



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



**SISTEMAS DE CONDUÇÃO: INTERFERÊNCIAS NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
PARÂMETROS CROMÁTICOS DE VINHOS TROPICAIS DE CABERNET
SAUVIGNON**

WILSON DAVID ROMERO VERGARA

Recife
2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



**SISTEMAS DE CONDUÇÃO: INTERFERÊNCIAS NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
PARÂMETROS CROMÁTICOS DE VINHOS TROPICAIS DE CABERNET
SAUVIGNON**

WILSON DAVID ROMERO VERGARA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ORIENTADORA: Luciana Leite de Andrade Lima Arruda.

CO-ORIENTADOR: Giuliano Elias Pereira.

Recife

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



**SISTEMAS DE CONDUÇÃO: INTERFERÊNCIAS NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
PARÂMETROS CROMÁTICOS DE VINHOS TROPICAIS DE CABERNET
SAUVIGNON**

WILSON DAVID ROMERO VERGARA

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovada em __/__/__ pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento em sua forma final.

Banca Examinadora:

Profª. Dra. Enayde de Almeida Melo.
Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Profª. Dra. Samara Alvachian Cardoso Andrade.
Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Profª. Dra. Karina Correia da Silveira
Universidade Federal de Pernambuco.

Dedico este trabalho a toda a minha família, especialmente a minha esposa e filha pelo apoio incondicional, além aos amigos e professores os quais contribuíram para o meu crescimento profissional e para a realização desta obra.

AGRADECIMENTOS

A Deus por dá-me a fortaleza necessária para realizar este mestrado.

A minha esposa Natalia, pelo apoio e pela paciência sem os quais grande parte do meu sucesso não seria possível.

A minha filha Amira, simplesmente por ser a minha motivação.

A minha Mãe que me ensinou a lutar com determinação para alcançar meus objetivos desde criança.

A meu Pai com quem aprendi o valor da humildade.

A minha orientadora Professora Luciana Lima pelo apoio e paciência nesta pesquisa, além dos conselhos e fazer parte da minha inspiração para meu crescimento profissional.

Ao meu co-orientador Giuliano Pereira pelo suporte, apoio junto às vinícolas e Embrapa Semiárido e por compartilhar sua experiência.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, por fazerem parte da minha formação e crescimento pessoal.

A meu Professor Blas Alviso por ser um líder, me sugerir fazer este mestrado, além do apoio incondicional.

A Dayanne Consuelo por ser uma companheira e me acompanhar em todo o processo do mestrado.

Aos meus amigos José Quiñonez e Olga Medina pela ajuda e suporte nestes anos.

*“O conhecimento e a educação sensorial apurada podem obter do
vinho prazeres infinitos.”*

Ernest Hemingway

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a influência de dois sistemas de condução (cortina simples – retombante e monopiano vertical – ascendente) em vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon elaborados no Vale do São Francisco, safras 2014, 2015 e 2017. Foram avaliados, em triplicata, os parâmetros enológicos clássicos, composição fenólica e atividade antioxidante - espectrofotometria, parâmetros cromáticos - espectrofotometria e colorimetria, e perfil de ácidos orgânicos - cromatografia líquida de alta eficiência). Teste t-Student ($p < 0,05$) foi utilizado para verificar variações significativas entre os sistemas de condução e análise de componentes principais foi aplicada buscando agrupamento das amostras. Os vinhos apresentaram valores, dentro dos limites estabelecidos pela Legislação Brasileira, para os parâmetros enológicos clássico, entretanto os valores de pH foram superiores aos sugeridos para vinhos tintos. Vinhos do sistema ascendente apresentaram superioridade significativa na acidez total, e os do sistema retombante no teor alcoólico. A concentração de compostos fenólicos, em todos os vinhos, apresentou valores coerentes com os reportados na literatura para vinhos comerciais dessa Região. Índice de polifenóis totais superior a 60 unidades foram obtidos nos vinhos do sistema retombante, safras 2015 e 2017, favorecendo o potencial de guarda. Vinhos desse sistema de condução apresentaram concentrações significativamente superior de polifenóis totais e taninos totais, fato observado apenas na safra 2017 para o teor de antocianinas totais. Os vinhos apresentaram elevada capacidade antioxidante (81,55 a 94,71% de inibição do DPPH*). A intensidade de cor espectrofotométrica foi significativamente superior para vinhos do sistema retombante. Por colorimetria, os vinhos do sistema retombante apresentaram valores de croma (C^*) mais elevados, exceto na safra 2017, e esta variação cromática pode ser percebida visualmente pelo consumidor. O perfil de ácidos orgânicos demonstrou que a concentração dos ácidos tartárico e láctico foi maior nos vinhos do sistema retombante. A análise multivariada levou a separação dos vinhos em função do sistema de condução e safra, tendo as duas primeiras componentes principais explicado 79,60% da variância total dos dados. A melhor expressão das características avaliadas, nas condições climáticas do Vale do Submédio São Francisco, foi obtida em vinhos cujas uvas foram produzidas com sistema de condução que favorece o sombreamento do cacho (retombante), minimizando a foto e termodegradação. Vinhos com maior estabilidade e potencial de guarda poderão gerar impacto positivo no Arranjo Produtivo Local da Uva e do Vinho e consolidar a Indicação Geográfica de Procedência Vale do São Francisco.

Palavras-chave: compostos orgânicos, perfil fenólico, cor, vinhos tropicais, manejo agrônômico.

ABSTRACT

This research had the objective of evaluating the influence of two systems of conduction (simple curtain and monoplane vertical ascending) in experimental wines of Cabernet Sauvignon elaborated in the Valley of the São Francisco, harvests 2014, 2015 and 2017. They were evaluated, in triplicate, the classical oenological parameters, phenolic composition and antioxidant activity - spectrophotometry, color parameters - spectrophotometry and colorimetry, and organic acid profile - high efficiency liquid chromatography). Student's t-test ($p < 0.05$) was used to verify significant variations between the conduction systems and principal components analysis was applied seeking grouping of the samples. The wines presented values, within the limits established by the Brazilian Legislation, for the classical oenological parameters, however the pH values were superior to those suggested for red wines. Wines from the ascending system presented significant superiority in the total acidity, and alcoholic content in the simple curtain system. The concentration of phenolic compounds in all wines presented values consistent with those reported in the literature for commercial wines from this region. Total polyphenol content higher than 60 units was obtained in wines from the simple curtain system, harvests 2015 and 2017, favoring the potential of guard. Wines from this conduction system had significantly higher concentrations of total polyphenols and total tannins, a fact observed only in the 2017 harvest for the total anthocyanins content. The wines presented high antioxidant capacity (81.55 to 94.71% inhibition of DPPH*). The spectrophotometric color intensity was significantly higher for wines from the simple curtain system. By colorimetry, the wines of the simple curtain system presented higher chroma values, except in the 2017 harvest, and this color variation can be perceived visually by the consumer. The profile of organic acids showed that the concentration of tartaric and lactic acids was higher in the wines of the simple curtain system. The multivariate analysis led to the separation of wines as a function of the conduction and harvest system, with the first two principal components accounting for 79.60% of the total data variance. The best expression of the characteristics evaluated, in the climatic conditions of the Submédio São Francisco Valley, was obtained in wines whose grapes were produced with a conduction system that favors the shading of the bunch, minimizing the photo and thermodeation. Wines with greater stability and guarding potential may have a positive impact on the Local Productive Arrangement of the Grape and Wine and to consolidate the Geographical Indication of Provenance of the São Francisco Valley.

Key words: organic compounds, phenolic profile, color, tropical wines, agronomic management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de condução monopiano vertical ascendente.....	20
Figura 2. Sistema de condução espaldeira retombante (cortina simples).....	21
Figura 3. Estruturas químicas dos ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico.	26

**ARTIGO – EFEITO DO SISTEMA DE CONDUCAO NA COMPOSICAO
QUIMICA E PARAMETROS CROMATICOS DE VINHOS DE CABERNET
SAUVIGNON ELABORADOS NO NORDESTE DO BRASIL**

Figura 1. Contribuição das variáveis (A) e distribuição dos vinhos tintos de Carbernet Sauvignon, safras 2014, 2015 e 2017 elaborados com uvas cultivadas nos sistemas de condução ascendente e retombante (B), em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.....	62
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1. Caracterização dos sistemas de condução em função da forma e arquitetura da vegetação.....	18
ARTIGO – EFEITO DO SISTEMA DE CONDUÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PARÂMETROS CROMÁTICOS DE VINHOS DE CABERNET SAUVIGNON ELABORADOS NO NORDESTE DO BRASIL	
Tabela 1. Parâmetros enológicos clássicos de vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon elaborados no Vale do Submédio São Francisco, safras 2014, 2015 e 2017.....	52
Tabela 2. Compostos fenólicos e atividade antioxidantes de vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon elaborados no Vale do Submédio São Francisco, safras 2014, 2015 e 2017.....	55
Tabela 3. Parâmetros cromáticos espectrofotométricos de vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon elaborados no Vale do Submédio São Francisco, safras 2014, 2015 e 2017.....	58
Tabela 4. Parâmetros cromáticos colorimétricos de vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon elaborados no Vale do Submédio São Francisco, safras 2014, 2015 e 2017.....	59
Tabela 5. Perfil de ácidos orgânicos de vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon elaborados no Vale do Submédio São Francisco, safras 2014, 2015 e 2017.....	61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE.....	14
2.1 Problema de pesquisa.....	14
2.2 Hipótese.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1. Vitivinicultura tropical.....	16
3.2. Sistema de condução dos vinhedos.....	17
3.3. Prática enológica.....	21
3.4. Variedade Vinífera – Cabernet Sauvignon.....	22
3.5. Principais compostos presentes em uvas e vinhos.....	23
3.6. Importância do vinhos para saúde.....	29
3.7. Estudo da acidez dos vinhos.....	31
3.8. A química na cor dos vinhos.....	32
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
5. RESULTADOS	
5.1.ARTIGO – EFEITO DO SISTEMA DE CONDUÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PARÂMETROS CROMÁTICOS DE VINHOS DE CABERNET SAUVIGNON ELABORADOS NO NORDESTE DO BRASIL	47
Resumo.....	47
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	49
Resultados e Discussão.....	52
Conclusão.....	63
Referências bibliográficas.....	64
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71

1. INTRODUÇÃO

A vitivinicultura tropical destinada à elaboração de vinhos finos é uma atividade mundialmente recente, sendo o Brasil pioneiro nesta área. O Vale do Submédio São Francisco (VSMSF), localizado no Nordeste do Brasil, entre os paralelos 8° e 9°S, iniciou sua produção comercial na década de 1980, em condições climáticas específicas - temperatura média de 26°C, luz solar de alta intensidade (3.000 h.ano⁻¹) e baixa precipitação pluviométrica anual (cerca de 500 mm), e a 350 m de altitude (TEIXEIRA et al., 2013).

Nestas condições edafoclimáticas diferenciadas as técnicas de manejo agrônomo e protocolos de vinificação vem sendo ajustados ao longo do tempo considerando, principalmente, os resultados das atividades de pesquisa para caracterização do potencial de desenvolvimento vitivinícola na região, visto que os vinhos elaborados no VSMSF podem apresentar grandes mudanças na composição química, qualidade e tipicidade de acordo com o mês em que ocorre a vindima e a vinificação (CAMARGO, 2012; TONIETTO e CAMARGO, 2006).

Um dos fatores mais importantes do manejo agrônomo é o sistema de condução da videira, pois integra múltiplos componentes como a forma, a arquitetura e o conjunto de todas as operações diretas sobre a videira (poda, desfolha e desponta), além de decisões na implementação da planta (armação, orientação das linhas, densidade e espaçamento) de modo a otimizar o microclima, produtividade e qualidade das uvas (CASTRO et al., 2006).

A arquitetura da planta destaca-se como um dos principais fatores que determinam o microclima do vinhedo por influenciar na distribuição espacial das folhas, área foliar e exposição dos cachos, bem como contribui de forma significativa para o potencial enológico das uvas viníferas (FERRER et al., 2015). A escolha de um adequado sistema de condução permite alcançar um equilíbrio entre a produção e o vigor da videira, podendo proporcionar aumento da produtividade e melhoria na composição da fruta (PASCALI et al., 2014). Estes fatores condicionam a eficiência fotossintética da videira para interceptar a energia luminosa, sendo que a capacidade de conversão desta energia e partição da matéria seca produzida entre as partes da planta definem a produtividade de uma cultura (BRIGHENTI et al., 2015; REYNOLDS; HEUVEL, 2009).

Dentre os vários tipos de arquitetura da videira, o sistema de condução em espaldeira é um dos mais utilizados pelos viticultores nos principais países vitivinícolas do mundo. A condução vertical do vinhedo proporciona, de forma geral, um melhor microclima para a maturação de uvas como a Cabernet Sauvignon (MIELE; MANDELLI, 2005). Por outro lado,

o sistema retombante, apesar de ter menor produtividade, vem se destacando como uma alternativa de produção por possuir baixos custos de instalação e conferir maior proteção aos cachos contra o excesso de radiação e temperatura, evitando queimaduras das bagas e degradação de compostos de interesse (MOTA et al., 2009; CASTRO et al., 2006).

Além disso, alterações no sistema de condução podem gerar variações nos parâmetros enológicos e cromáticos, e na composição fenólica dos vinhos, o que favorece ou não os parâmetros de qualidade sensorial percebidos. Mediante o exposto, ficou clara a necessidade de maior aporte de pesquisas nesta área, tendo como objetivo, neste trabalho, avaliar possíveis variações na composição química, parâmetros enológicos clássicos e cromáticos de vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon, elaborados no Vale do Submédio São Francisco, safras de segundo semestre dos anos 2014, 2015 e 2017, em função de variações sistema de condução e das safras.

2. PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE

2.1 Problema de Pesquisa

O Sistema de condução da videira procura otimizar o microclima que, conseqüentemente, repercute na produtividade e na qualidade da uva e do vinho. Neste contexto no Vale do Submédio São Francisco, região que apresenta características edafoclimáticas particulares, busca o melhor sistema de condução de modo a obter a máxima expressão do cultivar.

Como as composições fenólica e de ácidos orgânicos desempenham um papel determinante nos parâmetros sensoriais de qualidade de cada tipo de vinho (intensidade e estabilidade da cor e sabor), além de servirem, muitas vezes, como marcadores de tipicidade e expressão de uma determinada cultivar ou mesmo de uma região é importante entender o comportamento destes compostos visto que, irão afetar de forma direta a aceitação do vinho no mercado nacional e internacional.

Neste contexto, o sistema de condução das videiras é um fator determinante para obter melhores características na composição química e cromática dos vinhos?

2.2 Hipótese

O vinho elaborado a partir de uvas submetidas ao sistema de condução monopiano vertical (ascendente) apresenta significativamente melhores características na composição química e cromática em relação aos vinhos elaborados com uvas cultivadas em sistema de cortina simples (retombante).

3. REVISÃO DA LITERATURA

Em 1493, no período da colonização espanhola, foram cultivados os primeiros vinhedos do Continente Americano. No Brasil, as primeiras videiras datam de 1532 e foram trazidas por Martim Afonso de Souza, tendo a elaboração de vinhos artesanais iniciado entre o final do século XIX e início do século XX pelos imigrantes italianos na Serra Gaúcha/RS (Vale dos Vinhedos). Posteriormente, a vitivinicultura foi expandida para outras regiões do país, a exemplo do Vale do Submédio São Francisco, e passou a ter caráter comercial (JOHNSON, 1989).

O vinho é, exclusivamente, a bebida resultante da fermentação alcoólica do mosto simples de uvas sãs, frescas e maduras, esmagadas ou não, com conteúdo alcoólico adquirido, mínimo de 7% v/v a 20°C (BRASIL, 1988).

A classificação para vinhos tranquilos (BRASIL, 2004) é:

- Vinho de Mesa: vinho com graduação alcoólica de 8,6 a 14% em volume, podendo conter uma atmosfera de pressão a 20°C.
- Vinho Fino: vinho com graduação alcoólica de 8,6 a 14% em volume, proveniente exclusivamente de variedades *Vitis vinifera*.
- Vinho Leve: vinho com teor alcoólico de 7% a 8,5% em volume, obtido exclusivamente da fermentação dos açúcares naturais da uva, vedada sua elaboração a partir de vinho de mesa.
- Vinho Licoroso: vinho com teor alcoólico ou adquirido de 14% a 18% em volume, sendo permitido, na sua elaboração, o uso de álcool etílico potável de origem agrícola, mosto concentrado, caramelo, mistela simples, açúcar e caramelo de uva.

Independente da classificação o vinho é constituído principalmente por água, álcoois, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, proteínas e outras substâncias nitrogenadas, polissacarídeos, açúcares, compostos aromáticos, minerais e vitaminas (GUERRA e BARNABÉ, 2005). Esta heterogeneidade de compostos químicos tem sua síntese relacionada às condições de cultivo, manejo agrônômico e protocolos de vinificação.

3.1. Vitivinicultura Tropical

O cultivo de uvas em regiões tropicais tem sido realizado comercialmente há cerca de 30 anos, tendo como principais países produtores o Brasil, Índia, Tailândia e Venezuela (KOK, 2014). No entanto, há uma expansão dos vinhedos para outras regiões tropicais, em diferentes continentes, como a Bolívia, Colômbia, Peru, Guatemala, Madagascar, Namíbia, Tanzânia, Myamar, Vietnã e China (JOGAIAH et al., 2013).

No Nordeste do Brasil está localizado o polo vitivinícola tropical do país, reconhecido como Vale do Submédio São Francisco, englobando alguns municípios de Pernambuco (Petrolina, Santa Maria da Boa Vista e Lagoa Grande) e da Bahia (Casa Nova e Curaçá) com elaboração de vinhos finos. Esta Região está localizada entre as latitudes 8° e 9° S, longitude de 40° W, altitude média de 350 m, apresenta clima tropical semiárido, com indicadores climáticos médios anuais - precipitação pluviométrica de 550 mm, temperatura de 26°C, insolação 3.000h.ano⁻¹ e umidade relativa do ar de 50%. Estas características, associadas à irrigação, possibilitam a produção de uvas viníferas durante todo o ano, sendo possível escalonamento desta produção e, conseqüentemente, da elaboração de vinhos (PADILHA et al, 2017; LIMA et al., 2011).

Por conta das condições edafoclimáticas, o comportamento da videira, nesta região, caracteriza-se pela ausência do período natural de dormência vegetativa, proporcionando um crescimento contínuo da planta, em condições de nutrição mineral e disponibilidade hídrica adequadas (KOK, 2014). Para aumentar a qualidade enológica das uvas, técnicas de manejo agrônomico, redução da irrigação, aplicação de inibidor vegetativo e aumento das podas anuais, são empregadas com o objetivo de manter o equilíbrio entre crescimento vegetativo e produção, reduzindo o excesso de vigor e aumentando a indução à fertilidade das gemas (CAMARGO et al., 2012).

Além disso, a ocorrência de um período seco ou com pouca precipitação é muito importante para a viticultura em regiões tropicais pois requer, geralmente, o uso da irrigação. Em condições tropicais, o ciclo produtivo da videira varia entre 90 e 150 dias e a baixa ocorrência de chuvas ao longo de pelo menos seis meses é mais adequada para a vitivinicultura, reduzindo o risco de incidência de doenças e mantendo a qualidade da uva (KOK, 2014). Em termos de manejo agrônomico, o sistema de condução da copa em ambiente tropical tem sido desenvolvido com o objetivo de otimizar a interceptação da luz solar, capacidade fotossintética e microclima dos cachos, no intuito de melhorar a produção e a qualidade do vinho, especialmente em cultivares vigorosas e com copas mais densas (JOGAIAH et al., 2013).

As condições edafoclimáticas associadas ao manejo agrônomico influenciam,

principalmente, a concentração de compostos fenólicos e de ácidos orgânicos nos vinhos. Estes compostos influenciam fortemente os parâmetros de qualidade dos vinhos tintos – intensidade e estabilidade da cor, capacidade de envelhecimento, refrescância, amargor e adstringência (BURIN et al, 2010; KALLINTHRAKA et al., 2009). Ademais, a capacidade antioxidante dos vinhos tem sido atribuída aos compostos fenólicos por serem bioativos capazes de sequestrar radicais livres e quelar metais (LI et al., 2011), doenças neurodegenerativas e câncer, bem como apresentam propriedades anti-inflamatórias, antivirais e antibacterianas (DI MAJO et al., 2008; MINUSSI et al., 2003).

Desta forma, o Vale do Submédio São Francisco tem perspectivas de expansão vitivinícola em função da elaboração de grandes volumes de vinhos, em médias ou pequenas instalações industriais, dentro de um novo conceito - vinho tropical, com valorização da tipicidade e com capacidade antioxidante e/ou nutracêutica, gerando possibilidades concretas de aumento do consumo interno e do desenvolvimento das exportações (CAMARGO et al., 2012).

3.2. Sistemas de condução dos vinhedos

A videira é uma planta que apresenta grande vigor, com hábito de crescimento trepador, tronco flexível e presença de gavinhas que, em estado selvagem, procura fixação em árvores espalhando suas folhas sobre o dossel e podendo atingir mais de 30 metros de altura. Por isso, nos cultivos comerciais, as videiras requerem um sistema de condução como suporte, no intuito de garantir uma melhor exposição de suas folhas à luminosidade e um adequado equilíbrio entre a vegetação e a frutificação (KELLER, 2015).

O sistema de condução é definido pelo conjunto de procedimentos escolhidos pelo viticultor para o estabelecimento do vinhedo e controle do desenvolvimento das plantas, em que a identificação e escolha das técnicas dependem das condições climáticas de cada local, das características da cultivar a ser produzida e do potencial de investimento do produtor (TECCHIO et al., 2007). O crescimento vegetativo da videira, a produtividade do vinhedo e a qualidade da uva e do vinho podem ser afetados significativamente pelo sistema de condução, uma vez que interfere nas partes aérea e subterrânea da videira (MIELE, MANDELLI, 2005).

A condução do vinhedo permite, para um mesmo cultivar e um ambiente determinado, regular os fatores ambientais e as respostas fisiológicas para a obtenção do produto desejado. As variáveis consideradas, conforme Miele e Mandelli (2005), são:

- a) densidade e a geometria de plantio;
- b) orientação da fileira, quando o vinhedo não for conduzido em latada;
- c) poda de formação e de produção;
- d) forma e o sistema de sustentação do dossel vegetativo;
- e) poda verde.

Os sistemas de condução mais utilizados comercialmente e suas características de implementação estão na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos sistemas de condução em função da forma e arquitetura da vegetação.

Sistema de Condução	Número de ramos	Posicionamento da vegetação com arames	Divisão cobertura vegetal	Inclinação da vegetação
Cortina simples (<i>single curtain</i>)	1	Não	Não	Retombante
Monoplano vertical ascendente	1	Sim	Não	Vertical ascendente
Pérgola/Latada	1	Sim	Não	Horizontal
Lyra	2	Sim	Divisão horizontal	Obliqua ascendente
Cruzeta e GDC	2	Não	Divisão horizontal	Retombante
Cortina sobreposta	2	Não	Divisão vertical	Retombante
<i>Te Kauwhata Two Tier</i>	2	Sim	Divisão vertical	Vertical ascendente
<i>Smarte – Dyson</i>	2	Sim	Separação Vertical	Vertical ascendente e retombante
<i>Scott – Henry</i>	2	Sim (ascendente)	Divisão vertical	Vertical ascendente e retombante
<i>Carl–Lys e Niof Casarsa</i>	2	Não (retombante)	Separação vertical	Vertical ascendente e retombante
<i>Lenz Monser</i>	3	Sim (ascendente)	Separação vertical	Vertical ascendente e retombante
<i>Lys</i>	3	Não (retombante)	Divisão vertical e horizontal	Vertical ascendente e retombante

Fonte: Castro et al., 2006 (adaptado).

As técnicas de manejo do vinhedo que tem influência na composição da uva são as práticas de podas e raleio dos cachos e folhas. O sistema de condução das videiras, tipo e intensidade da poda, condicionam a aeração e luminosidade para os cachos e folhas influenciando na produção e qualidade das uvas (GONZÁLEZ-NEVES, 2003).

Em regiões de clima quente, a incidência direta de raios solares e a temperatura dos cachos afetam os atributos sensoriais da uva pela excessiva degradação de ácidos orgânicos e

precursores aromáticos. Estas degradações podem ser minimizadas pelo uso de diferentes sistemas de condução com inclinação da vegetação retombante que interceptam a luz solar e a assimilação de carbono, e proporcionam diferente microclima na área de frutificação gerando grande impacto na composição da uva e qualidade do vinho (REYNOLDS et al., 2004; CARBONNEAU, 1991).

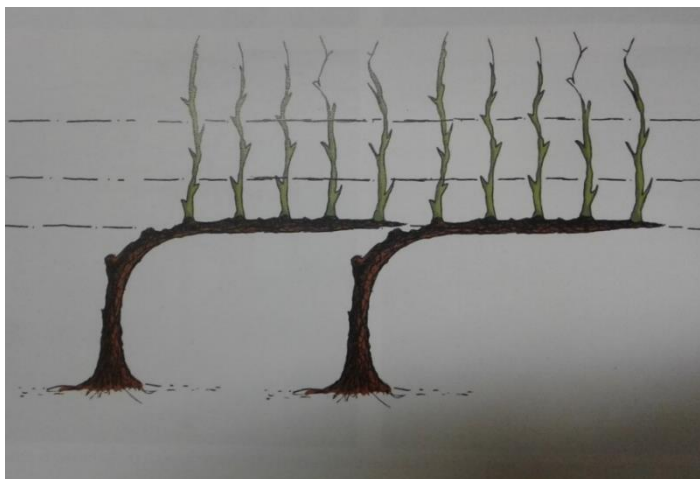
O sistema de condução espaldeira é um dos mais utilizados pelos viticultores nos principais países vitivinícolas do mundo, sendo, normalmente, composto de duas varas e dois cordões esporoados por planta. Geralmente, a zona de produção está situada entre 1,0 e 1,2 m do solo e são deixadas 65 mil a 80 mil gemas/ha, ou seja, pontos de brotação por área plantada. A altura do sistema de sustentação, do solo até a parte superior, é de aproximadamente 2,0m, com estrutura do sistema de sustentação formada de postes externos e internos, tutores e fios. Os postes externos, posicionados nas extremidades das fileiras, podem ser de concreto ou madeira e devem ter 2,50m de comprimento. Já os internos, geralmente, são de madeira e medem 2,20m de comprimento, sendo colocados com espaçamento de 5,0 a 6,0m (MIELE e MANDELLI, 2005).

No intuito de melhor adaptação da videira a regiões com diferentes condições edafoclimáticas de cultivo, o sistema de condução em espaldeira pode ser dividido em:

a) *Espaldeira ascendente (monoplano vertical ascendente)*

Esta é a forma de condução mais utilizada no mundo, algumas das regiões históricas e de grande prestígio utilizam predominantemente este sistema, sobretudo após a crise filoxera, seja em poda *Guyot* (renovação da parte produtiva da videira – vara) ou em cordão *Royat* (vara mantida enquanto produzir) (CASTRO et al., 2006).

A espaldeira monoplano ascendente (Figura 1) permite uma boa aeração e penetração de luz através da copa, com redução do excesso de umidade e favorecimento dos tratamentos fitossanitários (TECCHIO et al., 2014), sendo utilizada principalmente nas cultivares que se realiza poda curta, nas videiras de pequeno porte e que apresentem de baixo a médio vigor, pois tem como objetivos principais priorizar a baixa produção e melhorar a qualidade dos frutos (REYNOLDS; HEUVEL, 2009). No entanto, no Vale do Submédio Vale do São Francisco, a espaldeira ascendente, sistema de condução com maior implementação para cultivares tintas, é utilizada em videiras vigorosas, em função do porta-enxerto utilizado (CAMARGO et al., 2012)



Fonte: Castro et al, 2006.

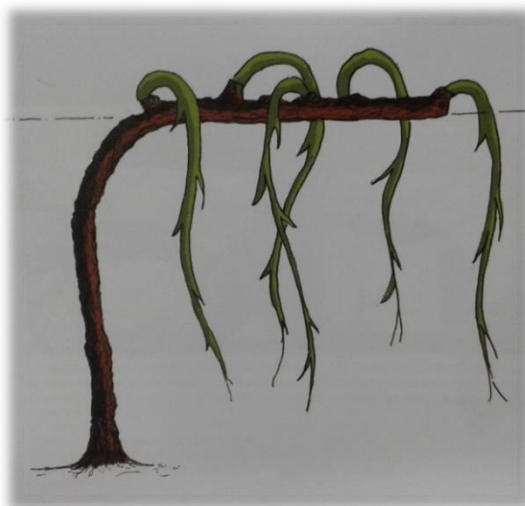
Figura 1. Sistema de condução monoplane vertical ascendente.

A grande expansão deste sistema está relacionada, sobretudo, a facilidade de mecanização. Sistema ideal para densidades de plantação de alta a média, podendo produzir vinhos de alta qualidade, desde que as relações entre altura e espaçamento (H/E) sejam respeitadas e a mecanização adequada (CASTRO et al., 2006).

Sistemas com único plano de vegetação, monoplanos verticais ascendentes, predominam em regiões de clima quente. Kliewer e Dokoozlian (2005), com ensaios ao longo de vários anos e com diferentes cultivares, concluíram que apresentam boa produção.

b) Espaldeira retombante (cortina simples)

O sistema retombante (Figura 2), com vegetação livre do tipo espalhamento, tem baixos custos de instalação (armação simples e arame único) e manutenção, e é adequado à mecanização integral da poda a vindima. As intervenções em verde são reduzidas, sendo a penteia a mais relevante (CASTRO et al., 2006).



Fonte: Castro et al, 2006.

Figura 2. Sistema de condução espaldeira retombante (cortina simples).

A desvantagem deste sistema é o sombreamento na região interna e baixa do caule da videira, devido ao excesso de área vegetativa, o que pode influenciar a produção e perda de qualidade dos frutos. Portanto, a maturação das uvas tende a não ser uniforme e existe uma maior suscetibilidade ao ataque de patógenos pelo aumento da umidade no interior da planta (POMMER, 2003). No entanto, regiões com altas temperaturas e incidência solar, a exemplo do Vale do Submédio do São Francisco, necessitam de sombreamento para proteger os cachos contra o excesso de radiação, evitando queimaduras decorrentes desses fatores (MOTA et al., 2009).

3.3. Prática enológica

A maturação das uvas tintas inicia com mudança na coloração (“pintor”) e finaliza com a vindima, podendo levar 30 a 70 dias, dependendo do cultivar, região de cultivo, safra e manejo agrônomico do vinhedo. Durante este período ocorrem mudanças no perfil metabólico e composição das uvas, com progressivo aumento do peso e volume, acúmulo de açúcares, diminuição da acidez e rigidez das paredes da película e da polpa, desaparecimento da clorofila e acúmulo de pigmentos e síntese de substâncias aromáticas (LIMA et al, 2011; MOTA et al, 2009; GUERRA et al, 2009). A maturação das uvas é influenciada pela temperatura média do ar, havendo uma faixa ótima de ocorrência (20° a 30°C), fora da qual o processo pode ganhar ou perder intensidade. De igual importância para a maturação são os níveis de incidência da radiação solar, a temperatura e a dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera (SANTOS

et al., 2011).

O grau de maturação das uvas pode ser determinado pelo equilíbrio entre a quantidade de açúcares e ácidos na maturação tecnológica. Os principais ácidos contidos nas uvas - tartárico, málico, cítrico, ascórbico e fosfórico (tartárico e o málico representam mais de 90% do total), diminuem gradualmente pela migração das bases, combustão respiratória e diluição das bagas (WELKE, 2012; MOTA et al, 2009; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Além desta, a maturação fenólica altera composição das bagas que passam a apresentar, no estado adequado de maturação, películas com alta concentração de flavonoides (taninos e antocianinas) de fácil extração, fenólicos totais, precursores aromáticos, enzimas oxirredutoras e microelementos. Desta forma vinhos tintos elaborados com uvas em estado adequado de maturação tecnológica e fenólica apresentam equilíbrio de acidez, álcool, adstringência e amargor, justo oposto uvas viníferas que não atingiram a maturação antes da colheita (HOLT et al., 2008; RENARD, 2001).

Na vinificação em tinto, após a colheita as uvas são desengaçadas e esmagadas, e o mosto obtido é levado à fermentação alcoólica. Nesta etapa, ocorre a maceração, período no qual a parte sólida da uva (película e semente) permanece em contato com a parte líquida do mosto (RIZZON et al., 1999). As sementes liberam quantidades importantes de flavonas e taninos e as películas enriquecem, principalmente o vinho tinto, com antocianinas e taninos (GARCÍA-BENEYTEZ et al., 2002). O tempo de contato entre as partes sólida e líquida do mosto, nesta etapa, propicia um aumento do teor de compostos fenólicos do vinho, características varietais pronunciadas e maior estabilidade da cor, dependendo da maturação das uvas. Para uma maior estabilidade dos compostos fenólicos é esperada uma relação de cinco moléculas de antocianinas para uma de tanino (PEYNOUD, 1997).

Em seguida, ocorre a prensagem com separação da parte líquida do vinho em elaboração na qual será realizada a fermentação malolática que visa diminuição da acidez. As etapas de estabilização e clarificação removem partículas sólidas, mucilagem e enzimas, que possibilita amadurecimento e envelhecimento com reações complexas e progressivas entre as antocianinas e outros polifenóis, dentro de barris de carvalho e/ou garrafas de vidro, alterando positivamente a coloração e estrutura da bebida (GUERRERO et al., 2009; PEYNOUD, 1997).

3.4. Variedade Viníferas - *Cabernet Sauvignon*

As *Vitis viníferas* constituem uma espécie de uvas na qual as videiras são originárias da região do Cáucaso e foram levadas para o continente europeu pelos povos da antiguidade. Muitas espécies, pelo tempo e adaptações genéticas, passaram a ser consideradas autóctonas e

são utilizadas para a elaboração de vinhos com características sensoriais e tipicidade marcantes nas diferentes regiões vinícolas do mundo.

A variedade Cabernet Sauvignon é considerada uma das principais variedades viníferas no mundo. Tem sua origem em Bordeaux na França e começou a ser conhecida no final do Século XVIII. Acredita ser progênie do cruzamento espontâneo de outras duas variedades, a Cabernet Franc e a Sauvignon Blanc, também originárias de Bordeaux (BOWERS; MEREDITH, 1997).

Esta variedade apresenta brotação tardia, relativamente vigorosa, de porte ereto, média produção e alta qualidade para vinificação. O mosto tem bom teor de açúcar e acidez titulável adequada para a produção de vinho tinto, o qual se caracteriza por apresentar teores elevados de álcoois superiores.

A Cabernet Sauvignon, de fácil difusão em diferentes regiões, propicia a elaboração vinhos mundialmente conhecidos pelo caráter varietal, apresentam composição fenólica (riqueza de taninos) e teor alcoólico que possibilitam o envelhecimento. Além disso, são complexos com aromas de frutas negras e herbáceo acentuados, cor marcante, vermelho intenso com reflexos violáceos acentuados, boa estrutura e corpo (RIZZON; MIELE, 2002).

3.5. Principais compostos presentes em uvas e vinhos

a) Açúcares totais

Os açúcares compõem a categoria de carboidratos distinguíveis devido à presença de muitos grupos hidroxilas e grupo cetona ou aldeído. O acúmulo de açúcares nas uvas ocorre lentamente do período de crescimento até o início da maturação. A partir desta fase, as concentrações adquirem rápido ritmo de crescimento, decrescendo apenas quando atingem a maturação máxima (LIANG et al., 2011).

Luminosidade e temperaturas elevadas contribuem significativamente para o acúmulo de açúcares nos frutos. Aliado a estes fatores, quanto mais longo o período de maturação, maior será o armazenamento de açúcares nas bagas e melhor será a qualidade da colheita (DALLAS, 1994).

Sendo assim, a uva utilizada na elaboração de vinhos é colhida segundo critérios de maturação estabelecidos, em função da região de produção, tipo de vinho a ser produzido e condições naturais existentes em uma determinada safra. O critério mais utilizado na identificação do melhor ponto de colheita é o teor de açúcares, pois o álcool presente no vinho

é obtido, de forma natural, por meio da fermentação dos açúcares redutores (glicose e frutose) presentes na uva (GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ et al., 2012). No início da maturação há o predomínio da glicose, mas à medida que a maturação avança a relação glicose/frutose diminui, atingindo um ponto de equivalência no teor dos dois açúcares. Estes açúcares são sintetizados em maior parte nas folhas da videira, por meio da fotossíntese e representam até 99% dos açúcares solúveis totais presentes no mosto e de 12 a 17% da massa da baga durante a maturação (MIELE; RIZZON, 2013; LIMA et al., 2007).

O conteúdo de açúcares redutores nas uvas depende, principalmente, da espécie, da variedade e do grau de maturação. As variedades *Vitis vinifera*, geralmente produzem 20% ou mais destes açúcares durante a maturação, enquanto que outras espécies, como *Vitis labrusca* e *V. rotundifolia* sintetizam quantidades menores (CARDOSO, 2007)

Outros tipos de açúcares em uvas podem ser encontrados nas uvas viníferas, porém em quantidades significativamente menores. A exemplo da sacarose que raramente é encontrada em variedades da espécie *Vitis vinifera*, no entanto pode estar presente em até 10 % dos frutos de outras espécies, como a *Vitis labrusca* e *V. bourquina* (JACKSON, 2000; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

O teor de açúcares nas uvas é determinado como sólidos solúveis totais (SST), pela refratometria do mosto e expresso em °Brix. (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

b) Álcoois

As uvas maduras e sadias podem apresentar concentrações insignificantes de álcoois, a exceção dos hexanóis que conferem aromas herbáceos (VERÍSSIMO, 2015).

A produção de etanol pelas leveduras depende do teor de oxigênio disponível no meio e da disponibilidade de açúcares. No entanto, a maioria das leveduras comerciais são inibidas quando a concentração deste álcool é superior a 15% v/v (GUERRA; BARNABÉ, 2005). O etanol tem importante papel na estabilidade e nas propriedades sensoriais dos vinhos, além de atuar durante a fermentação alcoólica na extração de pigmentos e taninos, e na dissolução de compostos voláteis (VERÍSSIMO, 2015).

O etanol, responsável por propriedades sensoriais, capacidade de envelhecimento e estabilidade físico-química e microbiológica dos vinhos, também serve de parâmetro para controle do estágio de maturação da uva e do processo de fermentação (OLIVEIRA et al., 2011; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

O propanotriol (glicerol), subproduto da fermentação alcoólica produzido e armazenado por leveduras em resposta ao estresse osmótico do meio, varia de 0,5 a 1,5% v/v e contribui

com o sabor adocicado e untuosidade, aspectos que conferem, ao vinho tinto, maciez no palato (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; JACKSON, 2000).

Os álcoois superiores, mesmo quantitativamente minoritários, contribuem com as características aromáticas dos vinhos e sua formação está diretamente relacionada às práticas enológicas, como por exemplo, baixas temperaturas durante o processo de fermentação e presença de oxigênio (JACKSON, 2000; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

c) Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos provenientes da uva (tartárico, málico e cítrico) e dos processos de fermentação alcoólica e malolática (lático e succínico) (Figura 3) contribuem com a cor, aroma, gosto, características, equilíbrio gustativo, estabilidade microbiológica e química. Estes compostos são mais susceptíveis à interferência dos fatores edafoclimáticos e suas variações na concentração dependem da cultivar, grau de maturação do fruto, disponibilidade de água, temperatura e exposição ao sol (ZHENG et al, 2009; KRITSUNANKUL et al., 2009; VILJAKAINEN; LAAKSO, 2000).

O ácido tartárico da uva é o isômero L(+), sendo a videira um dos poucos vegetais em que este ácido está presente em quantidades elevadas, sendo um ácido forte que interfere diretamente no pH do vinho e resiste a degradação oxidativa (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

O isômero L(-) do ácido málico, encontrado nas folhas e frutos, é um dos mais difundidos na natureza e possui pouca resistência à oxidação, enquanto seu precursor, o ácido cítrico, está presente nas raízes. Na videira a síntese de ácido málico resulta de uma reação secundária da fotossíntese, ocorrendo principalmente nas folhas, no entanto também é sintetizado nas bagas em formação até o início da fase de maturação. Durante a maturação da uva ocorrem reações de degradação superiores às de síntese, determinando redução da sua concentração até o período da vindima. Ademais, a capacidade de acumular ou degradar este ácido depende da cultivar e da temperatura da região de cultivo (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). O monitoramento da evolução do conteúdo de ácido tartárico e málico durante o período de maturação é um importante parâmetro de qualidade da uva, sendo amplamente utilizada a razão ácido tartárico/málico como um indicativo do grau de maturação da uva, contribuindo para definir o momento da colheita (RIZZON; SGANZELA, 2007).

O ácido lático, produzido durante a fermentação malolática, confere suavidade gustativa, e o ácido succínico é um subproduto da fermentação alcoólica (LIMA et al., 2011). Ácido succínico em baixa concentração é encontrado nos vinhos, sendo oriundo do

metabolismo das leveduras e sua presença está relacionada com a acidez total (VILJAKAINEN; LAAKSO, 2000).

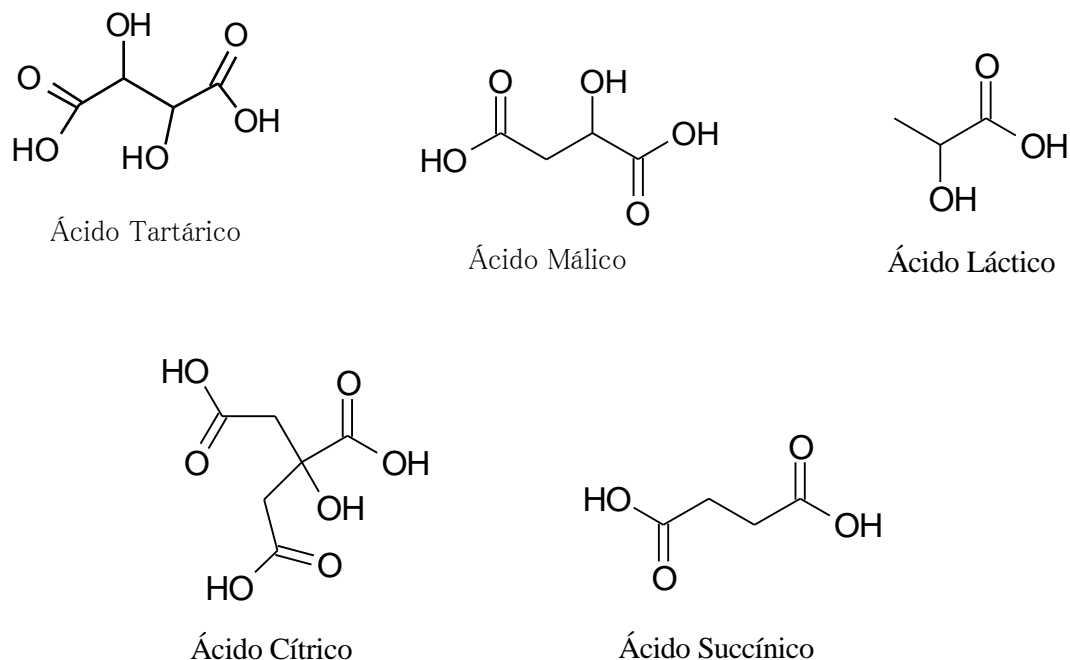


Figura 3. Estruturas químicas dos ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico.

Na elaboração do vinho o equilíbrio ácido-base e a variação do pH estão relacionados à composição do mosto, processo de vinificação, síntese dos ácidos durante a fermentação alcoólica, concentração de potássio no solo e predominância de ácido tartárico em relação ao málico (RIZZON; MIELE, 2002). A composição dos ácidos orgânicos pode ser considerada como importante parâmetro para garantir a qualidade e a tipicidade dos vinhos, identificar a cultivar, bem como condições de cultivo e técnica de vinificação. Além disso, na fermentação e no envelhecimento do vinho, os ácidos estão envolvidos em reações de formação de ésteres, os quais influenciam o aroma do vinho (ROMERO; MUÑOZ, 1993).

Dentre os ácidos produzidos durante a fermentação, o ácido acético é o principal constituinte da acidez volátil, mas há outros ácidos que também contribuem, como por exemplo, os ácidos butírico e fórmico. O ácido acético é originado do acetaldeído e sua presença é comum em baixas concentrações no vinho, porém níveis mais elevados indicam contaminação no vinho por bactérias acéticas. Traços de ácido succínico são encontrados em todos os vinhos, o qual é oriundo do metabolismo das leveduras e sua presença está relacionada com a acidez total e com o enriquecimento no sabor e aroma do vinho durante o envelhecimento (ZOTOU; LOUKOU;

KARAVA, 2004; VILJAKAINEN; LAAKSO, 2000).

Apesar dos vinhos tintos apresentarem menor concentração de ácidos orgânicos, estes em conjunto com os compostos fenólicos ajudam na manutenção da estabilidade durante o envelhecimento (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). No vinho, o monitoramento do conteúdo dos ácidos orgânicos é de grande utilidade para verificar a evolução da acidez durante o processo de vinificação. No decorrer da fermentação o ácido tartárico tem redução da concentração pela precipitação sob a forma de cristais de bitartrato de potássio. A concentração de ácido málico também diminui, podendo ser transformado em etanol ou em ácido láctico durante a fermentação malolática (LAMIKANRA; INYANG; LEONG, 1995).

d) Compostos fenólicos

O comportamento dos compostos fenólicos é resultado da produção de metabólitos secundários que derivam de complexas interações entre biossíntese, transporte, estocagem e degradação, cada um destes processos, por sua vez é governado por genes, e portanto, será influenciado por três fatores principais: hereditariedade, ontogenia (estádio de desenvolvimento) e ambiente (WINK, 2016). A presença de fenólicos nas uvas está relacionada com funções de defesa (proteção contra raios ultravioleta, ações antifúngica e antibacteriana). Por este motivo, a concentração desta classe de compostos nos vinhos tintos elaborados no Vale do Submédio São Francisco, região com condições climáticas (horas/sol, temperatura e intensidade da radiação solar) que favorecem a síntese desses compostos, independente da safra e da cultivar é, geralmente, superior aos valores reportados em outras regiões de produção.

O vinho é uma excelente fonte de várias classes de compostos fenólicos, principalmente flavonóides (antocianinas, flavanóis e flavonóis) e não-flavonóides (ácidos fenólicos e estilbenos). Estes constituintes têm influência direta sobre os parâmetros de qualidade dos vinhos (*flavour*, intensidade cor, estabilidade oxidativa e cromática, amargor, adstringência e capacidade de envelhecimento) e os efeitos benéficos à saúde humana (RAJAN; BHAT, 2016; CHENG et al., 2015; GARRIDO; BORGES, 2013;). Normalmente, o total de compostos fenólicos em uvas brancas e, conseqüentemente, nos vinhos brancos é significativamente menor do que em uvas tintas e seus vinhos, pois não há a síntese das antocianinas (IVANOVA et al., 2011). Além disso, estes compostos são responsáveis por todas as diferenças entre os vinhos tintos e brancos, especialmente os relacionados com a cor e *flavour* dos vinhos tintos.

Diferentes fatores afetam o tipo e o teor de polifenóis nas uvas, tais como a cultivar, condições climáticas, características do solo, práticas agrônômicas e condições fitossanitárias da planta (CHENG et al., 2015; PASCALI et al., 2014). A quantidade e a estrutura destes

compostos afetam significativamente o potencial enológico das cultivares de uvas e, assim, a qualidade e os atributos sensoriais do vinho (BINDON et al., 2013). A interação existente entre todos estes fatores dificulta a elucidação dos efeitos de fatores individuais na síntese e perfil dos compostos fenólicos (PANTELIC' et al., 2016).

- **Flavonóides**

Estes compostos são caracterizados por uma estrutura química base constituída por dois anéis aromáticos ligados por um anel pirano e estão divididos em várias classes, dentre elas destacan-se:

Antocianinas: pigmentos vermelhos das uvas, localizados principalmente na película e na polpa de uvas “tintureiras”. Cinco moléculas têm sido identificadas em uvas viníferas e vinhos – cianidina, peonidina, delphinidina, malvidina e petunidina, todas mais estáveis na forma glicosilada (antocianinas) do que na anglicona (antocianidina), podendo ser aciladas com ácidos fenólicos. A cor desses pigmentos, nos vinhos, depende do pH e concentração de anidrido sulfuroso. Na faixa de pH dos vinhos tintos (3,0-3,8) temos a presença da forma catiônica (cátion flavilium – vermelho) e da base quinoidal (azul), com efeitos de copigmentação levando a coloração do vinho a nuances violáceas. Variações na estrutura base das moléculas e na composição antociânica pode ser usada para diferenciar e classificar vinhos de acordo com a variedade da uva, além de justificar as variações de coloração e tonalidade (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Flavonóis: compostos de interesse no vinho (catequina, epicatequina, epigallocatequina e procianidinas B1 e B2) por estarem associados com o *flavour*, amargor, adstringência, escurecimento enzimático e estabilidade da cor. Além disso, apresentam efeitos benéficos à saúde humana – ação antioxidante, estando a catequina associada ao sequestro de radicais livres e potencial antiinflamatório (PADILHA et al, 2017; GARRIDO; BORGES, 2013).

Flavanóis: pigmento amarelo presente na película de uvas tintas e brancas, tendo como principais compostos nos vinhos a quercetina, miricetina, rutina e caempferol, todos transferidos durante a maceração. Dependendo da concentração interferem indiretamente no perfil gustativo dos vinhos (amargor e adstringência), além de serem copigmentos responsáveis pela alteração, intensificação ou estabilização da cor (PRINCE et al, 1995).

- **Não-flavonóides**

Os compostos não-flavonóides presentes em uvas e vinhos são os ácidos fenólicos (hidroxicinâmico e hidroxibenzoico) e os estilbenos, classe à qual pertence o resveratrol.

Ácidos Fenólicos: na película e polpa das uvas tintas e no vinho tinto os não-flavonóides mais comuns são os ácidos hidroxicinâmico - ferrúlico, *p*-cumárico e cafeico, e hidroxibenzóico – gálico, vanílico e siringico (PADILHA et al, 2017; SPÁCIL; NOVÁKOVÁ; SOLIDH, 2008). Os ácidos fenólicos, incolores, não interferem diretamente na coloração dos vinhos, mas apresentam coloração amarelada quando são oxidadas. Não possuem *flavour* ou aroma, porém são precursores de fenólicos voláteis, a exemplo do etil guaiacol encontrado nos vinhos tintos (RIBEREAU-GAYON et al, 2006).

Estilbenos: o resveratrol (3-4'-5-hidroxiestilbeno), fitoalexina cuja síntese nas uvas aumenta em função de ataques fúngicos, injúrias mecânicas e exposição à radiação UV, está presente nas uvas e no vinho, principalmente em vinhos tintos. Pode ser encontrado na forma de dois isômeros: *cis* ou *trans*-resveratrol, como na forma glicosilada. A forma *trans* é a predominante na película das uvas, enquanto que a forma *cis* não está naturalmente presente, podendo ser produzida por radiação UV e pode ser encontrada na maioria dos vinhos devido às técnicas de vinificação (MONAGAS et al., 2005; CLARE; SKURRAY; SHALLIKER, 2005).

O conteúdo deste estilbeno pode variar de acordo com a cultivar da uva, fatores climáticos e manejo agrônomico (MORENO; CASTRO; FALQUÉ, 2008). Ademais, no vinho as concentrações de resveratrol são influenciadas pelas técnicas de vinificação, como por exemplo, o tempo de maceração pós fermentativa e durante o envelhecimento em garrafa (STERVBO; VANG; BONNESEN, 2007).

3.6. Importância do vinho para a saúde

A uva está incluída em um grupo de alimentos com reconhecido caráter funcional ou nutracêutico ocasionado pela existência de compostos bioativos. Pesquisas tem sido realizadas com relação ao mecanismo e efeito dos polifenóis na prevenção de doenças e em vários tratamentos na medicina humana (PADILHA et al, 2017; LIMA et al, 2014; BANC et al., 2014; ZHU et al, 2015). Desta forma, o consumo da uva e do vinho proporciona uma série de efeitos farmacológicos benéficos ao organismo, como a redução do risco de doenças crônico-degenerativas (CHIVA-BLANCH et al., 2013).

Com relação ao vinho, pesquisas epidemiológicas patrocinadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS), realizadas na França, demonstraram que apesar do consumo elevado de gorduras saturadas a mortalidade por cardiopatias, neste país, eram mais baixas que as

registradas nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha. Em 1992, Renaud e Lorgeril comprovaram que esta relação inversa era resultante do alto consumo de vinho pelos franceses, dando origem ao conhecido “Paradoxo Francês” que desde de então tem motivado a realização de pesquisas científicas para identificar e avaliar a atividade biológica dos constituintes do vinho (DI MAJO et al, 2008).

Estes efeitos benéficos estão relacionados com propriedades bioquímicas e farmacológicas, incluindo atividades antioxidante *in vivo* (WANG et al., 2006) e *in vitro* (FERNÁNDEZ-PACHÓN; VILLAÑO; GARCÍA-PARRILLA, 2004; CIMINO et al., 2007), propriedades antiinflamatória, anticarcinogências e proteção contra doenças cardiovasculares (FRANKEL et al., 1998).

Os compostos antioxidantes são capazes de capturar radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio, como o peróxido de hidrogênio, oxigênio triplete e o ânion superóxido (TROŠT et al., 2016). Com isso, eles podem impedir os danos oxidativos em ácidos nucleicos, lipídios, carboidratos, proteínas ou outras moléculas, por meio da inibição da iniciação de reações em cadeia (WANG et al., 2013). Estudos têm demonstrado que os compostos fenólicos apresentam propriedades antioxidantes e exercem, portanto, um efeito protetor contra os danos oxidativos das células (LOPEZ-VELEZ et al, 2003), decorrente da ação como sequestradores das espécies reativas de oxigênio e quelantes de cátions divalentes. A atuação como bons sequestradores de radicais livres está relacionada com a rápida doação de um átomo de hidrogênio ao radical hidroxil, assim como doadores deste elemento ao radical superóxido (PARK et al, 2003). Como agentes antioxidantes, os compostos fenólicos do vinho atuam no controle do estresse oxidativo, inibindo a modificação da LDL, que leva ao acúmulo de colesterol na lesão aterosclerótica, exercendo, portanto, efeitos anti-escleróticos e anti-trombóticos (TIWARI, 2004).

Entretanto, estes efeitos benéficos à saúde, dependem da composição fenólica, da variedade da uva, safra, região de cultivo, condições edafoclimáticas, manejo agrônomico, e protocolo de vinificação - tempo de maceração e fermentação, pressão, clarificação e envelhecimento (ROCKENBACH et al, 2008; RATHHEL et al, 2007).

3.7. Estudo da acidez dos vinhos

a) Potencial hidrogênico-iônico (pH)

O vinho é uma mistura de ácidos fracos com seus sais, cuja proporção depende do solo, origem geográfica, variedade da uva e protocolos de vinificação. Tanto o mosto quanto o vinho são soluções tampão ácido-base e, como consequência, apresentam uma limitada variação no pH. Isto explica a pequena variação de pH do mosto durante as fermentações alcoólica e malolática (RIBEREAU-GAYON et al, 2006).

O pH do vinho depende principalmente da concentração de ácido tartárico, ácido que mais libera íons de hidrogênio (PEYNAUD, 1989), por esta razão é fácil deduzir que os valores deste fator vão aumentar com a maturação da uva, porém existem fatores que podem não contribuir com esta tendência, a exemplo da fertilidade do solo - solos férteis tendem a manter baixo valor do pH ao longo da maturação da uva (CARDOSO, 2007). Outrossim, a determinação deste parâmetro é importante para o processo de vinificação, interferindo em processos como colagens protéicas (CURVELO-GARCIA, 1988).

O pH depende, principalmente, do tipo e concentração dos ácidos orgânicos, além da concentração de cátions, especialmente de potássio (K^+), que precipitam o ácido tartárico na forma de sal insolúvel de bitartarato de potássio (DAUDT et al., 2008).

A concentração final de íons de hidrogênio presentes no vinho pode ser identificada pelo pH, fator chave que contribui para a estabilidade microbiológica e físico-química (RIBEREAU-GAYON et al, 2006). Com relação à cor e sua estabilidade, vinhos com pH superior a 3,9 perdem a coloração vermelho-púrpura, característica dos vinhos jovens, em função da ação sobre as antocianinas e aumenta a susceptibilidade à oxidações (SINGLETON, 1987).

b) Acidez Total

A acidez total no vinho, também conhecida como acidez titulável, depende da concentração dos ácidos orgânicos, inorgânicos (ácido fosfórico) e fenólicos. A contribuição de cada ácido é determinada pela força de dissociação do hidrogênio, bem como o grau de combinação com os seus sais (RIBEREAU-GAYON et al, 2006). Essa expressão da acidez do vinho é dividida em acidez volátil e fixa. A acidez volátil está relacionada com os ácidos que podem ser removidos por meio de destilação e a fixa inclui os ácidos pouco voláteis, da qual os ácidos tartárico e málico constituem mais de 90%. (CARDOSO, 2007)

Sendo importante ressaltar que a concentração dos ácidos, ou seja, a acidez total e sua composição no vinho depende da safra, variedade da uva, manejo agrônômico, composição e

permeabilidade do solo, protocolo de vinificação e condições climáticas (umidade e temperatura durante a maturação da uva). Entretanto, independente do clima, os viticultores e enólogos possuem algum controle sobre a acidez total por meio de operações na vinha durante a maturação da uva e vindima precoce (RIBEREAU-GAYON et al, 2006).

c) Acidez Volátil

Acidez volátil é o conjunto de ácidos da série acética, encontrados no vinho na forma livre ou salinificada, sendo decorrentes, principalmente, de contaminações microbiológicas (bactérias acéticas) durante as fermentações alcoólica e/ou malolática (SANTOS et al., 2006).

3.8. A química na cor dos vinhos

A cor é um dos principais parâmetros de qualidade dos vinhos e exerce forte influência na aceitabilidade por parte do consumidor, fornecendo informações de possíveis defeitos, idade do vinho e evolução do vinho durante a estocagem (PÉREZ-MAGARIÑO et al, 2004) estando intimamente relacionada com os compostos fenólicos presentes no vinho, principalmente as antocianinas (AUBERT et al., 2001).

Em vinhos jovens as antocianinas ocorrem predominantemente como um dinâmico equilíbrio entre suas quatro formas moleculares: cation flavilium, chalcona, basequinoidal e pseudobase carbinol. Entretanto, segundo Glories (1984) e Dallas e colaboradores (1994), condições químicas influenciam na coloração dos vinhos tintos, tais como:

- pH mais baixo do vinho que contribui para a existência, em maior proporção, do cátion flavilium, conferindo coloração vermelha, assim como impede a hidrólise das antocianinas em suas respectivas agliconas, e
- presença de altas concentrações de dióxido de enxofre que exerce irreversível branqueamento das antocianinas com consequente perda da cor do vinho.

Apesar das antocianinas estarem presentes nas uvas viníferas, exclusivamente, na forma de monômeros, durante as primeiras etapas dos processos de vinificação ocorre a formação de complexos entre antocianinas monoméricas e um cofator, também conhecido como copigmento (compostos não coloridos) (CLIFF et al., 2007).

A copigmentação resulta, geralmente, em um aumento na absorbância, seguido ou não de um deslocamento no comprimento de onda de máxima absorção do pigmento. Este fato tem

importância crítica no entendimento da relação entre a composição da uva e a cor do vinho, na variação da cor e concentração de pigmento, bem como, em todas as reações envolvendo as antocianinas durante o envelhecimento do vinho, uma vez que as antocianinas copigmentadas apresentam maior estabilidade no vinho por repelir a água e, conseqüentemente, impedir o ataque nucleofílico (AUBERT et al, 2001). No entanto, Gutiérrez e colaboradores (2005) demonstraram que a porcentagem de antocianinas copigmentadas diminui consideravelmente ao longo do tempo de guarda do vinho, levando a evolução da coloração.

No vinho, a associação entre os pigmentos e copigmentos, envolvem glicosídeos de antocianinas, ácidos fenólicos, flavonóis e flavanóis, sendo este último considerado o melhor copigmento existente, essencialmente, por meio de associações não-covalentes que envolvem taninos condensados e antocianinas. Os efeitos na coloração do vinho dependem da natureza e da concentração do pigmento e copigmento, da razão entre eles, do pH, como também do conteúdo de etanol (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

A evolução da cor durante o tempo de guarda dos vinhos é atribuída às alterações progressivas dos compostos fenólicos, principalmente as antocianinas.

Durante o tempo de guarda do vinho as antocianinas sofrem reações de condensação que resultam fundamentalmente da reação direta entre proantocianidinas e antocianinas originando compostos sem cor; e também reações mediadas com o acetaldeído entre antocianina e flavonol, o que origina pigmentos poliméricos e escuros (REMY et al., 2000).

Devido à sensibilidade das antocianinas livres para as reações irreversíveis de degradação, é preferível que ocorram estas reações de polimerização durante o tempo de maturação do vinho, com intuito de conferir maior proteção à sua coloração (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Outro mecanismo envolvido na estabilização da cor dos vinhos ocorre por meio da reação direta entre as antocianinas e subprodutos como o acetaldeído, ácido pirúvico e vinilfenóis, originando pigmentos chamados de piroantocianinas que são produtos de cicloadição. Estes compostos são altamente resistentes e estáveis frente a ação do dióxido de enxofre. As piroantocianinas contribuem principalmente para a tonalidade alaranjada dos vinhos, que é característica de vinhos envelhecidos (RENTZSCH et al, 2007).

A formação destes pigmentos derivados das antocianinas é considerada a causa das alterações da cor inicial vermelho brilhante dos vinhos tintos jovens para vermelho tijolo, característico de vinhos envelhecidos (RIVAS et al., 2006).

A temperatura também é um fator importante para o desenvolvimento de reações que refletem na mudança da cor dos vinhos. Durante a fermentação alcoólica temperaturas acima

de 20°C podem desencadear a formação de compostos por meio da quebra das procianidinas que formarão complexos, alterando a coloração do vinho e promovendo degradação das antocianinas (GÓMEZ-PLAZA et al., 2000).

Os parâmetros colorimétricos, sistema Cielab, são definidos pelo espaço tridimensional da cor, sendo cada cor definida por coordenadas nos eixos L* (luminosidade), a*(verde – valores negativos e vermelho – valores positivos) e b* (azul – valores negativos e amarelo – valores positivos). A saturação da cor (C*) indicam a contribuição dos valores positivos de a* e b* na coloração do vinho (BURIN et al., 2010).

No Vale do Submédio São Francisco, com o crescimento do setor vitivinícola, os produtores e as empresas têm buscado formas de identificar e adequar um sistema de manejo próprio para as uvas de vinho nas condições edafoclimáticas presentes na região e estratégias para melhor posicionamento dos vinhos no mercado. Com isso, o estudo da caracterização agrônômica das videiras, qualidade, composição fenólica e atividade antioxidante das uvas produzidas em diferentes sistemas de condução e dos vinhos elaborados, implantadas sobre diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, permite ajudar na definição de um sistema de produção eficiente para as condições regionais. Ainda, pode potencializar a qualidade, tipicidade e agregar valor ao produto, com a possibilidade de promover o desenvolvimento da cadeia produtiva dos vinhos nessa região e aumentar a competitividade nos mercados nacional e mundial.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUBERT, C. M.; DANGLES, A.; AMIOT, M. J. Color stability of commercial anthocyanin-based extracts in relation to the phenolic composition. Protective effects by intra- and intermolecular copigmentation. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.49, p.170-176, 2001.

BANC, R.; LOGHIN, F.; MIERE, D.; FETEA, F.; SOCACIU, C. Romanian wines quality and authenticity using FT-MIR spectroscopy coupled with multivariate data analysis. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 42, n. 2, p. 556-564, 2014.

BRIGHENTI, A. F.; ALLEBRANDT, R.; PEREIRA DE BEM, B.; MAGRO, M.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A. Effect of shoot topping intensity on 'Cabernet Franc' grapevine maturity in high-altitude region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52. p. 946-950, 2017.

BINDON, K.; VARELA, C.; KENNEDY, J.; HOLT, H.; HERDERICH, M. Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 1. Grape and wine chemistry. **Food Chemistry**, v. 138, n. 2, p. 1696-1705, 2013.

BOWERS, J. E; MEREDITH, C. P. The parentage of a classic wine grape, Cabernet Sauvignon. **Nature Genetics**, New York, n.16, p.84-87,1997.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei Nº 10.970, de 12. Alerta dispositivas de Lei Nº7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados de uva e do vinho. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br> Acessado em 30/10/17.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. LEI Nº 10.970, de 12 de novembro de 2004, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados de uva e do vinho. Disponível em <http://www.ibravim.org.br/admin/arquivos/leis/1456249534.pdf> Acessado em 30/10/17.

BURIN V. M.; FALCÃO L. D.; GONZAGA L. V.; FETT R.; ROSIER J. P; BORDIGNON-

LUIZ M. T. Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, v. 30, n.4, p.1027-1032, 2010.

CABONNEAU, A. La Lyriculture: Enfante puissé de l'agro-scientifique. **Science et Vie**, v.156, p.52-65, 1991.

CABONNEAU, A. Experimental methodology and modeling in grapevine physiology. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v.28, p. 159-169, 2016.

CAMARGO, U. A. Cultivo da videira no brasil. **Embrapa** 2012. Disponível em: <<http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00052710.pdf>> Acessado em: 05/10/2017.

CARDOSO, A. D. **O vinho da uva à garrafa**. Âncora Editora. 2007.

CASTRO R.; CRUZ, A.; BOTELHO M. **Manual de sistemas de condução da vinha**. Ministério da Agricultura, Pesca e Florestas. Direção Geral de Agricultura da Beira Litoral. Comissão Vitivinícola da Bairrada: Coimbra, 2006, 190p.

CHENG, G.; FA, J. Q.; XI, Z. M.; ZHANG, Z. W. Research on the quality of the wine grapes in corridor area of China. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 38-44, 2015.

CHIVA-BLANCH, G.; URPI-SARDA, M.; ROS, E.; VALDERAS-MARTINEZ, P.; CASAS, R.; ARRANZ, S.; GUILLÉN, M.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; LLORACH, R.; ANDRES-LACUEVA, C.; ESTRUCH, R. Effects of red wine polyphenols and alcohol on glucose metabolism and the lipid profile: a randomized clinical trial. **Clinical Nutrition**, v. 32, n. 2, p. 200-206, 2013.

CLIFF, M. A.; KING, M. C.; SCHLOSSER, J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. **Food Research International**, v.40, p.92-100, 2007.

CIMINO, F.; SULFARO, V.; TROMBETTA, D.; SAIJA, A.; TOMAINO, A. Radicals scavenging capacity of several Italian red wines. **Food Chemistry**, v.103, p.75-81, 2007.

CLARE, S. S.; SKURRAY, G. R.; SHALLIKER, R. A. Effect of yeast strain selection on the concentration of cis- and trans-resveratrol and resveratrol glucoside isomers in wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.11, p.9-14, 2005.

CURVELO-GARCIA, A. S. **Controle de qualidade dos vinhos – Química Enológica**. Métodos analíticos IVV: Lisboa, 1988.

DAUDT, C. E.; FOGAÇA, A. D.O. Efeito do ácido tartárico nos valores de potássio, acidez titulável e pH durante a vinificação de uvas 'Cabernet Sauvignon'. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2345-2350, 2008.

DALLAS, C.; LAUREANO, O. Effects of pH, sulphur dioxide, alcohol content, temperature and storage time on colour composition of a young portuguese red table wine. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.65, p.477-485, 1994.

DI MAJO, D.; GUARDIA, M. L. GIAMMANCO, S.; LA NEVE, L.; GIAMMANCO, M. The antioxidant capacity of red wine in relationship with its polyphenolic constituents. **Food Chemistry**, v. 111, n. 1, p. 45-49, 2008.

FERRER, M.; ECHEVERRÍA, G.; GONZALEZ-NEVES, G. Influence of the microclimate defined by the training system on the vineyard behaviour and the oenological quality of Merlot grapes. *International Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, v. 2, n. 4, p. 95-108, 2015.

FERNÁNDEZ-PACHÓN, M. S.; VILLAÑO, D.; GARCÍA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Antioxidant activity of wines and relation with their polyphenolic composition. **Analytica Chimica Acta**, v.513, p.113-118, 2004.

FRANKEL, E. N.; BOSANEK, C. A.; MEYER, A. S.; SILLIMAN, K.; KIRK, L. L. Commercial Grape Juices Inhibit the in Vitro Oxidation of Human Low-Density Lipoproteins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.46, p.834-838, 1998.

GARCÍA-BENEYTEZ E.; REVILLA E; CABELL F. Anthocyanin pattern of several red grape cultivars and wines made from them. **European Food Research and Technology**, n. 215, p. 32–37, 2002.

GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - a chemical perspective. **Food Research International**, v. 54, n. 2, p. 1844-1858, 2013.

GLORIES, Y. La couleur des vins rouges. **Connaissance Vigne Vin**, v. 18, n. 4, p. 253- 271, 1984.

GÓMEZ-PLAZA, E.; GIL-MUÑOZ, R.; MARTÍNEZ-CUTILLAS, A. Multivariate classification of wines from seven clones of Monastrell grapes. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 80, p. 497-501, 2000.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, A. B.; MARCELO, V.; VALENCIANO, J. B.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, J. R. Relationship between physical and chemical parameters for four commercial grape varieties from the Bierzo region (Spain). **Scientia Horticultura**, v. 147, p. 111-117, 2012.

GONZÁLEZ-NEVES, J. B.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; GIL, G.; TESSORE, A. Efecto de algunas prácticas de manejo Del viñedo y de la vinificación en la composición fenólica y color de los vinos tintos. **X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia – 2003**, p. 43 – 54.

GUERRA, C. C.; BARNABÉ, D. Vinho. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgar Blücher, p. 423-451, 2005.

GUERRERO, P. R. F.; LLAZID, A.; PALMA, M.; PUERTAS, B.; GONZALEZ-BARRIO, R.; GIL-IZQUIERDO, A.; GARCIA-BARROSO, C.; CANTOS VILLAR, E. Phenolic characterization of red grapes autothonous to Andalusia. **Food Chemistry**, v. 112, p. 949-955, 2009.

GUTIERREZ, I. H; LORENZO, E. S; ESPINOSA, A.V.; Phenolic Composition and magnitude of copigmentation in Young and shortly aged red wines made from the cultivars Cabernet Sauvignon and Syrah. **Food Chemistry**. N 92 p. 269-283. 2005.

HOLT, H. E.; FRANCIS, I. L.; FIELD, J.; HERDERICH, M. J.; ILAND, P. G. Relationships between berry size, berry phenolic composition and wine quality scores for Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) from different pruning treatments and different vintages. **Australian Journal Grape and Wine Research**, v. 14, p.191-202. 2008.

IVANOVA, V.; STEFOVA, M.; VOJNOSKI, B.; DÖRNYEI, Á.; MÁRK, L.; DIMOVSKA, V.; STAFILOV, T.; KILÁR, F. Identification of polyphenolic compounds in red and white grape varieties grown in R. Macedonia and changes of their content during ripening. **Food Research International**, v. 44, n. 9, p. 2851-2860, 2011.

JACKSON, D.I. Factors affecting soluble solids, acid, pH and color in grapes. **American Journal of Enology and Viticulture** v.37, p.179–183, 2000.

JOGAIAH, S.; OULKAR, D. P.; BANERJAA, K.; SHARMA, J.; PATIL, A. G.; MASKE, S. R.; SOMKUWAR, R. G. Biochemically induced changes during some of the phenological changes in Thompson Seedless grapes grafted on different rootstocks. **Soth African Jornal Enologic and Viticulture**, v.34, p.36-45, 2013.

JOHNSON, H. **A história do vinho**. Londres: Mitchell-Beazley, Tradução: Carlos José Silva Arruda e Julio Anselmo Sousa Neto, 1989.

KALLITHRAKA, S.; SALACHA, M. I.; TZOUROU, I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: accelerated browning test versus bottle storage. **Food Chemistry**, v.113, n.2, 500-505, 2009.

KELLER, M. **The science of grapevines: anatomy and phisiology**. 2nd ed. Prosser: Academic Press, 2015. p.509.

KLIEWER W. M; DOKOOZLIAN N. K. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. **American Journal Enology and Viticulture**, v. 56, p. 170-181, 2005.

KOK, D. A review on grape growing in tropical regions. **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**, v. 6, n. 6, p. 1236-1241, 2014.

KRITSUNANKUL, O.; PRAMOTE, B.; JAKMUNEE, J.; Flow injection on-line dialysis coupled to high performance liquid chromatography for the determination of some organic acids in wine. **Talanta**, n. 79, p. 1042-1049. 2009.

LAMIKANRA, O.; INYANG, I.D.; LEONG, S. Distribution and Effects of Grape Maturity on Organic Acid Content of Red Muscadine Grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.43, p.3026-3028, 1995.

LEVENGOOD, J.; BOULTON, R. The Variation in the Color due to Copigmentation in Young Cabernet Sauvignon Wines. **In: Red Wine Color**. American Chemical Society: Washington, 2004, 314p.

LI, Z.; PAN, Q.; JIN, Z.; MU, L.; DUAN, C. Comparison on phenolic compounds in *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon wines from five wine-growing regions in China. **Food Chemistry**, v, 125, p.77-83, 2011.

LIANG, Z.; SANG, M.; FAN, P.; WU, B.; WANG, L.; DUAN, W.; LI, S. Changes of polyphenols, sugars, and organic acid in 5 *Vitis* genotypes during berry ripening. **Journal of Food Science**, v. 76, p. 1231-1238, 2011.

LIMA, L. L. A.; PEREIRA, G. E.; GUERRA, N. B. Physicochemical characterization of tropical wines produced in the Northeast of Brazil. **Acta Horticulture**, n. 910, p. 131-134, 2011.

LIMA, M. D. S.; SILANI, I. S. V.; TOALDO, I. M.; CORREA, L.C.; BIASOTO, A.C.T.; PEREIRA, G. E.; MARILDE, T. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**. n. 161, p. 94–103, 2014.

LOPEZ-VELEZ, M.; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, F.; DEL VALLE-RIBES, C. The Study of Phenolic Compounds as Natural Antioxidants in Wine - Critical Reviews. **Food Science and Nutrition**, v.43, p.233-244, 2003.

MIELI, A.; MANDELLI, F. **Sistemas de condução da videira**. Brasília, DF: Embrapa Uva e Vinho, 2005.

MIELE, A.; RIZZON, L. A. Intensidades da poda seca e do desbaste de cacho na composição da uva Cabernet Sauvignon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1081-1092, 2013.

MINUSSI, R. C.; ROSSI, M.; BOLOGNA, L.; CORDI, L.; ROTILIO, D.; PASTORE, G. M. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. **Food Chemistry**, n. 82, p. 409-416, 2003.

MONAGAS, M.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Elolution of the phenolic content of red wines from *Vitis viníferas* L. during ageing in bottle. **Food Chemistry**, v.95, p.405-412, 2006.

MONAGAS, M.; SUÁREZ, R.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Simultaneous determination of nonanthocyanin phenolic compounds in red wine by HPLC-DAD/ESI-MS. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.56, p.139- 147, 2005.

MORENO, A.; CASTRO, M.; FALQUÉ, E. Evolution of trans- and cis-resveratrol content in red grapes (*Vitis vinifera* L. cv Mencía, Albarello and Merenzao) during ripening. **European Food Research and Technology**, v.227, p.667-674, 2008.

MOTA, R. V.; AMORIN, D.A.; FÀVERO, A. C.; GLORIA, M.B.A.; REGINA, M. A. M. Caracterização físico-química e aminos bioativas em vinhos cv. Syrah I – Efeito do ciclo de produção. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.29, n.2, p.380-385, 2009.

OLIVEIRA, L. C.; SOUZA, S. A.; MAMEDE, M. E.; Evaluation of physicochemical and colorimetric characteristics of fine wines two main vinyards regions of Brasil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, p. 158-167, 2011.

PADILHA, C. V. S.; MISKINS, G. A.; SOUZA, M. E. A.; PERERIRA, G. E.; OLIVEIRA, D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; LIMA, M. S. Rapid determitation of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of

comercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, n. 228, p. 106-115, 2017.

PANTELIĆ, M. M.; ZAGORAC, D. Č. D.; DAVIDOVIĆ, S. M.; TODIĆ, S. R.; BEŠLIĆ, Z. S.; GAŠIĆ, U. M.; ZIVOSLAV L. T.; NATIĆ, M. M. Identification and quantification of phenolic compounds in berry skin, pulp, and seeds in 13 grapevine varieties grown in Serbia. **Food Chemistry**, v. 211, p. 243-252, 2016.

PARK, Y. K.; PARK, E.; KIM, J.; KANG, M. Daily grape juice consumption reduces oxidative DNA damage and plasma free radical levels in healthy Koreans. **Mutation Research**, v.529, p.77–86, 2003.

PASCALI, S. A. de; COLETTA, A.; DEL COCO, L.; BASILE, T.; GAMBACORTA, G.; FANIZZI, F. P. Viticultural practice and winemaking effects on metabolic profile of Negroamaro. **Food Chemistry**, v. 161, p. 112-119, 2014.

PÉREZ-MAGARIÑO, S.; GONZÁLEZ-SAN, JOSÉ M. L. Evolution of flavanols, anthocyanins, and their derivatives during the aging of red wines elaborated from grapes harvested at different stages of ripening. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.52, p. 1181-1189, 2004.

PEYNOUD, E. **Connaissance et travail du vin**. Paris: Dunoud. 1997. 341 p

PRINCE, S. F.; BREEN, P. J.; VALLADAO, M. Cluster sun exposure and quercetin in Pinot Noir grapes and wines. **American Journal of Enology and Vitiulture**, n. 46, p. 187-194, 1995

RAJAN, N. S.; BHAT, R. Antioxidant compounds and antioxidant activities in unripe and ripe kundang fruits (*Bouea macrophylla* Griffith). **Fruits**, v. 71, p. 41-47, 2016.

RATHEL, T. R.; SAMTLEBEN, R.; VOLLMAR, A. M.; DIRSCH, V. M. Activation of endothelial nitric oxide synthase by red wine polyphenols: impact of grape cultivars, growing area and the vinification process. **Journal of Hypertens**, v.25, p.541–9, 2007.

REMY, S.; FULCRAND, H.; LABARBE, B.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. First confirmation in red wine of products resulting from direct anthocyanin-tannin reactions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.745-751, 2000.

RENARD, R. **Estimation de la Maturite Phenolique des Raisins Rouges**. La grappe d'autan; boletin bimestral de la Station Regionale Midi-Pyrénées du Centre Technique Interprofessionnel de la Vigne et du Vin. 2001. p.124-132

RENTZSCH, M.; SCHWARZ, M.; WINTERHALTER, P. Pyranoanthocyanins: an overview on structures, occurrence and pathways of formation. **Trends in Food Science & Technology**, v.18, p.526-534, 2007.

REYNOLDS, A. G.; BROWN, R.; JOLLINEAU, M; SHEMROCK, A.; KOTSAKI, E; LEE, H. S.; ZHENG, W. Application of remote sensing by unmanned aerial vehicles to map variability in Ontario 'Riesling' and 'Cabernet franc' vineyards. **Acta Horticulturae**, v. 1188, p. 73-82, 2004.

REYNOLDS, A. G.; HEUVEL, J. E. Influence of Grapevine Training Systems on Vine Growth and Fruit Composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 60, p. 251-268, 2009.

RIBÉREAU – GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology**. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. Vol 2, 2006. 451p.

RIVAS, E. G. P.; ALCALDE-EON, C.; SANTOS-BUELGA, C.; RIVAS-GONZALO, J.; ESCRIBANO-BAILÓN, M. T. Behavior and characterisation of the colour during red wine making and maturation. **Analytica Chimica Acta**, v.563, p.215-222, 2006.

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**, n. 18, v. 2, 1999.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, p.192-198, 2002.

RIZZON, L. A.; SGANZERLA, V. M. A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves- RS. **Ciência Rural**, v.37, p.911-914, 2007.

ROCKENBACH, I. I.; RODRIGUES, E.; GONZAGA, L. V.; CALIARI B, V.; GENOVESE, M. I.; GONÇALVES, A.S.S.; FETT, R. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil. **Food Chemistry**, v.127, p.174–179, 2011.

ROMERO, E. G.; MUÑOZ, G. S. Determination of organic acids in grape musts, wines and vineyards by high performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.655, p.111-117, 1993.

VILJAKAINEN, S. K; LAAKSO, S. The use of malolactic *Oenococcus oeni* (ATCC 39401) for deacidification of media containing glucose, malic acid and citric acid. **European Food Research and Technology**. v 211. p 438-442, 2000.

SANTOS, A. O.; HERNANDES, J. L.; PEDRO JR., MÁRIO J.; ROLIM, G.S. Parâmetros fitotécnicos e condições microclimáticas para videira vinífera conduzida sob dupla poda sequencial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.12, p.1251-1256, 2011.

SINGLETON, V. L. Oxygen with phenols and related reactions in muts, wines, and model systems: observations and practical implications. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.38, p.69-77, 1987.

SANTOS, B. A. C. Compostos voláteis e qualidade dos vinhos secos jovens varietal Cabernet Sauvignon produzidos em diferentes regiões do Brasil [**tese de doutorado**]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2006.

SPÁCIL, Z.; NOVÁKOVÁ, L.; SOLIDH, P. Analysis of phenolic compounds by high performance liquid chromatography. **Talanta**, v.76, p.189-199, 2008.

STERVBO, U.; VANG, O.; BONNESEN, C. A review of the content of the putative chemopreventive phytoalexin resveratrol in red wine. **Food Chemistry**, v.101, p.449- 457, 2007.

TECCHIO F. M; MIELEI A.; RIZZON L. A. Physicochemical composition of Bordô wines from Flores da Cunha, RS, made with grapes matured in low rain conditions. **Ciência Rural**, v.37, n.5, 2007.

TECCHIO M. A; FERNANDES M. M; TEIXEIRA L. A. J; PIRES J. P; LEONEL S. Influence of rootstocks and pruning times on yield and on nutrient content and extraction in 'Niagara Rosada' grapevine. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 340-348, 2014.

TIWARI, A. K. Antioxidants: New-generation therapeutic base for treatment of polygenic disorders. **Current Science**, v. 86, n. 8, p. 1092-1102, 2004.

TEIXEIRA, A. H.; BASTIAANSEN, W, G, N.; VASSOI, L. H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in the São Francisco river basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 94, p.31-42, 2013.

TONIETTO, J.; CAMARGO, U. A. “Vinhos tropicais no Brasil e no mundo”. **Bon Vivant**, v. 8, n. 94, p. 15, 2006.

TROŠT, K.; KLANČNIK, A.; VODOPIVEC, B. M.; LEMUT, M. S.; NOVŠAK, K. J.; RASPOR, P.; MOŽINA, S. S. Polyphenol, antioxidant and antimicrobial potential of six different white and red wine grape processing leftovers. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 14, p. 4809-4820, 2016.

VERÍSSIMO, C. M. Perfil volátil e caracterização sensorial de vinhos tropicais arinto e fênão pires do nordeste do Brasil. 2015. 95 p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência de Alimentos), Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

VILJAKAINEN, S. K.; LAAKSO, S. V. The use of malolactic *Oenococcus oeni* (ATCC 39401) for deacidification of media containing glucose, malic acid and citric acid. **European Food Research and Technology**, v.211, p.438-442, 2000.

WANG, J. ; HO, L. ; ZHAO, Z. ; SEROR, I.; HUMALA, N.; DICKSTEIN, D. L.; THIYAGARAJAN, M.; PERCIVAL, S. S.; TALCOTT, S. T. ; PASINETTI, G. M. Moderate consumption of Cabernet sauvignon attenuates A β neuropathology in a mouse model of Alzheimer's disease. **The FASEB Journal**, v. 20, p. 2315-2320, 2006.

WELKE, J.E; ZANUS, M.; LAZZAROTTO, M.; ALCARAZ, J. Quantitative analysis of headspace volatile compounds using comprehensive two-dimensional gas chromatography and their contribution to the aroma of Chardonnay wine. **Food Research International**, v. 59, p. 85-99, 2014.

WINK, M. **Secondary Metabolites, the Role in Plant Diversification**. Academic press: Encyclopedia of Evolutionary Biology, 2016. 2132p.

ZHENG, L.; LI, J. ZHU, F.; DU, B.; Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. **Food Chemistry**, v. 186, p. 207-212, 2009.

ZHU, F.; DU, B.; ZHENG, L.; LI, J. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. **Food Chemistry**, v. 186, p. 207-212, 2015.

ZOTOU, A.; LOUKOU, Z.; KARAVA, O. Method development for the determination of seven organic acids in wines by reversed-phase high performance liquid chromatography. **Chromatographia Germany**, v. 60, p. 39-44, 2004.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ARTIGO - EFEITO DO SISTEMA DE CONDUÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PARÂMETROS CROMÁTICOS DE VINHOS DE CABERNET SAUVIGNON ELABORADO NO NORDESTE DO BRASIL

Resumo

Este trabalho avaliou a influência de dois sistemas de condução (cortina simples – retombante e monopiano vertical – ascendente) em vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon elaborados no Vale do São Francisco. Foram avaliados os parâmetros enológicos clássicos, composição fenólica, atividade antioxidante, parâmetros cromáticos e perfil de ácidos orgânicos. Os parâmetros enológicos clássicos apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pela Legislação Brasileira, a exceção dos valores de pH. A concentração de compostos fenólicos, em todos os vinhos, apresentou valores coerentes com os reportados na literatura para vinhos comerciais dessa Região, tendo o índice de polifenóis totais valores superiores a 60 unidades para vinhos do sistema retombante, favorecendo o potencial de guarda, além de elevada capacidade antioxidante. Os vinhos do sistema retombante apresentaram valores de croma (C*) mais elevados, exceto na safra 2017, com variação cromática perceptível visualmente pelo consumidor. O perfil de ácidos orgânicos demonstrou maiores concentrações dos ácidos tartárico e láctico foi maior nos vinhos do sistema retombante. A melhor expressão dos vinhos, nas condições climáticas do Vale do Submédio São Francisco, foi obtida em vinhos cujas uvas foram produzidas com sistema de condução que favorece o sombreamento do cacho (retombante), minimizando a foto e termodegradação.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, perfil fenólico, cor, vinhos tropicais, manejo agrônomico.

Abstract

This work evaluated the influence of two systems of conduction (simple curtain - retuning and monoplane vertical - ascending) in experimental wines of Cabernet Sauvignon elaborated in the Valley of the São Francisco. The classical oenological parameters, phenolic composition, antioxidant activity, color parameters and organic acid profile were evaluated. The classical oenological parameters presented values within the limits established by the Brazilian Legislation, except for pH values. The concentration of phenolic compounds in all wines presented values consistent with those reported in the literature for commercial wines from this Region, with a total polyphenol content of more than 60 units for wines from the retombant system, favoring the potential of guarding, besides high antioxidant capacity. The wines of the retombant system presented higher chroma (C *) values, except for the 2017 harvest, with a chromatic variation perceptible visually by the consumer. The profile of organic acids showed higher concentrations of tartaric and lactic acids was higher in wines from the retombant system. The best expression of the wines, under the climatic conditions of the Submédio São Francisco Valley, was obtained in wines whose grapes were produced with a conduction system that favors the shading of the bunch (degrading), minimizing the photo and thermo degradation.

Key words: organic acids, phenolic profile, color, tropical wines, agronomic management.

Introdução

O Vale do Submédio São Francisco (VSMSF), localizado no Nordeste do Brasil, entre os paralelos 8° e 9°S com altitude média de 350m, iniciou sua produção comercial na década de 1980, em condições climáticas específicas - temperatura média de 26°C, luz solar de alta intensidade (3.000 h.ano⁻¹) e baixa precipitação pluviométrica anual (500 mm) (TEIXEIRA et al., 2013). Estas condições edafoclimáticas diferenciadas, as técnicas de manejo agrônomo e protocolos de vinificação vem sendo ajustados para potencializar o desenvolvimento vitivinícola na região, principalmente com relação à composição, qualidade e tipicidade dos vinhos (CAMARGO, 2012; TONIETTO e FALCADE, 2003).

A busca por um sistema de condução da vinha otimizado ao microclima do Vale do Submédio São Francisco visa otimizar a produtividade e qualidade das uvas e, conseqüentemente, do vinho (CASTRO et al., 2006). O sistema de condução em espaldeira, um dos mais utilizados pelos viticultores, proporciona um melhor microclima para a maturação de uvas tintas (MIELE; RIZZON, 2013). Por outro lado, o sistema retombante, apesar de ter menor produtividade, vem se destacando pelo menor custo de instalação e conferir maior proteção aos cachos contra o excesso de radiação e temperatura, evitando queimaduras das bagas e degradação de compostos de interesse (MOTA et al., 2011; CASTRO et al., 2006).

Mediante o exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar possíveis variações nos parâmetros enológicos clássicos, composição química e cromáticos de vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon, elaborados no Vale do Submédio São Francisco, em função de variações do sistema de condução.

Material e Métodos

Vinho Experimental

Para elaboração dos vinhos experimentais foram utilizadas uvas da cv. Cabernet Sauvignon, safra 2014, 2015 e 2017 com vindima no segundo semestre de cada ano (entre setembro e outubro), proveniente de vinhedos experimentais da Fazenda Santa Maria (Vinhos do Brasil/Global Wines), localizada no município de Lagoa Grande/PE, e vinificadas no Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido localizado no município de Petrolina/PE. Safra 2016 não vinificada em função de dificuldades da vindima.

Todas as análises foram realizadas no mesmo dia de abertura das garrafas, minimizando o efeito das reações de degradação.

Parâmetros enológicos clássicos

Foram realizadas as análises de pH, acidez volátil, acidez total e teor alcoólico, conforme métodos oficiais para análise de vinhos (OIV, 2014).

Métodos Espectrofotométricos

Todas as análises foram realizadas em espectrofotômetro Varian® 50 Bio UV/Vis, com cubeta de quartzo (percurso ótico 1 cm).

Polifenóis Totais: o índice de polifenóis totais (IPT) foi determinado pela leitura da absorbância a 280 nm, em amostras de vinho diluídas a 2%v/v com água (HARBERTSON; SPAYD, 2006). A concentração de polifenóis totais foi estabelecida pela leitura da absorbância a 760 nm, após diluição das amostras a 0,1%v/v em água e reação com reagente fenólico Folin-Ciocalteu estabilizada com solução saturada de carbonato de sódio. O resultado foi expresso, com base em curva analítica em mg.L⁻¹ de equivalentes de ácido gálico, $y = 0,09860x + 0,10755$ ($r^2 = 0,9977$) (GIOVANELLI; BURATTI, 2009).

Taninos Totais: para a determinação da concentração de taninos totais foi utilizado o reagente colorimétrico vanilina em meio ácido (solução aquosa de 2%p/v de vanilina e 8%v/v de ácido clorídrico em metanol). Alíquotas de 1mL das amostras de vinho tinto, diluídas a 2%v/v em água, foram transferidas para frascos de vidro tipo âmbar e adicionados 5mL do reagente colorimétrico. As leituras de absorbância foram realizadas a 500nm e os resultados expressos com base em curva analítica, $y = 0,49919x + 0,06624$ ($r^2 = 0,9657$), em mg. L⁻¹ de catequina (ROGRIGUES et al, 1998).

Antocianinas Totais: a concentração de antocianinas monoméricas foi determinada pelo método do pH diferencial a 520 nm, conforme OIV (1999). De cada vinho foram transferidas duas alíquotas de 1mL para tubos de ensaio âmbar, adicionado 1 mL de solução ácida de etanol (0,1%v/v de HCl). A um deles foi adicionado 10 mL de solução aquosa de HCl (2%v/v) e ao outro 10mL de solução tampão fosfato-ácido cítrico (pH 3,0). Os resultados foram calculados por meio da equação 1 e expressos em miligrama de malvidina 3-glicosídeo por litro (mg de malvidina L⁻¹).

$$\text{Equação 1: } \text{ANT (mg.L}^{-1}\text{)} = 388 \times (\text{A}_{\text{ácido}} - \text{A}_{\text{tampão}})$$

Onde, A: absorvância

ANT: antocianinas monoméricas totais

Parâmetros cromáticos: a intensidade da cor foi determinada, por meio das leituras de absorbâncias de 420, 520 e 620 nm, de amostras de vinho diluídas a 10%v/v com água.

A intensidade da cor (IC) foi obtida pelo somatório das absorvâncias (420, 520 e 620 nm) e a tonalidade (T) expressa pela razão entre as absorvâncias a 420 e 520 nm (CAILLÉ et al., 2010; HARBERTSON; SPAYD, 2006). Além disso, foram calculados os seguintes índices colorimétricos: % amarelo, % vermelho e % azul, considerando os comprimentos de onda 420, 520 e 620 nm, respectivamente, em relação à intensidade da cor (MONAGAS et al., 2006).

Método Colorimétrico

A colorimetria de triestímulos (sistema Cielab), Colorímetro Minolta CR-400[®], foi utilizada para obtenção dos parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*), por leitura direta das amostras, em ausência de luz. O croma (C^*) e a tonalidade cromática (H^*) foram calculadas por meio das equações $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ e $H^* = \arctg(b^*/a^*)$, respectivamente (CAILLÉ et al., 2010; LIMA et al., 2007; HARBERTSON; SPAYD, 2006; WALKER et al., 2004). A diferença cromática (ΔE^*) entre os vinhos e a diferença da tonalidade (ΔH^*) foram calculadas pelas equações: $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ e $\Delta H^* = 2 \sin(\Delta h/2) \times (C^*_1 \times C^*_2)^{1/2}$ (MONAGAS et al., 2006; GUTIÉRREZ et al., 2005; RIBEREAU-GAYON et al., 2004).

Método Cromatográfico – Perfil de Ácidos Orgânicos

As amostras foram diluídas a 10%v/v com água ultra pura e filtradas a 0,45 μ m, com membrana de polipropileno não estéril. Os ácidos orgânicos - tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico – foram identificados e quantificados individualmente por cromatografia líquida de alta eficiência – CLAE – com detector de absorção UV/Vis (LIMA et al, 2011). Foram preparadas soluções aquosas da curva analítica por meio de diluições, com água ultra-pura, de mistura contendo os cinco ácidos orgânicos, conforme se segue: ácido tartárico, 0,025 a 1,0 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 0,05 a 2,0 mg.mL⁻¹ e ácidos cítrico e succínico, 0,01 a 0,2 mg.mL⁻¹. A fase móvel foi preparada com ácido fórmico (0,12 %v/v) e acetonitrila grau HPLC (0,1 %v/v), em água ultra pura. A separação cromatográfica foi realizada em cromatógrafo líquido de alta eficiência *Ultimate 3000 Dionex*[®], com coluna analítica *Acclaim*[®] 120 *Dionex* C-18 (250mm x 4,6 mm, 5 μ m), comprimento de onda de 212 nm, fluxo da fase móvel de 0,8 mL.min⁻¹, temperatura do forno de 26°C e volume de injeção de 20 μ L.

Análise Estatística

Todos os dados foram obtidos em triplicata e os resultados apresentados como média e desvio padrão. Foi aplicado teste t-Student ($p < 0,05$) para identificar possíveis diferenças entre as médias dos dois sistemas de condução (ascendente e retombante), dentro da mesma safra. Uma matriz de correlação bivariada foi produzida para medir a associação entre as variáveis e exibir o coeficiente de correlação de Pearson (r), cuja significância foi determinada pelos valores $p < 0,05$. Análise de componentes principais ($p < 0,05$) foi utilizada para agrupar as amostras em função das variáveis que apresentaram diferença significativa entre os sistemas de condução. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados empregando o *Statistic 7.0*[®] software (Stat-Soft, Tulsa, OK, USA).

Resultados e Discussão

Parâmetros Enológicos Clássicos

A Tabela 1 apresenta os resultados dos parâmetros enológicos clássicos avaliados (pH, acidez volátil, acidez total e teor alcoólico). Não obstante as diferenças observadas, os resultados são consistentes com os encontrados na literatura (MORAIS, 2015; OLIVEIRA et al., 2011; MOTA et al., 2009) e com a Legislação Brasileira vigente (BRASIL, 2004).

Tabela 1. Parâmetros enológicos clássicos de vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon elaborados no Vale do Submédio São Francisco, safras 2014, 2015 e 2017.

Safra	Sistema de Condução	pH	Acidez Volátil (g.L ⁻¹ de AC)	Acidez Total (meq.L ⁻¹ de AT)	Teor alcoólico
2014	Ascendente	4,47 ^a ±0,01	0,40 ^a ±0,00	60,00 ^a ±0,00	10,00 ^b ±0,50
	Retombante	4,46 ^a ±0,00	0,40 ^a ±0,00	58,00 ^b ±0,10	11,10 ^a ±0,01
2015	Ascendente	4,56 ^a ±0,02	0,40 ^a ±0,00	60,00 ^a ±0,00	10,00 ^b ±0,00
	Retombante	4,57 ^a ±0,01	0,40 ^a ±0,00	57,30 ^b ±0,05	11,60 ^a ±0,06
2017	Ascendente	3,94 ^b ±0,01	0,30 ^a ±0,01	66,00 ^a ±0,40	11,70 ^b ±0,10
	Retombante	4,20 ^a ±0,00	0,28 ^a ±0,08	56,00 ^b ±0,10	14,10 ^a ±0,20

AC: ácido acético; AT: ácido tartárico. Letras diferentes na mesma safra (mesma coluna) indicam diferença significativa pelo teste *t-Student* ($p < 0,05$).

Os vinhos analisados apresentaram médias de pH relativamente altas (Tabela 1), considerando a faixa ideal de pH para vinhos tintos (3,1 a 3,6) reportada por Mota et al. (2009) e pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2004) que indica uma faixa ideal entre 3,0 e 3,8 para vinhos finos comerciais, o que os expõem a alterações por instabilidade. Entretanto, os resultados obtidos corroboram Macedo et al. (2015), que obtiveram pH médio de 4,20 ao estudarem dormência e afinidade clone/porta-enxerto em vinhos Cabernet Sauvignon do Vale do Submédio São Francisco.

A única safra que apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) para esse parâmetro foi a 2017, sendo o sistema de condução ascendente mais ácido que o retombante. Valores elevados de pH podem levar o vinho a desestabilização físico-química e biológica, uma vez que o torna mais propenso à oxidação e à proliferação microbiana e compromete, portanto, o seu envelhecimento (RIZZON et al., 2002).

Oliveira et al. (2011) verificaram que vinhos elaborados exclusivamente com Cabernet Sauvignon apresentaram valores de pH acima do ideal (3,99), sendo uma característica comumente encontrada em vinhos desta variedade pela acentuada extração de potássio da película da uva durante o processo maceração. Sendo importante ressaltar que outros fatores podem elevar o pH dos vinhos, prevalecendo sobre a extração de potássio, a exemplo das condições edafoclimáticas do Vale do Submédio São Francisco e concentrações elevadas de potássio no solo, naturais ou obtidas por adubações intensas (SOARES et al., 2009).

Conforme a tabela 2, acidez volátil não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) com relação aos sistemas de condução, em todas as safras e não ultrapassou o limite máximo (0,6 a 0,7 g.L⁻¹ de ácido acético) estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2004).

A concentração de acidez total, que contribui para a estabilidade microbiológica e confere frescor aos vinhos tintos (IVANOVA-PETROPULOS et al., 2016), apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os vinhos, em todas as safras, considerando os sistemas de condução, e maiores médias no sistema ascendente (60,00 a 66,00 meq.L⁻¹ de ácido tartárico). Os valores apresentados estão dentro do intervalo considerado pela Legislação Brasileira para vinhos comerciais (55 a 130 meq.L⁻¹ de ácido tartárico) (BRASIL, 2004). Os dados obtidos são corroborados pelos dados achados por Moraes (2015) e são inferiores aos reportados por Oliveira et al. (2011), para vinhos comerciais de Cabernet Sauvignon do Vale Submédio São Francisco. Entretanto, concentrações de acidez total entre 70 e 80 meq.L⁻¹ de ácido tartárico, são ideais para estabilidade dos vinhos tintos, porém a composição ácida depende, principalmente, das condições geográficas, composição e permeabilidade do solo e clima (umidade relativa, precipitação pluviométrica e temperatura média) durante o período de

maturação da uva (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

O teor alcoólico das amostras encontra-se dentro do intervalo de referência (10 a 13% v/v, 20°C) descrito na Legislação Brasileira para vinhos finos comerciais (BRASIL, 2004), com exceção do vinho retombante 2017, o qual apresentou 14,10% v/v. Os vinhos experimentais elaborados com uvas cultivadas no sistema retombante apresentaram valores significativamente superiores ($p < 0,05$) (Tabela 2), sendo inferiores aos reportados por Morais (2015) e Oliveira et al (2011).

De modo geral, pode-se inferir que os vinhos elaborados com uvas cultivadas no sistema retombante apresentam menor acidez e maior graduação alcoólica (Tabela 1), indicando que neste sistema o sombreamento melhora as condições climáticas (intensidade de luz e temperatura) durante a etapa de maturação do ciclo fenológico da videira, permitindo maturação das uvas com maior uniformidade do cacho e intensidade, e realização da vindima no momento da curva ascendente da concentração de açúcares e descendente dos ácidos (WELKE et al, 2014; POMMER, 2003). Corroborando os achados desta pesquisa, Mota e colaboradores (2011), em estudo com vinhos de Syrah elaborados com uvas submetidas a dois sistemas de condução (ascendente e cortina dupla), também obtiveram maior teor alcoólico nos vinhos cujo sistema de condução das uvas favorecia o sombreamento.

Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante

Os resultados expressos na Tabela 2 corroboram Mota et al (2011) ao inferir que diferentes sistemas de condução levam a variações na composição fenólica.

Estes vinhos apresentaram variações significativas ($p < 0,05$) em todas as safras em relação ao sistema de condução, sendo o valor do índice superior no sistema retombante. Independente das condições de cultivo, valores inferiores no índice de polifenóis totais podem ser observados em safras mais antigas uma vez que, com o passar do tempo ocorrem reações de polimerização e degradação de fenólicos na garrafa (LIMA et al, 2015). Este índice apresentou valores superiores aos reportados por Loureain et al (2011), média de 33,8, em vinhos de Cabernet Sauvignon de Bordeaux, safras 2006 a 2009. O índice de polifenóis totais apresenta valores típicos de vinhos jovens, a exceção do sistema de condução retombante, safras 2015 e 2017, que apresentam potencial de guarda (índice de polifenóis totais superior a 60), segundo Cliff e colaboradores (2007).

Tabela 2. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon cultivada no Vale do Submédio São Francisco em diferentes sistemas de condução, safras 2014, 2015 e 2017.

Safr	Sistema de Condução	PT		ANT	TT	CA
		IPT	(mg de EAG.L ⁻¹)	(mg.L ⁻¹ de malvidina)	(mg.L ⁻¹ de catequina)	(% inibição DPPH*)
2014	Ascendente	42,05 ^b ±0,65	2.083,3 ^b ±18,55	252,52 ^a ±4,79	76,72 ^b ±0,18	93,19 ^b ±0,55
	Retombante	44,43 ^a ±1,01	2.474,5 ^a ±40,50	211,37 ^b ±7,91	94,73 ^a ±0,56	94,33 ^a ±0,13
2015	Ascendente	51,94 ^b ±2,32	2.920,9 ^b ±34,30	316,45 ^a ±1,30	103,76 ^b ±0,63	94,38 ^a ±0,36
	Retombante	62,51 ^a ±0,91	3.727,7 ^a ±20,08	270,51 ^b ±1,58	132,74 ^a ±0,33	94,71 ^a ±0,07
2017	Ascendente	58,62 ^b ±0,06	2.280,1 ^b ±17,49	527,10 ^b ±8,29	191,38 ^b ±1,99	81,55 ^b ±0,04
	Retombante	68,76 ^a ±0,17	3.558,90 ^a ±16,65	638,62 ^a ±4,32	206,06 ^a ±0,32	93,11 ^a ±0,73

IPT: Índice de Polifenóis Totais. CA: Capacidade Antioxidante. PT: Polifenóis Totais. PT: Polifenóis Totais. ANT: Antocianina Totais. TT: Taninos Totais. Letras diferentes na mesma safra (mesma coluna) indicam diferença significativa pelo teste *t-Student* ($p < 0,05$).

A concentração de polifenóis totais apresentados na Tabela 2 foram compatíveis aos obtidos por Morais (2015), Silva (2013), Oliveira et al. (2011), Lima et al. (2011) e Lucena et al. (2010) em vinhos da mesma região, entretanto superiores aos vinhos de outras regiões brasileiras (GRIS et al, 2011) e de diferentes países (BÜTÜKTUNCEL et al, 2014; DI MAJO et al, 2008). Esta diferença pode ser atribuída a maior intensidade da radiação solar e temperatura registrada no Vale do Submédio São Francisco que favorece a concentração destes compostos na baga da uva. A tendência à decréscimo deste parâmetro, em função da safra, independe do sistema de condução a que as videiras foram submetidas, e pode ser associado a condensação dos polifenóis durante o envelhecimento passando a apresentar diferentes propriedades químicas e reatividade com o reagente fenólico Folin-Ciocalteu (MONAGAS et al., 2006).

Similar ao índice de polifenóis totais, a concentração desses compostos também foi significativamente superior ($p < 0,05$) nos vinhos elaborados com uvas produzidas no sistema de

condução retombante (Tabela 2). Apesar de diminuir a incidência direta de raios solares, o sistema de condução retombante proporciona uma variação de temperatura que intensifica a síntese de compostos fenólicos e sua concentração na película da uva (WELKE et al., 2014). Este fato também colaborou para uma maior concentração de taninos totais em vinhos desse sistema de condução (Tabela 2).

Os valores médios registrados para antocianinas totais variaram entre 211,37 mg.L⁻¹ a 638,623 mg.L⁻¹ de malvidina, corroborando Morais (2015) e Silva (2013) ao estudarem vinhos comerciais desta região e foram superiores aos reportados por Macedo et al. (2015) que registraram valores entre 176 e 224 mg.L⁻¹ de malvidina em vinhos comerciais chilenos de Cabernet Sauvignon. Concentrações de antocianinas superiores na safra 2017, independente do sistema de condução (Tabela 2), sugere a instabilidade desta classe de fenólicos em relação ao tempo de engarrafamento, ocorrendo a formação de pigmentos condensados entre antocianinas e outras classes de compostos fenólicos, modificando composição e coloração dos vinhos (BINDON et al., 2014, LIMA, 2010; MONAGAS et al., 2006; ZAMORA, 2003).

Sendo importante ressaltar que Bergqvist et al. (2001) demonstraram que as antocianinas aumentam linearmente em relação a exposição da luz solar e a temperatura da baga, mas a exposição prolongada dos cachos à luz solar direta provoca aumento excessivo da temperatura reduzindo a coloração. O acúmulo de antocianinas na película da uva é significativo até temperaturas entre 20° a 30°C, em temperaturas superiores ocorre uma redução (YAMANE et al., 2006). Além disso, o clima quente e a intensa radiação solar nas uvas causam degradação de pigmentos, reduzindo sua concentração nos vinhos (RIBREAU-GAYON et al., 2004). Estas colocações foram observadas nesta pesquisa, uma vez que na safra 2017 os vinhos do sistema retombante, que favorece o sombreamento, apresentaram valores significativamente superiores ($p < 0,05$) para esta classe de compostos.

Os elevados percentuais de inibição do DPPH*, 81,55 a 94,71% (Tabela 2), são similares aos encontrados por Zhu et al. (2015), em vinhos da China, e Morais et al. (2015) em vinhos comerciais do Vale do Submédio São Francisco.

Jiang e Zhang (2012), encontraram elevada correlação positiva ($r > 0,83$, $p < 0,05$) entre a capacidade antioxidante e o conteúdo de polifenóis totais em vinhos de Cabernet Sauvignon da Argentina, o que não foi observado nesta pesquisa. Além disso, Granato e colaboradores (2011), observaram que compostos fenólicos totais, flavonoides totais e antocianinas totais estão diretamente relacionadas com a atividade antioxidante *in vitro* (métodos ORAC e DPPH*) nos vinhos tintos no Brasil, o que não corrobora os achados nesta pesquisa tendo em vista que, estas classes de compostos apresentaram correlação negativa e não significativa, com o

percentual de inibição do DPPH*.

No Vale do Submédio São Francisco, os sistemas de condução com sobreamento, a exemplo da cortina simples (retombante), são favoráveis à preservação dos compostos fenólicos em decorrência da maior proteção a luminosidade e a temperatura, evitando mudanças bruscas nestes fatores e oferecendo a maior estabilidade e acúmulo destes compostos, corroborando Mota et al. (2011).

Parâmetros Cromáticos

Os compostos fenólicos e os ácidos são os principais responsáveis pela intensidade e estabilidade da cor nos vinhos, primeiro atributo de qualidade percebido pelo consumidor. A intensidade de cor obtida em todos os vinhos, exceto retombante 2017 (Tabela 3), indica que os vinhos são considerados jovens, por apresentarem valores inferiores a 10 (LEVENGGOOD; BOULTON, 2004).

Com relação aos parâmetros cromáticos espectrofotométricos tabela 3 e os parâmetros colorimétricos tabela 4, as uvas cultivadas no sistema de condução retombante favorecem significativamente ($p < 0,05$) a intensidade da cor e o croma nos vinhos. Concentrações elevadas de antocianinas, presentes nas bagas em sistemas de condução que favorecem o sobreamento, resulta em vinhos com maior intensidade de cor (MOTA et al., 2011), o que ficou evidenciado, neste estudo, nos vinhos da safra 2017, que apresentaram maior concentração de antocianinas.

Tabela 3. Parâmetros cromáticos espectrofotométricos vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon cultivada no Vale do Submédio São Francisco em diferentes sistemas de condução, safras 2014, 2015 e 2017.

Safra	Sistema de Condução	IC	T	%AM	%VM	%AZ
2014	Ascendente	7,66 ^b ±0,13	0,94 ^a ±0,00	42,02	45,47	12,51
	Retombante	8,40 ^a ±0,19	0,86 ^b ±0,01	39,53	48,11	11,71
2015	Ascendente	7,65 ^b ±0,08	0,88 ^a ±0,00	40,62	46,18	13,04
	Retombante	8,82 ^a ±0,22	0,85 ^b ±0,01	39,33	46,34	13,46
2017	Ascendente	8,39 ^b ±0,04	0,69 ^b ±0,00	36,26	52,57	11,21
	Retombante	11,25 ^a ±0,08	0,78 ^a ±0,01	38,50	49,09	12,39

IC: intensidade de cor; T: tonalidade; %AM: percentual de amarelo; %VM: percentual vermelho; %AZ: percentual azul. Letras diferentes na mesma safra (mesma coluna) indicam diferença significativa pelo teste *t-Student* ($p < 0,05$).

Com relação aos percentuais cromáticos, apesar da maior intensidade de cor (Tabela 3) e conteúdo de antocianinas (Tabela 2), os vinhos da safra 2017, apresentaram comportamento oposto as safras 2014 e 2015. Estes últimos apresentam menor percentual de amarelo e maior de vermelho, nos vinhos obtidos com uvas do sistema retombante e, conseqüentemente, com maior tonalidade, oposto ao observado por Mota e colaboradores (2011) em vinhos de Syrah, com uvas cultivadas em sistema de condução cortina dupla.

Correlações significativas foram observadas entre intensidade de cor e tonalidade ($r=0,65$, $p < 0,05$), intensidade de cor e antocianinas totais ($r=0,74$, $p < 0,05$), e intensidade de cor e taninos totais ($r=0,75$, $p < 0,05$). O teor de antocianinas e taninos, diretamente relacionados com a intensidade e estabilidade da cor nos vinhos, podem ser potencializados com práticas vitivinícolas, com a irrigação deficitária e o sombreamento em regiões de clima quente (BINDON et al., 2013; RISTIC et al., 2007). Diante disto, pode-se inferir que os vinhos elaborados com uvas cultivadas no sistema retombante, com maior concentração de taninos (Tabela 3), deverão ter maior estabilidade da cor.

Conforme os resultados da tabela 4, todos os vinhos analisados foram caracterizados como jovens por apresentarem valores de a^* maiores que os de b^* (GUTIÉRREZ et al., 2005). Além disso, estes parâmetros colorimétricos foram positivos, ou seja, cores vermelha e amarela, o que indica possível copigmentação de antocianinas e/ou interferência cromática de flavonóis. Uma solução de quercetina (flavonol), com concentração similar à encontrada em vinhos elaborados com uvas expostas ao sol (30mg.L^{-1}), apresenta absorção entre 400-420nm, e atua como agente de copigmentação, com potencial de alterar, intensificar e estabilizar a cor (PRINCE et al., 1995). Ademais, do ponto de vista psicométrico, como a cor é percebida pelo consumidor, ambos os parâmetros (a^* e b^*) são importantes (GUTIÉRREZ et al., 2005).

Tabela 4. Parâmetros cromáticos colorimétricos vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon cultivada no Vale do Submédio São Francisco em diferentes sistemas de condução, safras 2014, 2015 e 2017.

Safra	Sistema de Condução	L*	a*	b*	C*	H*	ΔE^*	ΔH^*
2014	Ascendente	52,64 ^a ±1,77	27,93 ^b ±2,77	13,48 ^a ±1,96	31,01 ^a ±3,33	0,44 ^a ±0,02	3,91	0,26
	Retombante	54,22 ^a ±0,66	31,13 ^a ±0,50	14,62 ^a ±0,27	34,79 ^a ±0,57	0,44 ^a ±0,00		
2015	Ascendente	55,14 ^a ±1,64	28,88 ^a ±1,16	12,72 ^a ±0,69	30,68 ^b ±1,34	0,41 ^a ±0,00	5,88	0,30
	Retombante	53,48 ^a ±1,28	31,38 ^a ±1,23	12,44 ^a ±0,64	38,48 ^a ±1,38	0,38 ^b ±0,00		
2017	Ascendente	55,28 ^a ±1,21	27,98 ^a ±1,13	12,64 ^a ±0,74	41,42 ^b ±0,87	0,22 ^b ±0,01	7,44	0,18
	Retombante	52,38 ^b ±1,18	28,37 ^a ±1,22	13,44 ^a ±0,64	55,89 ^a ±1,23	0,32 ^a ±0,21		

L*: luminosidade, a*: componente vermelho/verde; b*: componente amarelo/azul; C*: croma; H*: tonalidade; ΔE^* : diferença colorimétrica; ΔH^* : diferença de tonalidade. Letras diferentes na mesma safra (mesma coluna) indicam diferença significativa pelo teste *t-Student* ($p < 0,05$).

Vinhos elaborados a partir de uvas que maturaram sob sombreamento (sistema retombante) apresentaram valores de C^* mais elevados, coerente com os parâmetros a^* e b^* e indicando maior intensidade de cor (Tabela 4). Maiores valores de C^* (Tabela 4) e antocianinas totais (Tabela 2) foram obtidos no vinho do sistema retombante, safra 2017, corroborando Liu

et al. (2016) e Cliff et al. (2007), ao afirmarem que concentração de antocianinas apresenta boa correlação com este parâmetro cromático.

As diferenças cromáticas (ΔE^*) entre os vinhos elaborados com uvas nos diferentes sistemas de condução (ascendente e retombante) variaram de 3,91 a 7,44 (Tabela 4) e apresentam resultado superior a 3,0 unidades, indicando que esta variação de cor pode ser percebida pelo olho humano (MONAGAS et al., 2006; GUTIERREZ et al., 2005), ou seja, é possível perceber a maior intensidade cromáticas dos vinhos elaborados com uvas produzidas no sistema de condução retombante. Ademais, os vinhos também diferiram entre si com relação à tonalidade (ΔH^*), quando comparados os sistemas de condução.

Perfil de Ácidos Orgânicos

O perfil e a concentração de ácidos orgânicos são parâmetros importantes para avaliar o processo de elaboração e a composição química dos vinhos, por provocarem redução do pH e, conseqüentemente, aumento da estabilidade da cor e influência no equilíbrio gustativo (MACEDO et al., 2015).

O ácido tartárico foi o principal ácido presente nas amostras analisadas, com valores de 0,57 a 2,58 mg.mL⁻¹, o que representa mais de 50% do total de ácidos quantificados (Tabela 6). Diversos estudos demonstram que este é o principal ácido presente em vinhos, com concentrações variando de 0,95 a 6,50 mg.L⁻¹ (MUÑOZ-ROBREDO et al., 2011; EHLING e COLE, 2011; EYDURAN et al., 2015; LIMA et al., 2015; COELHO et al., 2018).

Os vinhos obtidos de uvas cultivadas no sistema de condução retombante apresentam maior concentração de ácido tartárico e láctico independente da safra (Tabela 5).

Considerando a fermentação malolática como etapa do processo de elaboração de vinhos tintos, a suscetibilidade à oxidação e os decréscimos de ácido málico em regiões de clima quente (SILVA et al., 2015; RIZZON; SGANZERLA, 2007), a baixa concentração deste ácido era esperada nos vinhos, independente do sistema de condução da videira (Tabela 5).

Tabela 5. Perfil de ácidos orgânicos dos vinhos experimentais de Cabernet Sauvignon cultivada no Vale do Submédio São Francisco em diferentes sistemas de condução, safras 2014, 2015 e 2017.

Safr	Sistema de Condução	Concentração (mg.mL ⁻¹)				
		AT	AM	AL	AC	AS
2014	Ascendente	0,841 ^b ±0,001	0,379 ^a ±0,000	0,852 ^b ±0,001	0,054 ^a ±0,000	0,132 ^b ±0,000
	Retombante	1,124 ^a ±0,001	0,386 ^a ±0,000	1,056 ^a ±0,000	0,022 ^b ±0,000	0,174 ^a ±0,004
2015	Ascendente	1,940 ^b ±0,000	0,194 ^a ±0,000	0,955 ^b ±0,000	0,081 ^b ±0,001	0,126 ^b ±0,000
	Retombante	2,579 ^a ±0,000	0,174 ^b ±0,000	0,971 ^a ±0,004	0,030 ^a ±0,006	0,132 ^a ±0,003
2017	Ascendente	0,571 ^b ±0,001	0,132 ^a ±0,000	1,309 ^b ±0,000	0,030 ^a ±0,000	0,072 ^b ±0,000
	Retombante	0,902 ^a ±0,000	0,084 ^b ±0,000	1,872 ^a ±0,000	0,0192 ^b ±0,000	0,098 ^a ±0,000

AT: ácido tartárico. AM: ácido málico. AL: ácido láctico. AC: ácido cítrico. AS: ácido succínico. Letras diferentes em mesma safra indicam diferença significativa pelo teste *t-Student* ($p < 0,05$).

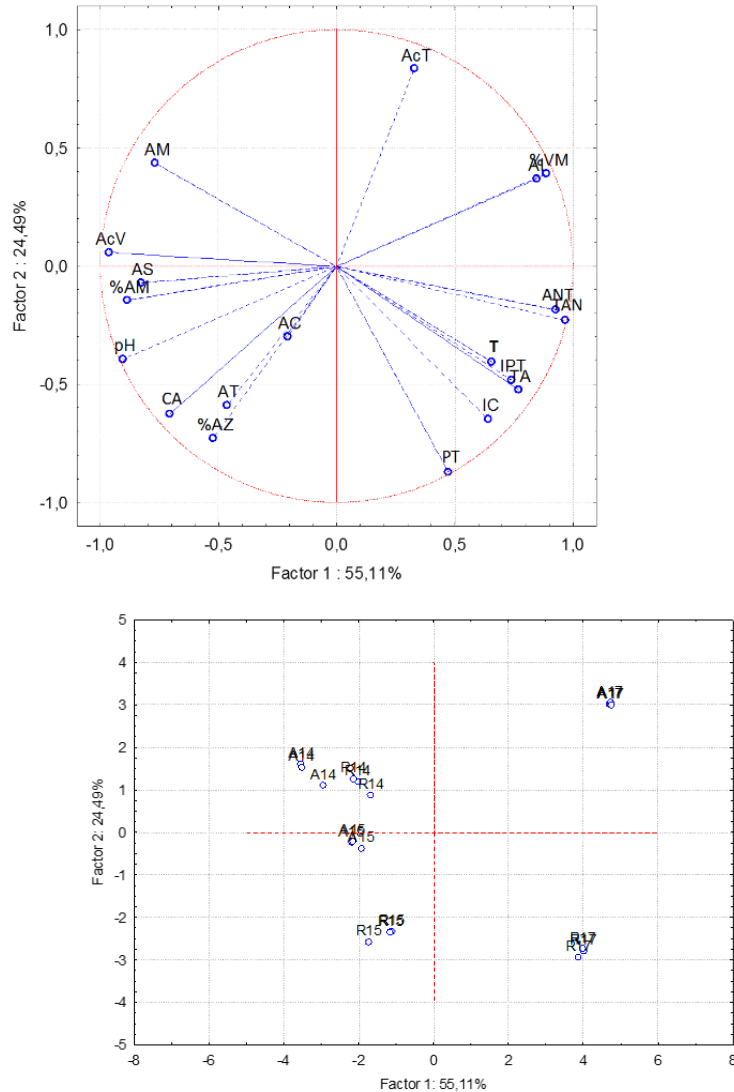
As baixas concentrações dos ácidos cítrico e succínico (Tabela 5) corroboram os resultados de Lima et al. (2010) e Lima et al. (2014) para vinhos tintos comerciais elaborados no Vale do Submédio São Francisco. Em regiões com um clima tropical, como este Vale, onde predominam as altas temperaturas e a insolação, o metabolismo da videira favorece a síntese e a acumulação de açúcares nas bagas com uma diminuição expressiva dos ácidos orgânicos (LIMA et al., 2010).

De modo geral, sistemas de condução que favorecem o sombreamento propiciam maior concentração de ácidos orgânicos por diminuir a incidência de raios solares na baga, fator preponderante para a degradação destes compostos (MOTA et al., 2011; SMART; ROBINSON, 1991).

Análise Multivariada

A influência dos parâmetros enológicos clássico, composição fenólica, capacidade antioxidante, parâmetros cromáticos e perfil de ácidos orgânicos foram utilizados na

discriminação das amostras de vinhos em função do sistema de condução utilizado no manejo agrônômico da videira (ascendente ou retombante), em diferentes safras, por meio da análise de componentes principais (ACP).



A14: ascendente, safra 2014; R14: retombante, safra 2014; A15: ascendente, safra 2015; R15: retombante, safra 2015; A17: ascendente, safra 2017; R17: retombante, safra 2017. pH: potencial hidrogênio-iônico, AcT: acidez total; AcV: acidez volátil; TA: teor alcoólico; PT: polifenóis totais; IPT: índice de polifenóis totais; ANT: antocianinas totais; TAN: taninos totais; CA: capacidade antioxidante; IC: intensidade da cor; T: tonalidade da cor; %AM: percentual amarelo; %VM: percentual vermelho; %AZ: percentual azul; AT: ácido tartático; AM: ácido málico; AL: ácido lático; AC: ácido cítrico; AS: ácido succínico.

Figura 1. Contribuição das variáveis (A) e distribuição dos vinhos tintos de Cabernet Sauvignon, safras 2014, 2015 e 2017, elaborados com uvas cultivadas nos sistemas de condução ascendente e retombante (B), em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.

As duas primeiras componentes principais explicaram 79,60% da variância total dos dados, da qual a primeira componente (CP1) representou 55,11% e a segunda componente (CP2) 24,49%, Figura 1.

Analisando os *Loadings e Scores* observa-se que a componente principal 1 (CP1) caracterizam a safra 2017, independentemente do sistema de condução pelo alto teor de antocianinas e taninos, em oposição as safras 2014 e 2015, resultados confirmados na tabela 2. Em contrapartida, ainda na (CP1), as safras 2014 e 2015 independentemente do sistema de condução, apresentam maior acidez volátil e menor pH, como também maior % de amarelo (Figura 5) em oposição à safra 2015, resultados confirmados pelas tabelas 1 e 3.

Considerando a componente principal 2 (CP2), os vinhos da safra 2017 no sistema ascendente foi caracterizado pela maior acidez total, em oposição ao sistema retombante na mesma safra (Figura 1), estes resultados podem ser observados na tabela 1, o qual obteve diferença significativa ($p < 0,05$) nos dois sistemas de condução na safra 2017. Ainda na CP2, verifica-se que o sistema retombante safra 2017 foi caracterizado pela concentração de polifenóis totais, em oposição ao sistema ascendente apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) conforme tabela 2.

Conclusão

Por meio dos resultados mencionados na pesquisa, foi possível verificar que o sombreamento provocado pelo sistema de condução retombante otimiza potencialmente o microclima no que diz respeito ao binômio temperatura x radiação solar repercutindo na qualidade das bagas e, conseqüentemente, nos vinhos resultantes. O sombreamento leva a uma melhor expressão da cultivar no que se refere a parâmetros enológicos clássicos, composição fenólica e perfil de ácidos orgânicos. Esta composição desempenha um papel determinante nos parâmetros sensoriais de qualidade (cor e sabor) podendo afetar de forma direta na aceitação do vinho no mercado e potencializa a elaboração de vinho de guarda.

Referências Bibliográficas

BERGQVIST, J; EBISUDA, N; DOKOOZLIAN, N. K. Sunlight Exposure and Temperature Effects on Berry Growth and Composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. **American Journal of Enology and Viticulture**. v 52, p. 152-157, 2001.

BINDON, K.; VARELA, C.; KENNEDY, J.; HOLT, H.; HERDERICH, M. Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 1. Grape and wine chemistry. **Food Chemistry**, v.138, p.1696-1705, 2013.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei N° 10.970, de 12. Alerta dispositivos de Lei N°7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados de uva e do vinho. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br> Acessado em 30/10/17.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. LEI N° 10.970, de 12 de novembro de 2004, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados de uva e do vinho. Disponível em <http://www.ibravin.org.br/admin/arquivos/leis/1456249534.pdf> Acessado em 30/10/17.

BÜTÜKTUNCEL, E.; PORGALI, E.; ÇOLAK, C. Comparison of Total Phenolic Content and Total Antioxidant Activity in Local Red Wines Determined by Spectrophotometric Methods. **Food and Nutrition Sciences**, v. 5, p.1660-1667, 2014.

CAMARGO, U. A. Cultivo da videira no brasil. **Embrapa** 2012. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00052710.pdf> > Acessado em: 05/10/2017.

CASTRO R.; CRUZ, A.; BOTELHO M. **Manual de sistemas de condução da vinha. Ministério da Agricultura, Pecuária e Florestas.** Direção Geral de Agricultura da Beira Litoral. Comissão Vitivinícola da Bairrada: Coimbra, 2006, 190p.

CAILLÉ, S.; SAMSON, A.; WIRTH, J.; DIÉVAL, J.-B. ; VIDAL, S.; CHEYNIER, V. Sensory characteristics changes of red Grenache wines submitted to different oxygen exposures pre and

post bottling. **Analytica Chimica Acta**, v. 15, p. 35-42, 2010.

CLIFF, M. A.; KING, M. C.; SCHLOSSER, J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. **Food Research International**, v.40, p.92-100, 2007.

COELHO, E. M.; DE AZEVÊDO, L. C.; VIANA, A. C.; RAMOS, I. G.; GOMES, R. G.; LIMA, M. S. ; UMSZA-GUEZ, M. A . Physico-chemical properties, rheology and degree of esterification of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, p. 166-174, 2018.

DI MAJO, D.; LA GUARDIA, M.; GIAMMANCO, S.; LA NEVE, L.; GIAMMANCO, M. The Antioxidant Capacity of Red Wine in Relationship with Its Polyphenolic Constituents. **Food Chemistry**, v.111, p.45-49, 2008.

EHLING, S.; COLE, S. Analysis of organic acids in fruits juices by liquid chromatography-mass spectrometry: na enhanced tool for authenticity testing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 2229-22234, 2011.

EYDURAN, S. P.; AKIN, M.; ERCISLI, S.; EYDURAN, E.; MAGHRADZE, D. Sugar, organic acids, and phenolic compounds of ancient grapes cultivars (*Vitis viníferas* L.) from Igdir province of Eastern Turkey. **Biological Research**, v. 48, n. 2, 2015.

GIOVANELLI, G.; BURATTI, S. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. **Food Chemistry**, v. 112, p. 903-908, 2009.

GRANATO, D.; KATAYAMA, F. C. U.; DE CASTRO, I. A. Phenolic composition of South American red wines classified according to their antioxidant activity, retail price and sensory quality. **Food Chemistry**, v.129, p.366–373, 2011.

GRIS, E.; MATTIVI, F.; FERREIRA, E. A.; VRHOVSEK, U.; PEDROSA, R. C. Proanthocyanidin profile and antioxidant capacity of Brasília *Vitis- vinifera* red wines. **Food Chemistry**, v.126, p. 213-220, 2011.

GUTIERREZ, I. H; LORENZO, E.S; ESPINOSA, A.V. Phenolic Composition and magnitude of copigmentation in Young and shortly aged red wines made from the cultivars Cabernet Sauvignon and Syrah. **Food Chemistry**, n.92, p.269-283, 2005.

HARBERTSON, J. F.; SPAYD, S. Measuring Phenolics in the Winery. **American Journal of Enology and Viticulture**, n.57, p.280-288, 2006.

IVANOVA-PETROPULOS V, DURAKOVA S, RICCI A, PARPINELLO GP, VERSARI A. Extraction and evaluation of natural occurring bioactive compounds and change in antioxidant activity during red winemaking. **Journal Food Science and Technology**, v. 53, n.6, p.2634-2643, 2016.

JIANG, B.; ZHANG, Z. W. Comparison of phenolic compounds and antioxidant properties of Cabernet Sauvignon and Merlot wines from four wine grape-growing regions in China. **Molecules**, v.17, p.8804-8821, 2012.

LEVENGOOD, J.; BOULTON, R. The Variation in the Color due to Copigmentation in Young Cabernet Sauvignon Wines. In: Red Wine Color. **American Chemical Society**. Washington, 2004, 314p.

LEEuw, V.; KEVERS, C.; PINCEMAIL, J.; DEFRAIGNE, J. O.; DOMMES J. Antioxidant capacity and phenolic composition of red wines from various grape varieties: Specificity of Pinot Noir. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 36, p. 40-50, 2014.

LIU, Y.; ZHANG, B.; HE, F.; DUAN, C. Q.; SHI, Y. The Influence of Prefermentative Addition of Gallic Acid on the Phenolic Composition and Chromatic Characteristics of Cabernet Sauvignon Wines. **Journal of Food Science**, v. 0, p. C1-C10, 2016.

LIMA, L. L. A.; PEREIRA, G. E.; GUERRA, N. B. Physicochemical characterization of tropical wines produced in the Northeast of Brazil. **Acta Horticulture**, n. 910, p. 131-134, 2011.

LIMA, M. A. C. **Uva de mesa: pós-colheita**. 2. ed., Brasília: Embrapa Informação Tecnológica;

Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. p. 21-30.

LIMA, M. D. S.; SILANI, I. S. V; TOALDO, I. M.; CORREA, L.C.; BIASOTO, A. C. T.; PEREIRA; G. E.; MARILDE, T. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**. n. 161, p. 94–103, 2014.

LIMA, L. L. A.; SCHULER, A.; GUERRA, N. B.; PEREIRA, G. E.; LIMA, T. L. A.; ROCHA, H. Otimização e Validação de Método para Determinação de Ácidos Orgânicos em Vinhos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1186-1189, 2010.

LIMA, M. S.; LEITE, A. P. S. ; SAMPAIO, Y. C. ; VIANELLO, F. ; LIMA, G. P. P. Influences of the Harvest Season on Analytical Characteristics of Syrah Grapes and Wines Produced in the Northeast Region of Brazil. **International Journal of Agriculture and Forestry**, v. 5, p. 151-159, 2015.

LOUREIN, B.; CLEOPATRA, C.; PIRRE, T. Phenolic composition of Merlot and Cabernet Sauvignon grapes from Bordeaux Vineyard for the 2009 vintage. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1991-1999, 2011.

LUCENA, A. P. S., NASCIMENTO, R. J. B., MACIEL, J. A. C., TAVARES, J. X., BARBOSA, J. M., OLIVEIRA, E. J. Antioxidant Activity and Phenolics Content of Selected Brazilian Wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, p.30-36, 2010.

MACEDO, T. A; FILHO, J. L; BRIGHENTI, A. F.; DA SILVA, L.C; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; Manejo do dossel vegetativo e qualidade físico-química dos cachos de 'Sangiovese' e 'Tempranillo' em região microclimática de altitude. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 2, 2015.

MIELE, A.; RIZZON, L. A. Intensidades da poda seca e do desbaste de cacho na composição da uva Cabernet Sauvignon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 1081-1092, 2013.

MONAGAS, M.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Elolution of the phenolic content of red wines from *Vitis viníferas* L. during ageing in bottle. **Food Chemistry**, v. 95, p. 405-412, 2006.

MONAGAS, M.; SUÁREZ, R.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Simultaneous determination of nonanthocyanin phenolic compounds in red wine by HPLC-DAD/ESI-MS. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.56, p.139- 147, 2005.

MORAIS, S. M.; LIMA, L.L.A.; MELO, E. A.; ALVACHIAN, S.; GUERRA, N.B. Antioxidant activity of brazilian tropical red wines in relationship its phenolic content. In: **19 Journées Internationales de Viticulture GIESCO**. Gruissan, França. 19th International Meeting of Viticulture GiESCO. Pech Rouge Montpellier: Publications & Actualités Vitivinicoles, 2015. v. 2.

MOTA, R. V.; AMORIN, D.A.; FÀVERO, A.C.; GLORIA, M.B.A.; REGINA, M. A. Caracterização físico-química e aminas bioativas em vinhos cv. Syrah I – Efeito do ciclo de produção. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.29, n.2, p.380-385, 2009.

MOTA, R. V.; AMORIN, D.A.; FÀVERO, A.C.; GLORIA, M.B.A.; REGINA, M. A. Effect of trellising system on grape and wine composition of Syrah vines grown in the cerrado region of Minas Gerais. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.31, n.4, p.967-972, 2011.

MUÑOZ-ROBREDO, P.; ROBLEDO, P.; MARÍQUEZ, D.; MOLINA, R.; DEFILIPPI, B. G. Characterization of Sugars and Organic Acids in Commercial Varieties of Table Grapes. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 71, p. 452-458, 2011.

OLIVEIRA, L. C.; SOUZA, S. A.; MAMEDE, M.E.; Evaluation of physicochemical and colorimetric characteristics of fine wines two main vinyards regions of Brasil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.70, p.158-167, 2011.

OIV- Organisation International de la Vigne et du Vin. **Recueil des méthodes internationales d´analyse des vins et des mouts**, 1999. 848p.

OIV- Organisation International de la Vigne et du Vin. **Recueil des méthodes internationales d´analyse des vins et des mouts**, 2014. 848p.

POMMER, C. V. (Ed.). **Uva tecnologia de produção**. Porto Alegre: Cinco Continentes. 778p. 2003.

PRINCE, S.F.; BREEN, P.J.; VALLADAO, M. Cluster sun exposure and quercetin in Pinot Noir grapes and wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, n. 46, p. 187-194, 1995.

RIBÉREAU – GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology**. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. Vol. 2, p. 451. 2006

RISTIC, R.; DOWNEY, M. O.; ILAND, P. G.; BINDOM, K.; FRANCIS, L.; HERDERICH, M.; ROBINSON, S. P. Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine color, tannin, and sensory properties. **Australian Journal of grape and wine research**, v.13, p. 53-65, 2007.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, p.192-198, 2002.

RIZZON, L.A.; SGANZERLA, V.M.A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves- RS. **Ciência Rural**, v.37, p.911-914, 2007.

RODRIGUES, W. A.; MAGALHÃES, P. C.; DOS SANTOS, F. G.; BERTECHINI, A. G.; TOSELLO, G, A. Métodos para determinar taninos em sorgo, avaliando-se o desempenho de aves e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.22, n.4, p.540-550, 1998.

SILVA, S. C. P. **Composição fenólica e sua relação com a atividade antioxidante de vinhos tintos tropicais brasileiros**, 2013, 55p. Dissertação de Mestrado em Ciências dos Alimentos. Programa de pós graduação em Nutrição – Universidade Federal de Pernambuco/ Recife.

SMART, R.E.; ROBINSON, M. Sunlight into Wine: **A Handbook for Winegrape Canopy Management**. Winetitles: Adelaide, 1991.

SOARES, J. M.; LEÃO, P.C.S. A Vitivinicultura no Semiárido Brasileiro. **Embrapa Informação Tecnológica Brasília**, DF Embrapa Semi-Árido Petrolina, PE 2009.

TEIXEIRA, A.H.; BASTIAANSEN, W,G,N.; VASSOI, L.H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in the São Francisco river basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 94, p. 31-42, 2013.

TONIETTO, J.; FALCADE, I. **Regiões vitivinícolas brasileiras**. In: KUHN, G. B. (Ed.). Uva para processamento: produção. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 134 p. (Frutas do Brasil, 34). 2003, p.10-14.

WALKER, T.; MORRIS, J.; THRELFALL, R.; MAIN, G. Quality, sensory and cost comparison for pH reduction of Syrah wine using ion exchange or tartaric acid. **Journal of Food Quality**, v. 27, p. 483-496, 2004.

YAMANE, T. et al. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, n. 1, p. 54-59, 2006.

WELKE J.E; ZANUS M; LAZZAROTTO M; ALCARAZ. Quantitative analysis of headspace volatile compounds using comprehensive two-dimensional gas chromatography and their contribution to the aroma of Chardonnay wine. **Food Research International**, v.59, p.85-99 2014.

ZAMORA, F. **Elaboration y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos**. Ediciones Mundi-Prensa, 2003, p.2003.

ZHU, F.; DU, B.; ZHENG, L.; LI, J. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. **Food Chemistry**, v. 186, p. 207-212, 2015.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos resultados mencionados na pesquisa, foi possível verificar que o sombreamento provocado pelo sistema de condução retombante otimiza potencialmente o microclima no que diz respeito ao binômio temperatura x radiação solar repercutindo na qualidade das bagas e, conseqüentemente, nos vinhos resultantes, obtendo uma melhor expressão da cultivar no que se refere a parâmetros enológicos clássicos, composição fenólica e perfil de ácidos orgânicos. Esta composição desempenha um papel determinante nos parâmetros sensoriais de qualidade (cor e sabor) podendo afetar de forma direta na aceitação do vinho no mercado.

Ademais, os vinhos produzidos com o sistema retombante apresentaram potencial de guarda em relação ao sistema ascendente oferecendo vantagens para a produção de vinhos de alta qualidade. Esta diferenciação pode ser importante para a implementação do selo de Denominação de Origem Controlada na região bem como para expansão da cadeia produtiva de vinhos finos de guarda e, por consequência, aumentar a competitividade destes vinhos nos cenários nacional e mundial.

Contudo, este sistema de condução apresenta limitações em termos de produtividade em relação ao sistema ascendente sendo necessário, como alternativa, estudos para a implementação do sistema de cortina dupla (GDC- *Geneva Double Curtain*), que apresenta maior produtividade por hectare em sombreamento.

Desta forma, o avanço nas pesquisas, no que diz respeito à caracterização dos perfil fenólico e volátil, e sensorial, é necessário para vinhos elaborados com uvas cultivadas em sistemas de sombreamento a fim de corroborar o desempenho do sistema de condução em questão.