007), uma vez que nestas condições a videira pode sofrer graves problemas, como abortamento das flores, elevados índices de incidência de doenças fúngicas e rachadura de bagas durante a fase de maturação, o que implica na perda parcial ou total da safra (ROBERTO *et al.*, 2011).

Em regiões como a da "Serra Gaúcha", onde há frequente ocorrência de chuvas próximo da época de colheita (MOTA *et al.*, 2009), podem haver significativas perdas de qualidade enológica quando a precipitação é volumosa. Deste modo, para garantir a produtividade, em muitas safras, a colheita é antecipada, evitando as podridões que são favorecidas pela chuva no final do ciclo (LULU *et al.*, 2005). Muito embora, a adoção da colheita antes da maturação ideal pode prejudicar a qualidade da uva destinada a vinificação (MOTA *et al.*, 2008). Além disso, a incidência de precipitação na forma de granizo pode prejudicar ainda mais o desenvolvimento das plantas e dos frutos, causando ferimentos que favorecem a infecção por patógenos (MOTA *et al.*, 2008).

Sendo assim, a adoção da cobertura plástica para o controle da disponibilidade hídrica e proteção das videiras pode trazer resultados favoráveis no cultivo da uva destinada a vinificação. Entretanto, é necessário avaliar de que forma a cobertura plástica e a restrição da disponibilidade de água da chuva podem afetar o vinhedo.

Com o objetivo de sanar tais questionamentos, Chavarria *et al.* (2008) avaliaram as relações hídricas em vinhedo da cultivar *Moscato Giallo* sob cobertura plástica, localizado na região de Flores da Cunha - RS, considerando, em conjunto, a disponibilidade e a distribuição de água no solo e a demanda evaporativa do microclima sob cobertura. Os autores observaram, então, que a cobertura plástica proporcionou restrição na disponibilidade de água no solo na linha de cultivo, com diminuições de 20 a 60% ao longo do perfil de 30 cm de profundidade, em relação à área descoberta. A redução da umidade foi maior no perfil mais superficial do solo (0 - 10 cm). Em função dessa limitação hídrica, houve nítida restrição do crescimento e sobrevivência da cobertura vegetal rasteira sob as fileiras das áreas protegidas. Houve, no entanto, maior disponibilidade de água nas entrelinhas, uma vez que a estrutura da cobertura concentra a água das chuvas nas entrelinhas.

De forma análoga, com vinhedos da cultivar *Cabernet Sauvignon*, cultivados sob cobertura plástica, na cidade de Caxias do Sul - RS, Mota *et al.* (2009) buscaram avaliar os efeitos da cobertura plástica sobre a disponibilidade de água. E observaram que a cobertura plástica reduz o teor de água no solo em praticamente todos os perfis, sendo

mais significativo no perfil superficial (0 - 10cm). Tais resultados foram consequência de uma redistribuição da água da chuva acumulada nas entrelinhas para as camadas inferiores do solo, resultando em maiores valores de umidade para as camadas mais profundas (30 - 60cm).

Conforme Choné *et al.* (2001), a disponibilidade hídrica é fator de muita importância na definição da qualidade enológica das uvas e que déficits hídricos leves a moderados têm efeito enológico positivo no desenvolvimento e amadurecimento dos frutos. Alterações físico-químicas e sensoriais também podem ser atribuídas às restrições hídricas da videira (MATTHEWS *et al.*, 1990). Além disso, (LEEUWEN; SEGUIN, 1994) observaram que a qualidade fenológica, a quantidade de taninos e antocianinas em uvas tintas também é favorecida por restrições hídricas leves a moderadas.

De forma geral, a adoção do cultivo protegido de videiras oferece proteção física ao vinhedo contra intempéries climáticas como a queda de granizo (ROBERTO *et al.*, 2011), permite ao produtor um maior controle da disponibilidade hídrica das plantas (CHAVARRIA *et al.*, 2008), favorecendo uma melhor maturação das uvas, resultando em frutos com melhor qualidade enológica (LEEUWEN; SEGUIN, 1994), principalmente em regiões em que há maior incidência de chuvas no período da maturação das frutas. Ademais, a presença da cobertura plástica, evitando o contato direto da água da chuva com as plantas e frutos reduz a incidência de doenças fúngicas (LULU *et al.*, 2005). Contudo, mais sobre a relação entre as patologias da videira e a cobertura plástica será abordado em futuros capítulos deste trabalho. Deste modo, no que tange a disponibilidade hídrica das videiras, a adoção da cobertura plástica é bastante benéfica.

2.2.5 Umidade Relativa

A influência da proteção plástica no vinhedo no parâmetro de umidade relativa também é bastante estudado por pesquisadores, uma vez que a umidade relativa é responsável por condicionar algumas relações de trocas gasosas da planta. Altas concentrações de vapor no ar favorecem a absorção direta pelas plantas e aumento da taxa fotossintética (KISHINO *et al.*, 2007). A umidade relativa do ar e a duração do período de molhamento foliar por orvalho estão intimamente ligadas, sendo que as principais doenças fúngicas ocorrem em condições de elevada umidade relativa e na presença de um filme de água sobre as folhas e frutos, propiciando a instalação do patógeno (CENTELHAS; SANTOS, 1995).

Em viticultura, é ideal que se mantenham valores médios de umidade relativa entre 62% e 68%. A umidade relativa acima dos 75% pode, associada a valores mais elevados de temperatura, favorecer a infecção por diversos patógenos fúngicos. Tal condição pode ser amenizada caso não haja umidade em excesso a ponto de haver deposição de água nas folhas e frutos (KISHINO *et al.*, 2007). Entretanto, a baixa umidade relativa pode

resultar em um favorecimento de doenças como o oídio e ainda a proliferação de ácaros, além de uma maior transpiração da planta, reduzindo a produção de frutos (KISHINO *et al.*, 2007).

Tendo em vista a importância da umidade relativa no desenvolvimento das videiras, Rana *et al.* (2004) analisaram os efeitos da cobertura plástica na umidade relativa em vinhedos localizados na cidade de Rutigliano, na Itália, e descobriram que a proteção no vinhedo causou um aumento da umidade relativa do ar em até 20% quando comparado com os vinhedos descobertos. O maior nível de umidade observado nos tratamentos cobertos deveu-se ao reduzido efeito do vento e, conseqüentemente, da resistência aerodinâmica, nas videiras cobertas.

Em contrapartida, ao avaliar as alterações dos parâmetros do microclima de um vinhedo de cultivar *Moscato Giallo* protegido por cobertura plástica, na cidade de Flores da Cunha - RS, Chavarria *et al.* (2008) observaram que a umidade relativa foi o parâmetro que teve menor variação em relação ao ambiente externo, sendo que para cada unidade percentual (u.p.) de variação externa, houve 0,85 u.p. sob a cobertura. No mesmo experimento, Cardoso *et al.* (2008) constataram que em períodos diurnos, a umidade relativa do ar foi inferior debaixo da cobertura de plástico, em relação ao ambiente externo; contudo, a cobertura de plástico provocou aumentos na pressão real de vapor e no déficit de saturação do ar, durante o dia.

Este comportamento de umidades relativas serem inferiores no interior das coberturas nos períodos diurnos também foi observado por Lulu *et al.* (2005), ao avaliarem os parâmetros microclimáticos de vinhedo da cultivar *Romana (A1105)*. Além disso, também foi percebido que durante a noite, no final da tarde e em dias nublados e com chuva, a umidade relativa média no interior da cobertura plástica tende a ser ligeiramente superior à do ambiente externo.

De acordo com Farias *et al.* (1993), é esperado que a umidade relativa no interior de estufas seja superior à umidade relativa do ambiente externo, devido ao aumento da pressão de vapor de água. Entretanto, para períodos diurnos, umidades relativas no interior da proteção podem apresentar valores inferiores aos externos, acompanhadas, também de acréscimos na temperatura do ar (BURIOL *et al.*, 1997).

2.3 Aspectos Fitossanitários

2.3.1 Doenças Fúngicas

No setor vitícola, as doenças fúngicas são um dos principais problemas na produção de uvas de qualidade. Em determinadas regiões, os custos de aplicação de defensivos agrícolas para garantia da sanidade das plantas podem representar até 30% do custo total de produção das uvas (SÔNEGO *et al.*, 2005). Dessa forma, é necessário que se conheçam

os principais patógenos que incidem sobre as videiras do Brasil e quais são suas condições ideais para crescimento e desenvolvimento, para que então seja possível analisar como a proteção dos vinhedos com cobertura plástica pode interferir de maneira benéfica no controle destas patologias.

No Brasil, as principais doenças fúngicas da parte aérea da videira são o míldio (*Plasmopara viticola*), a antracnose (*Elsinoe ampelina*), a podridão cinzenta (*Botryotinia fuckeliana*), o oídio (*Uncinula necator*), as podridões do cacho causadas por *Melanconium fuligineum* e *Glomerella cingulata*, a escoriose (*Phomopsis viticola*), a mancha das folhas (*Isariopsis clavispora*) e a ferrugem (*Phakopsora euvitis*) (SÔNEGO *et al.*, 2005). Sendo assim, esta sessão tratará de analisar as principais patologias presentes nos *terroirs* brasileiros, a fim se obter um panorama geral sobre como se manifestam, as condições ideais de crescimento dos fungos e os impactos causados na produção.

O Míldio é a doença fúngica mais importante dos vinhedos brasileiros. Muito presente em vinhedos da região da Serra Gaúcha, é causada pelo pseudofungo *Plasmopara viticola*. As cultivares de *V. vinifera* são muito suscetíveis a doença, enquanto que as cultivares de uvas americanas e híbridas são mais resistentes (SÔNEGO *et al.*, 2005).

Essa doença tem como sintomas iniciais o aparecimento de manchas de coloração verde claro (Figura 2.3) que depois podem se tornar manchas amarronzadas (Figura 2.4), resultado da necrose dos tecidos. Normalmente as folhas atingidas caem, privando a planta de nutrição (SÔNEGO *et al.*, 2005).

Figura 2.3: Míldio: Manchas de óleo na parte superior da folha.



Fonte: Sônego *et al.* (2005)

Este fungo também pode atacar a planta no período de inflorescência, causando deformação da mesma, a deixando em formato de gancho (Figura 2.5). O míldio nas bagas, em condição de alta umidade, forma uma estrutura branca, constituída pela frutificação do pseudofungo (Figura 2.6). O ataque nas inflorescências e nos cachos são os mais prejudiciais, pois podem comprometer totalmente a produção (SÔNEGO *et al.*, 2005).

Conforme Sônego *et al.* (2005), a condição ideal para o crescimento deste fungo é a

Figura 2.4: Míldio: Manchas necróticas na folha

Fonte: Sônego *et al.* (2005)

Figura 2.5: Míldio: Inflorescência com frutificação de Míldio

Fonte: Sônego *et al.* (2005)

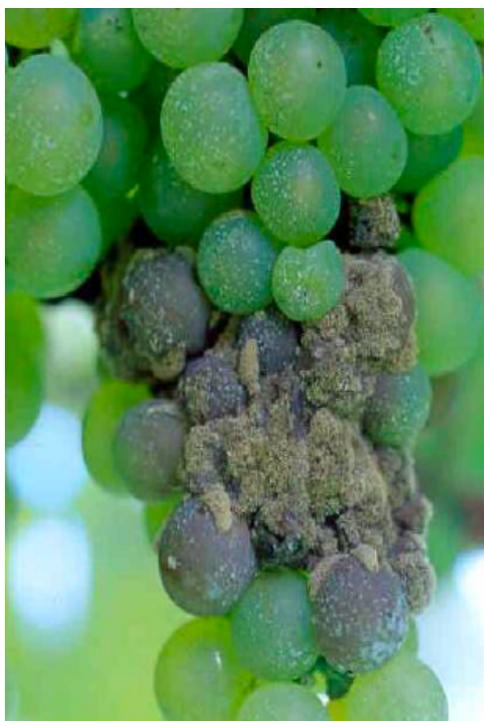
Figura 2.6: Míldio: bagas com frutificação

Fonte: Sônego *et al.* (2005)

presença de elevados teores de água no solo, ar e diretamente na planta. Sendo assim, a incidência de chuvas e alta umidade do ar podem acarretar em sérias epidemias de míldio.

Outra doença fúngica comum nos vinhedos brasileiros é conhecida por Podridão Cinzenta (ou mofo cinzento), causada pelo fungo *Botryotinia fuckeliana* (na forma sexuada *Botrytis cinerea*). Esta patologia afeta não só a produção como também a qualidade enológica da fruta, pois produz enzimas responsáveis pela oxidação de compostos fenólicos, prejudicando, posteriormente, cor, aroma e sabor do vinho. É mais comum deste patógeno infectar as bagas durante a maturação, na qual, os primeiros sintomas são manchas circulares de cor lilás que depois evoluem para coloração amarronzada. O fungo se desenvolve no interior da baga e seus órgãos de frutificação podem cobrir totalmente a baga (Figura 2.7)(SÔNEGO *et al.*, 2005).

Figura 2.7: Podridão Cinzenta: Cachos comprometidos por *Botrytis*



Fonte: Sônego *et al.* (2005)

A podridão cinzenta ocorre em vinhedos cuja umidade relativa esteja acima de 90% e as temperaturas em torno de 25°C. Cultivares com cachos mais compactos podem favorecer a doença. Injúrias nas bagas causadas por insetos e outras perfurações (granizo) também favorecem as infecções (SÔNEGO *et al.*, 2005).

O Oídio é uma patologia causada pelo fungo *Uncinula necator* e tem sintomatologia muito similar à do Míldio, aparecendo em forma de manchas nas folhas, comprometendo a produção quando infecta as bagas, podendo causar rachaduras nas bagas, conforme mostra a Figura 2.8 abaixo (SÔNEGO *et al.*, 2005).

O oídio se desenvolve em condições de clima seco (umidade relativa entre 40% e 60%). Períodos secos, quentes e com nebulosidade são as condições favoráveis ao desenvolvimento do oídio, baixa luminosidade ou luz difusa favorece o desenvolvimento da doença. Tais

Figura 2.8: Oídio: rachadura das bagas



Fonte: Sônego *et al.* (2005)

condições fazem do oídio uma doença mais comum em regiões como o Nordeste, onde é a principal doença fúngica da videira (SÔNEGO *et al.*, 2005).

As Podridões dos cachos se refere, de forma abrangente, às podridões causadas pelos fungos *Glomerella cingulata* (podridão da uva madura) e *Melanconium fuliginum* (podridão amarga). Em ambas, os fungos atacam os tecidos de bagas, causando uma lesão aquosa marrom que aumenta em forma de anéis concêntricos até envolver toda a baga. Os frutos atacados podem enrugam e mumificar (Figura 2.9). Ambas as doenças podem ocorrer simultaneamente no mesmo cacho. O vento, a chuva e os insetos auxiliam na disseminação dos esporos dos fungos. Ferimentos nos frutos favorecem o estabelecimento dos patógenos (SÔNEGO *et al.*, 2005).

Figura 2.9: Podridão da uva madura: murchamento das bagas em uva branca



Fonte: Sônego *et al.* (2005)

Ainda, a Antracnose, a Escoriose (*Phomopsis viticola*) da videira e a Mancha das folhas (*Pseudocercospora vitis*) são outras doenças fúngicas comuns nos vinhedos brasileiros. Têm seu desenvolvimento favorecido em ambientes de alta umidade e temperatura e causam problemas como a redução na produtividade, queda de folhas e até a morte das videiras

(SÔNEGO *et al.*, 2005).

Deste modo, avaliados os principais patógenos fúngicos que acometem as videiras brasileiras, percebe-se a necessidade de um maior cuidado quanto à temperatura, à alta umidade do ar e à disponibilidade de água livre no vinhedo, uma vez que a maioria dos patógenos citados apresenta, como característica ambiental ideal para o crescimento, a presença destes parâmetros. Como o controle de temperatura do vinhedo não é uma realidade tangível em maior escala, é necessário que se observem os outros dois parâmetros, que podem ser atenuados com a aplicação de cobertura plástica sobre o vinhedo. As próximas sessões tratarão de abordar as implicações da adoção do cultivo protegido no controle fitossanitário do vinhedo.

2.3.2 Incidência de doenças fúngicas e necessidade de controle

Como foi mencionando na Sessão 2.3.1, a maioria das doenças fúngicas comuns no Brasil são resultado de ambientes com alta umidade, temperatura e disponibilidade de água livre sobre as plantas (molhamento foliar) (SÔNEGO *et al.*, 2005). Entretanto, como fora visto na sessão 2.2, a cobertura plástica tem a capacidade de alterar os parâmetros microclimáticos da videira, principalmente nestes que são considerados críticos para o desenvolvimento de patologias, como molhamento foliar, a temperatura e a intensidade do vento (CARDOSO *et al.*, 2008).

A presença de água livre sobre as folhas da videira, aliadas à alta umidade e a temperatura são condições ideais para o desenvolvimento de doenças fúngicas na videira (LALANCETTE *et al.*, 1987 apud CHAVARRIA *et al.*, 2007). Ainda, Kishino *et al.* (2007) apontaram a chuva e o molhamento foliar tendo relação direta com o desenvolvimento de patologias fúngicas, principalmente o Míldio. De forma análoga, Agrios (1997 apud CHAVARRIA *et al.*, 2007) indica que a presença de água livre favorece o desencadeamento de processos relacionados às infecções das doenças, incluindo a liberação e a germinação de esporos, a penetração do tubo germinativo de fungos e a multiplicação de células de fitobactérias. Além disso, longos períodos de molhamento foliar foram apontados como fundamentais para o desenvolvimento de *P. viticola* (Míldio), uma vez que os processos como infecção e esporulação são altamente dependentes da presença de água livre. Da mesma forma, Centelhas e Santos (1995 apud DETONI *et al.*, 2007) aponta umidade relativa alta, aliada a longos períodos de molhamento foliar como condições que favorecem o surgimento de patógenos.

Conforme avaliado na sessão 2.2.4, a cobertura plástica é eficaz em eliminar o molhamento foliar, bem como reduzir drasticamente o contato direto das gotas de chuva com a videira (CHAVARRIA *et al.*, 2007). Detoni *et al.* (2007) também avaliaram a presença de molhamento foliar por orvalho e após períodos de chuva e constataram que a cobertura foi eficaz em reduzir este efeito. Chavarria *et al.* (2007) não detectaram a

presença de Míldio nos cultivos protegidos de *Moscato Giallo*, mesmo estes não tendo sofrido tratamento com produtos fungicidas. De forma análoga, Mota *et al.* (2009) ao estudar os efeitos da cobertura de videira *Cabernet Sauvignon* puderam perceber a ausência de infecção de míldio e outras doenças fúngicas, mesmo estas não tendo sofrido tratamento com fungicidas. Ambos os estudos apresentaram que os cultivos tradicionais (desprotegidos) tiveram a necessidade de aplicações de fungicidas durante todo o período do cultivo, enquanto que os vinhedos sob cobertura plástica não necessitaram receber. Chavarria *et al.* (2007) também ressaltaram que tanto no cultivo coberto quanto no descoberto a umidade relativa não apresentou diferença, indicando que esta não está diretamente relacionada na presença ou ausência das doenças encontradas no estudo.

Entretanto, em trabalhos realizados no estado do Paraná, com a cultivar *BRS Clara*, Genta *et al.* (2010) perceberam que, apesar de reduzir a incidência de Míldio e resultar em uma menor necessidade de aplicação de fungicidas, a cobertura plástica não foi totalmente eficaz na eliminação do molhamento foliar. Isso pode ser atribuído ao fato de a cobertura de plástico não evitar a ocorrência de respingos decorrentes de chuvas associadas a ventos fortes, comuns no verão paranaense, e também à menor aeração no dossel vegetativo sob o plástico. Outro fator a se observar quanto aos resultados encontrados por Genta *et al.* (2010) é o fato de que este trabalho utilizou o sistema de produção latada, enquanto os demais utilizaram o sistema em "Y".

Além dos resultados favoráveis no controle de infecção por Míldio, a cobertura plástica se mostrou eficaz, também, na redução da incidência das podridões nos cachos. Conforme Kishino *et al.* (2007), na fase final de maturação é desejável um período seco para evitar as podridões dos cachos causadas por fungos e outros microrganismos. Ao avaliar a incidência de podridões nos cachos da cultivar *Romana (A1105)* cultivada sob cobertura plástica na cidade de Jundiaí, Lulu *et al.* (2005) verificaram uma redução significativa da incidência de podridões nos vinhedos protegidos quando comparados aos vinhedos desprotegidos (4,3% em média de podridões nos cachos protegidos e 34,5% em média de podridões nos cachos desprotegidos). Da mesma forma, (CHAVARRIA *et al.*, 2007) com a cultivar *Moscato Giallo* perceberam uma redução média de -64,35% na incidência de podridão dos cachos protegidos.

Outro resultado interessante quanto às podridões nos cachos foi de que ambos Chavarria *et al.* (2007) e Lulu *et al.* (2005), além de relatarem uma redução da incidência de podridões, também relataram um decréscimo na severidade das doenças. Chavarria *et al.* (2007) percebeu uma redução no grau de dano por podridão-da-uva madura (89,47%), podridão-cinzenta-da-uva (57,56%) e podridão ácida (84,54%). Já Lulu *et al.* (2005) observaram uma redução no dano profundo entre os tratamentos com cobertura plástica (média de 2,1% de dano profundo) e sem cobertura plástica (média de 7,8% de dano profundo). E redução significativa na ocorrência de dano superficial no tratamento com cobertura plástica (média de 2,5% de dano superficial) em relação ao tratamento sem

cobertura plástica (média de 6,7% de dano superficial). Tais resultados permitem concluir uma eficiência da cobertura plástica em reduzir os efeitos causados pela podridão dos cachos.

A redução da velocidade do vento no vinhedo causada pela adoção da cobertura plástica, documentada por Chavarria (2008) e Cardoso *et al.* (2008), pode ter impacto na redução de incidência de doenças fúngicas pois, conforme Aita (1983 apud CHAVARRIA *et al.*, 2007), o vento é um dos principais fatores da dispersão dos esporos fúngicos. Entretanto, conforme observado por Chavarria (2008), a presença de esporos de *P. Viticola* foi superior no ambiente coberto do que no descoberto, indicando que a menor incidência de vento não reduziu a presença e a quantidade de esporos fúngicos. Além disto, a presença dos esporos de *P. Viticola* em maior quantidade indica que, apesar da presença, as condições microclimáticas impediram o desenvolvimento da patologia (CHAVARRIA, 2008).

A redução do período de molhamento foliar se mostrou propício para a redução e controle de incidência de míldio e podridões dos cachos, entretanto, essa redução da disponibilidade de água livre cria condições favoráveis ao desenvolvimento de oídio (KISHINO *et al.*, 2007). Tal efeito foi observado por Chavarria *et al.* (2007), que relatou uma incidência significativa de oídio nos vinhedos protegidos e que não tiveram a aplicação de fungicidas.

Outra condição que favorece o crescimento de Oídio (*Uncinula necator*) é a reduzida incidência de luz no vinhedo, causada pela cobertura. A radiação solar direta tem a capacidade de danificar o micélio e os esporos expostos, amenizando os efeitos da epidemia de patógenos (GAVA *et al.*, 2004). Conforme Rana *et al.* (2004), a incidência de luz fotossinteticamente ativa (400 a 700nm) diminuiu de 33% a 55% com relação ao cultivo a céu aberto. Tais condições, associadas às restrições hídricas e temperaturas mais elevadas ocasionadas pelas coberturas plásticas favorecem o surgimento desta patologia (GRIGOLETTI; SÔNEGO, 1993).

2.3.3 Manejo de Fungicidas

A adoção de um cultivo protegido por cobertura plástica altera diversos parâmetros microclimáticos que podem resultar em diferentes necessidades de aplicações de fungicidas (CARDOSO *et al.*, 2008). No cultivo convencional de *Vitis vinifera* no estado do Rio Grande do Sul costuma-se realizar, em média, 14 aplicações de fungicidas (FREIRE; FREIRE, 1992 apud CHAVARRIA, 2008). Conforme observado por Gava *et al.* (2004), devem ser consideradas informações sobre o estágio fenológico das plantas e as condições ambientais para determinar se a aplicação de fungicida é necessária e como deve ser escalonada.

Deste modo, estudos visando esclarecer o comportamento de fungicidas em vinhedos cultivados com cobertura plástica foram realizados por pesquisadores. Genta *et al.* (2010)

perceberam, em trabalho realizado com a cultivar BRS Clara, que devido à utilização da cobertura plástica, a necessidade de aplicação de fungicidas foi 75% inferior quando comparado ao método tradicional de cultivo. Também observaram um maior efeito residual dos fungicidas aplicados em ambiente coberto.

Mota *et al.* (2009) ao trabalhar com a cultivar *Cabernet Sauvignon* em ambiente protegido por cobertura plástica não necessitaram realizar aplicações de fungicidas durante todo o ciclo vegetativo. Em contrapartida, foram necessárias 22 aplicações de fungicidas nas uvas cultivadas de maneira tradicional, principalmente para controlar infecções por míldio.

De forma análoga, Chavarria *et al.* (2007) observaram que foram necessárias apenas duas aplicações de fungicidas, em infecções pontuais de oídio, em videiras da cultivar *Moscato Giallo* durante todo o ciclo, enquanto foram necessárias 17 aplicações de fungicidas no cultivo convencional. Destaca-se que as aplicações realizadas para controle de oídio foram apenas nas plantas com manchas de ocorrência e não em toda a área. Devido a reduzida necessidade de aplicação de fungicidas no cultivo protegido, reduz-se a probabilidade de desenvolvimento de resistência aos agrotóxicos pelos organismos causadores de doença na videira (GRIGOLETTI; SÔNEGO, 1993).

Apesar dos benefícios aliados à redução da necessidade de aplicação de fungicidas no cultivo protegido, é preciso atentar quanto a persistência dos agentes químicos na videira. Tal efeito ocorre devido à redução de radiação ultravioleta e ausência de chuvas sobre os cachos, pelo uso da cobertura plástica. A persistência e o acúmulo de fungicidas nas uvas pode resultar em problemas para a vinificação, uma vez que as leveduras também sofrem com a ação dos fungicidas. Além disso, a presença destes agrotóxicos em uvas de mesa, destinadas ao consumo *in natura*, pode causar danos à saúde dos consumidores (CHAVARRIA; SANTOS, 2009).

Com base no exposto, (CHAVARRIA *et al.*, 2007) avaliaram e destacaram que o acúmulo residual do princípio ativo captan foi maior nos cachos cultivados sob cobertura plástica em 18,26%, na avaliação realizada aos dois dias após a primeira aplicação e em 33,1% e 27,52%, nas avaliações realizadas aos dois e sete dias após a segunda aplicação, respectivamente. Este acúmulo pode se explicar por dois fatores: a redução da incidência direta de chuvas nos cachos e folhas, pois a água da chuva tem o efeito de lixiviação dos agroquímicos, e a diminuição de incidência de radiação solar impede a degradação das moléculas dos fungicidas (CHAVARRIA *et al.*, 2007).

Além dos benefícios fitossanitários expostos nesta sessão, quanto à redução da necessidade de utilização de fungicidas e manutenção da sanidade das videiras e das uvas, destaca-se que um decréscimo na quantidade de agrotóxicos aplicados significa, também, em uma exposição à contaminação até 15 vezes menor para produtores e para o ambiente (CHAVARRIA; SANTOS, 2013).

Conforme apontaram Sônego *et al.* (2005), os custos com fungicidas podem repre-

sentar até 30% do custo total de produção, fazendo com que a cobertura plástica sobre o vinhedo traga não apenas benefícios à sanidade da videira, uma menor exposição do produtor e do meio ambiente à contaminação e ganhos produtivos, como também podem significar uma redução considerável dos custos, uma vez que reduzem a necessidade de uso de um dos principais insumos de produção.

2.3.4 Cultivo Orgânico

As alterações causadas no microclima da videira devido à instalação de cobertura plástica se mostraram eficazes em reduzir a incidência de doenças (sessão 2.3.2) e a necessidade de aplicação de agroquímicos, em especial fungicidas (sessão 2.3.3). Tais condições são propícias para se avaliar a adoção de um cultivo orgânico de videiras, uma vez que a cobertura plástica se mostra eficiente na redução de doenças na planta.

Chavarria *et al.* (2007) apontaram que, devido à redução da necessidade de utilização dos fungicidas para controle de Míldio e que, durante o ciclo produtivo só houve necessidade de aplicação para controle de Oídio, há a possibilidade de adoção de um cultivo orgânico de videiras com uso da cobertura plástica, uma vez que existem outras maneiras para controle de Oídio, como a utilização de leite cru (BETTIOL, 2004).

De forma análoga, Botelho *et al.* (2011) analisaram a viabilidade do cultivo orgânico de *Vitis vinifera* sob cobertura plástica e concluíram que o cultivo da videira em sistema orgânico sob cobertura plástica é possível, inibindo a incidência de doenças e reduzindo as necessidades de controle. O fator mais limitante foram os ataques de vespas e abelhas que diminuem severamente a produção de cachos.

Sendo assim, conforme exposto pelos autores citados, a adoção de cobertura plástica como alternativa no cultivo de uvas pode favorecer o cultivo orgânico, agregando mais uma característica ao produto final.

2.4 Econômico

2.4.1 Produtividade

Diversos aspectos podem afetar a produtividade das videiras, como o clima, nutrição mineral, disponibilidade hídrica, incidência de doenças, presença de pragas e até hábitos culturais. O ambiente tem sua influência sobre a videira como resultado da interação de diversos fatores com a genética de cada cultivar, o que vai determinar a qualidade e a produtividade dos frutos (CHAVARRIA, 2008).

Como foi já exposto neste trabalho, a adoção de cobertura plástica sobre o vinhedo tem impactos significativos no microclima. Estes impactos influenciam desde o vento, a incidência de radiação solar, a temperatura, a disponibilidade hídrica (CARDOSO *et al.*,

2008) até a incidência de doenças fúngicas (CHAVARRIA *et al.*, 2007). É interessante então, estudar se estas variações de microclima e incidência de doenças é capaz de interferir na produtividade da videira.

É sabido que a incidência de ventos pode afetar negativamente a produtividade dos vinhedos, pois este é capaz de causar danos físicos, quebra de ramos, folhas, brotos além da derrubada de cachos. Além disso, o vento é capaz de interferir na abertura estomática e reduzir os processos fotossintéticos da videira (PIENAAR, 2005). A ação dos ventos também é capaz de interferir na polinização e no pegamento dos frutos, reduzindo a produtividade (NORTON, 1988). Desta forma, a adoção da cobertura plástica, com redução significativa na intensidade dos ventos, pode ser um fator que influencie positivamente na produtividade.

A restrição solar pode interferir na produtividade, afetando o processo fotossintético, o crescimento, o acúmulo de reservas e acarretar em baixa frutificação posterior (MULLINS, 1992 apud CHAVARRIA, 2008). Entretanto, conforme demonstrado por Chavarria (2008), as videiras cultivadas sob cobertura plástica respondem à restrição de luminosidade, através de alterações anatômicas, incrementando o parênquima paliçádico e consequente aumento no teor de clorofila, que permitem a estas plantas alcançarem taxas fotossintéticas capazes de não comprometer seu metabolismo e a capacidade de produção.

A variação de temperatura também pode influenciar em diversos processos pois esta atua como aceleradora do processo metabólico da videira (TAIZ; ZEIGER, 2013), estimula a brotação e abrevia períodos fenológicos (MULLINS, 1992 apud CHAVARRIA, 2008). De acordo com Chavarria (2008), é possível que o incremento da temperatura resulte no aumento da fertilidade. Embora o aumento da temperatura favoreça o metabolismo celular, o excesso de calor pode ocasionar um crescimento mais lento, em função da diminuição da atividade fisiológica (CARBONNEAU *et al.*, 1978 apud CHAVARRIA, 2008).

A cobertura plástica também promove uma certa restrição na disponibilidade hídrica da planta. Entretanto, conforme avaliado por Chavarria (2008), a disponibilidade hídrica para as plantas cobertas é maior uma vez que a restrição da incidência de luz solar e a redução da força do vento possibilitam uma menor demanda evaporativa e estimulam uma maior abertura estomática, influenciando positivamente o crescimento das bagas, uma vez que há maior quantidade de água, favorecendo o crescimento celular (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Tendo em vista as abordagens teóricas sobre o tema, trabalhos visando esclarecer diferenças significativas de produtividade em sistema de cultivo sob cobertura plástica foram realizados. Junior *et al.* (2019) avaliaram a produtividade da cultivar *Syrah* em cobertura plástica e encontraram que a produtividade, em toneladas por hectare, foi de 17,66 e 14,51 t.ha⁻¹, respectivamente, para as plantas manejadas sob cobertura de plástico e sem cobertura. A maior produtividade observada no tratamento com cobertura plástica deveu-se a maior massa dos cachos, resultados que apresentaram diferença estatística.

Os resultados encontrados por Chavarria e Santos (2009), em trabalho realizado com a cultivar *Moscato Giallo*, em duas safras consecutivas, indicam que a produtividade das videiras cobertas apresentaram incrementos, em comparação com o cultivo desprotegido, de 16,39% e 39,15% na primeira e na segunda safra respectivamente. Embora houvesse maior produtividade nas videiras cobertas, essa não foi resultado de um aumento de massa nos cachos, que não apresentaram variação estatística entre os tratamentos. O ganho de produtividade se deu pelo maior número de cachos por planta, resultado da maior brotação de gemas. De acordo com Mullins (1992), a melhor frutificação se deve às condições propiciadas pela cobertura, uma vez que excessos de vento e chuva tem reflexos negativos no desenvolvimento das uvas.

Sendo assim, é possível afirmar que a adoção do cultivo protegido de videiras por cobertura plástica pode influenciar o microclima de forma que ocorram mudanças positivas no desenvolvimento, floração e frutificação da videira, resultando em melhores desempenhos produtivos, muito embora estas variações podem sofrer interferências do clima da região ou das práticas culturais dos produtores.

2.4.2 Impacto Financeiro

As coberturas plásticas tem sido usadas de maneira ampla para minimizar os impactos ambientais, como a redução de água livre nos cachos e folhas, proteção contra ventos, elevação da temperatura, entre outros (MOTA *et al.*, 2009). Tais alterações trazem benefícios quanto à incidência de doenças fúngicas, cujo controle representa parte significativa dos investimentos feitos pelos produtores no Brasil (SÔNEGO *et al.*, 2005). Além disso, autores citam a capacidade da cobertura plástica influenciar na produtividade dos vinhedos, elevando a produtividade por hectare de certas cultivares (CHAVARRIA; SANTOS, 2009; JUNIOR *et al.*, 2019). Entretanto, apesar dos benefícios atrelados à cobertura plástica, é necessário pontuar que a sua instalação, manutenção e vida útil tem impacto financeiro significativo para o produtor, uma vez que o investimento por hectare é substancialmente maior (LAZZAROTTO; FIORAVANÇO, 2014).

Deste modo, Lazzarotto e Fioravanço (2014) avaliaram a viabilidade financeira da instalação de cobertura plástica para proteção de vinhedos de uvas americanas sob produção orgânica. Os trabalhos estudaram a instalação de estruturas feitas com canos de aço galvanizado e cobertas por plástico tipo rafia conforme descrito por Santos e Chavarria (2012). Os resultados indicam que a instalação da cobertura plástica elevaria em pelo menos 80% os investimentos totais necessários. Esse aumento da necessidade de investimento se deve por conta da cobertura ser, muitas vezes o item de investimento mais significativo. Ao analisar individualmente o sistema da cobertura, Lazzarotto e Fioravanço (2014) apontam a parte plástica como responsável por até 55% do valor total acrescido.

Sendo assim, o produtor ao optar pelo cultivo protegido deve observar que, além da

necessidade do aporte inicial para a instalação, é necessário que se economize ao longo dos anos para a realização da reposição do plástico (LAZZAROTTO; FIORAVANÇO, 2014). Isso porque, caso seja de boa qualidade, o plástico apresenta vida útil de no máximo 6 anos (ESPI, 2006). Desta forma, a demanda por hectare protegido pode ser superior à R\$ 42.000,00 com vida útil de 6 anos (LAZZAROTTO; FIORAVANÇO, 2014).

Mesmo com a redução de praticamente 100% dos custos com a aplicação de fungicidas, Lazzarotto e Fioravanco (2014) entenderam que a adoção do cultivo protegido não compensaria financeiramente. Para que este sistema pudesse trazer lucros significativos ao produtor seria necessário que houvessem alterações em alguns fatores, como: elevação da produtividade sem decréscimo de qualidade, aumento do preço pago à uva, diminuição do custo da cobertura plástica e aumento da durabilidade do plástico. Entretanto é necessário observar que o estudo foi realizado sobre cultivares americanas e não *Vitis vinifera*, espécie trabalhada pela maioria dos trabalhos até aqui citados. Além disso, não foram considerados ganhos significativos de produtividade, fato que já fora demonstrado por Chavarria e Santos (2009), Junior *et al.* (2019) como sendo possível. Com isso, é possível concluir que a cobertura plástica significa a necessidade de um aporte financeiro mais alto por hectare e que seus benefícios devem ser avaliados mais minuciosamente para compreender se há ou não a possibilidade de retorno dos investimentos.

2.5 Impacto Ambiental

A maioria dos trabalhos avaliados até então por este trabalho relata o uso de cobertura plástica constituída, basicamente, de plásticos derivados de petróleo, como o polietileno. A utilização deste tipo de material traz impactos quanto ao seu descarte pois é responsável por uma série de problemas ambientais (HALLEY *et al.*, 2001). Há, entretanto, duas abordagens a se analisar a fim de mitigar os danos ambientais causados por este insumo agrícola.

A primeira delas é a elaboração, por parte da indústria de materiais plásticos capazes de realizar a proteção por determinado período e então sofram biodegradação. Entretanto, tal tipo de cobertura necessita de uma série de características, dentre elas a resistência e a durabilidade nas condições do campo (KAISRAJAN; NGOUAJIO, 2012). Para incremento da resistência utilizam-se aditivos anti-UV, pois estes são responsáveis por evitar a foto-oxidação causadora do rompimento das fibras do plástico, abreviando ainda mais a vida útil do produto (EDSER, 2002 apud CHAVARRIA; SANTOS, 2013). Outros aditivos responsáveis por romper a tensão superficial da água também são necessários nas coberturas plásticas. Além do exposto, ainda há de se ter a preocupação com a interação dos plásticos com os metais empregados pelos fungicidas, que podem causar oxidação da cobertura, danificando a estrutura do plástico (CHAVARRIA; SANTOS, 2013). Segundo Kaisrajan e Ngouajio (2012), há certo interesse da indústria de plásticos agrícolas em

desenvolver plásticos biodegradáveis para serem usados na técnica de mulching, entretanto o mesmo interesse não é notado quando se tratam de plásticos utilizados na cobertura aérea dos vinhedos.

Diante do exposto, nota-se que há muito mais interesse em incrementos de durabilidade e qualidade em detrimento da biodegradação (EDSER, 2002 apud CHAVARRIA; SANTOS, 2013). Sendo assim, há de se avaliar com mais cuidado a segunda abordagem sobre o tema, que trata sobre a correta destinação e reciclagem destes materiais. Ao se considerar a reciclagem destes materiais, é preciso que se leve em conta que, por conta das condições ambientais e de uso destes plásticos, é provável que ao final da sua vida útil os mesmos disponham de contaminação devido aos tratamentos fitossanitários (CHAVARRIA; SANTOS, 2013). Sendo assim, as coberturas plásticas descartadas deveriam ser enquadradas na Lei Federal nº 7.802/1989 (cuja regulamentação foi definida pelo Decreto Federal nº 4.074/2002) e serem tratados como são tratadas as embalagens vazias de agrotóxicos, entretanto não há regulamentação específica para este tema.

Dadas as condições ambientais atreladas a utilização de coberturas plásticas e, levando em consideração o cenário atual, a melhor alternativa ambiental para o tema seria a de uma promoção da reciclagem destes materiais pelas empresas fabricantes. Conforme sugerido por Chavarria e Santos (2013), a reciclagem dos materiais poderia servir como moeda de troca na instalação de novas coberturas, mitigando o dano ambiental causado pelas coberturas, reduzindo os custos do produtor e permitindo um melhor aproveitamento por parte da empresa fabricante.

3 Da Qualidade das Uvas

3.1 Características Físico-Químicas do Mosto

As alterações microclimáticas causadas pela cobertura plástica nos vinhedos, como a elevação da temperatura, a restrição da incidência de luz solar, a redução da intensidade dos ventos e o menor contato da água da chuva com as folhas, frutos e o solo (CARDOSO *et al.*, 2008) têm a capacidade de influenciar os parâmetros físico-químicos das uvas, pois estas modificações podem interferir diretamente no padrão fenológico e produtivo da videira (CHAVARRIA *et al.*, 2009a) e, conseqüentemente, influenciar o mosto e vinhos que delas derivem (SCHIEDECK *et al.*, 1999; CHAVARRIA *et al.*, 2011; VANDERLINDE *et al.*, 2016; JUNIOR *et al.*, 2019). Entretanto, as respostas provocadas no mosto, em decorrência da cobertura plástica, podem variar de acordo com as características genéticas de cada cultivar, uma vez que autores apresentam diferentes resultados ao avaliarem diferentes cultivares. Além disso, os fatores ambientais também são importantes para os resultados da videira (CHAVARRIA, 2008).

3.1.1 Rendimento

Tendo em vista os conhecidos efeitos microclimáticos na videira, autores buscaram entender de que forma estes influenciam no rendimento dos mostos de uvas provenientes de vinhedos protegidos. Tal parâmetro também é um indicador de produtividade, já trabalhado na sessão 2.4.1, entretanto cabe reiterar os resultados.

Ao trabalhar com a cultivar Moscato Giallo na região de Flores da Cunha (Serra Gaúcha), Chavarria *et al.* (2008) obtiveram maior rendimento dos mostos nos vinhedos protegidos. Embora o rendimento tenha sido superior, a densidade e, conseqüentemente, os teores de sólidos solúveis totais (SST) foram inferiores. Tal observação foi explicada como sendo resultado de uma disponibilidade hídrica favorecida, conseqüência da menor incidência de radiação solar e vento, diminuindo a demanda evaporativa e favorecendo o potencial de água (CARDOSO *et al.*, 2010), aumentando a quantidade de água nas bagas, resultando em maior rendimento de mosto.

Embora o parâmetro produtividade tenha sido avaliado por varios autores, como Schiedeck *et al.* (1999), Ferreira *et al.* (2004), Detoni *et al.* (2007) e Vanderlinde *et al.*

(2016), o parâmetro rendimento de mosto foi observado apenas por Chavarria *et al.* (2008).

3.1.2 Sólidos Solúveis Totais

Os teores de Sólidos Solúveis Totais (SST) são de extrema importância ao se verificar a qualidade das uvas, uma vez que estes são indicadores de maturação, qualidade enológica e até determinam o preço a ser pago pelas frutas (KISHINO *et al.*, 2007). A quantidade de açúcar no mosto interfere diretamente na graduação alcoólica e a acidez do vinho (CHAVARRIA *et al.*, 2008). Como este parâmetro é resultado de uma série de interações da videira com o clima, avaliar de que maneira a cobertura plástica influencia no acúmulo de açúcar das uvas é de extrema relevância.

Deste modo, diversos estudos visaram esclarecer as relações entre o microclima criado com a adoção da cobertura plástica e a quantidade de SST. Schiedeck *et al.* (1999) avaliaram o efeito da utilização de estufas na produção e desenvolvimento de uvas da cultivar *Niagara Rosada* na região de Bento Gonçalves (RS) e obtiveram maiores valores de sólidos solúveis totais nas uvas produzidas em ambiente protegido. Os autores atribuíram estes resultados à elevação da temperatura provocada pela cobertura, que aceleraria os processos fisiológicos, promovendo uma antecipação da maturação e, por conseguinte, resultando em maiores teores de açúcar quando comparadas às uvas conduzidas a céu aberto.

De forma análoga, trabalhando com as cultivares *Cabernet Sauvignon* e *Merlot* nas regiões de altitude do estado de Santa Catarina, Vanderlinde *et al.* (2016) observaram maiores valores de sólidos solúveis totais nas videiras protegidas por cobertura plástica e, da mesma forma, atribuíram este fato à uma antecipação da maturação. Junior *et al.* (2019) em trabalho realizado na cidade de Louveira (SP) com a cultivar *Syrah* também encontraram maiores valores de sólidos solúveis totais para as uvas produzidas sob cobertura plástica e justificaram como sendo resultado dos maiores valores de temperatura máxima proporcionados pela cobertura.

Detoni *et al.* (2007) em trabalho realizado com a cultivar *Cabernet Sauvignon* na cidade de Toledo (PR) não encontraram diferença significativa nas quantidades de sólidos solúveis totais entre o tratamento coberto e o tratamento a céu aberto. Por outro lado, ao trabalhar com a mesma cultivar, Ferreira *et al.* (2004) na cidade de Jundiaí (SP) obtiveram valores de SST inferiores para as uvas cultivadas em ambiente protegido. Da mesma forma, Chavarria *et al.* (2008) ao trabalhar com a cultivar *Moscato Giallo* na cidade de Flores da Cunha (RS) observaram valores inferiores de SST nas uvas provenientes de videiras cobertas. Chavarria *et al.* (2008) associaram estas menores quantidades de açúcar nas frutas e conseqüentemente no mosto a um atraso no estágio de maturação, resultado da menor incidência de radiação solar (RANA *et al.*, 2004). Tal condição pode ser revertida com um atraso na colheita das uvas, procedimento que é possível devido à melhor qualidade

sanitária das uvas cultivadas sob cobertura plástica.

A concentração dos açúcares nas uvas é resultado de interações entre a temperatura do ar, a disponibilidade hídrica e a incidência de luz (SCHIEDECK *et al.*, 1999). Entretanto, o efeito destes fatores é, em alguns casos, divergente, podendo ser maior (SCHIEDECK *et al.*, 1999; VANDERLINDE *et al.*, 2016; JUNIOR *et al.*, 2019), indiferente (DETONI *et al.*, 2007) e até inferior (CHAVARRIA *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, 2004).

A temperatura e a radiação solar atuam como fatores determinantes sobre a duração das fases fenológicas, indicando que a cobertura plástica permite um manejo diferenciado do vinhedo. A adoção do plástico durante todo o cultivo pode promover uma precocidade do período de brotação, mas durante a fase de mudança de cor a cobertura promove um retardo do desenvolvimento (CHAVARRIA *et al.*, 2009a). Deste modo, se a cobertura plástica for instalada logo após a poda de inverno, o plástico terá efeito estimulante sobre a brotação e o crescimento vegetativo, enquanto que se instalado no começo da maturação, seu efeito inverte-se, fazendo com que o processo de maturação seja prolongado, em comparação ao cultivo convencional da videira (CHAVARRIA *et al.*, 2009a). Consequentemente, a atuação da cobertura plástica em diferentes etapas do desenvolvimento da videira afetam a concentração de açúcares e podem antecipar ou retardar o período de colheita.

3.1.3 Acidez Total

A acidez é um indicador da maturação das uvas, e este critério normalmente é empregado juntamente com a medida do teor de açúcar, pois o balanço entre açúcar e acidez confere ao vinho um equilíbrio gustativo determinante para sua qualidade geral. Ao contrário dos açúcares, os ácidos da uva (principalmente o málico) diminuem a partir da mudança de cor (GUERRA; ZANUS, 2003). Durante o processo de maturação da uva, observa-se uma redução nos teores de acidez devido à degradação do ácido málico (GIOVANNINI; MANFROI, 2013).

Ao avaliar a acidez titulável total das uvas cultivadas em ambiente protegido, pesquisadores divergiram sobre os resultados, assim como em relação à concentração dos açúcares. Tais divergências acontecem devido à resposta particular de cada cultivar às condições ambientais que são impostas (CHAVARRIA *et al.*, 2009a). Chavarria *et al.* (2008) ao avaliar a acidez total das uvas *Moscato Giallo* cultivadas sob cobertura plástica encontraram resultados indicando que não houve diferença estatística entre os tratamentos; entretanto, ao avaliar a acidez total do vinho produzido com estas uvas, encontrou maiores teores de acidez total nos produzidos pelas uvas cobertas. Os autores atribuíram esta diferença de acidez nos vinhos à variação encontrada em parâmetros minerais, como o menor conteúdo de potássio no mosto, que será discutido nas próximas sessões. Da mesma forma, Junior *et al.* (2019), trabalhando com a cultivar *Syrah*, não encontraram diferenças estatísticas significativas na acidez total titulável das uvas produzidas sob cobertura

plástica, em trabalho realizado no estado de São Paulo.

Por outro lado, Schiedeck *et al.* (1999) ao trabalhar com a cultivar *Niágara Rosada* sob cobertura plástica encontraram resultados que apresentaram diferença significativa na acidez total das uvas, indicando um maior teor de acidez nas uvas cobertas. Da mesma forma, ao trabalhar com *Cabernet Sauvignon*, Detoni *et al.* (2007) identificaram valores de acidez total significativamente superiores para as uvas cultivadas sob cobertura plástica. Schiedeck *et al.* (1999) atribuíram estes valores superiores de acidez nas uvas cobertas à uma menor salificação (em especial, menor quantidade de potássio) responsável pelo processo de salificação dos ácidos, que contribuem para a diminuição da acidez do mosto.

Outros estudos encontraram valores inferiores de acidez total para as uvas cultivadas sob proteção plástica. Vanderlinde *et al.* (2016) ao trabalhar com as cultivares *Cabernet Sauvignon* e *Merlot* no estado de Santa Catarina encontraram valores de acidez total inferiores nas uvas protegidas, o que atribuíram a um adiantamento do processo de maturação, indicando que a elevação da temperatura forneceu um acréscimo da "soma térmica", antecipando processos fenológicos e antecipando a maturação, como descrito em Chavarria *et al.* (2009a). Outra abordagem que pode ser feita sobre estes resultados é de que o aumento da temperatura favorece a degradação de ácidos orgânicos que compõem a acidez da uva (GIOVANNINI; MANFROI, 2013).

Assim como nos resultados apresentados na sessão 3.1.2, os resultados encontrados de acidez total diferiram entre os trabalhos. As respostas de cada cultivar às alterações microclimáticas podem variar, indicando a necessidade de se analisar cada caso individualmente (CHAVARRIA *et al.*, 2009a). Entretanto, a acidez total por si não fornece todas as informações necessárias sobre o estado das uvas, sendo necessário que se avalie individualmente parâmetros como a quantidade de ácidos orgânicos, a acidez volátil das uvas e o pH dos mostos e vinhos (GUERRA; ZANUS, 2003). Dessa forma é possível entender melhor a condição das frutas.

3.1.4 Ácidos Orgânicos

Os ácidos orgânicos na uva são compostos basicamente pelo ácido tartárico, um ácido pouco abundante na natureza e sendo, praticamente, uma exclusividade das uvas, e o ácido málico. Esta combinação de ácidos compõe aproximadamente 90% dos ácidos orgânicos da uva (GIOVANNINI; MANFROI, 2013). A determinação da acidez tartárica e málica, somada à determinação dos açúcares, fornece uma boa medida do estágio de maturação da uva (GUERRA; ZANUS, 2003). Durante o processo de desenvolvimento dos frutos há um crescimento gradual dos níveis de ácidos orgânicos e, durante a maturação há redução. Essa redução dos ácidos orgânicos durante o processo de maturação é devida, basicamente, à decomposição do ácido málico (GIOVANNINI; MANFROI, 2013).

A cobertura plástica, por interferir no microclima, pode afetar a composição dos

ácidos orgânicos da uva, uma vez que o ácido málico tem sua degradação acelerada com o aumento da temperatura e o ácido tartárico é proveniente de processo fotossintético, logo necessita de incidência de luz para sua síntese (GIOVANNINI; MANFROI, 2013). Sendo assim, alguns trabalhos buscaram avaliar se há diferença na composição dos ácidos orgânicos de uvas provenientes de vinhedos protegidos por cobertura plástica. Chavarria *et al.* (2011) avaliaram a composição dos ácidos orgânicos das uvas de *Moscato Giallo* cultivadas sob cobertura plástica na cidade de Flores da Cunha (RS) e não observaram diferença estatística entre as quantidade de ácido tartárico e ácido málico. Da mesma forma, com a cultivar *Syrah* na região sudeste do Brasil, Junior *et al.* (2019) não encontraram diferenças estatísticas nas quantidade de ácidos orgânicos das uvas, indicando que este parâmetro pode não ter sido influenciado pela cobertura, apesar das diferenças microclimáticas.

Os demais trabalhos não buscaram avaliar individualmente às concentrações dos ácidos orgânicos, entretanto, Schiedeck *et al.* (1999) atribuíram a evolução da acidez do mosto à degradação dos ácidos orgânicos, principalmente o ácido málico. Entretanto, a influência direta da cobertura plástica na composição dos ácidos orgânicos necessitaria de mais estudos, uma vez que a relação acidez/açúcares das uvas cultivadas sob proteção traz contradições, uma vez que autores indicam ausência de diferença significativa nos teores de acidez (CHAVARRIA *et al.*, 2008; JUNIOR *et al.*, 2019) mas apresentam resultados divergentes na concentração de sólidos solúveis (CHAVARRIA *et al.*, 2008; JUNIOR *et al.*, 2019).

3.1.5 Acidez Volátil

A acidez volátil é um parâmetro que indica a sanidade das uvas (KISHINO *et al.*, 2007). Conforme já fora explicitado na sessão 2.3.1, a cobertura plástica foi bastante efetiva em diminuir a incidência de doenças nas uvas e, para algumas doenças, chegou a zerar a incidência (CHAVARRIA; SANTOS, 2013). Deste modo, é esperado que a acidez volátil das uvas protegidas seja menor quando há diferença significativa de sanidade entre os dois tratamentos.

Com base no exposto, Chavarria *et al.* (2011) avaliaram as quantidades de acidez volátil no mosto de uvas *Moscato Giallo* produzidas sob cobertura plástica na cidade de Flores da Cunha (RS) e encontraram valores significativamente menores em comparação ao cultivo convencional das videiras. As quantidades para os tratamentos cobertos e descobertos foram, respectivamente, 3,3 meq/L e 8,0 meq/L. Estes menores valores de acidez volátil estão diretamente associados à menor incidência e severidade de podridões de cacho, sobretudo de podridão ácida, que é a principal causadora deste defeito no vinho (CHAVARRIA *et al.*, 2008).

Como a presença de acidez volátil em altos níveis é considerado um problema e um defeito no vinho (KISHINO *et al.*, 2007), a adoção de um sistema que permita

uma redução significativa da incidência de doenças (CHAVARRIA; SANTOS, 2013) e, conseqüentemente, a redução de ácidos voláteis no mosto e no vinho (CHAVARRIA *et al.*, 2011), se torna bastante interessante, por agregar valor às uvas e permitir a produção de vinhos de alta qualidade.

3.1.6 pH

O pH das uvas também varia de acordo com o estágio de maturação, uma vez que sua elevação gradual durante o amadurecimento da fruta é reflexo da formação de sais ácidos provenientes dos ácidos livres. O pH também tem importância no processo fermentativo do mosto, uma vez que pH com valores muito baixos podem inibir a fermentação e pH com valores muito altos podem interferir na conservação dos vinhos. Outra importância do pH é que este influencia a coloração das uvas tintas, sendo estas mais avermelhadas em pH mais baixo e mais azuladas em pH mais alto (próximo da neutralidade) (GIOVANNINI; MANFROI, 2013).

Assim, trabalhos visando esclarecer a relação entre a variação de pH e a utilização de proteção plástica nos vinhedos foram realizados. Trabalhando com as cultivares *Cabernet Sauvignon* e *Merlot* no estado de Santa Catarina Vanderlinde *et al.* (2016) encontraram valores de pH significativamente superiores no mosto das uvas provenientes de vinhedos cobertos, resultado que foi atribuído à antecipação do estágio de maturação das uvas cobertas quando comparadas às uvas cultivadas de maneira tradicional. Por outro lado, trabalhando com a cultivar *Cabernet Sauvignon* no estado de São Paulo, Detoni *et al.* (2007) encontraram pH inferior nas uvas provenientes do tratamento coberto em comparação com o tratamento convencional. O mesmo resultado foi observado por (SCHIEDECK *et al.*, 1999) em trabalho realizado com a cultivar *Niagara Rosada* na cidade de Bento Gonçalves (RS). Da mesma forma, Chavarria *et al.* (2010) observaram pH inferior nas uvas da cultivar *Moscato Giallo* produzidas sob cobertura.

Os valores de pH inferiores para as uvas cobertas é explicado pelos autores como resultado não apenas da presença dos ácidos orgânicos (que, em alguns casos, não apresentou diferenças) e sim pelo processo de salificação dos ácidos e a presença de cátions de potássio (CHAVARRIA *et al.*, 2010). Da mesma forma, Schiedeck *et al.* (1999) apontam a salificação dos ácidos orgânicos por cátions de potássio como principal responsável pela elevação do pH do mosto. Conforme será exposto à seguir, ambos os autores citados encontraram teores inferiores de potássio nas uvas cobertas (CHAVARRIA *et al.*, 2010; SCHIEDECK *et al.*, 1999), o que pode, possivelmente, explicar a diferença de pH. Conforme Rizzon *et al.* (1998 apud CHAVARRIA *et al.*, 2010) a redução do pH pode ser explicada pela menor concentração de potássio nas uvas pois quanto menor a quantidade desse mineral, menor é a precipitação do ácido tartárico na forma de bitartarato de potássio, resultando em menores valores de pH no vinho.

3.1.7 Minerais

A presença de minerais nas uvas pode ser influenciada por uma série de fatores, como a disponibilidade destes no solo, as práticas de fertilização, o estado hídrico da planta e outras condições de processamento (MAARSE *et al.*, 1987). Os teores de minerais retidos na uva são provenientes do solo, e por consequência variam em função do local onde o vinhedo está instalado, além dos tratamentos que o vinhedo recebe. Sua determinação é realizado através da análise de cinzas e, em geral, compõem 0,2% a 0,8% do peso da uva (GIOVANNINI; MANFROI, 2013).

Como já foi mencionado na sessão 3.1.6, a presença ou ausência de minerais pode influenciar em outros parâmetros do mosto, como o pH. Chavarria *et al.* (2008) avaliaram as diferenças de quantidades de minerais entre as uvas cultivadas sob cobertura plástica e as uvas cultivadas no método tradicional. Os resultados indicaram que a cobertura influenciou na absorção de minerais pelos frutos. Chavarria *et al.* (2008) encontraram valores significativamente inferiores de Mg, Na, Mn, Rb e principalmente P e K. Os valores de fósforo encontrados nas uvas cobertas chegaram a ser 57% inferiores quando comparados às uvas descobertas. O fósforo é um mineral que tem sua concentração aumentada conforme a uva amadurece (MANFROI *et al.*, 2006), de modo que valores inferiores de fósforo corroboram com a teoria de que a cobertura plástica retardou o processo de maturação das uvas.

Quanto às concentrações de potássio nos dois sistemas, pode-se perceber que o cultivo protegido apresentou quantidades 43% menores do que o sistema aberto (CHAVARRIA *et al.*, 2008). A variação na concentração deste nutriente está intimamente ligada à cultivar, às condições climáticas na época de desenvolvimento das bagas, temperaturas na fermentação, pH, duração de armazenamento, percentual de álcool e equilíbrio iônico do vinho (MANFROI *et al.*, 2006), de modo que é praticamente impossível determinar exatamente qual fator é responsável por esta redução.

De modo geral, a menor quantidade de minerais encontrados no cultivo protegido pode estar associado às mudanças microclimáticas causadas pela adoção da cobertura plástica (MOTA *et al.*, 2009). A redução da demanda evaporativa causada pela atenuação da radiação e a diminuição da velocidade do vento (CARDOSO *et al.*, 2008). Assim, as videiras cobertas perdem menos água para a atmosfera e necessitam absorver menos água do solo. Em decorrência deste processo, as plantas absorvem menores quantidades de minerais, resultando em uma menor concentração mineral nas uvas (CHAVARRIA *et al.*, 2008).

3.1.8 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são de extrema importância para a vinificação, uma vez que são eles que influenciam várias características do vinho, como a cor e os aromas. São as

antocianinas, flavonas, carotenoides e feofitinas responsáveis pela cor. O avermelhado dos vinhos tintos é resultado de uma mistura de antocianinas, taninos-antocianinas e taninos. Nos vinhos brancos, a coloração é devida a alguns tipos de taninos e flavonas (GIOVANNINI; MANFROI, 2013).

Além disso, os compostos fenólicos concedem propriedades bactericidas, devido aos ácidos fenólicos e flavonoides. Têm ação antiviral, devido à ação combinada entre taninos e proteínas, além de promover benefícios à saúde, como pela ação das catequinas condensadas, capazes de reforçar a parede das artérias e acelerar a depuração de colesterol (GIOVANNINI; MANFROI, 2013).

Quanto às propriedades sensoriais dos compostos fenólicos, estas se alteram durante o processo de maturação da uva, promovendo sensações de adstringência devido a taninos agressivos e mais herbáceos, em estágios iniciais de maturação e, em uvas maduras, taninos maduros evoluem com o tempo dando equilíbrio e qualidade ao vinho (GIOVANNINI; MANFROI, 2013).

Os compostos fenólicos estão concentrados principalmente na película e na semente. Antocianinas e flavonas se localizam majoritariamente na película, enquanto que taninos são encontrados em maior quantidade nas sementes. Os taninos são mais presentes enquanto os frutos ainda são verdes e são aos poucos hidrolisados durante o amadurecimento. Os taninos influem na qualidade da cor e o grau de condensação dos taninos é responsável pela qualidade gustativa do vinho (GIOVANNINI; MANFROI, 2013).

Assim como os outros parâmetros até aqui apresentados, os compostos fenólicos podem ter suas quantidades dependentes das condições microclimáticas. Spayd *et al.* (2002) apresentaram resultados que indicam que os teores de antocianinas variam com a intensidade de luz que incide sobre as uvas. Mas também há de se considerar que cada variedade tem um potencial específico com relação aos níveis de acúmulo de compostos fenólicos e o ambiente, a interação genótipo-ambiente pode apresentar diferentes comportamentos para cada cultivar (GONZALEZ-NEVES *et al.*, 2007).

Desse modo, visando esclarecer as relações entre o acúmulo de compostos fenólicos pelas uvas quando submetidas à tratamento com cobertura plástica, pesquisadores realizaram trabalhos com diferentes cultivares sob cobertura plástica em diferentes regiões do Brasil. Na região de Santa Catarina, Vanderlinde *et al.* (2016) avaliaram o acúmulo de compostos fenólicos nas cultivares *Cabernet Sauvignon* e *Merlot*, sendo que os resultados indicaram que a cobertura plástica provocou diferentes resultados para cada uma das cultivares. Em se tratando da cultivar *Cabernet Sauvignon*, não foi observado diferença significativa para a quantidade de antocianinas produzidas pela uva, ao contrario da cultivar *Merlot* que apresentou maiores quantidades de antocianinas nas uvas com cobertura. Em se tratando de polifenóis totais, ambas as variedades apresentaram maiores valores para os tratamentos com cobertura. Além disso, catequinas e epicatequinas apresentaram comportamento semelhante, indicando maiores valores no cultivo coberto. Já o resve-

ratrol foi inferior nas uvas sob cobertura plástica para a cultivar *Cabernet Sauvignon* e foi superior para a cultivar *Merlot*. Os valores inferiores de resveratrol para a cultivar *Cabernet Sauvignon* podem ser explicados pela composição deste composto fenólico, uma vez que este faz parte do grupo das fitoalexinas, moléculas sintetizadas pela planta quando expostas à estímulos como a radiação ultravioleta (VANDERLINDE *et al.*, 2016).

Outros trabalhos visando estabelecer uma relação entre cultivar, microclima e compostos fenólicos foram realizados, como é o caso das análises feitas nas uvas *Cabernet Sauvignon*, produzidas sob cobertura plástica na cidade de Toledo (PR) (DETONI *et al.*, 2007). Detoni *et al.* (2007) encontraram que os teores de antocianinas nas uvas produzidas sob cobertura apresentaram valores significativamente inferiores quando comparadas às uvas conduzidas no método tradicional. Apesar de terem sido detectadas menores quantidades de antocianinas nas uvas sob a cobertura de plástico, não se observou diferença no aspecto visual de sua coloração, em contrataste com outros trabalhos que encontraram uma perda de coloração nas uvas conduzidas em ambiente coberto.

Além destes, Junior *et al.* (2019) avaliaram os efeitos da cobertura plástica na cultivar *Syrah* em vinhedo localizado na cidade de Louveira (SP) e observaram que os teores de antocianinas, polifenóis e taninos não apresentaram diferença significativa entre os cultivos cobertos e convencionais, mostrando que, a redução da radiação solar global pela presença da cobertura plástica não teve influência no balanço de radiação, a ponto de alterar os níveis de pigmentação presentes na baga.

Os resultados apresentados indicam que a influência da cobertura plástica na síntese de compostos fenólicos pelas uvas não apresenta prejuízos tecnológicos, uma vez que, nos casos onde a cobertura influiu negativamente para a produção de antocianinas, ainda assim não se percebeu diferença visual na coloração das bagas (DETONI *et al.*, 2007). Além disso, os resultados que indicam maiores concentrações de compostos como catequinas e epicatequinas, compostos que, ao se polimerizarem com as antocianinas contribuem para a estabilidade e cor do vinho (GIOVANNINI; MANFROI, 2013), permitem inferir que as uvas produzidas sob cobertura oferecem maior potencial para produção de vinhos de guarda (VANDERLINDE *et al.*, 2016).

3.1.9 Qualidade Enológica dos Vinhos Produzidos Com Uvas Protegidas

Tendo em vista os parâmetros físico-químicos apresentados por diversos trabalhos, pode-se considerar que a cobertura plástica, em alguns casos, promove um retardo no período de colheita, quando se visa a obtenção de uma maior quantidade de sólidos solúveis (CHAVARRIA *et al.*, 2008). Entretanto, os parâmetros referentes às quantidades de ácidos orgânicos apresentam quantidades razoáveis, indicando que a cobertura plástica não interfere negativamente na qualidade enológica dos vinhos. Junior *et al.* (2019)

também avaliaram as características físico-químicas das uvas produzidas sob cobertura e entenderam que, apesar das alterações observadas, as uvas protegidas apresentavam todas as características necessárias para uma vinificação adequada.

Além disso, cabe ressaltar o que foi apresentado na sessão 2.3.2, em que pode-se observar uma menor incidência de doenças nas uvas cultivadas sob cobertura plástica. A incidência de doenças nas uvas é fator que pode prejudicar a qualidade enológica dos vinhos, uma vez que podridões da uva, principalmente aquela causada por *Botrytis* promove oxidação dos compostos fenólicos da uva resultando em vinhos de pior qualidade (CHAVARRIA; SANTOS, 2009). Um exemplo desta interferência positiva da proteção no vinhedo foi observada por Chavarria *et al.* (2008), que indicaram que o índice 420 (I420) foi menor nos vinhos sob cobertura de plástico, o que indica que estes apresentaram menor intensidade de cor amarela. Segundo estes autores isto demonstra que esses vinhos apresentaram menor quantidade de oxidações, possivelmente em consequência da maior sanidade das uvas.

De modo geral, as alterações no mosto de uvas cultivadas sob proteção não foram significativamente discrepantes da realidade a ponto de sugerir que estas uvas não seriam adequadas para a vinificação. Na verdade, o que pode-se observar é o fato de que a cobertura plástica promove uma redução na incidência de doenças, reduzindo a podridão dos cachos e resultando em uvas, e conseqüentemente mostos, de maior qualidade (CHAVARRIA; SANTOS, 2009; CHAVARRIA *et al.*, 2008). Assim, a melhoria da sanidade das uvas destaca-se como uma das grandes contribuições, que o cultivo protegido das videiras pode propiciar, e apresenta-se como alternativa na busca do incremento da qualidade dos vinhos, em regiões que apresentam excesso de chuvas no período da maturação (CHAVARRIA *et al.*, 2008).

3.2 Produção do Vinho

As diferentes etapas do processo de vinificação para uvas cultivadas de forma protegida não foram avaliadas por estudos publicados até o momento, entretanto, cabe descrever o processo tradicional de vinificação e traçar paralelos entre os trabalhos que realizaram a vinificação das uvas cobertas. Conforme Manfroi (2018), podemos dividir as operações unitárias da vinificação entre a vinificação de vinhos brancos, de vinhos tintos e dos vinhos espumantes. Como os trabalhos analisados até aqui tratam apenas de vinhos tranquilos, não serão abordadas nessa revisão bibliográfica as etapas de vinificação de espumantes.

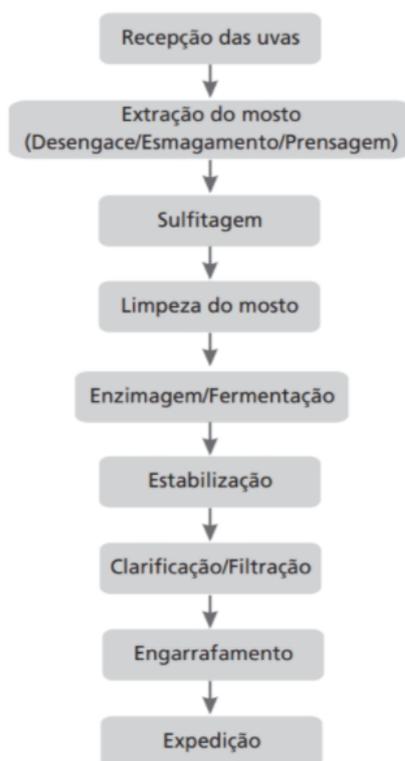
3.2.1 Vinificação em Branco

Os vinhos brancos dependem muito de uma correta abordagem tecnológica, uma vez que estes, diferentemente dos vinhos tintos, não apresentam estrutura química tão robusta a ponto de mascarar quaisquer eventuais falhas tecnológicas (MANFROI, 2018).

Por não haver a presença de antocianinas, o mosto das uvas brancas é muito mais suscetível à oxidação dos demais polifenóis (em especial catequinas, leucoantocianos e flavonas), de modo que evita-se a presença destes compostos nos vinhos brancos. Tais polifenóis mais propícios à ação do oxigênio são encontrados na película das uvas brancas, então, um cuidado especial visando um menor período de contato entre as películas e o mosto é imprescindível para a qualidade (MANFROI, 2018).

No universo da vinificação, existem diversas tecnologias e abordagens para cada uma das operações unitárias envolvidas (GIOVANNINI; MANFROI, 2013), de modo que não é possível detalhar individualmente cada uma delas, mas é possível analisar de forma mais abrangente cada uma das etapas que compreendem o processo de vinificação em branco, que podem ser vistas no fluxograma de processamento mostrado na figura 3.1 abaixo:

Figura 3.1: Fluxograma de Processamento de Vinho Branco



Fonte: Manfroi (2018)

A recepção e seleção das uvas pode ocorrer desde o campo até a entrada na linha fabril. Pode-se realizar uma seleção das uvas durante a colheita e então, ao adentrar a indústria realizados alguns controles iniciais que servem para registrar o produtor e sua

produção, e ainda obter informações sobre alguns parâmetros da uva e mosto que servem como uma primeira orientação da vinificação. Seguem então para as etapas de extração de mosto, que compreende as operações unitárias de desengace (separação das bagas do engaço), esmagamento e prensagem para a obtenção do mosto. Os primeiros volumes obtidos da prensagem são chamados de mosto flor e apresentam melhores características, pois com o aumento da prensagem ocorre uma maior extração de compostos indesejáveis da película, determinando vinhos com menor fineza de aroma e paladar (MANFROI, 2018).

Uma vez extraído, o mosto passa por operações de limpeza e sulfitagem. A limpeza consiste em remover matéria orgânica do mosto de modo a deixá-lo mais límpido e com menor quantidade de compostos nitrogenados que possam vir a interferir nas características do vinho, pode ser realizada de maneira estática, com agentes clarificantes (gelatina, PVPP, celulose e outros) ou de maneira dinâmica, através de filtros, centrífugas e flutuadores (CRISTOFOLI, 2016). A sulfitagem é a adição de SO_2 , pois este apresenta ação antimicrobica e antisséptica, ação seletiva sobre as leveduras, ação inibitória de enzimas oxidásicas, ação solubilizante, ação auxiliar na limpidez de mostos e vinhos, ação reguladora da temperatura e ação antioxidante. Então recomenda-se que quanto mais rápida for a aplicação do anidrido sulfuroso, tanto mais efetiva vai ser a atuação inicial (MANFROI, 2018).

A etapa de enzimação acontece mais de uma vez durante o processo de produção do vinho. A atuação das enzimas tem como objetivo aumentar o rendimento da prensagem, reduzir tempos de maceração, incrementar a intensidade aromática, favorecendo a liberação de aromas da película, e de “aromas ligados”, além de reduzir a turbidez e auxiliar nos processos de clarificação, entre outros (OLIVIER *et al.*, 2008). Desse modo, é possível observar etapas de enzimação durante a prensagem, durante a limpeza do mosto e em demais etapas antes da fermentação (MANFROI, 2018).

Os mostos então tratados passam para a etapa de fermentação alcoólica, que consiste basicamente na transformação dos açúcares em álcool e anidrido carbônico pelas leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*, ou ainda *S. cerevisiae* var. *bayanus*, essa última para elaboração de vinhos com um teor alcoólico mais elevado, ou para elaboração de espumantes). O processo fermentativo é um processo exotérmico que exige a utilização de refrigeração para que as temperaturas de fermentação se mantenham sempre entre 15°C e 20°C, uma vez que processos fermentativos conduzidos à alta temperatura resultam em perda de graduação alcoólica (devido à evaporação do álcool), menor intensidade aromática e aromas enologicamente menos interessantes, além de maior acidez volátil e maiores teores em acetaldeídos e ácidos cetônicos (MANFROI, 2018).

A etapa de estabilização é considerada como a etapa de "crescimento" de um vinho, onde ele passa a adquirir suas melhores características enológicas. A etapa de estabilização começa tão logo se encerra a fermentação alcoólica e engloba todos os fenômenos físicos, químicos e biológicos que ocorrem a partir daquele momento. Dá-se durante a estabilização

a desacidificação biológica do vinho (fermentação malolática) a precipitação dos tartaratos, e a clarificação do vinho, entre outros fenômenos. Desse modo, do ponto de vista sensorial, um vinho após a sua estabilização é bastante diferente de como era após a fermentação alcoólica (MANFROI, 2018).

Uma vez estabilizado, o vinho pode passar por processos visando a diminuição da turbidez, como a clarificação estática, que consiste em adicionar ao vinho auxiliar filtrante, que pode ser de origem animal/proteica (gelatina, caseína e outros), vegetal (celulose, alginato de sódio e outros), de síntese industrial (PVP, PVPP e poliamida), minerais (bentonita, sais de sílica, carvão e outros) (FICAGNA *et al.*, 2016). Normalmente utiliza-se uma combinação de mais de um tipo de auxiliar filtrante para melhorar os resultados. Os auxiliares filtrantes se ligam às partículas em suspensão, aumentando a densidade e conseqüentemente precipitando. O sobrenadante é então movido para outro recipiente (trasfega) e as impurezas (borras) ficam depositadas na base do tanque. Além da clarificação estática, utiliza-se também a clarificação dinâmica em que são utilizados equipamentos como centrífugas, filtros com auxiliar filtrante, filtro a vácuo e filtro tangencial para reduzir a turbidez do vinho e prepara-lo para o envase (MANFROI, 2018).

O vinho então clarificado e estabilizado pode ser envasado, geralmente respeitando o layout de filtros (incluindo os de membrana), seguido por lavadora de garrafas, enchedora, arrolhadora, capsuladora, rotuladora e encaixotamento (RIZZON; DALL'AGNOL, 2009). Os equipamentos utilizados podem ser manuais, automáticos ou semi-automáticos dependendo da escala de produção e poder de investimento da empresa. Os recipientes de envase podem ser garrafas de vidro, embalagens plástico (PET), caixas multilaminadas e outras. Uma vez envasado, os vinhos são encaminhados para a expedição e distribuídos conforme orientações da empresa (MANFROI, 2018).

3.2.2 Vinificação em Tinto

A vinificação em tinto tem algumas etapas similares as etapas citadas na sessão 3.2.1. Entretanto, em se tratando de vinificação em tinto, como já fora previamente abordado, é necessário deixar as películas da casca em contato com o mosto visando a maior extração possível dos compostos de cor e aroma, uma vez que neste, a presença de antocianinas é significativa e auxilia na ação antioxidante, evitando características desagradáveis e inclusive incrementando aspectos enologicamente interessantes (GUERRA, 2018), diferentemente do vinho branco, que quanto menos compostos oxidáveis presentes no mosto, melhor a qualidade final do produto (MANFROI, 2018).

Desse modo, as etapas que envolvem a vinificação do vinho tinto podem ser um pouco mais numerosas e complexas, além de compreenderem uma diferente gama de técnicas possíveis para a realização das operações. Esta sessão tratará de abordar as etapas da vinificação em tinto de maneira geral, objetivando elucidar as características de cada etapa.

O fluxograma simplificado da vinificação em tinto é demonstrado na figura 3.2 abaixo.

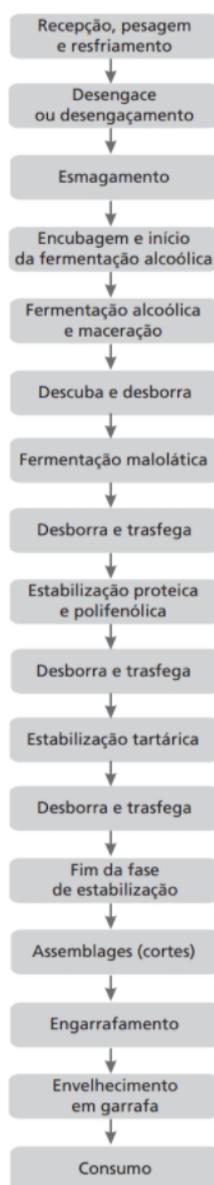
O processo, assim como na vinificação em branco, pode-se considerar iniciando desde a colheita da uva, onde é feita uma seleção dos melhores cachos e então estes são levados à empresa para o processo de desengace (remoção dos engaços), esmagamento e prensagem para a obtenção do mosto. Entretanto, diferentemente dos vinhos brancos, em que as cascas são separadas do mosto para posterior descarte, nos vinhos tintos a casca segue com o mosto para as etapas seguintes. Deve-se adicionar, nesta etapa, os aditivos antioxidantes e antimicrobianos como dióxido de enxofre ou similares, evitando o crescimento microbiano indesejado e favorecendo o desenvolvimento de leveduras importantes para o processo. O mosto então recebe a adição de enzimas, as principais enzimas empregadas em vinificação são pectinases, hemicelulases, glucanases e glicosidases para os mesmos fins já descritos na vinificação em branco (GUERRA, 2018).

Além disso, são adicionadas as leveduras que serão responsáveis pela etapa de fermentação. Assim como no vinho branco, as leveduras utilizadas são da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, entretanto devem apresentar algumas características importantes. As principais características das leveduras para vinificação em tinto devem ser a elevada tolerância à concentração de açúcares, capacidade de fermentar frutose, alta inversão de açúcares em etanol, tolerância a elevados teores de dióxido de enxofre, baixa produção de metanol e alcoóis superiores, elevado poder de floculação, moderada produção de acetaldeído a temperaturas entre 25 e 30°C e capacidade de produção de aromas típicos (GUERRA, 2018).

Tão logo adicionadas as leveduras, inicia-se o processo de fermentação alcoólica que, assim como em vinhos brancos, visa a conversão do açúcar presente no mosto em álcool e anidrido carbônico (CO_2). A fermentação alcoólica de vinhos tintos pode ser dividida em duas fases, a tumultuosa, que caracteriza-se pela grande atividade das leveduras, elevando a temperatura e liberando grandes quantidades de gás carbônico e dura de três a seis dias, e então inicia-se a segunda fase, a lenta, que consiste em menor ação das leveduras devido à menor quantidade de açúcar e maior quantidade de álcool presente no ambiente, é nesta etapa que alguns cuidados para evitar a oxidação devem ser tomados, como o fechamento hermético do tanque e a utilização de batoques hidráulicos para a liberação do gás carbônico sem a entrada do oxigênio. A fermentação lenta na vinificação em tinto deve durar de cinco a dez dias (GUERRA, 2018).

Quanto à temperatura de fermentação, devem ser observados os mesmos cuidados mencionados para a vinificação em branco, entretanto, as temperaturas de fermentação para vinho tinto podem ser um pouco mais elevadas, podendo chegar à 28°C na fase tumultuosa e 20°C na fase lenta sem comprometer a qualidade enológica do vinho. A modulação da temperatura na vinificação em tinto tem a vantagem de facilitar a extração seletiva de compostos que concorrem para a qualidade do vinho. Uma vez extraídos, auxilia na preservação de sua integridade química, por meio do favorecimento de certas

Figura 3.2: Fluxograma de Processamento de Vinho Tinto



Fonte: Guerra (2018)

reações químicas que ocorrem naturalmente no vinho durante a estabilização (GUERRA, 2018).

Uma vez cessado o processo de maceração e fermentação alcoólica é necessário que se faça a descuba e desborra do vinho. A descuba nada mais é do que a separação das fases sólidas e líquidas. Nesta etapa o vinho encontra-se turvo, pois contém muitos sólidos em suspensão. Desse modo, 24 horas após a descuba, deve ser efetuada a retirada das borras que decantaram (desborra). Esse procedimento auxilia na evolução qualitativa do aroma do vinho. Os sólidos resultantes do processo de descuba ainda podem ser prensados para a extração completa do líquido, que pode representar até 10% do volume total (GUERRA, 2018).

A fermentação malolática consiste na conversão do ácido málico para ácido láctico, melhorando características sensoriais como o aroma, reduzindo os aromas vegetais e acentuando aromas frutados. Além disso, a fermentação malolática contribui para uma maior estabilidade microbiológica. A fermentação malolática ocorre por ação das bactérias *Leuconostoc oenos*, também conhecida como bactéria láctica. Normalmente, a fermentação malolática inicia ao final da fermentação alcoólica, quando a autólise das leveduras se intensifica e pode ocorrer de forma espontânea ou com a inoculação das bactérias. A fermentação malolática também libera gás carbônico de modo que o tanque ainda necessita de mecanismos para expelir os gases gerados sem permitir a entrada de oxigênio. Uma vez findada a fermentação malolática o vinho é então trasfegado para outro tanque de modo a separar o líquido dos sólidos precipitados durante as fermentações (restos de levedura e outras partículas que estava em suspensão no vinho). Também podem ocorrer etapas de filtração ou centrifugação para aumentar a limpidez do vinho e prepara-lo para as etapas de estabilização (GUERRA, 2018).

As etapas de estabilização consistem na evolução do vinho, reduzindo teores de compostos que podem interferir na qualidade final do produto. Devido às suas características, o vinho após as fermentações apresenta grande quantidade de polifenóis diluídos que podem interferir nas percepções de aroma e sabor, de modo que é necessário que se realize uma estabilização da quantidade de polifenóis dissolvidos no meio. Para tanto, utilizam-se preparados proteicos que se ligam com os compostos fenólicos, gerando partículas de maior peso molecular que são precipitadas, esta etapa também pode ser chamada de colagem. Sob o plano sensorial, a colagem gera uma redução do amargor, da adstringência e da tanicidade geral do vinho (GUERRA, 2018).

Além da estabilização fenólica ocorre também a estabilização proteica, uma vez que o vinho após a fermentação ainda apresenta altos teores de proteínas, peptídeos, aminoácidos e compostos nitrogenados em geral. Entretanto, estes compostos proteicos naturalmente se unem aos compostos fenólicos presentes no vinho, formando compostos de maior peso molecular e precipitando. Em vinificação em branco pode-se utilizar argila ou bentonite para promover esta estabilização e reduzir a turbidez, entretanto em vinhos

tintos a utilização destes produtos pode adsorver matéria corante e prejudicar a aparência do produto (GUERRA, 2018).

Também deve ocorrer a estabilização tartárica, que consiste na reação entre cations de potássio e sódio com o ácido tartárico presentes no vinho, resultando em sais, que posteriormente precipitam ou se aderem às paredes do tanque. Essa reação ocorre de maneira natural e é facilitada pela utilização do frio. Recomenda-se manter o vinho resfriado a -5°C por três semanas para a completa conversão dos sais, evitando a formação de cristais na garrafa além de resultar numa redução da acidez fixa do vinho (GUERRA, 2018).

Por fim, após a estabilização, os vinhos podem ser envasados diretamente, incluindo uma única variedade, como são os vinhos varietais, ou podem passar por cortes com o objetivo de obter um produto final mais harmônico, evitando o excesso ou a deficiência de certos componentes. Uma vez realizados os cortes de acordo com a conveniência de cada enólogo, faz-se as ultimas correções antes do engarrafamento, como o a correção dos teores de SO_2 . Uma vez findada essa etapa o vinho pode ser engarrafado de acordo com os interesses da empresa (GUERRA, 2018).

Uma vez engarrafado, o vinho contém pequenos teores de oxigênio dissolvidos, que podem reagir com compostos do vinho ao longo do tempo. O vinho passa então de um ambiente propenso à oxidação para um ambiente redutor. Nessas condições, desenvolve o aroma terciário ou de envelhecimento (buquê), caso permaneça na garrafa por tempo suficiente (no mínimo 2 anos). Com o tempo, a matéria corante muda paulatinamente de cor, passando de um vermelho-violeta a um verme-lho-amarronzado, com reflexos alaranjados. Essa mudança é o resultado visível de uma série de reações químicas naturais e é tanto mais lenta quanto maior for a longevidade do vinho. Todos os vinhos apresentam um ponto ótimo de desenvolvimento e, uma vez atingido, sua qualidade passa a diminuir (GUERRA, 2018).

3.3 Vinificações de Uvas Protegidas

Alguns trabalhos revisados tem como foco a utilização da proteção do vinhedo com o objetivo de agregar valor à uvas americanas ou híbridas (SCHIEDECK *et al.*, 1999; LULU *et al.*, 2005; GENTA *et al.*, 2010; COMIRAN *et al.*, 2012) com o objetivo de incremento no valor de mercado para consumo como uva de mesa. Entretanto conforme observado por análises de impacto financeiro, Lazzarotto e Fioravanço (2014) observaram que há de se incrementar significativamente o valor do pago por kg de uva, ou uma redução dos custos de instalação das coberturas.

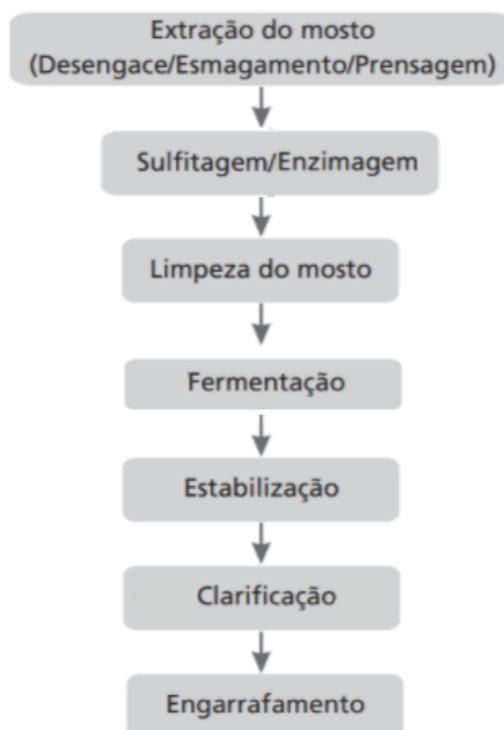
Por outro lado, outros trabalhos avaliaram as influências da cobertura plástica no cultivo de uvas *Vitis vinifera*, com o objetivo de posterior vinificação (DETONI *et al.*, 2007; CARDOSO *et al.*, 2008; CHAVARRIA *et al.*, 2008; VANDERLINDE *et al.*,

2016; JUNIOR *et al.*, 2019). Tais estudos mostraram não só uma maior capacidade produtiva dos vinhedos cobertos (CHAVARRIA *et al.*, 2009b) como também apresentaram maior qualidade sanitária das uvas (CHAVARRIA *et al.*, 2007; CHAVARRIA; SANTOS, 2013). Além disso, os estudos mostraram que os parâmetros físico-químicos não foram significativamente afetados de modo a prejudicar a qualidade enológica (DETONI *et al.*, 2007; CHAVARRIA *et al.*, 2009a), além de, em alguns casos, apresentar teores de compostos fenólicos mais altos, elevando o potencial das uvas cobertas em produzir vinhos de guarda (VANDERLINDE *et al.*, 2016).

3.3.1 Processos de Vinificação nos estudos

Dos estudos avaliados por este trabalho, poucos focaram na descrição das etapas da produção do vinho e mais nos aspectos e parâmetros físico-químicos do mosto e do produto final. Entretanto, Chavarria *et al.* (2008) descreveram as etapas utilizadas para a vinificação das uvas 'Moscato Giallo' cultivadas sob proteção. Os processos utilizados na vinificação de Chavarria *et al.* (2008) são demonstrados no fluxograma da Figura 3.3:

Figura 3.3: Fluxograma de Vinificação de 'Moscato Giallo' cultivada sob proteção plástica



Fonte: Chavarria *et al.* (2008)

Percebe-se que os processos utilizados por Chavarria *et al.* (2008) não diferem muito dos descritos por Manfroi (2018).

As amostras de uva protegida foram desengaçadas, esmagadas e prensadas. O mosto foi colocado em um recipiente de vidro (20L) e foram adicionadas enzimas pectolíticas e

SO_2 . O mosto foi então deixado por 24h para que houvesse a decantação das partículas em suspensão. Após esse período o mosto foi então sifonado para outro recipiente, onde recebeu a adição de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*). O processo de fermentação foi conduzido em ambiente anaeróbio e o fim da fermentação foi constatado pela análise da concentração de açúcar residual e pelo desprendimento de dióxido de carbono. Novamente fora feito uma trasfega para separar o vinho das borras (restos de leveduras e outras partículas) depositadas no fundo. O vinho sofreu, então, estabilização tartárica com a utilização de frio ($-3^{\circ}C$ por 21 dias) e clarificação proteica com a utilização de bentonite. O vinho foi então engarrafado e conservado à $16^{\circ}C$ para as futuras análises (CHAVARRIA *et al.*, 2008).

Apesar da riqueza dos detalhes na descrição do processo, esse ainda se trata de um processo de pequenos volumes (20 litros) e conseqüentemente menor escala. A sessão seguinte tratará de avaliar o processamento de uvas protegidas realizado pela Cooperativa Vinícola Garibaldi.

3.3.2 Case Cooperativa Vinícola Garibaldi

A utilização de uvas cultivadas sob proteção para a vinificação é tecnologicamente interessante, entretanto, os dados reais de utilização desta tecnologia agrícola para produção de vinhos não é amplamente conhecida, por se tratar, em muitos casos, de segredo industrial. Entretanto, pode-se obter informações relevantes acerca da utilização deste tipo de uva durante a realização deste trabalho.

Na safra de 2017, a Cooperativa Vinícola Garibaldi recebeu, pela primeira vez de um de seus cooperados, um lote de uvas da cultivar *Chardonnay*, cultivadas sob proteção plástica na região da Serra Gaúcha, em vinhedos próximos à cidade de Garibaldi (Gustavo Postinger - Comunicação Pessoal). Conforme relatado, o mosto deste lote apresentou características físico-químicas similares às características de outros lotes de *Chardonnay* processados na mesma safra, entretanto, foi observado que o perfil aromático das uvas provenientes de cultivo protegido era diferente do perfil aromático das demais uvas *Chardonnay* da safra, cultivadas da maneira tradicional.

A *Chardonnay* fornece o melhor vinho seco do Brasil, pois adaptou-se facilmente ao clima e solo do Estado do Rio Grande do Sul, e seus vinhos correspondem às características sensoriais deste varietal (LONA, 1997).

Outro fator importante a ser observado são os parâmetros de acidez e quantidade de açúcares das uvas, uma vez que trabalhos realizados com cobertura plástica na Serra Gaúcha indicaram um maior período de maturação, resultando em uma maior acidez e menor quantidades de açúcar das uvas protegidas em comparação com as convencionais considerando um mesmo período de colheita (CHAVARRIA *et al.*, 2008). Entretanto, tal situação não é considerada um entrave para o processo de vinificação da Cooperativa

Garibaldi, uma vez que, por conta da maior sanidade das uvas resultado da menor incidência de doenças fúngicas devido à cobertura plástica (sessão 2.3.2), os produtores podem esperar por um maior período de maturação até que a uva atinja a quantidade de SST ideal para a vinificação. A data de colheita é acompanhada pela equipe de campo da cooperativa, que faz análises constantes dos vinhedos dos cooperados (Ricardo Morari - Comunicação Pessoal).

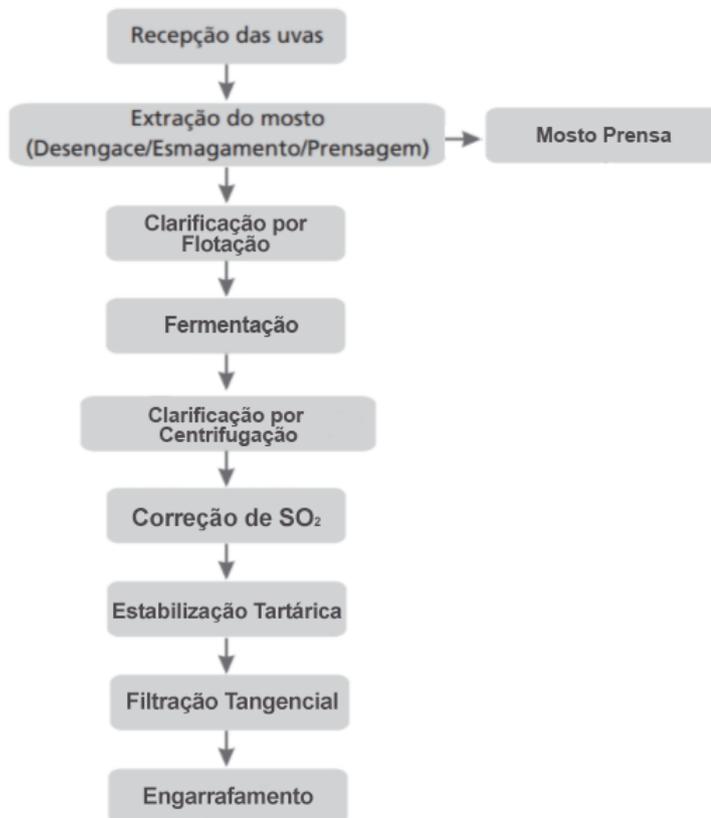
Devido a essas diferenças entre os lotes, optou-se por vinificar as uvas de cultivo protegido separadamente, visando a obtenção de um novo produto para a carta de vinhos da Cooperativa. Assim, os enólogos responsáveis decidiram oferecer no mercado um novo vinho *Chardonnay* na linha de vinhos "Chalet Du Clermont", nas safras de 2017 e 2018 e que posteriormente se tornou "Garibaldi Terroir *Chardonnay*" a partir da safra 2019 (Figura 3.4), a linha de vinhos tranquilos varietais da Cooperativa Vinícola Garibaldi, que atualmente oferece as variedades *Chardonnay*, *Merlot* e *Cabernet Sauvignon*. O processamento realizado para a vinificação, pela empresa, é descrito na Figura 3.5 a seguir.

Figura 3.4: Vinho *Chardonnay* linha Garibaldi Terroir



Fonte: Cooperativa Vinícola Garibaldi (2021).

As uvas recebidas dos cooperados são selecionadas no momento da colheita e, ao entrarem na linha de produção são pesadas, desengaçadas e acomodadas na prensa. Com o objetivo de obter somente os aromas mais nobres, são separados mosto flor e prensa e somente o mosto flor é vinificado. Na sequência o mosto é clarificado por processo de flotação, com a dosagem de gelatina seguida pela incorporação de nitrogênio, permitindo que as partículas em suspensão promotoras de turbidez se conectem à gelatina e ao nitrogênio, diminuindo sua densidade e criando uma camada de borras na parte superior do líquido (Gustavo Postingher - Comunicação Pessoal).

Figura 3.5: Fluxograma de Processamento do Vinho *Chardonnay* Garibaldi

Fonte: Cooperativa Vinícola Garibaldi (2021).

Na sequência, o mosto clarificado é trasfegado ao tanque de fermentação, no qual passa pela fermentação alcoólica, convertendo o açúcar em anidrido carbônico e álcool. A fermentação é cessada uma vez que a densidade do vinho atinge valores próximos dos 980g/L e a graduação alcoólica de 12,5%. Todo o processo fermentativo é conduzido em autoclave, de modo a evitar a oxidação do vinho e perda de aromas. Além disso, todos os processos subsequentes são conduzidos de maneira extremamente cuidadosa, evitando qualquer distúrbio que possa comprometer a qualidade do produto final (Gustavo Postinger - Comunicação Pessoal).

Uma vez cessada a fermentação o vinho passa por uma etapa de clarificação por centrifugação por centrifugação, com o objetivo de remover quaisquer promotores de turbidez (como restos de leveduras). Após a centrifugação, há um cuidado especial para evitar a perda dos aromas, como a correção de SO_2 para controle microbiológico e antioxidante. O vinho é, então, mantido em tanque pressurizado e a temperaturas entre 0 e -2°C por 10 a 15 dias para a completa estabilização tartárica (Gustavo Postinger - Comunicação Pessoal).

Por fim, o produto passa por uma última filtração (filtro tangencial), a fim de assegurar a limpidez e, então, é engarrafado em garrafas de 750mL, como mostrado na Figura 3.4. Os parâmetros físico-químicos do vinho, após findadas todas as etapas de

vinificação são os demonstrados na tabela 3.1 a seguir. Conforme Rizzon *et al.* (2009), os valores médios para densidade e álcool dos vinhos *Chardonnay* da Serra Gaúcha são, respectivamente $0,9927 \text{ g/cm}^3$ e $12,03 \text{ \% (v/v)}$, divergindo levemente dos parâmetros da literatura. No que diz respeito à acidez total e volátil, percebem-se maiores diferenças, uma vez que para os autores, a acidez total média e a acidez volátil dos vinhos *Chardonnay* da Serra Gaúcha devem apresentar valores médios de, respectivamente, $72,4 \text{ meq/L}$ e 7 meq/L . Notam-se maiores teores de acidez total e menores teores de acidez volátil. Conforme já foi abordado na sessão 3.1.5, as uvas provenientes de cultivo protegido tendem a ter menores teores de acidez volátil, uma vez que a incidência de doenças é menor. O parâmetro dióxido de enxofre total SO_2T se mostrou dentro dos parâmetros observados pelos autores.

Tabela 3.1: Parâmetros físico-químicos do vinho *Chardonnay* de uvas protegidas

Parâmetros	Valores
Densidade	$0,9913 \text{ g/cm}^3$
Álcool	$12,82 \text{ \% v/v}$
Ac. Total	$88,23 \text{ meq/L}$
Ac. Volátil	$4,48 \text{ meq/L}$
$SO_2 \text{ L}$	$47,5 \text{ mg/L}$
$SO_2 \text{ T}$	$93,4 \text{ mg/L}$
Açúcar	-

Fonte: Cooperativa Vinícola Garibaldi, 2020.

Quanto a possíveis melhorias do processo, o grupo de enólogos da Cooperativa Vinícola Garibaldi (Comunicação Pessoal) apontaram que, em safras de menor presença de aromas, uma menor intensidade na etapa de flotação, para conduzir à fermentação um mosto mais rico em compostos nitrogenados, poderia facilitar um aumento da intensidade dos aromas. Além disso, novos insumos e novas leveduras podem vir a ser testados pela empresa com o objetivo de realçar ainda mais os aromas do vinho *Chardonnay*.

3.3.3 Análise Sensorial

Como o diferencial das uvas *Chardonnay* cultivadas sob proteção plástica observado pelos enólogos da Cooperativa Vinícola Garibaldi (Comunicação Pessoal) foi no aspecto sensorial, em especial o aromático, é interessante para o desenvolvimento deste trabalho que se analisem as características sensoriais do produto em questão.

Conforme Baldy (1997 apud BEHRENS; SILVA, 2000), o perfil sensorial dos vinhos *Chardonnay* é frutado em aroma que lembram a maçã, pêssego, abacaxi, uvas maduras e frutas cítricas. Entretanto, Behrens e Silva (2000) descreveram os vinhos *Chardonnays* da Serra Gaúcha como muito pobres em nota de aroma e sabor frutado. Por outro lado, o grupo de enólogos da Cooperativa Vinícola Garibaldi (Comunicação Pessoal) interpretou

o mosto da *Chardonnay* proveniente de vinhedos protegidos como sendo rica em aromas tióicos, herbáceos como Sauvignon Blanc, além de terpênicos e frutas cítricas e tropicais.

Em análise sensorial descritiva realizada pelo autor e orientador deste trabalho, o vinho Garibaldi Terroir *Chardonnay* da safra de 2020 apresentou visual límpido, brilhante, com média intensidade de cor. Apresentou coloração palha com reflexos amarelados. Dos parâmetros olfativos apresentou muita boa intensidade de aromas, sem defeitos, com traços de vegetal, com a presença de flores brancas e citrus. Também apresentou aroma marcante de maçã madura e nuances de frutas tropicais como abacaxi e mamão. Em boca apresentou bom ataque inicial, com acidez marcante, sem a presença de amargor e com boa persistência de retrogosto que lembra frutas brancas, como pêssego, e frutas tropicais. As observações referentes à acidez concordam com os valores apresentados na tabela 3.1.

Tais resultados observados, tanto pelos autores deste trabalho, quanto pelos enólogos da Cooperativa Vinícola Garibaldi, apresentam divergências do que foi proposto como o perfil sensorial dos vinhos de uva *Chardonnay* da região da Serra Gaúcha propostos por Behrens e Silva (2000). Desse modo, pode-se entender que a cobertura plástica influenciou de certo modo para alterar o perfil aromático destas uvas, entretanto, qual o mecanismo diretamente responsável por estas alterações ainda não está claro e necessitaria de mais trabalhos específicos para que pudesse ser perfeitamente elucidado.

4 Conclusão

Com base no que foi apurado por este trabalho é possível concluir que a cobertura plástica sobre o vinhedo provoca alterações microclimáticas significativas nos parâmetros de incidência de luz solar, provocando uma menor incidência de radiação UV, na temperatura, resultando em uma elevação das temperaturas médias e das temperaturas máximas no vinhedo. Além disso, a barreira física oferecida pela cobertura causa uma redução significativa da velocidade dos ventos. A cobertura também reduz o contato direto da água das chuvas com as folhas e os frutos, resultando em um menor período de molhamento foliar, além de alterar também as relações de disponibilidade hídrica da videira. Quanto à umidade relativa, esta não apresentou diferenças significativas em nenhum dos trabalhos avaliados.

Tais alterações provocadas no microclima permitem, também, concluir quanto aos impactos na incidência de doenças fúngicas, principal fonte de perdas na produtividade. De modo geral a cobertura plástica e suas alterações no microclima permitiram uma redução na incidência de doenças fúngicas na videira, principalmente aquelas que dependem da disponibilidade de água livre sobre as plantas, como o míldio e as podridões dos cachos. Essa redução na incidência das doenças acaba, também, por resultar em melhores rendimentos de produção, uma vez que há menos perdas. Além disso, devido à menor incidência de podridões dos cachos, as uvas provenientes de cultivo protegido apresentam melhor qualidade enológica.

Outra conclusão importante que pode-se observar, resultando das alterações do microclima, é o fato de que a cobertura plástica se mostra eficiente, por si, em reduzir e até anular a incidência de doenças fúngicas que, em cultivo convencional requerem manejo fitossanitário com diversas aplicações de fungicidas. Desse modo, a ausência da necessidade de utilização de fungicidas no cultivo protegido resulta em um menor impacto ambiental por estes produtos, além de reduzir os custos de produção e permitir a realização do cultivo orgânico das uvas. Entretanto é necessário que se tenha cuidado quanto ao descarte dos plásticos utilizados, uma vez que estes, por conta de sua composição, podem apresentar perigos ao meio ambiente.

Quanto a vinificação das uvas cultivadas sob proteção pode-se concluir que a cobertura plástica promove certas alterações físico-químicas nas uvas, quando comparadas a uvas cultivadas de maneira tradicional na mesma região geográfica. Entretanto, como

pode-se observar, os parâmetros como sólidos solúveis totais, acidez total, pH, compostos fenólicos, entre outros, apresentaram diferentes comportamentos nos estudos realizados em diferentes localidades e com diferentes cultivares. Tais comportamentos permitem concluir que a cobertura influencia nos parâmetros físico-químicos da uva, mas a maneira com que ocorre esta interação precisa ser avaliada individualmente, observando as particularidades de cada região e de cada cultivar. Entretanto, as alterações apresentadas não interferem de maneira negativa na vinificação, permitindo sim, que as uvas protegidas resultem em vinhos de qualidade.

Por fim, este trabalho analisou a vinificação, realizada pela Cooperativa Vinícola Garibaldi, de uvas *Chardonnay* cultivadas sob proteção e, pode perceber as alterações sensoriais presentes no vinho, resultado das interações da videira com o microclima particular provocado pela cobertura plástica. Entretanto, o correto mecanismo fisiológico responsável por promover tais alterações sensoriais nas uvas *Chardonnay* cultivadas sob proteção na região da Serra Gaúcha ainda carece de pesquisas.

Referências Bibliográficas

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 4th. ed. Academic Press, 1997. 36-82 p. ISBN 978-0-12-044550-9. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780120445509500083>>.

AITA, L. Informações sobre a coleta de alguns fungos fitopatogênicos por amostragem do ar. **Fitopatologia Brasileira**, v. 8, p. 377–379, 1983.

ALMEIDA, L. V. B. de. **Ecofisiologia de videira *Niagara Rosada* e *BRS Clara* cultivadas sob cobertura plástica na região norte fluminense**. 122 p. Tese (Tese Doutorado) — Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campo dos Goytacases - RJ, 03 2015.

BALDY, M. **University Wine Course: A Wine Appreciation Text & Self Tutorial**. [S.l.]: Wine Appreciation Guild, 1997. ISBN 9780932664693.

BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A. d.; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, R. M. N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, scielo, v. 36, p. 86 – 92, 02 2006. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000100013&nrm=iso>.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. d. Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. **Food Science and Technology**, scielo, v. 20, p. 60 – 67, 04 2000. ISSN 0101-2061. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612000000100013&nrm=iso>.

BETTIOL, W. Leite de vaca cru para o controle de oídio. **Comunicado Técnico**, EMBRAPA, JaguariÚna - SP, v. 14, n. ISSN 1516-8638, p. 3, 2004.

BOTELHO, R.; PAVANELLO, A.; PIRES, E.; TERRA, M.; MÜLLER, M. Organic production of red wine grapes under plastic cover in subtropical region of brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1186–1195, 12 2011.

BURIOL, G. A.; LUFT, S. V. L.; HELDWEIN, A. B.; STRECK, N. A.; SCHNEIDER, F. M. Efeito da ventilação sobre a temperatura e umidade do ar em túneis baixos de polietileno transparente e o crescimento da alface. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 17 – 24, 1997.

CAMACHO, M. J. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em pelotas, rs. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 19–24, 1995.

CARBONNEAU, A.; CASTERAN, P.; LECLAIR, P. H. Essai de détermination, en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. méthodologie et premiers résultats sur les systèmes de conduite. **Annales de L'Amélioration des Plantes**, Paris, v. 28, n. 2, p. 195–221, 1978.

CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G. A. B.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. dos; MANDELLI, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 4, p. 441–447, 2008.

CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G. A. B.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. D.; MANDELLI, F. Padrões de interceptação de radiação solar em vinhedos com e sem cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, scielo, v. 32, p. 161 – 171, 03 2010. ISSN 0100-2945. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452010000100020&nrm=iso>.

CASTRO, E.; PINTO, J. E.; MELO, H.; SOARES, A.; ALVARENGA, A.; JUNIOR, E. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco submetidas a diferentes fotoperíodos. **Horticultura Brasileira**, v. 23, 07 2005.

CENTELHAS, P. C.; SANTOS, A. O. Cultivo protegido: Aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas - SP, v. 2, n. 2, p. 108–115, 1995.

CHAVARRIA, G.; PESSOA, H.; SANTOS, H. Pessoa dos; CELSO, M.; ZORZAN, C.; ARDUINO, G.; MARODIN, G. Caracterização físico-química do mosto e do vinho moscato giallo em videiras cultivadas sob cobertura de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, 07 2008.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.; SÔNEGO, O.; MARODIN, G.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.; SCHNEIDER, E. Cultivo protegido: Uma alternativa na produção orgânica de videira. **Cadernos de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007. ISSN 2236-7934. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/2365>>.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. Cultivo protegido de videira: manejo fitossanitário, qualidade enológica e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Fruticultura**, scielo, v. 35, p. 910 – 918, 09 2013. ISSN 0100-2945. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452013000300031&nrm=iso>.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. d. Manejo de videiras sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, scielo, v. 39, p. 1917 – 1924, 09 2009. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000600047&nrm=iso>.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. d.; CASTRO, L. A. S. d.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H. Anatomia, teor de clorofila e potencial fotossintético de folhas de videiras sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, scielo, v. 34, p. 661 – 668, 09 2012. ISSN 0100-2945. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452012000300003&nrm=iso>.

- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. d.; FELIPPETO, J.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S.; FIALHO, F. B. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, scielo, v. 30, p. 1022 – 1029, 12 2008. ISSN 0100-2945. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000400030&nrm=iso>.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. d.; SÔNEGO, O. R.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, scielo, v. 29, p. 477 – 482, 00 2007. ISSN 0100-2945. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452007000300014&nrm=iso>.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A.; BERGAMASCHI, H. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar moscato giallo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 119–126, 03 2009.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Potencial produtivo de videiras cultivadas sob cobertura de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 141–147, 2009.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. Pessoa dos; ZANUS, M.; MARODIN, G.; CHALAÇA, M.; ZORZAN, C. Maturação de uvas moscato giallo sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 151–160, 03 2010.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. Pessoa dos; ZANUS, M.; MARODIN, G.; ZORZAN, C. Cobertura plástica sobre o vinhedo e suas influências nas características físico-químicas do mosto e do vinho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 809–815, 09 2011.
- CHAVARRIA, G. J. **Ecofisiologia e fitotecnia do cultivo protegido de videiras cv. Moscato Giallo (*Vitis vinifera* L.)**. 153 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 08 2008.
- CHONÉ, X.; LEEUWEN, C. van; DUBOURDIEU, D.; GAUDILLÈRE, J.-P. Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. **Annals of Botany**, v. 87, 04 2001.
- COMIRAN, F.; BERGAMASCHI, H.; HECKLER, B. M. M.; SANTOS, H. P. dos; ALBA, D.; SARETTA, E. Microclima e produção de videiras ‘niágara rosada’ em cultivo orgânico sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 152–159, 2012.
- CRISTOFOLI, K. **Clarificação de vinho branco por microfiltração utilizando diferentes membranas cerâmicas e compósitas**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Caxias do Sul, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/handle/11338/1880>>.
- DETONI, A.; CLEMENTE, E.; FORNARI, C. Produtividade e qualidade da uva ‘cabernet sauvignon’ produzida sob cobertura de plástico em cultivo orgânico. **Revista Brasileira De Fruticultura**, v. 29, 01 2007.
- EDSER, C. Light manipulating additives extend opportunities for agricultural plastic films. **Plastics, Additives and Compounding**, v. 4, p. 20–24, 03 2002.

ESPI, E. Plastic films for agricultural applications. **Journal of Plastic Film & Sheeting**, v. 22, p. 85–102, 04 2006.

FAO. **Agricultural production: primary crops**. [S.l.], 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QD>>.

FARIAS, J.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.; BERLATO, M.; OLIVEIRA, A. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 1, p. 51–62, 01 1993.

FERREIRA, M.; JUNIOR, M. P.; SANTOS, A.; HERNANDES, J. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira ‘cabernet sauvignon’ sobre diferentes porta-enxertos: Efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, v. 63, p. 439–445, 12 2004.

FICAGNA, E.; ZAMPIVA, M.; ROSSATO, S.; ROMBALDI, C. Efeito de diferentes clarificantes proteicos sobre as características cromáticas e composição fenólica de vinho merlot. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, n. 8, p. 82–88, 2016. Disponível em: <<https://www.enologia.org.br/default/uploads/revista/revista-28.pdf?1900f22d9e3c58fe81c55334d41b9243>>.

FREIRE, L. M. de M.; FREIRE, J. de M. Transformação na estrutura produtiva dos viticultores da “serra gaúcha” 1985-1991. EMBRAPA - CNPUV, p. 44, 1992.

GAVA, C. A. T.; TAVARES, S. C. C. de H.; TEIXEIRA, A. H. de C. Determinação de modelos de associação entre variáveis climáticas e a ocorrência de oídio e míldio da videira no vale do são francisco. In: *Seminário novas perspectivas para o cultivo da uva sem sementes no vale do São Francisco. Anais [...]* Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 14.

GENTA, W.; TESSMANN, D. J.; ROBERTO, S. R.; VIDA, J. B.; COLOMBO, L. A.; SCAPIN, C. R.; RICCE, W. d. S.; CLOVIS, L. R. Manejo de míldio no cultivo protegido de videira de mesa ‘BRS Clara’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, sciELO, v. 45, p. 1388 – 1395, 12 2010. ISSN 0100-204X. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2010001200008&nrm=iso>.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. **Viticultura e Enologia: elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros**. 2ª edição. ed. [S.l.]: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, 2013. ISBN 978-85-63017-00-0.

GONZALEZ-NEVES, G.; FRANCO, J.; BARREIRO, L.; GIL, G.; MOUTOUNET, M.; CARBONNEAU, A. Varietal differentiation of tannat, cabernet-sauvignon and merlot grapes and wines according to their anthocyanic composition. **European Food Research and Technology**, v. 225, p. 111–117, 01 2007.

GRIGOLETTI, A. J.; SÔNEGO, O. R. Principais doenças fúngicas da videira no sul do brasil. **Circular Técnica**, EMBRAPA Uva e Vinho, Bento Gonçalves - RS, v. 17, p. 36, 1993.

GUERRA, C. C. Vinho tinto. In: FILHO, W. V. (Ed.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. Editora Blucher, 2018. cap. 14. ISBN 9788521209577. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=4ytdDwAAQBAJ>>.

GUERRA, C. C.; ZANUS, M. C. **Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado**. 4^a edição. ed. [S.l.]: Embrapa Uva e Vinho - Sistemas de Produção, 2003. ISBN 1678-8761.

HALLEY, P.; RUTGERS, R.; COOMBS, S.; KETTELS, J.; GRALTON, J.; CHRISTIE, G.; JENKINS, M.; BEH, H.; GRIFFIN, K.; JAYASEKARA, R.; LONERGAN, G. Developing biodegradable mulch films from starch-based polymers. **Starch - Stärke**, v. 53, 08 2001.

HANG, A.; MCCLOUD, D. E.; BOOTE, K.; DUNCAN, W. G. Shade effects on growth, partitioning, and yield components of peanuts 1. **Crop Science**, v. 24, p. 109–115, 1984.

IBGE. **Produção de Uva no Brasil**. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/uva/br>>.

JUNIOR, M. P.; HERNANDES, J.; SANTOS, A.; LINO, A. C. Microclima, produção e composição do mosto da ‘syrah’ cultivada sob cobertura de plástico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, p. 374–379, 08 2019.

KAISRAJAN, S.; NGOUAJIO, M. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, 04 2012.

KISHINO, A.; CARVALHO, S. de; ROBERTO, S. **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Instituto Agrônomo do Paraná, 2007. ISBN 9788588184282. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=pjK6OgAACAAJ>>.

LALANCETTE, N.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Estimating infection efficiency of plasmopara viticola on grape. **Plant disease**, v. 71, p. 981–983, 1987. Disponível em: <https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1987Articles/PlantDisease71n11_981.PDF>.

LATTUADA, D. S.; ANZANELLO, R.; OLIVEIRA, A. M. R. de; BOTTON, M.; SANTOS, H. P. dos. **Cultivo protegido de videiras: um panorama em municípios da serra gaúcha**. [S.l.], 2020. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202010/05172533-proposta-circular-lattuada-et-al-publicacao.pdf>>.

LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. Avaliação econômica e financeira do uso da cobertura plástica na produção orgânica de uvas americanas e híbridas. **Comunicado Técnico**, EMBRAPA, Bento Gonçalves - RS, v. 162, n. ISN 1809-6802, p. 8, 2014.

LEEUWEN, C. van; SEGUIN, G. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique de feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (vitis vinifera cv. cabernet franc, saint-emilion, 1990). j. int. sci. **Vigne Vin**, v. 28, p. 91–110, 01 1994.

LONA, A. **Vinhos - Degustação, Elaboração e Serviço**. Editora AGE Ltda, 1997. ISBN 9788585627041. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=l4a5zb85rYUC>>.

LULU, J.; CASTRO, J.; JUNIOR, M. P. Efeito do microclima na qualidade da uva de mesa 'romana' (a 1105) cultivada sob cobertura plástica. **Revista Brasileira De Fruticultura**, v. 27, 12 2005.

MAARSE, H.; SLUMP, P.; TAS, A. C.; SCHAEFER, J. Classification of wines according to type and region based on their composition. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 184, p. 198–203, 1987.

MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L. A.; BARRADAS, C. I. Composição físico-química do vinho cabernet franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Food Science and Technology**, sciELO, v. 26, p. 290 – 296, 06 2006. ISSN 0101-2061. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612006000200010&nrm=iso>.

MANFROI, V. Vinho branco. In: FILHO, W. V. (Ed.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. Editora Blucher, 2018. cap. 10. ISBN 9788521209577. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=4ytdDwAAQBAJ>>.

MATTHEWS, M. A.; ISHII, R.; ANDERSON, M. M.; O'MAHONY, M. Dependence of wine sensory attributes on vine water status. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 51, n. 3, p. 321–335, 1990. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2740510305>>.

MELLO, L. M. R. de. Vitivinicultura brasileira: panorama 2018. **Comunicado Técnico**, EMBRAPA, Bento Gonçalves - RS, v. 210, p. 12, 2019.

MIELE, A.; MIOLO, A. **O sabor do vinho**. Vinícola Miolo: Embrapa Uva e Vinho, 2003. ISBN 9788589979016. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=7EktQwAACAAJ>>.

MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. T.; SANTOS, H. P. dos; ZANARDI, O. Z. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'cabernet sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 148–153, 2008.

MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. T.; SANTOS, H. P. dos; ALBUQUERQUE, J. A. Disponibilidade hídrica, radiação solar e fotossíntese em videiras 'cabernet sauvignon' sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 432–439, 2009.

MULLINS, M. G. Book. **Biology of the grapevine**. [S.l.]: Cambridge : Cambridge University Press, 1992. ISBN 978-0-521-30507-5.

NORTON, R. L. 11. windbreaks: Benefits to orchard and vineyard crops. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 22-23, p. 205–213, 1988. ISSN 0167-8809. Proceedings of an International Symposium on Windbreak Technology. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167880988900199>>.

OIV. **Statistical Report on World Vitiviniculture**. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>>.

OLIVIER, M. N.; CERUTTI, E. C.; FREITAS, G. C. T. M. B. de; ROTILI, M. C. C.; GREGÓRIO, N. P. Aplicação de enzima pectinase na vinificação. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, v. 12, n. 2, p. 133–138, maio/agosto 2008. Disponível em: <<https://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/2388/0>>.

PIENAAR, J. W. **The effect of wind on the performance of the grapevine**. 92 p. Dissertação (Tese Mestrado) — Agricultural and Forestry Sciences at Stellenbosch University, 12 2005.

POMMER, C. **UVA: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. [S.l.: s.n.], 2003. ISBN 10-8586466255.

RANA, G.; NADER, K.; INTRONA, M.; HAMMAMI, A. Microclimate and plant water relationship of the “overhead” table grape vineyard managed with three different covering techniques. **Scientia Horticulturae - Amsterdam**, v. 102, p. 105–120, 10 2004.

REISSER, C. J.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. **Alterações físicas em ambientes de estufa plástica e seus efeitos sobre as condições hídricas e o crescimento do tomateiro**. 176 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 11 2002.

RIZZON, L.; MIELE, A.; SCOPEL, G. Analytical characteristics of chardonnay wines from the serra gaúcha region. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2555–2558, 11 2009.

RIZZON, L. A.; DALL’AGNOL, I. **Vinho branco**. Brasília - DF, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58596/1/RIZZON-VinhoBraco-2009.pdf>>.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do rio grande do sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, 05 1998.

ROBERTO, S. R.; COLOMBO, L. A.; ASSIS, A. M. de. Revisão: Cultivo protegido em viticultura. **Ciência Técnica Vitivinícola**, v. 26, n. 1, p. 11–16, 11 2011.

SANTOS, H. P.; CHAVARRIA, G. **Fruticultura em ambiente protegido**. 1ª edição. ed. [S.l.]: Embrapa, 2012. 221-278 p. ISBN 978-85-7035-112-8.

SCHIEDECK, G.; MIELE, A.; BARRADAS, C. I. N.; MANDELLI, F. Maturação da uva niágara rosada cultivada em estufa de plástico e a céu aberto. **Ciência Rural**, sciELO, v. 29, p. 629 – 633, 12 1999. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781999000400010&nrm=iso>.

SEGOVIA, J.; ANDRIOLO, J.; BURIOL, G.; SCHNEIDER, F. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*lactuca sativa* l.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em santa maria, rs. **Ciencia Rural - CIENC RURAL**, v. 27, 03 1997.

SILVESTRINI, M.; VÁLIO, I. F. M.; MATTOS, E. A. d. Photosynthesis and carbon gain under contrasting light levels in seedlings of a pioneer and a climax tree from a Brazilian Semideciduous Tropical Forest. **Brazilian Journal of Botany**, sciELO, v. 30, p. 463 – 474, 09 2007. ISSN 0100-8404. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042007000300011&nrm=iso>.

SÔNIGO, O. R.; GARRIDO, L. da R.; GRIGOLETTI, A. J. Principais doenças fúngicas da videira no sul do brasil. **Circular Técnica**, EMBRAPA Uva e Vinho, Bento Gonçalves - RS, v. 56, n. ISN 1808-6810, p. 32, 2005.

SPAYD, S.; TARARA, J.; MEE, D.; FERGUSON, J. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of vitis vinifera cv. merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 53, 01 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. [S.l.]: Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p. ISBN 978-85-363-2795-2.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência na tipicidade dos vinhos. **IX Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia**, Bento Gonçalves, p. 75–90, 1999.

TONIETTO, J.; FALCADE, I. Regiões vitícolas brasileiras. In: TONIETTO, J.; FALCADE, I. (Ed.). **UVAS para processamento**. [S.l.]: Embrapa, 2003. p. 134p.

VANDERLINDE, G.; SIMON, S.; MALINOVSKI, L.; SPINELLI, F.; VANDERLINDE, R.; BRIGHENTI, A.; VIEIRA, H.; SILVA, A. Composição química das uvas cabernet sauvignon e merlot sob cobertura plástica em santa catarina. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 8, p. 34–42, 10 2016.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D. J.; FILHO, J. U. T. B.; VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, scielo, v. 29, p. 355 – 372, 08 2004. ISSN 0100-4158. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582004000400001&nrm=iso>.