

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

TIAGO STEIN

**INFLUÊNCIA CLIMATOLÓGICA NA 'CABERNET SAUVIGNON' DE DOM
PEDRITO, RS, SAFRA 2016**

**Dom Pedrito
2017**

TIAGO STEIN

**INFLUÊNCIA CLIMATOLÓGICA NA 'CABERNET SAUVIGNON' DE DOM
PEDRITO, RS, SAFRA 2016**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Bacharelado em Enologia da
Universidade Federal do Pampa,
como requisito parcial para obtenção
do Título de Bacharel em Enologia

Orientador: Renata Gimenez
Sampaio Zocche

**Dom Pedrito
2017**

TIAGO STEIN

**INFLUÊNCIA CLIMATOLÓGICA NA 'CABERNET SAUVIGNON' DE DOM
PEDRITO, RS, SAFRA 2016**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Bacharelado em Enologia da
Universidade Federal do Pampa,
como requisito parcial para obtenção
do Título de Bacharel em Enologia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 28/11/2017

Banca examinadora:

Prof. Dra. Renata Gimenez Sampaio Zocche
Orientador
(UNIPAMPA)

Prof. Dra. Elizete Beatriz Radmann
(UNIPAMPA)

Prof. Dr. Vagner Brasil Costa
(UNIPAMPA)

AGRADECIMENTO

Agradecer é uma tarefa que deve ser realizada diariamente, várias vezes. Agradecer é o ato de reconhecer a importância de algo ou alguém em nossa vida, e motivos para dizer obrigado nunca faltam. Aqui fica meu sincero “Muito obrigado” à algumas pessoas que fazem da vida uma jornada feliz.

Primeiramente Deus, que a cada dia me proporciona uma nova oportunidade de crescimento e evolução;

A minha família, especialmente meus pais Guido e Wilma, que sempre primaram pela minha educação, me mostrando que é um dos maiores bens que o ser humano pode ter;

A Carlos Eduardo “Patico” (*in memoriam*), meu grande amigo, companheiro, e confidente de muitos momentos; suas palavras para sempre farão parte dos meus dias: “Vai dar tudo certo, já deu certo”;

A Martha Regina, pelo apoio constante, pela amizade, pelo carinho, pelas conversas;

A minha amiga, professora e orientadora de estudos, de vida, Renata G. S. Zocche, que jamais mediu esforços em me auxiliar, sendo uma companheira constante em todas as conquistas do meu dia-a-dia. Com certeza uma alavanca em vida acadêmica, profissional e pessoal;

Aos amigos Norton e Tanira Sampaio, Fernando Zocche, Suziane Jacobs, que sempre estiveram dispostos a me auxiliar no que fosse preciso;

As amigas Luciana e Alexandra, irmãs do coração que a vida me proporcionou. Pessoas que tornam meus dias mais alegres;

A Renata Carolina, esta pessoa iluminada, presente da vida, que mesmo longe torce por mim;

A Eric, Taritza, Amélia, Lívia, Carmen Lígia, Jane Costa, Beth Koff, Roni Storti de Barros, Meri Muller, pessoas incríveis, iluminadas, cúmplices.

A Carmen Vera (Verinha), por todo carinho e apoio

RESUMO

A região da Campanha Gaúcha é a segunda produtora de vinhos finos do Brasil, principalmente tintos. Nesse escopo está a 'Cabernet Sauvignon', variedade de origem francesa, sendo a mais cultivada no Brasil no rol das uvas *Vitis vinifera*, possuindo grande apelo comercial, sendo utilizada para elaboração de vinho jovem e de guarda. Para que possamos elaborar um vinho de qualidade é necessário entender quais fatores afetam o processo, desde o campo até a garrafa. A maturação fenólica adequada prima, por carga polifenólica adequada para vinificação de uvas tintas. Fatores como acidez total, pH, cor, polifenóis totais são preponderantes para a elaboração de vinhos de qualidade. Neste contexto a 'Cabernet Sauvignon' da região da Campanha Gaúcha tem apresentado níveis altos de potássio presente em mosto e vinho o que determina vinhos de baixa acidez e valores elevados de pH, afetando assim diversos fatores qualitativos do vinho. Além de fatores biológicos, de manejo, as videiras são influenciadas diretamente por questões climáticas como temperatura, radiação, amplitude térmica, precipitação. Sabendo disso realizou-se estudos para avaliar e estudar como as condições climáticas influenciam a dinâmica da absorção de potássio, a maturação fenólica, e parâmetros qualitativos do vinho de cor, pH, acidez total, polifenóis totais, antocianinas e taninos. As uvas 'Cabernet Sauvignon' utilizadas para o estudo foram provenientes de vinhedo comercial, da safra/2016, localizado no município de Dom Pedrito, RS, onde o potássio e a maturação fenólica foram avaliados à campo, com coletas semanais de bagas durante o período de maturação da variedade, com posterior avaliação do mosto. Parâmetros qualitativos de antocianinas, polifenóis totais, taninos, cor nas absorbâncias 420, 520, 620, pH e acidez total foram avaliados no vinho final elaborado. Todos os dados coletados em mosto e vinho, foram analisados estaticamente com variáveis meteorológicas de temperaturas mínimas e máximas do ar, amplitude térmica, radiação incidente e precipitação, de forma a avaliar as influências climáticas nos parâmetros coletados. Observou-se que o potássio é um grande influenciador da acidez total e pH ainda na baga, onde o principal efeito se apresenta durante a elaboração do vinho com a precipitação do bitartarato de potássio, alterando as magnitudes de pH e acidez total. A

absorção de potássio, foi influenciada por parâmetros climáticos que modificam a cinética fotossintética aumentando a quantidade de potássio absorvida. Da mesma forma, o potássio, pH e acidez total influenciaram a maturação fenólica da variedade. O vinho elaborado apresentou quesitos físico-químicos pouco adequados para um vinho de qualidade, principalmente no que tange a magnitude do pH. Da mesma forma, cor, antocianinas, taninos, polifenóis totais apresentaram-se fora de intervalos adequados. A acidez total além de estar fora de um intervalo adequado sofreu influência durante o processo de elaboração, o que demanda estudos mais aprofundados como forma de entender sua expressão no vinho. Taninos se mostraram intimamente ligados com a acidez total, sendo o pH, cor em 420 e 620 influenciados pela precipitação e oscilações na amplitude térmica e radiação. Níveis ideais de antocianinas estão ligados diretamente com a amplitude térmica.

Palavras-Chave: Uva, Campanha Gaúcha, influência climática, potássio, pH, acidez total.

ABSTRACT

The Campanha Gaúcha region is the second producer of fine wines in Brazil, mainly red wines. In this scope is 'Cabernet Sauvignon', a variety of French origin, being the most cultivated in Brazil in the list of *Vitis vinifera* grapes, having a great commercial appeal, being used for the elaboration of young and guardian wine. In order to produce a quality wine, it is necessary to understand what factors affect the process, from the field to the bottle. Adequate phenolic maturation results in a polyphenolic filler suitable for vinification of red grapes. Factors such as total acidity, pH, color, total polyphenols are preponderant for the production of quality wines. In this context the 'Cabernet Sauvignon' of the Campanha Gaúcha region has presented high levels of potassium present in must and wine, which determines wines of low acidity and high pH values, this affecting several qualitative factors of the wine. In addition to biological factors, management, vines, are directly influenced by climatic issues such as temperature, radiation, thermal amplitude, precipitation. This study was carried out to evaluate how climatic conditions influence the dynamics of potassium uptake, phenolic maturation, and qualitative parameters of wine color, pH, total acidity, total polyphenols, anthocyanins and tannins. The Cabernet Sauvignon grapes used for the study were from a commercial vineyard, from the 2016 crop, located in the Dom Pedrito region, RS, where potassium and phenolic maturation were evaluated in the field, with weekly berries collected during the maturation period of the variety, with subsequent evaluation of the must. Qualitative parameters of anthocyanins, total polyphenols, tannins, color in the absorbances 420, 520, 620, pH and total acidity were evaluated in the finished final wine. All the data collected in must and wine were statically analyzed with meteorological variables of minimum and maximum air temperatures, thermal amplitude, incident radiation and precipitation, in order to evaluate the climatic influences in the parameters collected. It was observed that the potassium is a great influence of the total acidity and pH in the berry, where the main effect occurs during the elaboration of the wine with the precipitation of the potassium bitartrate, altering the pH and total acidity magnitudes. Potassium uptake was influenced by climatic parameters that modify photosynthetic kinetics by increasing the amount of potassium absorbed. Likewise, potassium, pH and

total acidity influenced the phenolic maturation of the variety. The elaborated wine presented physico-chemical requirements not very suitable for a wine of quality, mainly as regards the magnitude of the pH. Likewise, color, anthocyanins, tannins, total polyphenols were out of adequate ranges. The total acidity in addition to being outside of an adequate range was influenced during the elaboration process, which demands more in-depth studies as a way of understanding its expression in wine. Tannins were shown to be closely linked with total acidity, with pH, color at 420 and 620 influenced by precipitation and fluctuations in thermal amplitude and radiation. Ideal levels of anthocyanins are directly linked to the thermal amplitude.

Keywords: Grape, Campanha Gaúcha, climatic influence, potassium, pH, total acidity.

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1 – Variáveis meteorológicas no período de realização do experimento com as uvas ‘Cabernet Sauvignon’ em Dom Pedrito, RS, Brasil, safra 2016.	18
Tabela 2 – Análises físico-químicas do mosto de uvas ‘Cabernet Sauvignon’ de Dom Pedrito, RS, safra 2016.	21
Tabela 3 – Índice de polifenóis totais, antocianinas totais, antocianinas extratíveis correspondentes à ‘Cabernet Sauvignon’ de Dom Pedrito, RS, safra 2016	21
Tabela 4 – Índice de maturação fenólica (EA%), taninos das sementes (DPEP%) e taninos da película (DPEEL%), em uvas ‘Cabernet Sauvignon’ de Dom Pedrito, RS, safra 2016.....	23
Tabela 5 – Correlação de Pearson entre variáveis meteorológicas, maturação fenólica e parâmetros físico-químicos o mosto de uvas ‘Cabernet Sauvignon’ de Dom Pedrito, RS, safra 2016.....	24
Tabela 6 – Correlação de Pearson entre antocianinas totais, antocianinas extratíveis, pH e potássio em mosto de uvas ‘Cabernet Sauvignon’ de Dom Pedrito, RS, safra, 2016	25
Tabela 7 – Modelos preditos <i>stepwise</i> para potássio e índice de maturação fenólica em uvas ‘Cabernet Sauvignon’ de Dom Pedrito, RS, safra 2016.....	25

Artigo 2

Tabela 1 – Médias dos índices meteorológicos, no município de Dom Pedrito, RS, safra 2016	37
Tabela 2 – Médias dos parâmetros físico-químicos de vinhos ‘Cabernet Sauvignon’, no município de Dom Pedrito, RS, safra 2016.....	39
Tabela 3 – Correlação de Pearson entre variáveis meteorológicas e parâmetros físico-químicos do vinho de uvas ‘Cabernet Sauvignon’ de Dom Pedrito, RS, safra 2016	41
Tabela 4 – Modelo predito <i>stepwise</i> para parâmetros qualitativos de vinhos da ‘Cabernet Sauvignon’ de Dom Pedrito, RS, safra 2016	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 ARTIGO 1 – VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS NA MATURAÇÃO FENÓLICA E ABSORÇÃO DE POTÁSSIO EM VINHOS ‘CABERNET SAUVIGNON’	12
RESUMO	13
1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4 CONCLUSÕES	26
ABSTRACT	27
5 REFERÊNCIAS	27
4 ARTIGO 2 – QUALIDADE DOS VINHOS ‘CABERNET SAUVIGNON’ DETERMINADA PELA VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS	32
RESUMO	33
1 INTRODUÇÃO	33
2 MATERIAL E MÉTODOS	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4 CONCLUSÕES	44
ABSTRACT	44
5 REFERÊNCIAS	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48

1 INTRODUÇÃO

A Campanha Gaúcha, região brasileira promissora na elaboração de vinhos, possui a segunda maior produção de vinhos finos do Brasil. Neste escopo, se apresenta a variedade Cabernet Sauvignon, e que tem sido alvo de estudos na região devido suas características à campo e no processo de elaboração dos vinhos. A 'Cabernet Sauvignon' é a uva fina mais cultivada no Brasil, e possui grande apelo mercadológico. Sua origem é francesa, sendo introduzida no Brasil em 1921, mas somente depois de 1980 que começa a receber destaque recebendo um incremento na área cultivada. Na Campanha Gaúcha, ela é uma das variedades mais cultivadas e recebe destaque na produção de vinhos jovens e de guarda.

O vinho comercializado, muitos antes do processo de elaboração, é influenciado por diversos fatores ainda à campo na videira. A videira além de ser influenciada por solo, porta-enxerto, tipo de manejo é influenciada por parâmetros meteorológicos. Temperatura do ar, radiação, precipitação, amplitude térmica, são apenas alguns desses parâmetros que influenciam a videira.

Além de condições climáticas adequadas para a elaboração de vinhos de qualidade, vários parâmetros físico-químicos são avaliados durante todo o processo, sendo alguns desses parâmetros a acidez total e pH.

A acidez total e pH estão envolvidos na extração e estabilidade de antocianinas, estabilidade microbiológica, e envolvidos com questões sensoriais. Contudo, estes parâmetros são afetados por diversas condições, sendo uma delas os níveis de potássio. O potássio durante os processos de elaboração se liga ao ácido tartárico, ocorrendo a precipitação em forma de sal de potássio, o bitartarato de potássio, causando um aumento do pH e diminuição da acidez total. A quantidade de potássio absorvida, além de outras interações, sofre influência significativa do clima.

Além do potássio, outro fator que tem demonstrado sofrer influência do clima, é a maturação fenólica, que preconiza a colheita com a melhor qualidade fenólica possível, para a elaboração de vinhos de qualidade.

Outros fatores qualitativos de interesse para o vinho, além de influenciados pelos processos de elaboração, também tendem a ser

influenciados por quesitos meteorológicos, ainda na videira. Antocianinas, cor nas absorvâncias 420, 520, 620, índice de polifenóis totais, taninos, demonstraram possuir influência climática, Além destes parâmetros estarem ligados com questões sensoriais dos vinhos, eles também são imprescindíveis para a tomada de decisão do enólogo na vinícola, sendo determinantes para determinar a elaboração de um vinho jovem e de guarda.

Neste contexto, vinhos da variedade Cabernet Sauvignon apresentaram diferenças entre parâmetros físico-químicos devido parâmetros climáticos e regiões. Para tanto se torna necessário estudar a dinâmica responsável por vinhos de qualidade.

O estudo apresentando a dinâmica do clima na produção vitivinícola é fundamental de maneira a avaliar o comportamento das variedades viníferas em suas regiões de cultivo. Assim, este trabalho teve como objetivo de estudar as influências climáticas na absorção de potássio e maturação fenólica ainda na planta e, em parâmetros qualitativos do vinho como pH, acidez total, antocianinas, índice de polifenóis totais, cor e taninos em vinhos da 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, safra 2016.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência climática na cv. Cabernet Sauvignon.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar de que maneira parâmetros climáticos influenciam a absorção de potássio e a maturação fenólica na 'Cabernet Sauvignon'.

Estudar como parâmetros climáticos influenciam caracteres qualitativos de vinhos 'Cabernet Sauvignon'.

**3 ARTIGO 1: VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS NA MATURAÇÃO
FENÓLICA E ABSORÇÃO DE POTÁSSIO EM VINHOS 'CABERNET
SAUVIGNON'**

VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS NA MATURAÇÃO FENÓLICA E ABSORÇÃO DE POTÁSSIO EM VINHOS 'CABERNET SAUVIGNON'

Tiago Stein¹

Ivan Ricardo Carvalho²

Renata Gimenez Sampaio Zocche³

Suziane Antes Jacobs³

RESUMO

O objetivo foi identificar e compreender as relações da maturação fenólica e na dinâmica de absorção do potássio juntamente com as variáveis climáticas para a variedade Cabernet Sauvignon. O experimento foi realizado no município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil na safra de 2016. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com tratamentos dispostos em três repetições. Os caracteres mensurados foram, densidade, grau glucométrico, potencial hidrogeniônico, acidez total titulável, índice de polifenóis totais, potássio, índice de maturação fenólica. Os períodos que antecedem a maturação fenólica das bagas da uva influenciam diretamente a conformidade física e química do mosto juntamente com o vinho. O potássio, pH e a acidez total influenciam diretamente a má maturação fenólica da 'Cabernet Sauvignon'. A temperatura mínima e máxima do ar, amplitude térmica, a radiação solar incidente e a precipitação acumulada interferem na dinâmica fotossintética, acúmulo de potássio nas bagas e maturação fenólica da Cabernet Sauvignon.

Palavras-chaves: enologia, produção de uvas, caracteres físico-químicos, potássio.

1 INTRODUÇÃO

A região da Campanha Gaúcha, localizada ao sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, tem se destacado nos últimos anos devido à produção de vinhos finos. A região é o segundo maior polo produtor de vinhos finos do país e responde por 31% da produção nacional, as vinícolas da região possuem mais de 300 marcas comerciais disponíveis para o mercado consumidor (SINIMBU, 2015). Dentre as variedades produzidas nesta região destaque é conferido a 'Cabernet Sauvignon', esta variedade responde por

¹ Aluno do curso de Bacharelado em Enologia – UNIPAMPA, Campus Dom Pedrito, RS

² Doutorando em Agronomia, área Fitomelhoramento - UFSM, Campus Frederico Westphalen, RS

³ Professoras Adjuntas do curso de Bacharelado em Enologia – UNIPAMPA, Campus Dom Pedrito, RS

uma grande fração dos vinhos produzidos nas vinícolas da região e caracteriza-se como uma variedade fina para a vinificação sendo a mais cultivada nas condições brasileiras (GIOVANNINI, 2001; ZOOCHÉ et al., 2016a; ZOOCHÉ et al., 2016b; JACOB et al., 2016).

‘A Cabernet Sauvignon’ é oriunda da região de Bordeaux na França, sendo introduzida no Brasil em 1921 mas somente depois de 1980 houve um incremento em sua área produtiva, seu cultivo destina-se a produção de vinho tinto de guarda ou para ser consumido jovem (RIZZON E MIELE, 2002). Para a elaboração de vinhos um caráter importante a ser analisado é a quantidade de potássio presente no mosto e no vinho, sendo este um dos principais nutrientes requeridos para a videira, caracteriza-se por ser um dos macronutrientes mais exigidos por esta espécie (CIOTTA et al., 2016). O potássio caracteriza-se por ser um cátion dominante no vinho na concentração média de 1 g.L^{-1} (RIBERAU-GAYON et al., 2003). Vinhos elaborados a partir de uvas ‘Cabernet Sauvignon’ na região da Campanha Gaúcha apresentaram teores $1936,4 \text{ mg.L}^{-1}$ deste nutriente (ZOOCHÉ et al., 2017). Valores elevados de potássio no vinho estão relacionados à diminuição da acidez total e o aumento do pH, sendo a magnitude do pH do vinho dependente do tipo e da concentração de cátions de potássio presentes, acidez do vinho e concentração deste nutriente (RIZZON E MIELE, 2002). Níveis elevados de potássio nas bagas e mosto podem reduzir os açúcares totais e conseqüentemente prejudicar a fermentação (WALKER e BLACKMORE, 2012).

A influência do potássio sobre o pH e a acidez total está consolidada, no entanto, o potássio liga-se ao ácido tartárico (H_2T) formando um sal denominado de bitartarato de potássio ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5\text{K}$), em contrapartida, ao ocorrer sua precipitação diminuí-se o ácido tartárico do vinho e a acidez total, mas incrementa-se o pH do vinho. Desta forma, o pH e a acidez total relacionam-se diretamente com a estabilidade da coloração dos vinhos tintos, onde a estabilidade das antocianinas é dependente de um pH inferior a 4,0. Neste contexto, o excesso de potássio no vinho resulta na elevação do pH e redução da acidez total, instabilidade com redução das antocianinas (ZOOCHÉ et al., 2016b). Valores elevados de potássio podem elevar o pH e reduzir consideravelmente a acidez total titulável contribuindo para a suscetibilidade do vinho à oxidação (MPELASOKA et al., 2003). Da mesma forma, a

magnitude do pH influencia na estabilidade microbiológica dos vinhos onde a sua elevação expõem os vinhos às alterações microbiológicas e físico-químicas que prejudicam a estabilidade (RIZZON e MIELE, 2002).

O pH e a acidez total os caracteres de importância para a qualidade do vinho e diretamente influenciados pela concentração de potássio, torna-se necessário compreender a dinâmica de absorção do potássio pelas plantas onde a absorção deste macronutriente na uva e no vinho são decorrentes das influências das características edafoclimáticas do ambiente de produção, onde o desempenho das videiras variam em função da interação genótipos x ambientes de cultivo (LEÃO E SILVA, 2003; ZOCHE et al., 2017). As variáveis climatológicas podem influenciar diretamente às características físico-químicas dos vinhos onde a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica influenciam diretamente o comportamento fenológico das videiras, e a amplitude térmica do ar apresenta-se determinante para às características físico-químicas dos vinhos produzidos (KISHINO e MARUR, 2007).

A resposta da videira às condições climáticas e seus efeitos na biossíntese, translocação, degradação e acúmulo de substâncias nas bagas podem ser transferidas aos vinhos, definindo a cor, o aroma, sabor, corpo, acidez e estrutura (ZANUN E TONIETTO, 2012). O potássio e outros caracteres de importância nas uvas e vinhos apresentam-se influenciados por fatores climáticos segundo Togores (2011), o aumento da superfície foliar fotossinteticamente ativa da videira exposta a radiação solar tende a produzir vinhos com um menor conteúdo de potássio. Dentre os caracteres mensurados a maturação fenólica é freqüentemente utilizada como um critério para monitorar a maturação dos taninos e extratibilidade das antocianinas, estipulando a vindima, e quando a uva possuir níveis mais altos de taninos polimerizados serão imprescindíveis para a qualidade sensorial dos vinhos, bem como, para os níveis de extratibilidade das antocianinas. Segundo Zamora (2003), a maturação fenólica compreende o nível ótimo de maturação para elaborar vinhos tintos de elevada qualidade.

Com o intuito de melhor compreender os mecanismos que proporcionam a absorção do potássio na variedade Cabernet Sauvignon na região da Campanha Gaúcha, torna-se necessário relacionar as variáveis climatológicas com o período de maturação fenólica da uva antecedendo à colheita. Diante

disto, as quantidades de potássio verificadas no mosto relacionam-se com o pH, acidez titulável e de mais caracteres de interesse envolvidos na produção do vinho. Desta forma, este trabalho teve por objetivo identificar e compreender as relações da maturação fenólica e na dinâmica de absorção do potássio juntamente com as variáveis climáticas para a variedade Cabernet Sauvignon.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil na safra de 2016. As uvas foram colhidas da variedade Cabernet Sauvignon e provenientes de um vinhedo comercial situado na Latitude: 31° 01' 20.031" S e Longitude: 54° 36' 11.655" O, com clima caracterizado como *Cfa* subtropical, pouco úmido, com inverno frio e verão ameno, precipitação anual entre 1200 a 1500 mm e temperatura média do ar de 17 a 20°C, o solo é classificado como planossolo vértico de textura média a argilosa (IBGE, 2002; ROSSATO, 2011; IBGE, 2017). O vinhedo é formado com mudas oriundas do clone R5 e porta-enxerto SO4, conduzida em um sistema de espaldeira com dois fios duplos móveis, espaçamento de 1,25 metros (m) entre plantas e 3 m entre linhas, a poda foi realizada em cordão esporonado com vinhedo de 2,5 hectares e implantado desde 1990.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com tratamentos dispostos em três repetições. Os tratamentos consistem em oito períodos de coleta que foram previamente planejados, sendo estes: I (13/01/2016 (inverno), II (19/01/2016), III (26/01/2016), IV (02/02/2016), V (11/02/2016), VI (16/02/2016), VII (23/02/2016) e VIII (01/03/2016 (colheita industrial). As unidades experimentais foram compostas por 500 bagas sendo estas coletadas aleatoriamente do terço superior, médio e inferior dos cachos, para evidenciar maior fidedignidade dos resultados e minimizar os efeitos de bordadura preconizou-se a exclusão das plantas da borda do vinhedo.

Os caracteres físico-químicos foram mensurados através da extração manual do mosto, sendo estes: Densidade (DEN): determinada em unidades a 20/20°C (RIBÉRAU-GAYON et al., 1976); Grau glucométrico (GCL): determinado em graus babo; Potencial hidrogeniônico (PHI): aferido em unidades de pH (RIBÉRAU-GAYON et al., 1976); Acidez total titulável (ATT):

obtida por titulometria em meq.L^{-1} (AMERINE e OUGH, 1976); Índice de polifenóis totais (IPT): expressa em g.L^{-1} (RIBÉRAU-GAYON e STONESTREET, 1965); Potássio (PTS): aferido por espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) em mg.L^{-1} ; Índice de maturação fenólica (IMF): mensurado por percentagem de maturação (GLORIES e AUGUSTÍN, 1993).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade onde se verificou as pressuposições pelo teste de Hartley para a homogeneidade das variâncias (RAMALHO et al., 2012) e normalidade por Shapiro-Wilk (1969). Os caracteres significativos foram submetidos às análises complementares por Tukey a 5% de probabilidade. Posteriormente, realizou-se a correlação linear com intuito de revelar a tendência de associação entre os caracteres mensurados. Efetuou-se a regressão múltipla de *stepwise* fixando-se o caráter potássio em mosto (PTS) e índice de maturação fenólica (IMF) como dependentes e as variáveis meteorológicas (amplitude térmica do ar (AMP), temperatura mínima (TMN) e máxima do ar (TMX), radiação solar incidente (RAD) e precipitação pluviométrica (PCT) foram consideradas como caracteres independentes ou explicativos do modelo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas condições deste estudo as informações meteorológicas evidenciaram que a temperatura máxima e mínima do ar foram superiores às comumente expressas em Dom Pedrito – RS, com precipitação pluviométrica inferior ao esperado (Tabela 1). Para a adequada qualidade das uvas e elaboração dos vinhos, torna-se necessário o equilíbrio entre as temperaturas do ar e a precipitação durante todo o ciclo da cultura, pois durante a maturação a presença de altos índices de precipitação aliados às altas temperaturas do ar são responsáveis pela incidência de doenças fúngicas na videira, sendo necessário uma amplitude térmica adequada para a síntese de antocianinas. Temperaturas superiores a 35°C podem prejudicar a qualidade da uva, degradar as antocianinas (CHENG et al., 2014). A precipitação afeta qualitativamente as uvas e influencia diretamente o ciclo produtivo, precipitações em demasia resultam em efeitos negativos e atraso na à

maturação das uvas (JACKSON E CHERRY, 1987). Baixos índices pluviométricos na maturação incrementam os açúcares e alteram a qualidade dos vinho (JACKSON E LOMBARD, 1993).

Tabela 1. Variáveis meteorológicas no período de realização do experimento com as uvas 'Cabernet Sauvignon' em Dom Pedrito, RS, Brasil, safra 2016.

Variável	Média
Temperatura máxima (°C)	30,269
Temperatura mínima (°C)	20,26
Radiação	1874
Precipitação (mm)	2,043
Amplitude (°C)	10,143

Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia)

Os caracteres físico-químicos (Tabela 2) evidenciaram incremento ao longo da maturação das uvas. Em relação à densidade do mosto (DEN) os períodos VI, VII e VIII revelaram superioridade perante os demais períodos avaliados, sendo estes períodos compreendidos aos últimos 14 dias da maturação a colheita. Quando comparados ao período I correspondente ao *veraison*, este possui uma menor densidade perante aos períodos, mas resultou em um incremento de 1,77% da densidade após o período I, devido a síntese de açúcares e o acúmulo de potássio, polifenóis e outros minerais nas bagas. Durante a maturação constatou-se o incremento da síntese de açúcares na baga e conseqüentemente acúmulo superior de potássio (TOGORES, 2011).

O grau glucométrico (GCL) evidenciou tendência similar a densidade (DEN), sendo o grau glucométrico definido como os açúcares presentes no mosto (Tabela 2). Diante disto, a evolução dos açúcares ocorreu durante a maturação, e as maiores concentrações destes são evidenciadas nos períodos mais próximos a colheita industrial (período VIII). Os períodos VI, VII e VIII correspondem aos 14 dias que antecedem a colheita industrial, estes períodos apresentaram as maiores magnitudes de GCL perante os demais períodos avaliados. Ao comparar o período I aos demais, é possível identificar um incremento de 26% no grau glucométrico. A 'Cabernet Sauvignon' possui um incremento dos açúcares após o *veraison*, onde as maiores magnitudes destes açúcares são evidenciados na colheita industrial da variedade (NAVARRO et al., 2008).

O potencial hidrogeniônico (PHI) (Tabela 2) revelou superioridade para os períodos VII e VIII, que compreendeu oito dias entre a maturação fenólica da uva e a colheita industrial, nesta ocasião houve um incremento de 20% na magnitude do pH em relação ao período I. O pH revelou acréscimos consideráveis ao longo da maturação das uvas e nas condições deste estudo foi determinante e não adequado para a elaboração de um vinho de qualidade. Diante disto, as magnitudes obtidas foram decorrentes da presença de ácido tartárico e málico nas bagas e mosto, há uma tendência de incrementar o pH ao longo da maturação através da degradação do ácido málico e redução do ácido tartárico por meio da exposição às altas temperaturas e luminosidades, onde reutiliza-se uma fração deste para a biosíntese de açúcares. Muitos fatores relacionam-se como o pH, tais como a acidez, o potássio, as proporções de ácidos málico e tartárico estes em conjunto são determinantes para a magnitude do pH (CONDE et al., 2007).

A acidez total (ATT) (Tabela 2) evidenciou redução durante a maturação, sendo esta minimizada nos períodos VI, VII e VIII, estes períodos compreendem os últimos 14 dias da maturação da uva até sua colheita, ao comparar o período I de maior acidez até a colheita foi possível observar uma redução de 56% na magnitude deste caráter. Ao reduzir a acidez total espera-se o decréscimo do ácido málico e síntese do ácido tartárico, sendo estes influenciados pelo aumento da temperatura do ar e luminosidade (KLIEWER, 1967; JOHSON E NAGEL, 1976; MATSUI et al., 1979). Durante a maturação das uvas obtém-se a maior taxa de degradação do ácido málico que minimiza indiretamente a concentração e síntese deste ácido, sendo esta inversamente proporcional a elevação da temperatura do ar (RIZZON E SGANZERLA, 2007). O decréscimo do ácido tartárico na maturação é resultado da combustão e síntese de novos açúcares (TOGORES, 2011).

A concentração de potássio (PTS) (Tabela 2) foi incrementada em função do desenvolvimento da cultura referenciada pelos períodos VI, VII e VIII, sendo o período VIII responsável pelo maior acúmulo de potássio nas bagas, desta maneira, procedeu-se a colheita e a vinificação industrial da variedade. Durante o período transcorrido do início do estudo até a colheita foi possível identificar um aumento de 313% no acúmulo de potássio nas bagas. Estudos definem que o acúmulo de potássio nas bagas ocorre em todo período

reprodutivo da videira, porém, é potencializado durante a maturação (MPELASOKA et al., 2003). O potássio é translocado para as bagas por meio dos vasos de xilema e floema, não sofrendo metabolização e espera-se teoricamente que o acúmulo de potássio nas bagas seja similar a magnitude de potássio fornecida às plantas através da fertilização, no entanto, torna-se necessário considerar as características da variedade utilizada, do solo, o microclima, e o porta-enxerto (MPELASOKA et al., 2003). As magnitudes de potássio presentes no mosto não foram adequadas, pois durante a estabilização do vinho, este macronutriente liga-se com o ácido tartárico (H_2T), e acarreta em certa precipitação formando o bitartarato de potássio ($C_4H_6O_5K$), este fenômeno fisiológico resulta no decréscimo da acidez e incremento do pH do vinho, fisiologicamente estes efeitos foram comprovados em 'Cabernet Sauvignon' por Davies et al. (2006). O potássio quando em concentrações elevadas formam o bitartarato de potássio na vinificação, diminuindo a disponibilidade do ácido tartárico e incrementam a acidez total do vinho (RIBÉRAU-GAYON et al., 2003). As magnitudes quando elevadas minimizam a estabilidade microbiana e potencializam a oxidação dos vinhos (FERNANDÉZ-CANO E TOGORES, 2011).

Em relação ao índice de polifenóis (IPT) foi possível constatar sua alteração irregular ao longo da maturação, sendo as maiores magnitudes verificadas nos períodos VII e VIII. O incremento dos polifenóis totais ao final da maturação resultou no aumento das antocianinas, estes efeitos incrementaram em 35% os polifenóis totais dos vinhos na maturação nas condições de estudo, este fato foi decorrente da síntese de antocianinas durante a maturação, e devido a ação enzimática. Ao se obter magnitudes adequadas de polifenóis totais é possível obter vinhos de elevada qualidade, influenciando características como a cor, o corpo, a adstringência e os antioxidantes naturais do vinho (ZAMORA, 2003; CONDE et al., 2007). Na elaboração dos vinhos é possível determinar a magnitude de polifenóis totais da uva, neste estudo foram obtidos valores situados dentro dos parâmetros padrões para a produção de vinhos de qualidade. Neste contexto, o aumento dos polifenóis totais foram determinados pela ação enzimática da fenilalanina amônia-liase (PAL), que evidencia um papel fundamental na conversão da fenilalanina em ácido cinâmico, sendo este responsável pela formação de

precursores fenólicos simples que transformam-se em compostos fenólicos, flavonóides e estilbenos (CONDE et al., 2007).

Tabela 2. Análises físico-químicas do mosto de uvas 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, RS, safra 2016.

Período	DEN	GCL (°Babo)	PHI	ATT (meq.L ⁻¹)	PTS (mg.L ⁻¹)	IPT (g.L ⁻¹)
I	1.0686e	14,217e	3,3233e	187,77a	565.7f	15,50bc
II	1.0737d	15,230d	3,4633d	164,13b	834e	15,30bc
III	1.0786c	16,163c	3,47d	129,70c	950de	13,767c
IV	1.0821b	16,853b	3,7267c	106,60d	1042.7d	15,60bc
V	1.0764cd	15,757c	3,6833c	93,73e	967de	17,433ab
VI	1.0855a	17,507 ^a	3,8367b	85,40ef	1492.3c	16,70abc
VII	1.0857a	17,547 ^a	3,9467 ^a	82,60f	1716.7b	18,633a
VIII	1.0875a	17,880 ^a	3,9767 ^a	82,37f	2335.7a	18,067a

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente com 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey. DEN: densidade; GCL: grau glucométrico; PHI: potencial hidrogeniônico; ATT: acidez total titulável; PTS: potássio; IPT: índice de polifenóis totais.

Fonte: Autor

O acompanhamento da maturação fenólica necessitou a compreensão do total potencial e o potencial extratível das antocianinas presentes nas bagas. As antocianinas em solução ApH 1,0 e ApH 3,2 (Tabela 3) são referentes a quantidade de antocianinas em solução ApH 1,0 e se assemelham ao total das antocianinas presentes nas bagas e ao total de antocianinas de ApH 3,2 isto determina a proporção que pode ser extraída durante a vinificação, estas por sua vez não obtiveram modificações regulares durante a maturação fenólica, sendo possível verificar as magnitudes mais adequadas durante o período IV referente a 27 dias antecedentes a colheita.

Tabela 3. Índice de polifenóis totais, antocianinas totais, antocianinas extratíveis correspondentes à 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, RS, safra 2016

Período	IPT	Antocianinas (mg/L ⁻¹)	
		ApH 1,0	ApH 3,2
I	15,50bc	362,25ab	150,79ab
II	15,30bc	385,00a	152,83ab
III	13,77c	389,38a	149,34ab
IV	15,60bc	390,83a	161,29a
V	17,43ab	333,50ab	131,84ab
VI	16,70abc	350,30ab	139,71ab
VII	18,63a	269,79b	114,05b
VIII	18,07a	345,34ab	154,00ab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente com 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey. IPT: índice de polifenóis totais; ApH 1,0: antocianinas totais; ApH 3,2: antocianinas extratíveis. Fonte: Autor

A maturação fenólica (IMF) foi irregular (Tabela 4) ao longo da maturação da 'Cabernet Sauvignon', esta variedade nas condições de cultivo não evidenciou um índice de maturação celular (EA%) adequado. Este índice por sua vez, representa os antocianos que não foram extraídos no processo (ZAMORA, 2003), este caráter não diferenciou-se em função dos períodos de avaliação. Espera-se uma maturação celular ótima em níveis de 70 a 20%, para colheita objetiva-se magnitudes inferiores a 30% (ZAMORA, 2003). A maturação celular determinou que as uvas não obtiveram uma maturação fenólica adequada para a colheita nestas condições, devido a extratibilidade dos taninos das sementes (DPEP%) e dos taninos das cascas (DPELL%) não revelarem resultados satisfatórios para a maturação. Neste cenário, considera-se uma uva madura quando a extratibilidade dos taninos presentes nas sementes for menor e nas cascas apresentarem-se superiores (GLORIES e AUGUSTÍN, 1993). O percentual de taninos presentes nas sementes, comprovam que a maturação fenólica não foi adequada devido aos taninos presentes nas sementes serem de 64%. Zamora (2003), definiu como ótimo níveis inferiores a 30% para este caráter. Pesquisas determinam que os índices de maturação celular e taninos das sementes devem ser minimizados ao longo da maturação (RIBÉRAU-GAYON et al., 2006), nas condições deste estudo isto não ocorreu devido aos taninos presentes nas sementes tenham evidenciado baixa polimerização onde influenciaram negativamente a qualidade sensorial o vinho produzido.

Tabela 4. Índice de maturação fenólica (EA%), taninos das sementes (DPEP%), e taninos da película (DPELL%), em uvas 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, RS, safra 2016.

Períodos	EA%	DPELL%	DPEP%
I	58,15a	38,893abc	61,107bc
II	60,107a	39,957ab	60,043bc
III	61,61a	43,493a	58,77c
IV	58,827a	41,21ab	58,79c
V	58,953a	30,327cd	69,673ab
VI	60,163a	32,747bcd	67,253abc
VII	57,553a	24,467d	75,533a
VIII	55,087a	34,443abc	65,557abc

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente com 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey. EA: extratibilidade de antocianinas; DPELL: índice de extração de taninos da película; DPEP: índice de extração de taninos das sementes.

Fonte: Autor

Esta pesquisa expôs importantes correlações (Tabela 5), onde os açúcares e a densidade associam-se positivamente com o potássio, da mesma forma, os açúcares expressaram correlação positiva com a densidade do mosto. O potássio está envolvido na translocação e no transporte dos açúcares presentes na planta até as bagas, esta translocação ocorre por meio do floema e xilema, portanto, assume-se que o potássio está intimamente relacionado com os açúcares solúveis e a coloração das bagas (TOGORES, 2011). Foi possível identificar neste estudo relação entre o caráter grau glucométrico com os polifenóis totais e o pH, em contrapartida, associações inversas com a acidez total.

O incremento do teor de potássio foi decorrente de pH mais alcalinos, no entanto, há dúvidas sobre a dinâmica de translocação do potássio para as bagas e seu efeito na manifestação do pH. Segundo Davies et al. (2006), o pH das bagas de 'Cabernet Sauvignon' e 'Shiraz' foi influenciado pela quantidade de potássio disponível e absorvida, e as inferências corroboram com as obtidas neste estudo, e compreende-se a necessidade de estudos aprofundados na dinâmica fisiológica do acúmulo de potássio e seus efeitos ao potencial hidrogeniônico das bagas.

O pH evidenciou associação inversa com os taninos presentes na película, e correlação positiva o índice de taninos presentes nas sementes,

densidade e açúcares (Tabela 5). Da mesma forma, o potássio associou-se em mesmo sentido com o índice de polifenóis totais, devido ao incremento da película que reveste as baga e sementes, nesta por sua vez, estão presentes às maiores quantidades de polifenóis totais das uvas. Espera-se portanto que a maior extração de compostos presentes na película e próximos as sementes incrementa a concentração de potássio no mosto, esta concentração elevada de potássio ocorre na película, seguido das sementes e polpa (TOGORES, 2011). O acúmulo de potássio esteve associado positivamente com a precipitação e a temperatura mínima do ar.

O teor de potássio, pH, açúcares, densidade, o percentual de extração dos taninos presentes nas sementes, associam-se positivamente com a precipitação, em contrapartida, a acidez total e o percentual de extração dos taninos da película correlacionam-se em sentido oposto, da mesma forma, o teor de potássio apresentou-se inversamente proporcional a temperatura mínima do ar (Tabela 5). O pH revelou associação inversa com o Aph 1,0 (Tabela 6). Sendo estes responsável pelo (Aph 1,0) potencial total de antocianinas presentes na uva tinta, considera-se este caráter como parâmetro de importância para a maturação fenólica das uvas. Diante disto, o potássio correlacionou-se positivamente com o pH de forma que esta dinâmica ainda deva ser elucidada para a maturação fenólica da Cabernet Sauvignon.

Tabela 5. Correlação de Pearson entre variáveis meteorológicas, maturação fenólica e parâmetros físico-químicos do mosto de uvas 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, RS, safra 2016.

	TMX	TMN	RAD	PREC	AMP	DPELL	DPEP	DENS	SS	pH	ATT	K	IPT
EA	-0.29	0.16	-0.19	0.05	-0.18	-0.12	0.17	-0.10	-0.08	-0.19	-0.19	-0.23	-0.22
TMAX	-	0.36	0.17	0.06	0.34	-0.33	0.27	-0.24	-0.25	-0.04	0.08	-0.20	0.20
TMIN		-	-0.30	0.45*	-0.75**	-0.22	0.24	-0.31	-0.31	-0.19	0.11	0.50*	0.22
RAD			-	-0.45*	0.43*	0.10	-0.05	-0.13	-0.13	-0.01	0.21	0.02	-0.17
PREC				-	-0.47*	-0.44*	0.56*	0.56*	0.56*	0.53*	-0.58*	0.62*	0.40
AMP					-	-0.01	-0.05	0.14	0.13	0.16	-0.05	0.26	-0.08
DPELL						-	-0.98**	-0.43*	-0.42*	-0.62**	0.56**	-0.46*	-0.77**
DPEP							-	.043*	0.42*	0.61**	-0.56**	0.45*	0.72**
DENS								-	0.99**	0.92**	-0.90**	0.87**	0.49*
SS									-	0.92**	-0.90**	0.87**	0.48*
pH										-	-0.92**	0.89**	0.68**
ATT											-	-0.76**	-0.57**
K												-	0.62**

** * : Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t

EA- índice de maturação celular; TMAX – temperatura máxima; TMIN- temperatura mínima, RAD- radiação; PREC- precipitação; AMP- amplitude térmica; DPELL- taninos das cascas;

DPEP- taninos das sementes; DENS- densidade; SS- açúcares; pH- pH; ATT- acidez total titulável; K- potássio; IPT- índice de polifenóis totais.
Fonte: Autor

Tabela 6. Correlação de Pearson entre antocianinas totais, antocianinas extratíveis, pH e potássio em mosto de uvas 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, RS, safra 2016.

	Aph1,0	Aph3,2	PHI	PTS
Aph1,0	-	0.61**	-0.50*	-0.37
Aph3,2		-	-0.33	-0.15
PHI			-	0.89**
PTS				-

** * : Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t

ApH1,0: potencial total de antocianinas; ApH3,2: antocianinas extratíveis; PHI: potencial hidrogeniônico; PTS: potássio

Fonte: Autor

Procedeu-se a análise de regressão múltipla de preditiva de *stepwise* (Tabela 7), fixando os caracteres teor de potássio e o índice de maturação fenólica como dependentes e de interesse para a predição, em contrapartida, variáveis meteorológicas foram elencadas como explicativas ou independentes. As equações obtiveram coeficientes de determinação (R^2) ajustados de 0,34 e 0,41 respectivamente, estas equações apresentam-se confiáveis e as oscilações nos parâmetros de precisão são decorrentes da inter-relação pré-definida entre um caráter dependente mensurado com variáveis meteorológicas que predisõem certa oscilação e sazonalidade

Tabela 7. Modelos preditos *stepwise* para potássio e índice de maturação fenólica em uvas 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, RS, safra 2016.

	Modelos preditos	R^2
Potássio	$1449,31 - 135,08*TMX + 147,16*TMN - 0,31*RAD + 36,13*PCT$	0.4075
EA%	$41.75795 + 0.62097*TMX - 0.26559*PCT + 2.39855*AMP$	0.3416

TMX: temperatura máxima; TMN: temperatura mínima; RAD: radiação; PCT: precipitação; AMP: amplitude térmica; EA%: índice de maturação fenólica

Fonte: o autor

O modelo apresentado define que a magnitude de potássio acumulada nas bagas das uvas é determinada por efeitos da temperatura máxima e mínima do ar, radiação solar incidente e precipitação acumulada, sendo definida que a temperatura mínima do ar evidencia maior importância frente às demais. Portanto, as plantas quando submetidas a maiores temperaturas mínimas do ar haverá certo incremento no acúmulo de potássio nas bagas.

Dentre as variáveis analisadas, a radiação solar incidente menos contribuiu para determinar a absorção do potássio nas bagas. Pesquisas de Fernández e Togores (2011), afirmam que a radiação solar incidente influencia no microclima da videira, acúmulo de potássio nas bagas, sendo clara a relação entre o incremento da taxa fotossintética da videira e o menor acúmulo de potássio nas bagas. O incremento dos índices pluviométricos foram responsáveis pelo maior acúmulo de potássio nas bagas, diante disto, a disponibilidade hídrica no solo resulta na maior disponibilidade e a absorção de potássio pelo sistema radicular da videira, diante disto, a maior amplitude térmica ocasionada pela radiação solar incidente sobre o dossel modifica a dinâmica fotossintética, e seus efeitos refletem nas translocações de assimilados e nutrientes pelos vasos condutores da planta, portanto, a disponibilidade, absorção e translocação de potássio pela planta incrementam o acúmulo deste macronutriente nas bagas da videira, mosto e no vinho (FREEMAN e KLIEWER 1983; HEPNER e BRAVDO, 1985; MPELASOKA et al., 2003).

4 CONCLUSÕES

Os períodos que antecedem a maturação fenólica das bagas da uva influenciam diretamente a conformidade física e química do mosto juntamente com o vinho.

O potássio, pH e a acidez total influenciam diretamente a má maturação fenólica da ‘Cabernet Sauvignon’.

A temperatura mínima e máxima do ar, amplitude térmica, a radiação solar incidente e a precipitação acumulada interferem na dinâmica fotossintética, acúmulo de potássio nas bagas e maturação fenólica da ‘Cabernet Sauvignon’.

Climatic variables and their effects on phenolic maturation and potassium uptake in Cabernet Sauvignon wines

Abstract

The aimed at identifying and understanding the relationships of phenolic maturation and potassium uptake dynamics jointly with climatic variables for Cabernet Sauvignon variety. The experiment was carried out in Dom Pedrito, Rio Grande do Sul – Brasil, in 2016 growing season. The experimental design was randomized blocks with treatments arranged in three replicates. The physical-chemical characteristics were measured: density, glucometric degree, hydrogen ionic potential, titratable total acidity, total polyphenol index, potassium, phenolic maturity index. The periods preceding grapes phenolic maturation directly influence the physical and chemical conformity of must and wine. Potassium, pH and total acidity directly influence the poor phenolic maturation of Cabernet Sauvignon. Minimum and maximum air temperature, thermal amplitude, incident solar radiation and accumulated rainfall interfere in the photosynthetic dynamics, potassium accumulation in the grapes and phenolic maturation of Cabernet Sauvignon.

Index terms: enology, grape production, physicochemical caracteres, potassium.

5 REFERÊNCIAS

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Análisis de vinos y mostos**. Zaragoza: Acríbia, 1976, 158p.

CHENG, G.; HE, Y. N.; YUE, T. X.; WANG, J.; ZHANG, Z. W. Effects of climatic conditions and soil properties on Cabernet Sauvignon berry growth and anthocyanin profiles. **Molecules**, v.19 n.9, p.13683-13703, 2014.

CIOTTA, M. N et al. Grape yield, and must compounds of 'Cabernet Sauvignon' grapevine in sandy soil with potassium contents increasing. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 8, p. 1376-1383, 2016.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A. C. P.; TAVARES, R. M.; SOUSA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, p. 1-22, 2007.

DAVIES, C.; SHIN, R.; LIU, W.; THOMAS, M.R.;SCHACHTMAN, D.P. Transporters expressed during grape berry (*Vitisvinifera* L.) development are associated with an increase in berry size and berry potassium accumulation. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, n. 12, p. 3209-3216, 2006.

FERNÁNDEZ-CANO, L. H.; TOGORES, J. H. **Tratado de viticultura I**. Madrid:

Mundi-Prensa, 2011.1031p.

FREEMAN, B. M.; KLIWER, W. M. Effect of irrigation crop level and potassium fertilization on Carignane vines. II. Grape and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, 34, p.197-207, 1983.

GIOVANNINI, E. Cultivares. In: GIOVANNINI, E. (Ed.). **Uva agroecológica**. Porto Alegre: Renascença, 2001. p.76-80.

GLORIES, Y.; AUGUSTÍN, M. Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. **Actes du Colloque Journée technique du C.I.V.B.** 21 jan.1993, Bordeaux, p. 56-61, 1993.

HEPNER, Y.; BRAVDO, B. Effect of crop level and drip irrigation scheduling on the potassium status of Cabernet Sauvignon and Carignane vines and its must and wine composition and quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, 36, p.140-147, 1985.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa exploratório de solos do estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/rs_pedologia.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

IBGE –INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados geodésicos**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/bdgpesq_googlemaps.php>. Acesso em 15 jun. 2017.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estação meteorológica de observação de superfície automática**. <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em 20 abr. 2016.

JACSKON, D.I.; CHERRY, N.J. Prediction of a district's grape-ripening capacity using a latitude-temperatura index (LTI). **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 39, p. 19-28, 1987.

JACKSON, D.I.; LOMBARD, P.B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 44, n. 4, p. 409-430, 1993.

JACOBS, S. A. ; ZOCHE, R. G. S. ; JACOBS, B. ; ZOCHE, F. ; SAMPAIO, N. V. ; RIZZON, L. A. ; SOUZA, V. Q. ; NARDINO, M. ; CARVALHO, I.R. ; ROMBALDI, C. V. Behavior oh phenolic and color parameters during grape vinification of Tannat and Cabernet Sauvignon cvs. in Bagé-RS. **International Journal of Current Research**, v. 8, p. 34863-34867, 2016.

JOHNSON, T.; NAGEL, C. W. Composition of Central Washington grapes during maturation. **American Journal Enology and Viticulture**, 27, p-15-20, 1976.

KISHINO, A.Y.; MARUR, I.P.H. Fatores climáticos e o desenvolvimento da videira. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S.L.C.; ROBERTO, S. R. **Viticultura tropical**. Londrina: IAPAR, 2007. p. 59-86.

KLIEWER, W.M.; HOWARTH, L.; OMORI, M. Concentrations of tartaric acid, malic acid and their salts in *Vitis vinifera* grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.18, n.1, p.42-54, 1967.

LEÃO, P. C. S.; SILVA, E. E. G. Caracterização fenólica e requerimento térmico de variedades de uvas sem sementes no vale de São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n.3, p. 379-382, 2003.

MATSUI, H.; YUDA, E.; NAKAGAWA, S. Physiological studies on the ripening of Delaware grapes. I. Effects on the number of leaves and changes in polysaccharides or organic acids on sugar accumulation in the berries. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 48, n.1, p. 9-18, 1979.

MPELASOKA, B. S.; SCHACHTMAN, D. P.; TREEBY, M. T.; THOMAS, M. R. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.9, p. 154-168, 2003.

NAVARRO, S.; LEÓN, M.; ROCA-PÉREZ, L.; BOLUDA, R.; GARCÍA-FERRIZ, L.; PÉREZ-BERMÚDEZ, P.; GAVIDIA, I. Characterisation of Bobal and Crujidera grape cultivars, in comparison with Tempranillo and Cabernet Sauvignon: Evolution of leaf macronutrients and berry composition during grape ripening. **Food Chemistry**, 108, p.182-190, 2008.

ORTÍN, A. B. B. **Técnicas enológicas para la obtención de vinos de Monastrell de alto contenido polifenólico**. 2005. 297p. Tese (Doutorado) - Universidad de Murcia, Murcia.

RAMALHO, M.; SANTOS, J.B.; PINTO, C. B.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J.C. **Genetics in agriculture**. Lavras. Brazil. 2012. 566 p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Dosage des anthocyanes dans les vides rouge. **Bulletin de la Société Chimique de France**, Paris, 9, 2649-2652, 1965.

RIBERAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Tratado de Enología: Química del vino, estabilización y tratamientos**. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 2003. 537p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DEBOURDIEU, D.; MAUJEAN, A. **Handbook of enology: the chemistry of wine stabilization and treatments**. John Wiley & Sons Ltd, Estados Unidos, 2006.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, p. 511-515, 2002.

RIZZON, L. A.; SGANZERLA, V. M. A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves-RS. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.37, n.3, p.911-914, 2007.

ROSSATO, M.S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 240p.Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (Complete Samples). **Biometrika**, v.52, n.3/4, 1965.

SINIMBU, F. **Cientistas ajudam Campanha Gaúcha a obter selo de procedência para vinhos**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6031942/cientistas-ajudam-campanha-gaucha-a-obter-selo-de-procedencia-para-vinhos>>. Acesso 15 jun. 2017.

TOGORES, J. H. **Tratado de Enología I**. Madrid: Mundi-Prensa, 2011, 975p.
WALKER, R. R; BLACKMORE, D. H. Potassium concentration and pH inter-relationships in grape juice and wine of Chardonnay and Shiraz from range of rootstocks in diferents environments. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, n. 18, p. 183-193, 2012.

ZAMORA, F. **Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos**. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 225p.

ZANUS, M. C.; TONIETTO, J. Elementos metodológicos para a caracterização sensorial de vinhos de regiões climáticas vitivinícolas. In: TONIETTO, J.; RUIZ, V. S.; GÓMEZ-MIGUEL, V. D. **Clima zonificación y tipicidade del vino em regiones vitivinícolas iberoamericanas**. Cytod: Madrid, 2012. p. 39-46.

ZOCHE, R. G. S. ; JACOBS, S. A. ; SOUZA, V. Q. ; NARDINO, M. ; CARVALHO, I.R. ; ROMBALDI, C. V. ; FACHINELLO, J. C. ; RIZZON, L. A. Wine characterization from Merlot, Tannat and Cabernet Sauvignon grapes of the Campanha Region of RS, harvested in two maturation stages. **International Journal of Current Research**, v. 8, p. 33078-33086, 2016.

ZOCHE, R. G. S. ; JACOBS, S. A. ; SOUZA, V. Q. ; NARDINO, M. ; CARVALHO, I.R. ; ROMBALDI, C. V. ; FACHINELLO, J. C. ; RIZZON, L. A. . Characterization of Cabernet Sauvignon wine made with grapes from Campanha RS Region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 4262-4268, 2016.

ZOCHE, R. G. S.; JACOBS, S. A.; SAMPAIO, N. V.; SOUZA, V. Q.; CARVALHO, I. R.; NARDINO, M.; RIZZON, L. A.; ROMBALDI, C. V. Wines produced with Cabernet Sauvignon grapes from region of Bagé in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.5, p.311-318, 2017.

**4 ARTIGO 2: QUALIDADE DOS VINHOS 'CABERNET SAUVIGNON'
DETERMINADA PELA VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS**

QUALIDADE DOS VINHOS 'CABERNET SAUVIGNON' DETERMINADA PELA VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS

Tiago Stein⁴

Ivan Ricardo Carvalho⁵

Renata Gimenez Sampaio Zocche⁶

RESUMO

O objetivo foi revelar relações entre parâmetros físico-químicos qualitativos e questões climáticas em vinho da variedade Cabernet Sauvignon. O experimento foi realizado no município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil, na safra de 2016. O delineamento foi de blocos ao acaso onde os tratamentos compreenderam nove microvinificações. Os caracteres mensurados foram, potencial hidrogeniônico, antocianinas, cor nas absorvâncias de 420, 520 e 620, índice de polifenóis totais, taninos e acidez total. Temperatura mínima e máxima do ar, amplitude térmica, radiação solar e precipitação acumulada interferiram nos parâmetros qualitativos, onde a amplitude térmica recebe maior destaque nessa relação. Taninos são proporcionais com a acidez total. Precipitação e oscilações na amplitude térmica e radiação incrementaram valores de pH, 420 e 620. Amplitude térmica é fundamental para síntese de antocianinas.

Palavras-chaves: Campanha Gaúcha, clima, qualidade do vinho

1 INTRODUÇÃO

Os aspectos climáticos podem determinar os parâmetros físicos e químicos do vinho, sendo estes imprescindíveis para a qualidade sensorial e a durabilidade de prateleira diante do mercado consumidor. Neste contexto, os vinhos da 'Cabernet Sauvignon' apresentaram diferenças entre os parâmetros físico-químicos devido às características peculiares das regiões produtoras e condições climáticas (ZOCHE et al., 2016). Desta forma, a acidez total, as antocianinas, o pH, os taninos e os polifenóis totais são determinantes para a qualidade sensorial, maturação e o envelhecimento dos vinhos tintos (FLANZY, 2003; ZAMORA, 2003). A região da Campanha Gaúcha está situada ao sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, e se

⁴ Aluno do curso de Bacharelado em Enologia – UNIPAMPA, Campus Dom Pedrito, RS

⁵ Doutorando em Agronomia, área Fitomelhoramento - UFSM, Campus Frederico Westphalen, RS

⁶ Professora Adjunta do curso de Bacharelado em Enologia – UNIPAMPA, Campus Dom Pedrito, RS

destaca nacionalmente devido a sua produção de vinhos finos. Sinimbu (2015), relata que esta região é responsável por uma produção de 31% do total de vinhos finos produzidos em todo o Brasil. Dentre as variedades cultivadas, destaque é conferido a 'Cabernet Sauvignon' que revela grande apreço comercial e responde por uma elevada fração dos vinhos produzidos na região da Campanha Gaúcha, tanto elaborados para vinhos jovens como para guarda. Pesquisas definiram que esta variedade é atualmente a mais cultivada no país (GIOVANNINI, 2001; ZOCHE et al., 2016a; ZOCHE et al., 2016b; JACOBS et al., 2016).

A 'Cabernet Sauvignon', tem sido submetida a pesquisas minuciosas na região da Campanha no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, onde Zocche et al. (2016) e Jacobs (2016), mensuraram as características importantes para esta variedade e definiram quais seriam as relações imprescindíveis para a qualidade do vinho obtido. No entanto, alguns critérios são relevantes para a elaboração de vinhos de qualidade, sendo necessário compreender os mecanismos que determinam os parâmetros físico-químicos destes vinhos, evidenciando quais são as relações e atributos climáticos que pode afetar estes parâmetros de importância. Pesquisas com 'Cabernet Sauvignon' determinaram a influência das características peculiares do ambiente de cultivo aos caracteres físicos e químicos das bagas da uva (BARNUUD et al., 2014).

Dentre os caracteres de importância as antocianinas influenciam diretamente a cor dos vinhos tintos, onde sua concentração oscila em função da variedade cultivada e do ambiente onde está inserida. No entanto, a composição fenólica e as concentrações de alguns atributos variam devido às práticas culturais, manejos, microclima e características genéticas da variedade (DOWNEY et al., 2006). Estes caracteres fenotípicos de importância estão atrelados a qualidade sensorial do vinho, e a concentração destes podem auxiliar na seleção de qual será o procedimento aplicado na produção do vinho de guarda ou jovem. As peculiaridades sensoriais do vinho são dependentes das magnitudes do pH que determina a estabilidade e a precipitação das antocianinas. Este atributo quando elevado acarreta na instabilidade e redução da concentração de antocianinas nos vinhos (ZOCHE et al., 2016a), da mesma forma, estas podem ser influenciadas pela temperatura do ar e intensidade da radiação solar incidente (SOUBEYRAND et al., 2014).

O pH dos vinhos determina a qualidade sensorial e o tempo de prateleira do produto obtido, influencia a estabilidade microbiológica, a cor dos vinhos tintos, causa alterações microbiológicas e físico-químicas no vinho produzido (RIZZON e MIELE, 2002). A cor dos vinhos é definida como um dos parâmetros de qualidade para os vinhos tintos. Como critério mensura-se os espectros de absorvância referentes a 420, 520 e 620 nanômetros para representar as tonalidades e intensidade referentes às cores amarela, vermelha e azul.

Os taninos influenciam a qualidade sensorial em vinhos tintos através das características de corpo, sensações táteis, adstringência, em contrapartida, seu excesso pode acarretar em definições pejorativas (ZAMORA, 2003). Os taninos atuam fundamentalmente na estabilidade das antocianinas de vinhos tintos, sendo que estes podem impedir a precipitação e a perda de coloração através das ligações entre eles. As proantocianidinas presentes na baga da uva caracterizam-se como polímeros constituídos por flavanóis que protegem o vinho da oxidação, incrementam a complexidade do sabor e a estabilidade da cor. Busca-se a presença de associação dos taninos com as antocianinas, mas para que isso ocorra é necessário que ambos evidenciem concentrações adequadas e estejam ligados eficientemente, para que as antocianinas permaneçam estáveis ao longo do tempo (CHEYNIER, 2005).

Estes caracteres são influenciados pelos processos de elaboração e atributos climáticos, desta forma, pesquisas de Leão e Silva (2003), determinaram que o desempenho das videiras foram baseados pela interação genótipos x ambientes de cultivo, e a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica foram imprescindíveis para a maturação fenólica das bagas da videira, no entanto, a amplitude térmica determinou as características físicas e químicas do vinho (KISHINO E MARUR, 2007). As videiras dependem dos atributos climáticos para a biossíntese, translocação, degradação e acúmulo de substâncias nas bagas, e que estas sejam transferíveis aos vinhos e reflitam na cor, aroma, sabor, corpo, acidez e estrutura (ZANUS E TONIETTO, 2012). Neste contexto, torna-se imprescindível compreender a dinâmica responsável pela qualidade dos vinhos tintos. Assim, este trabalho teve o objetivo de revelar as relações físico-químicas e climatológicas determinantes para a qualidade dos vinhos 'Cabernet Sauvignon'.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil na safra agrícola de 2016. As uvas foram colhidas na variedade Cabernet Sauvignon e provenientes de um vinhedo comercial situado na Latitude: 31° 01' 20.031" S e Longitude: 54° 36' 11.655" O, com clima caracterizado como *Cfa* subtropical pouco úmido, com inverno frio e verão ameno, precipitação anual entre 1200 a 1500 mm e temperatura média do ar de 17 a 20°C, o solo é classificado como planossolo vértico de textura média a argilosa (IBGE, 2002; Rossato, 2011; IBGE, 2017). O vinhedo é formado com mudas oriundas do clone R5 e porta-enxerto SO4, conduzida em um sistema de espaldeira com dois fios duplos móveis, espaçamento de 1,25 metros (m) entre plantas e 3 m entre linhas, a poda foi realizada em cordão esporonado em um vinhedo de 2,5 hectares implantado desde 1990.

O experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso onde os tratamentos corresponderam a nove microvinificações dispostas em três repetições. Estas foram realizadas em garrações de vidros graduados com capacidade de 20 litros. As uvas foram colhidas e armazenadas em câmara fria por 24 horas para que após fosse realizado o desengace manual e, adição de metabissulfito de potássio na dose de 100 mgL⁻¹ e na sequência inoculou-se uma dose de 300 mg L⁻¹ de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (Maurivin® PDM)..

Após 30 dias do término da fermentação alcoólica os caracteres físico-químicos foram mensurados, sendo estes: potencial hidrogeniônico (PHI): aferido em unidades de pH (RIBÉREAU-GAYON et al., 1976); acidez total titulável (ATT): obtida por titulometria em meq L⁻¹ (AMERINE E OUGH, 1976); acidez volátil (AVT): obtida por titulometria em meq L⁻¹ (AMERINE E OUGH, 1976); taninos (TAN): expresso em g L⁻¹ (RIBÉREAU-GAYON E STONESTREET, 1965); antocianinas (ANT): expressas em g L⁻¹(RIBÉREAU-GAYON E STONESTREET, 1965); índices de cor 420 (420): expresso em unidades (RIBÉREAU-GAYON E STONESTREET, 1965); índice de cor 520 (520): expresso em unidades (RIBÉREAU-GAYON & STONESTREET, 1965); índice de cor 620 (620): expresso em unidades (RIBÉREAU-GAYON E STONESTREET, 1965); índice de polifenóis totais (IPT): expressa em g L¹ (RIBÉREAU-GAYON E STONESTREET, 1965).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade onde verificou-se a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (RAMALHO et al., 2012) e normalidade por Shapiro-Wilk(1969). Os caracteres significativos foram submetidos à correlação linear com intuito de revelar a tendência de associação linear entre os caracteres mensurados. Posteriormente realizou-se a regressão múltipla de *stepwise* onde fixou-se os caracteres pH, antocianinas, índices de cor nas absorvâncias de 420, 520 e 620, índice de polifenóis totais, taninos e acidez total em vinho como caracteres dependentes, em contrapartida, as variáveis meteorológicas, tais como a amplitude térmica do ar, temperatura mínima e máxima do ar, radiação solar incidente e a precipitação pluviométrica foram consideradas caracteres independentes ou explicativos do modelo preditor.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas mínimas e máximas do ar, precipitação pluviométrica e radiação solar incidente são considerados atributos climáticos imprescindíveis para o crescimento e desenvolvimento das videiras. Desta maneira, o vinhedo está instalado em uma área que revela temperaturas do ar médias anuais de 17 a 20°C e precipitações pluviométricas ao redor de 1200 a 1500 mm (Tabela 1). Para a maturação da ‘Cabernet Sauvignon’ as temperaturas mínimas e máximas do ar requeridas situaram-se acima da média esperada para o período de realização deste estudo, em contrapartida, as precipitações pluviométricas revelaram-se inferiores as necessidades requeridas pela cultura.

Tabela 1. Médias dos índices meteorológicos, no município de Dom Pedrito, RS, safra 2016.

Variável	Média
Temperatura máxima (°C)	30,269
Temperatura mínima (°C)	20,126
Radiação (kJ/m ²)	1874
Precipitação (mm)	2,043
Amplitude (°C)	10,143

Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia)

Os parâmetros físico-químicos médios aferidos no vinho (Tabela 2) apresentam-se fora dos parâmetros requeridos na fabricação de vinho de qualidade.

O potencial hidrogeniônico (PHI) situou-se acima do ideal definido para a produção de vinhos. Desta maneira, magnitudes elevadas podem resultar em instabilidade na coloração, microbiológica e tonalidade do vinho tinto. Pesquisas definiram que a magnitude do pH é determinante para a expressão das antocianinas e seu acréscimo pode resultar em tonalidades oxidadas, em contrapartida, seu decréscimo resulta em tonalidades vermelhas no vinho (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; HERAS-ROGER, 2016). Diversos fatores estão ligados a magnitude do pH, tais como a acidez total, a concentração de potássio e as proporções dos ácidos tartárico e málico (CONDE et al., 2007). A acidez total titulável (ATT) (Tabela 2) obtida foi superior às magnitudes recomendadas para a produção de vinho tinto, altas magnitudes não favoreceram a redução do pH, isto necessita de que estudos minuciosos sejam elaborados para compreender a dinâmica dos ácidos contidos no vinho durante os processos de elaboração. A acidez volátil (AVT) evidenciou que sua magnitude está dentro dos critérios estabelecidos como ótimos para as elaborações e conservação de vinhos tintos (Tabela 2). Pesquisas definem que este caráter é um parâmetro físico-químico mensurado ao longo do processo de elaboração do vinho, e a fermentação alcoólica ocorre dentro dos limites de 4 a 6 meq L⁻¹ de acidez volátil (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

Os taninos (TAN) (Tabela 2) revelaram-se inferiores a magnitude desejada de 2g L⁻¹, estes limites definem a elaboração de vinhos de qualidade (ZAMORA, 2003). Os taninos são responsáveis pelas sensações táteis como adstringência, amargor e estrutura do vinho (FLANZY, 2003; ZAMORA, 2003). As antocianinas (ANT) evidenciaram-se inferiores a quantidade desejada de 400 mg L⁻¹ (ZAMORA, 2003). A concentração de antocianinas e do pH que definem a qualidade do vinho apresentam-se dependentes das características genéticas intrínsecas do genótipo utilizado e do ambiente de cultivo (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; ZOCHE, 2016a). Quanto aos caracteres referentes a coloração do vinho (índices de absorvâncias de 420, 520 e 620 nanômetros) se observou que a tonalidade do vinho foi próximo a 1,0 indicando a grande evidencia da cor amarela presente no vinho, isto é decorrente da expressão das tonalidades atijoladas (Tabela 2). Pesquisas evidenciam que os vinhos da Cabernet Sauvignon produzidos na campanha resultaram em tonalidades similares (ZOCHE et al., 2016). Estes efeitos foram oriundos da dinâmica expressa pela magnitude do pH e processos de oxidação do vinho (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009). Os polifenóis totais (IPT) (Tabela 2)

apresentaram-se inferiores a 40g L⁻¹ definido como adequado na elaboração de vinho tinto (ZAMORA, 2003). Para a produção de vinhos de qualidade atenta-se a magnitude do pH, acidez total, antocianinas, taninos, polifenóis totais pois estes serão determinantes para a maturação fenólica e o envelhecimento adequado dos vinhos (FLANZY, 2003; ZAMORA, 2003).

Tabela 2. Médias dos parâmetros físico-químicos de vinhos 'Cabernet Sauvignon', no município de Dom Pedrito, RS, safra 2016.

Variáveis	Médias
pH	3,880
Acidez total meq.L ⁻¹	131.611
Acidez volátil meq.L ⁻¹	4,757
Taninos g.L ⁻¹	1.287
Antocianinas mg.L ⁻¹	308.116
DO 420	0.275
DO 520	0.385
DO 620	0.071
Tonalidade (420/520)	0.741
IPT g.L ⁻¹	34.122

Fonte: Autor

Os caracteres potencial hidrogeniônico (PHI), acidez total titulável (ATT), acidez volátil (AVT), taninos (TAN), antocianinas (ANT), índices de cor 420 (420), índice de cor 520 (520), índice de cor 620 (620) e índice de polifenóis totais (IPT) revelaram significância a 5% de probabilidade pelo teste t, desta maneira, todos os caracteres foram submetidos a análise de correlação linear com a finalidade de identificar a tendência de associação entre os caracteres de interesse (Tabela 3), juntamente correlacionou-se os atributos climatológicos temperatura máxima do ar (TMX), temperatura mínima do ar (TMN), radiação solar incidente (RAD), precipitação pluvial (PRE) e amplitude térmica do ar (AMP). Foram realizadas 78 associações lineares sendo que apenas 15 destas relações evidenciaram-se significativas a 5% de probabilidade pelo teste t.

O potencial hidrogeniônico (PHI) revelou associação inversa com os polifenóis totais (IPT), antocianinas (ANT) e acidez total (ATT) (Tabela 3). Neste contexto, a redução do potencial hidrogeniônico do vinho resulta no acréscimo da concentração de polifenóis totais, e modificações na concentração das antocianinas, estabilidade na coloração do vinho, bem como, maiores evidências dos ácidos tartárico e málico componentes imprescindíveis para a acidez total do vinho (RIBÉREAU-GAYON, 2003).

A acidez total (ATT) associou-se positivamente com as antocianinas (ANT), taninos (TAN) e polifenóis totais (IPT) (Tabela 3). Portanto, a concentração de antocianinas extraídas, taninos e polifenóis totais pode estar associada a dinâmica da acidez total (ATT) do vinho. Meios ácidos podem contribuir para a expressão e extração destes compostos da baga através do rompimento das células da película. Acidez total associou-se positivamente com o caráter índice de coloração 520 (520), desta maneira, evidencia-se que as antocianinas foram determinantes para a expressão da cor vermelha em vinhos, pois potencializam a presença de cátion flavílio na forma A+ (ZAMORA, 2003).

Os polifenóis totais (IPT) associaram-se com as antocianinas (ANT) e o índice de coloração 520 (520) (Tabela 3). Esta dinâmica ocorreu devido as antocianinas comporem o escopo dos polifenóis totais (IPT) e serem intimamente relacionadas com a coloração vermelha do vinho. Obteve-se correlação positiva entre a concentração de taninos (TAN) e antocianinas (ANT) presentes no vinho (Tabela 3), desta maneira, a síntese e a extração das antocianinas ocorre através da película das bagas, sendo que estas possibilitam obter antocianinas e extrair taninos durante os processos de elaboração do vinho.

O índice de coloração de 420 (420) associou-se positivamente com os polifenóis totais (IPT) e os índices de coloração 520 (520) e 620 (620) (Tabela 3). Dessa forma, o incremento da fração colorimétrica de vermelho (520) e azul (620) resulta no aumento direto da fração amarela (420), isto ocorre devido aos processos oxidativos que ocorrem sobre os espectros mais escuros (520 e 620), alterações físico-químicas e modificações na magnitude do pH. Desta maneira, busca-se potencializar os espectros de absorvância (520 e 620) para resultar em incremento da tonalidade, bem como, melhorar a qualidade da cor dos vinhos tintos. Através das correlações lineares não foi possível identificar nenhuma associação linear significativa entre o atributos climatológicos e aqueles voltados a qualidade do vinho, destas condições, assume-se que uma dinâmica multivariada deva ser considerada para a explicabilidade de cada caráter que confere qualidade ao vinho.

Tabela 3. Correlação de Pearson entre variáveis meteorológicas e parâmetros físico-químicos do vinho de uvas 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, RS, safra 2016.

	IPT	PHI	ATT	TAN	ANT	420	520	620	TMX	TMN	RAD	PRE	AMP
IPT	1.00	-0.76*	0.70*	0.56	0.83**	0.83**	0.88**	0.61	0.44	0.44	0.18	0.18	0.33
PHI		1.00	-0.97**	-0.60	-0.96**	-0.39	-0.59	-0.06	-0.14	-0.09	-0.36	0.01	-0.39
ATT			1.00	0.69*	0.94**	0.54	0.71*	0.10	0.07	-0.01	0.21	-0.04	0.30
TAN				1.00	0.69*	0.35	0.43	0.16	0.15	0.18	-0.16	-0.35	0.23
ANT					1.00	0.54	0.71*	0.23	0.08	0.05	0.18	-0.05	0.41
420						1.00	0.96**	0.94**	0.29	0.31	-0.27	0.32	0.26
520							1.00	0.83**	0.24	0.21	-0.17	0.31	0.36
620								1.00	0.23	0.27	-0.45	0.33	0.14
TMX									1.00	0.95**	0.53	0.27	-0.17
TMN										1.00	0.44	0.11	-0.12
RAD											1.00	0.18	-0.04
PRE												1.0	0.41
AMP													1.00

** *Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t

IPT: índice de polifenóis totais; PHI: potencial hidrogeniônico; ATT: acidez total titulável; TAN: taninos; ANT: antocianinas; TMX: temperatura máxima; TMN: temperatura mínima; RAD: radiação; PRE: precipitação; AMP: amplitude térmica.

Fonte: Autor

Confeccionou-se um modelo preditor através da regressão múltipla de *stepwise* para cada caráter de qualidade do vinho, nestas condições fixou-se os caracteres pH, antocianinas, índices de cor nas absorvâncias de 420, 520 e 620, índice de polifenóis totais, taninos e acidez total sendo estes considerados como dependentes, em contrapartida, a amplitude térmica do ar, temperatura mínima e máxima do ar, radiação solar incidente e a precipitação pluviométrica foram consideradas como explicativos para o modelo preditor (Tabela 4). Os modelos preditivos evidenciaram coeficiente de determinação (R^2) intermediários a altos 0,41 e 0,89, o que conferiu elevada precisão do modelo preditivo da qualidade do vinho determinados pelos atributos climatológicos.

Tabela 4: Modelo predito *stepwise* para parâmetros qualitativos de vinhos da 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, RS, safra 2016.

	Modelo Preditos	R²
PHI	$4,18861 - 0,00013200 \cdot \text{RAD} + 0,00848 \cdot \text{PRE} - 0,10125 \cdot \text{AMP}$	0,61
ANT	$261.83100 + 44.58166 \cdot \text{AMP}$	0.41
DO 420	$-0.05845 + 0.01923 \cdot \text{TMN} - 0.00008683 \cdot \text{RAD} + 0.00497 \cdot \text{PRE}$	0,66
DO 520	$-0.12428 + 0.02827 \cdot \text{TMX} - 0.00015179 \cdot \text{RAD} + 0.1434 \cdot \text{AMP}$	0.61
DO 620	$0.03293 + 0.00445 \cdot \text{TMX} - 0.00004171 \cdot \text{RAD} + 0.00146 \cdot \text{PRE}$	0.79
IPT	$2.98972 + 1.17003 \cdot \text{TMN} + 2.45465 \cdot \text{AMP}$	0.59
TAN	$3.9487 + 0.50807 \cdot \text{TMX} - 0.57767 \cdot \text{TMN} - 0.00060873 \cdot \text{RAD} - 0.12663 \cdot \text{PRE} + 0.70871 \cdot \text{AMP}$	0.89
ATT	$85.13047 + 6.99842 \cdot \text{TMX} - 7.73215 \cdot \text{TMN} + 0.03124 \cdot \text{RAD} - 4.26697 \cdot \text{PRE}$	0.48

PHI: potencial hidrogeniônico; ANT: antocianinas; IPT: índice de polifenóis totais; TAN: taninos; ATT: acidez total titulável; RAD: radiação; PRE: precipitação; TMN: temperatura mínima; TMX: temperatura máxima; AMP: amplitude térmica.

Fonte: Autor

O modelo preditivo para o caráter potencial hidrogeniônico (PHI) foi determiando pela redução da amplitude térmica e radiação fotossinteticamente ativa, em contrapartida incremento da precipitação pluviométrica (Tabela 3). O incremento do pH do vinho ocorre quando as plantas são cultivadas em ambientes com elevada precipitação, da mesma forma, revelaram menores intencidades de radiação incidente com mínimas oscilações da temperatura do ar. Pesquisas definiram que o incremento do pH foi decorrente da maior concentração de ácido málico nas bagas, oferta hídrica às plantas e disponibilidade nutrientes principalmente de potássio (KLIEWER, 1967; JOHSON e NAGEL, 1976). As antocianinas (ANT) são influenciadas por um maior gradiente de amplitude térmica do ar, estes resultados são comprovados por Ubalde (2010), que determinou a síntese de antocianinas em 'Cabernet Sauvignon', sendo está maior em safras ou épocas do ano em que a amplitude térmica do ar foi maior. A amplitude do ar corresponde ao intervalo entra a máxima térmica e mínima, sendo estas intimamente relacionada com a síntese das antocianinas, portanto, define-se que temperaturas do ar superiores a 35°C decrescem o acúmulo de antocianinas nas bagas (CHENG et al., 2014).

O índice de absorbância referente a cor 420 (420) representa os tons amarelos e o índice de 620 (620) representa os tons azulados em vinhos, estes caracteres foram representados por um modelo preditor determinado pelo incremento da precipitação pluviométrica, temperatura mínima para 420 (420) e

temperatura máxima para 620 (620), em contrapartida, menores ênfases a radiação solar incidente. Diante disto, vinhos que revelam tons amarelados e azulados podem ser obtidos quando obtêm-se temperaturas mínimas e máximas do ar elevadas e alta precipitação acumulada, no entanto a radiação solar incidida sobre o dossel apresenta-se reduzida. O índice de 520 (520) foi determinado através do aumento da temperatura máxima do ar e da amplitude térmica, com redução da radiação solar incidente, este caráter demonstra ser dependente direto de temperaturas do ar superiores. Pesquisas definem que os índices de absorvância em vinhos são diretamente influenciados pelos atributos climatológicos (UBALDE, 2010).

Os polifenóis totais (IPT) foram determinados pela elevação da temperatura mínima do ar e amplitude térmica. Vinhos tintos 'Cabernet Sauvignon' são diretamente influenciados pelos atributos climatológicos (UBALDE, 2010). A concentração de taninos (TAN) no vinho foi definida por temperaturas máximas do ar e amplitudes térmicas superiores, em contrapartida, menores efeitos da radiação solar incidente e da precipitação pluviométrica. Pesquisas definem que os compostos fenólicos do vinho são determinados pela atividade enzimática da fenilalana amônia-liase (PAL) sendo esta dependente direta da qualidade e intensidade luminosa, bem como, do saldo de radiação incidente (DIAS et al., 2015)

A acidez total (ATT) foi determinada pelo incremento da temperatura máxima do ar, radiação solar incidente, no entanto, menores efeitos são obtidos através da temperatura mínima do ar e precipitação pluviométrica. Esta dinâmica pode influenciar o processo fotossintético e absorção de nutrientes pela videira, principalmente absorção e translocação de potássio caracterizado com um macronutriente determinante para a magnitude da acidez total. Estes modelos preditores possibilitaram compreender quais foram os atributos climatológicos determinantes aos caracteres de interesse para a qualidade dos vinhos tintos Cabernet Sauvignon, a compreensão desta dinâmica permite incrementar a explicabilidade biológica sobre a elaboração de vinhos tintos na região da Campanha do Rio Grande do Sul.

4 CONCLUSÕES.

A concentração de polifenóis totais em vinhos tintos 'Cabernet Sauvignon' está associada as antocianinas, índices de absorbâncias de 420 e 520, bem como, a acidez total. Entretanto, os taninos são diretamente proporcionais com a acidez total do vinho.

Condições ambientais com elevada precipitação pluviométrica, mínimas oscilações na amplitude térmica e radiação solar incidente tendem a incrementar o potencial hidrogeniônico e os índices de absorbâncias de 420 (amarelos) e 620 (azulados) de vinhos tintos da 'Cabernet Sauvignon'.

A amplitude térmica foi preponderante para elevar níveis de antocianinas em vinhos da 'Cabernet Sauvignon'.

Quality of Cabernet Sauvignon wines determined by the variability of climate attributes

Abstract

The objective was to reveal relationships between qualitative physical-chemical parameters and climatic issues in wine of the Cabernet Sauvignon variety. The experiment was carried out in the municipality of Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brazil, in the 2016 harvest. The design was a randomized block design where the treatments included nine microvinifications. The characters measured were: hydrogenation potential, anthocyanins, color in the absorbance of 420, 520 and 620, total polyphenol content, tannins and total acidity. Minimum and maximum air temperature, thermal amplitude, solar radiation and accumulated precipitation interfered in the qualitative parameters, where the thermal amplitude is more prominent in this relation. Tannins are proportionate with total acidity. Precipitation and oscillations in the thermal amplitude and radiation increased pH values, 420 and 620. Thermal amplitude is fundamental for anthocyanin synthesis.

Keywords: Campanha Gaúcha, climate, wine quality.

5 REFERÊNCIAS

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Análisis de vinos y mostos**. Zaragoza: Acríbia, 1976.

BARNUUD, N. N.; ZERIHUN, A.; GIBBERD, M.; BATES, B. Berry composition and climate: responses and empirical models. **International Journal of Biometeorology**, v.58, p.1207-1223, 2014.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; PACHECO-HERNÁNDEZ, M. L.; PÁEZ-HERNÁNDEZ, M. E.; RODRÍGUEZ, J. A.; GALÁN-VIDAL, C. Chemical studies of anthocyanins: a review. **Food Chemistry**, 113, p.859-871, 2009.

CHENG, G.; HE, Y. N.; YUE, T. X.; WANG, J.; ZHANG, Z. W. Effects of climatic conditions and soil properties on Cabernet Sauvignon berry growth and anthocyanin profiles. **Molecules**, v.19 n.9, p.13683-13703, 2014.

CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.81, p.223S–229S, 2005.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A. C. P.; TAVARES, R. M.; SOUSA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, p. 1-22, 2007.

DIAS, T.; DE MELLO, H. C.; ALVES, F. R. R.; CARVALHO, R. F.; CARNEIRO, K S.; SOUZA, C. M.; Compostos fenólicos e a capacidade antioxidante em frutos de tomateiros mutantes fotomorfo genéticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.5, p.782-787, 2015.

DOWNEY, M.O.; DOKOOZLIAN, N.K.; KRSTIC, M... Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.57, p.257–268, 2006.

FLANZY, C. **Enología: fundamentos científicos y tecnológicos**. Madrid: Mundi-Prensa, 2003.

GIOVANNINI, E. Cultivares. In: GIOVANNINI, E. (Ed.). **Uva agroecológica**. Porto Alegre: Renascença, 2001. p.76-80.

HERAS-ROGER, J.; ALONSO-ALONSO, O.; GALLO-MONTESDEOCA, A.; DÍAZ-ROMERO, C.; DARIAS-MARTÍN, J. Influence of copigmentation and phenolic composition in wine color. **Food Chemistry**, v.197, p. 39-46, 2016.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa exploratório de solos do estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/rs_pedologia.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

IBGE –INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados geodésicos**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/bdgpesq_googlemaps.php>. Acesso em 15 jun. 2017.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estação meteorológica de observação de superfície automática**. <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em 20 abr. 2016.

JACOBS, S. A. ; ZOCHE, R. G. S. ; JACOBS, B. ; ZOCHE, F. ; SAMPAIO, N. V. ; RIZZON, L. A. ; SOUZA, V. Q.; NARDINO, M. ; CARVALHO, I.R. ; ROMBALDI, C. V. Behavior of phenolic and color parameters during grape vinification of Tannat and Cabernet Sauvignon cvs. in Bagé-RS. **International Journal of Current Research**, v. 8, p. 34863-34867, 2016.

JOHNSON, T.; NAGEL, C. W. Composition of Central Washington grapes during maturation. **American Journal Enology and Viticulture**, 27, p-15-20, 1976.

KISHINO, A.Y.; MARUR, I.P.H. Fatores climáticos e o desenvolvimento da videira. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S.L.C.; ROBERTO, S. R. **Viticultura tropical**. Londrina: IAPAR, 2007. p. 59-86.

KLIEWER, W.M.; HOWARTH, L.; OMORI, M. Concentrations of tartaric acid, malic acid and their salts in *Vitisvinifera* grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.18, n.1, p.42-54, 1967.

LEÃO, P. C. S.; SILVA, E. E. G. Caracterização fenólica e requerimento térmico de variedades de uvas sem sementes no vale de São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n.3, p. 379-382, 2003.

RAMALHO, M.; SANTOS, J.B.; PINTO, C. B.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J.C. **Genetics in agriculture**. Lavras. Brazil. 2012. 566 p.

ROSSATO, M.S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 240p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Dosage des anthocyanes dans les vines rouge. **Bulletin de la Société Chimique de France**, Paris, 9, 2649-2652, 1965. 158p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Tratado de Enología: Química del vino, estabilización y tratamientos**. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 2003. 537p.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (Complete Samples). **Biometrika**, v.52, n.3/4, 1965.

SINIMBU, F. **Cientistas ajudam Campanha Gaúcha a obter selo de procedência para vinhos**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6031942/cientistas-ajudam-campanha-gaucha-a-obter-selo-de-procedencia-para-vinhos>>. Acesso 15 jun. 2017.

SOUBEYRAND, E.; BASTEAU C.; HILBERT, G.; VAN LEEUWEN, C.; DELROT, S.; GOMÈS, E. Nitrogen supply affects anthocyanin biosynthetic and regulatory genes in grapevine cv. Cabernet Sauvignon berries. **Phytochemistry**, v.103, p. 38-49, 2014.

UBALDE, J.M.; SORT, X.; ALICIA ZAYAS, A.; POCH, R.M. Effects of soil and climatic conditions on grape ripening and wine quality of Cabernet Sauvignon. **Journal of Wine Research**, v.21, p.1-17, 2010.

ZAMORA, F. **Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos**. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 225p.

ZANUS, M. C.; TONIETTO, J. Elementos metodológicos para a caracterização sensorial de vinhos de regiões climáticas vitivinícolas. In: TONIETTO, J.; RUIZ, V. S.; GÓMEZ-MIGUEL, V. D. **Clima zonificación y tipicidade del vino em regiones vitivinícolas iberoamericanas**. Cyted: Madrid, 2012. p. 39-46.

ZOCCHÉ, R. G. S. ; JACOBS, S. A. ; SOUZA, V. Q. ; NARDINO, M. ; CARVALHO, I.R. ; ROMBALDI, C. V. ; FACHINELLO, J. C. ; RIZZON, L. A. Wine characterization from Merlot, Tannat and Cabernet Sauvignon grapes of the Campanha Region of RS, harvested in two maturation stages. **International Journal of Current Research**, v. 8, p. 33078-33086, 2016.

ZOCCHÉ, R. G. S. ; JACOBS, S. A. ; SOUZA, V. Q. ; NARDINO, M. ; CARVALHO, I.R. ; ROMBALDI, C. V. ; FACHINELLO, J. C. ; RIZZON, L. A. . Characterization of Cabernet Sauvignon wine made with grapes from Campanha RS Region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 4262-4268, 2016.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos realizados com variedades cultivadas na região da Campanha Gaúcha são muito importantes, como forma de poder avaliar seu comportamento nesta região vitícola. É importante que se possa compreender os mecanismos biológicos e como estes são influenciados.

As questões climáticas são cada vez mais importantes dentro do contexto vitivinícola, sendo responsáveis por modificar caracteres quantitativos e qualitativos das variedades.

Ficou claro com o estudo, que condições climáticas afetam fortemente processos biológicos e conseqüentemente os vinhos elaborados a partir da 'Cabernet Sauvignon'

A 'Cabernet Sauvignon', apesar de já possuir amplos estudos realizados na região da Campanha Gaúcha, se demonstra alvo de novos estudos, principalmente no que tange a qualidade do vinho, e seus processos biológicos, principalmente nos quesitos de maturação fenólica, pH, acidez total.

Como perspectivas de estudos, sugere-se a continuação de estudos relacionados a absorção de potássio, e a dinâmica existente entre o potássio, pH e acidez total ainda na baga, bem como a cinética do pH e da acidez total no vinho.