

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**MATURAÇÃO FENÓLICA DE UVAS TINTAS
CULTIVADAS NO RIO GRANDE DO SUL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Giliani Veloso Sartori

Santa Maria, RS, Brasil.

2011

MATURAÇÃO FENÓLICA DE UVAS TINTAS CULTIVADAS NO RIO GRANDE DO SUL

Giliani Veloso Sartori

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

Orientador: Prof. Carlos Eugenio Daudt

Santa Maria, RS, Brasil.

2001

**Universidade Federal De Santa Maria
Centro De Ciências Rurais
Programa De Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**MATURAÇÃO FENÓLICA DE UVAS TINTAS CULTIVADAS
NO RIO GRANDE DO SUL**

elaborada por
Giliani Veloso Sartori

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Comissão Examinadora

Carlos Eugenio Daudt, PhD. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Luisa Helena Rychcki Hecktheuer, Dra. (UFSM)

Eduardo Giovannini, Dr. (IFRS)

Santa Maria, 01 de dezembro 2011.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por todos os dons recebidos e por estar sempre comigo me dando força para continuar.

Aos meus amados pais, Gilmar João Sartori e Anita Bárbara Veloso Sartori, pelo exemplo de caráter, dedicação, amor e força; por me incentivarem sempre a estudar e buscar meus sonhos; por me incentivarem a seguir sempre.

Ao meu irmão, Gilvan Veloso Sartori, por todo amor e carinho.

Ao meu orientador, professor Dr. Carlos Eugenio Daudt, pela amizade, motivação, confiança e pelos muitos ensinamentos transmitidos. Obrigada pelo exemplo de bom profissional, de ser humano, de força, de inteligência, enfim, de vida.

À querida Aline de Oliveira Fogaça, que foi muito mais do que amiga e colega de trabalho, foi um anjo da guarda. Obrigada pela incansável ajuda, presença, disponibilidade, ensinamentos e amizade.

Ao colega e amigo Raul Cauduro Girardello pela infinita paciência, amizade, apoio, motivação e companheirismo em todos os momentos.

À Stefânia Mendes Maciel pela ajuda no trabalho e amizade.

À professora Dr^a Luisa Helena Rychecki Hecktheuer pela amizade, força, incentivo e ajuda durante esta caminhada.

À Vinícola Velho Amâncio por fornecer toda a assistência e infraestrutura para a realização deste projeto.

Aos meus queridos tios, Argentino Veloso, Cecília Veloso e Célia Sartori que sempre se fizeram presentes na minha vida, torcendo e orando pelo meu sucesso e felicidade.

A todos os amigos e familiares que torceram por mim e vibraram com as minhas conquistas e vitórias.

Aos professores Dr^a. Cláudia Sautter e Dr. Roger Wagner, pelo auxílio nas análises dos polifenóis e demais ensinamentos.

Aos colegas do NIDAL, por tornarem as jornadas de trabalho mais leves e alegres, além do auxílio nos estudos e análises.

A todos que colaboraram de forma direta ou indireta para a execução desse trabalho.

Obrigada!!

*"Existe mais filosofia numa garrafa de vinho
que em todos os livros."*

Pasteur

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

MATURAÇÃO FENÓLICA DE UVAS TINTAS CULTIVADAS NO RIO GRANDE DO SUL

AUTORA: GILIANI VELOSO SARTORI

ORIENTADOR: CARLOS EUGENIO DAUDT

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 01 de dezembro de 2011.

Nos últimos anos, a preocupação por vinhos com melhores características sensoriais e propriedades biológicas tem motivado inúmeros estudos sobre os compostos fenólicos. O conhecimento sobre o processo de maturação dessas substâncias vem ao encontro da necessidade de se produzir um vinho de maior qualidade. Neste estudo, as variedades tintas *Vitis vinifera* Malbec, Shiraz e Tannat foram avaliadas quanto à sua maturação fenólica. Para as duas primeiras variedades, avaliaram-se três datas de colheita de um mesmo vinhedo. Para a variedade Tannat, comparou-se uma data de colheita de três vinhedos distintos. Todos os vinhedos localizam-se no Estado do Rio Grande do Sul e foram estudados nas safras de 2009-2010 e 2010-2011. As bagas de uva foram avaliadas quanto à proporção de cascas, sementes e polpa, quanto à maturação industrial (pH, Brix e Acidez Total) e quanto à maturação fenólica. Para esta última avaliação, 125 bagas foram trituradas e maceradas em pH 1,0 e pH 3,2 por 4 horas; após, avaliou-se os seguintes parâmetros: extratibilidade de antocianinas (EA%), taninos nas cascas (dpell%), taninos nas sementes (Mp%), Índice Polifenólico Total (IPT 280), antocianinas totais (ApH1,0) e antocianinas extraíveis (ApH3,2). As variedades Malbec e Shiraz foram microvinificadas pelo método tradicional de vinificação em tinto, e o vinho final foi avaliado quanto às propriedades físico-químicas (pH e Acidez Total) e ao teor de compostos fenólicos (IPT280, Polifenóis Totais, Taninos e Antocianinas). As análises foram realizadas em triplicata e estatisticamente avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por Análise de Componente Principal (PCA) e por correlação linear. Para a variedade Malbec, os resultados evidenciaram maior maturação industrial e fenólica (maior Brix, menor Acidez Total, maior IPT280, maior teor de antocianinas e dpell% e baixos valores de Mp%) para a safra de 2010-2011 e para as colheitas mais tardias. A variedade Shiraz demonstrou maiores teores de antocianinas totais, antocianinas extraíveis e IPT na segunda data de colheita. A maturação fenólica na segunda safra também foi superior para esta variedade, observando-se maior extratibilidade de antocianinas (menor EA%) e maior maturação dos taninos das sementes e das cascas (menor Mp% e maior dpell%, respectivamente). Para a variedade Tannat, a amostra de Itaqui (região de clima mais quente) apresentou maior teor de antocianinas e IPT280 na primeira safra, equiparando-se à amostra de Dom Pedrito (região de clima menos quente que Itaqui) na safra seguinte. Na PCA, as amostras foram agrupadas pela influência da safra e data de colheita. Os vinhos de ambas as variedades apresentaram maiores teores de compostos fenólicos totais, antocianinas e IPT280 nas vinificações de colheitas mais tardias e na safra de 2010-2011. O conteúdo de polifenóis totais, IPT 280 e o conteúdo de antocianinas nos vinhos foram altamente correlacionados com os índices de maturação industrial da uva, teor de antocianinas extraíveis (ApH 3,2), teor de taninos nas cascas (dpell%) e teor de taninos nas sementes (Mp%). Conclui-se que colheitas mais tardias podem proporcionar uma uva de maior maturação fenólica. Porém, esta maturação está intimamente relacionada e dependente de adequadas condições climáticas da safra.

Palavras-chave: Maturação fenólica. Antocianinas. Taninos. Uvas. Vinhos

ABSTRACT

Masters Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

PHENOLIC RIPENESS OF RED GRAPES GROWN IN RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: GILIANI VELOSO SARTORI
ADVISER: CARLOS EUGENIO DAUDT

Date and Place of Defense: Santa Maria, 01 de dezembro de 2011.

In the recent years, the concern about wines with better sensory characteristics and biological properties has motivated many studies on the phenolic compounds. The knowledge of ripening process of these substances is related to the necessity to produce high quality wines. In this study, red grape varieties *Vitisvinifera* Malbec, Shiraz and Tannat were evaluated in relation to their phenolic ripeness. In the first two varieties, three harvest dates of a same vineyard were evaluated. In Tannat variety, one harvest date for three different vineyards was compared. All vineyards are situated in Rio Grande do Sul, Brazil, and they were studied in the crops of 2009/2010 and 2010/2011. The grape berries were evaluated in relation to the rate of skins, seeds, and pulps; and in relation to the industrial (pH, Brix and total acidity) and phenolic ripeness. For this last evaluation, 125 berries were crushed and macerated at pH 1.0 and pH 3.2 for 4 hours. Then, the following parameters were evaluated: extractability of anthocyanins (EA%), tannins in the skins (dpell%), tannins in the seeds (Mp%), total polyphenolic index (TPI 280), total anthocyanins (ApH1,0) and extractable anthocyanins (ApH3,2). Malbec and Shiraz varieties were micro-vinified by traditional method of red vinification, then the final wine was evaluated for its physic-chemical properties (pH and total acidity) and the content of phenolic compounds (IPT, total polyphenols, tannins, and anthocyanins). The analyses were performed in triplicate and statistically evaluated by the Tukey test at 5% of probability, by Principal Component Analysis (PCA) and by linear correlation. For Malbec variety, the outcomes showed a bigger industrial and phenolic ripeness (more Brix, less Total Acidity, more IPT, more content of anthocyanins and low values of Mp% and dpell%) to the 2010/2011 crop and later harvests. The Shiraz variety showed higher levels of total anthocyanins, extractable anthocyanins, and IPT in the second harvest date. The phenolic ripeness in the second crop was also higher for this variety, which had a higher extractability of anthocyanins (less EA%) and a great ripeness of tannins from the seeds and skins (lower Mp% and higher dpell%, respectively). For Tannat variety, the sample of Itaqui (warmer region) showed a higher content of anthocyanins and IPT in the first crop, which is similar to the sample of Dom Pedrito (less warmer region than Itaqui) in the following crop. In PCA, the samples were amounted by the influence of crop and the harvest date. The wine of both varieties presented higher levels of total phenolic, anthocyanins, and IPT in the vinification of later harvest and the crop of 2010/2011. The total polyphenol content, IPT 280, and the content of anthocyanins in wines were highly correlated with the rate of the industrial ripeness of the grape, content of extractable anthocyanins (ApH 3.2), tannin content in skins (Mp%). It is possible to conclude that later harvest can provide a grape with a higher phenolic ripeness. However, this ripeness is closely related and dependent on appropriate weather conditions of harvest.

Keywords: Phenolic ripeness. Anthocyanins. Tannins. Grapes. Wines.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Rota biosintética dos compostos fenólicos	22
FIGURA 2 – Flavonóides: a, flavona (R3 = H) e flavonol (R3 = OH); b, flavanona (R3 = H) e flavanonol (R3 = OH)	24
FIGURA 3 – Estrutura das antocianidinas em uvas e vinhos.....	26
FIGURA 4 – Estrutura de: a, antocianina 3-monoglicosídeo; b, antocianina 3-monoglicosídeo acilado com ácido p-cumárico na posição 5 da glicose	27
FIGURA 5 – Exemplo de tanino condensado: procianidina B2.....	29
FIGURA 6 – Concentração de antocianinas e taninos (T) das cascas e taninos das sementes durante maturação da uva.....	33
FIGURA 7 – PCA das amostras de uva das variedades Malbec (MB), Shiraz (SH) e Tannat (TN) entre as diferentes datas de colheita (C1, C2 e C3) e safras (S1 e S2). a) Variação entre as variedades; b) variação entre os parâmetros de maturação avaliados	56
FIGURA 8 – PCA das amostras de uva das variedades Malbec (MB) e Shiraz (SH) e seus respectivos vinhos, entre as diferentes datas de colheita (C1, C2 e C3) e safras (S1 e S2). a) Variação entre os vinhos; b) peso das variáveis	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Composição percentual da baga correspondente à variedade Malbec (MB) para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II)	41
TABELA 2 – Composição percentual da baga correspondente à variedade Shiraz (SH) para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II)	42
TABELA 3 – Composição percentual da baga correspondente à variedade Tannat (TN) para os distintos vinhedos, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II)	43
TABELA 4 – Resultados da maturação industrial correspondentes à variedade Malbec (MB) para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).....	44
TABELA 5 – Resultados da maturação industrial correspondentes à variedade Shiraz (SH) para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II)	44
TABELA 6 – Resultados da maturação industrial correspondente à variedade Tannat (TN) para os distintos vinhedos, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II)	45
TABELA 7 – Índice Polifenólico Total (IPT 280), antocianinas totais (ApH1,0) e antocianinas extraíveis (ApH3,2) correspondentes à variedade Malbec para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II)	47
TABELA 8 – Índice Polifenólico Total (IPT 280), antocianinas totais (ApH1,0) e antocianinas extraíveis (ApH3,2) correspondentes à variedade Shiraz para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II)	49
TABELA 9 – Índice Polifenólico Total (IPT 280), antocianinas totais (ApH1,0) e antocianinas extraíveis (ApH3,2) correspondentes à variedade Tannat, para os distintos vinhedos, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).....	49
TABELA 10 – Análise da maturação dos taninos das cascas e das sementes e extratibilidade de antocianinas correspondentes à variedade Malbec, para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).....	51
TABELA 11 – Análise da maturação dos taninos das cascas e das sementes e extratibilidade de antocianinas correspondentes à variedade Shiraz, para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).....	52

TABELA 12 – Análise da maturação dos taninos das cascas e das sementes e extratibilidade de antocianinas correspondentes à variedade Tannat, para os distintos vinhedos, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).....	53
TABELA 13 – Resultados das análises fenólica e físico-química para os vinhos da uva Malbec (MB) nas safras 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).....	59
TABELA 14 – Resultados das análises fenólica e físico-química para os vinhos da uva Shiraz (SH) nas safras 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).....	59
TABELA 15 – Coeficientes de correlação determinados entre os parâmetros analisados nas uvas e nos vinhos	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Vitivinicultura Brasileira	13
2.1.1 Vitivinicultura e fatores ambientais	14
2.1.2 Vitivinicultura no Rio Grande do Sul	16
2.2 Variedades de uva	17
2.2.1 Variedade Tannat	17
2.2.2 Variedade Shiraz ou Syrah	18
2.2.3 Variedade Malbec, Côt ou Auxerrois Noir	18
2.3 Compostos fenólicos	19
2.3.1 Flavonóides	22
2.3.1.1 Antocianinas	23
2.3.1.2 Taninos	26
2.4 Processo de maturação da uva	28
2.4.1 Maturação fenólica	29
3 OBJETIVOS	32
3.1 Objetivo Geral	32
3.2 Objetivos Específicos	32
4 MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Amostras	33
4.1.1 Vinhedos e variedades	33
4.1.2 Amostragem	33
4.2 Análises físico-químicas e químicas	34
4.2.1 Análise da maturação industrial	34
4.2.2 Análise da maturação fenólica	35
4.3 Microvinificações	36
4.4 Análise estatística	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1 Análise da composição da baga	39
5.2 Análises físico-químicas e químicas	42
5.2.1 Análise da maturação industrial	42

5.2.2 Análise da maturação fenólica	46
5.3 Análise de Componentes Principais	56
5.4 Microvinificações	58
5.4.1 Análise de Componentes Principais	60
5.4.2 Análise de correlação linear	61
6 CONCLUSÕES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS	65

1 INTRODUÇÃO

A viticultura tem grande importância socioeconômica e cultural para diversos países. No ano de 2008 esta cultura ocupou mais de 7,4 milhões de hectares e a produção mundial atingiu 67 milhões de toneladas (FAO, 2011).

A matéria-prima da indústria vinícola é a uva, a partir da qual se extrai o mosto para a produção do vinho. Pode-se dizer que o vinho começa a ser produzido no vinhedo, sendo importante o adequado manejo agrônomico e o acompanhamento da maturação das uvas, bem como os cuidados durante a colheita (AMORIM et al., 2006).

O principal produtor brasileiro em uvas e vinhos é o Estado do Rio Grande do Sul, responsável por aproximadamente 95% da produção nacional. A Serra Gaúcha é a tradicional região produtora, onde são produzidos cerca de 90% deste total. Em busca de melhores condições para o cultivo das videiras, produtores buscaram na região da Metade Sul do Estado, também chamada de Campanha Gaúcha, um novo polo em potencial devido a suas características peculiares para o exercício da vitivinicultura. Outra região não tradicional do estado, a região central, por haver determinadas regiões de *terroir* favorável, está investindo no cultivo referido como alternativa de diversificação para a pequena propriedade.

Compostos fenólicos são fundamentais na enologia. São responsáveis pelas diferenças entre vinhos brancos e tintos, especialmente no fornecimento de cor e flavor a estes últimos. Devido às propriedades biológicas, são os grandes autores do Paradoxo Francês, trabalho realizado pelo francês Serge Renaud que chegou à conclusão de que o índice de mortalidade por doenças cardiovasculares na França era menos da metade da evidenciada nos Estados Unidos fundamentalmente pelo consumo de bebidas alcóolicas, especialmente o vinho.

O atual questionamento sobre a qualidade dos vinhos nacionais, perante os tradicionais produtores mundiais, e o cada vez mais exigente mercado consumidor, fez com que produtores e indústrias investissem na melhoria da qualidade de seus produtos. Para tanto, foram conquistados no Estado do Rio Grande do Sul selos de indicação de procedência e diversos estudos têm sido realizados para melhorias nos sistemas produtivos e obtenção de matéria prima com maior qualidade. Neste contexto destaca-se o grande investimento do mundo científico na pesquisa sobre o desenvolvimento e ação de compostos fenólicos em uvas e respectivos subprodutos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Vitivinicultura Brasileira

A viticultura brasileira nasceu com a chegada dos colonizadores portugueses, no século XVI. As primeiras videiras teriam sido trazidas em 1532 pelo donatário Martin Afonso de Souza. Presume-se que eram vinhas adequadas para a produção de vinho (*Vitis vinifera*), originárias de Espanha e Portugal. Com a expedição desembarcou o fidalgo Brás Cubas, o qual se tornou o primeiro viticultor do Brasil ao plantar parreiras vindas da Ilha da Madeira nas sesmarias que lhe foram doadas na Capitania de São Vicente, atual estado de São Paulo. O cultivo teria se espalhado por outras regiões, mas em 1789 um decreto protecionista promulgado por Portugal proibiu o plantio de uvas, inibindo completamente a produção e comercialização de vinho no Brasil. Permaneceu como cultura doméstica até o final do século XIX, tornando-se uma atividade comercial a partir do início do século XX, por iniciativa dos imigrantes estabelecidos no sul do país (AMARANTE, 2005; IBRAVIN, 2011a).

O grande marco da viticultura brasileira e gaúcha foi estabelecido pelos italianos, cuja imigração para a Serra Gaúcha se intensificou a partir de 1870. As colônias então fundadas constituem atualmente o maior e o mais importante núcleo brasileiro de vitivinicultura (AMARANTE, 2005).

As videiras de origem americana, principalmente cultivares de *Vitis labrusca*, foram a base para o desenvolvimento da vitivinicultura brasileira. As castas européias (*Vitis vinifera*), apesar dos esforços envidados para seu cultivo, não tiveram expressão nos primórdios da vitivinicultura comercial brasileira devido às perdas causadas por ataques de filoxera (*Phylloxera vastatrix*) e pela incidência de moléstias fúngicas, especialmente pelo míldio (*Plasmopara viticola*) e pela antracnose (*Elsinoe ampelina*). Com o surgimento dos fungicidas sintéticos a partir de meados do século XX, efetivos no controle destas moléstias, e desenvolvimento de porta enxertos resistentes àquela praga, as videiras européias ganharam expressão com o cultivo de uvas para produção de vinhos finos no estado do Rio Grande do Sul (IBRAVIN, 2011a).

No cenário internacional, a vitivinicultura brasileira ocupou, em 2006, o 22º lugar em área cultivada com uvas, 16º lugar em produção de uvas e o 15º lugar em produção de vinhos.

(MELLO, 2011a). No Brasil, a área plantada em videiras no ano 2010 teve um aumento de 1,37%, o que equivale a 83.718 hectares, com produção de 1.295.442 toneladas. O Rio Grande do Sul, principal produtor, foi responsável por 50.389 hectares, o que representa 60,18%. Da produção, 43,07% foram destinadas à elaboração de vinhos, sucos e outros derivados, sendo o restante destinado ao mercado de uva *in natura*. Nesse mesmo ano, houve queda de 6,06% na produção de uvas para processamento em relação ao ano anterior, no Estado do Rio Grande do Sul, devido a problemas meteorológicos (MELLO, 2011b).

2.1.1 Vitivinicultura e fatores ambientais

Não se pode trabalhar e estudar vitivinicultura sem levar em consideração a região onde as videiras serão cultivadas, uma vez que sua produtividade e qualidade estão intimamente condicionadas a fatores como temperatura, radiação solar, umidade relativa do ar e disponibilidade hídrica no solo.

A viticultura mundial destinada à agroindústria está concentrada entre 30° e 50° de latitude Norte e entre 30° e 45° de latitude Sul. No Brasil, situa-se desde os 8° (Vale do Submédio São Francisco) até os 32° de latitude Sul (Metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul). Está, portanto, localizada em latitudes baixas a médias, situação bastante diversa da viticultura desenvolvida nas latitudes mais elevadas das regiões setentrionais da Europa e da América do Norte, onde a viticultura chega até os 52° de latitude Norte, onde o efeito do fotoperíodo é maior (TONIETTO & MANDELLI, 2003).

Os principais climas ocorrentes são o temperado, mediterrâneo e climas com diferentes níveis de aridez. No Brasil, os tipos de clima prevalentes nas regiões vitivinícolas produtoras de vinhos finos com uma colheita anual são o temperado e o subtropical (TONIETTO & MANDELLI, 2003). Segundo Winkler et al. (1974), o clima ideal para videira é o que apresenta invernos frios e verões secos e quentes. Um clima úmido favorece moléstias fúngicas para as quais a videira apresenta grande sensibilidade.

Segundo Fogaça (2005), o clima irá influenciar na relação açúcar/ácido conteúdo de compostos fenólicos das uvas, entre outros fatores, registrados no momento da colheita.

Um fator importante do clima para a videira é a temperatura, ou seja, a soma total de calor. A temperatura base considerada é 10°C, pois abaixo desta praticamente não há

crescimento vegetativo. A soma do calor possui ótima correlação com a qualidade das uvas, especialmente com relação aos graus Brix. (WINKLER et al., 1974).

A videira exige baixas temperaturas durante o inverno, período em que perde as folhas e entra em repouso, pausa necessária para que o vegetal se reorganize e armazene substâncias para o seu próximo período vegetativo. Durante crescimento e frutificação, a videira deseja altas temperaturas, com chuvas ocasionais, para aumentar a concentração de açúcar. Não requer temperaturas médias e muito baixas durante este período, pois estas fazem com que haja uma diminuição da degradação do ácido málico, aumentando a acidez dos frutos (LEITE, 2009). Durante a maturação, a videira requer ausência de chuvas e suficiente calor e insolação durante o dia, o que propicia a obtenção de uvas perfeitamente – mas lentamente – maduras, com bom balanceamento de açúcares e ácidos e isentas de doenças; à noite, contudo, necessita de temperaturas baixas para que o fruto desenvolva aromas e polifenóis finos. (AMARANTE, 2005; GUERRA et al., 2005).

A altitude também deve ser considerada ao se escolher o local de cultivo. O efeito mais importante deste fator para a viticultura é o térmico, já que 100 metros de elevação em relação ao nível do mar representam uma diminuição na temperatura média do ar em torno de 0,6°C. Alguns países quentes buscam obter condições térmicas mais favoráveis à viticultura em zonas de maior altitude, compensando de certa forma o efeito latitude. Em regiões de maior altitude, a maturação das uvas é mais tardia (TONIETTO & MANDELLI, 2003).

A produção de vinhos finos requer uma boa qualidade da uva, o que é possível obter com alta insolação e baixa precipitação pluviométrica durante o período de maturação. Mesmo em verões chuvosos, existindo alta insolação no período que vai do *veraison* (momento em que as bagas iniciam o desenvolvimento de cor) ao final da maturação da uva o teor de açúcar natural é satisfatório, dispensando o processo de chaptalização na vinificação (MOTA et al., 1974).

A videira se adapta em amplas variedades de solos, porém dá-se preferência a solos com textura franca e bem drenados, com pH variando de 5,0 a 6,0 e com teor de matéria orgânica com pelo menos 20 g.dm⁻³ (MELO, 2003). A restrição da absorção de água pela planta produz frutos com maior concentração de substâncias orgânicas, minerais e açúcares (GUERRA et al., 2005).

2.1.2 Vitivinicultura no Rio Grande do Sul

No Estado do Rio Grande do Sul, ocorrem duas regiões principais onde são cultivadas grandes áreas com videiras. Estas regiões, entretanto, possuem diferentes inclinações para *Vitis vinifera*. A mais tradicional ocorre na Serra Gaúcha e a mais recente, em expansão, na região da Campanha.

A Serra Gaúcha, ou Serra do Nordeste, está localizada no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, cujas coordenadas geográficas e indicadores climáticos médios são: latitude 29°S, longitude 51°W, altitude 200-800 m, precipitação 1.600-1.700 mm, temperatura 17,2°C e umidade relativa do ar 76%. É a maior região vitícola do país com cerca de 40 mil hectares de vinhedos. Trata-se de uma viticultura de pequenas propriedades, pouco mecanizada devido à topografia acidentada, onde predomina o uso da mão-de-obra familiar. A produtividade dos vinhedos na região situa-se entre 8 e 12 t/ha, dependendo da cultivar e das condições climáticas da safra. (GIOVANNINI & MANFROI, 2009; IBRAVIN, 2011b).

Detentora de alta tecnologia enológica, sobretudo no segmento de vinhos finos, esta região vem crescendo como produtora de vinhos de qualidade. Uma evidência da evolução organizacional da vitivinicultura da região foi a criação da Indicação de Procedência Vale dos Vinhedos, em 2002, e a Indicação de Procedência Pinto Bandeira em outubro de 2010, iniciativa que motivou outros grupos de produtores da região a seguirem o mesmo caminho (IBRAVIN, 2011b).

No decorrer da década de 70, várias empresas começaram a se estabelecer no extremo sul do estado, atraídas por pesquisas que consideraram a região de melhores condições climáticas para o cultivo de *Vitis vinifera*. A região da Campanha, hoje com aproximadamente 1.500 hectares, consolidou-se como produtora de vinhos finos a partir de um projeto implantado por uma empresa multinacional no município de Santana do Livramento. A vitivinicultura veio a ganhar importância econômica mais recentemente a partir de investimentos efetuados por vinícolas localizadas na Serra Gaúcha.

Localizada na metade sul do estado do Rio Grande do Sul, fronteira com o Uruguai, a Campanha Gaúcha tem se destacado na produção de uvas e vinhos finos. Nesta região o clima apresenta-se temperado, com verões quentes e secos e com maior luminosidade do que a região da Serra Gaúcha. Estas características propiciam a obtenção de melhores índices de maturação e vinhos de qualidade superior (FOGAÇA, 2005; IBRAVIN, 2011b).

É uma região de campo, com topografia ondulada, apta à mecanização, cuja situação geográfica está entre 29°45'23"S/57°05'37"W (município de Uruguaiana) e 31°33'45"S/53°26'15"W (município de Pinheiro Machado), com altitude variando entre 75m e 420m. A temperatura média na região varia entre 17,6°C e 20,2°C, a precipitação pluviométrica média varia entre 1.367mm e 1.444mm, e a umidade relativa do ar, em média, situa-se entre 71% e 76%. O solo apresenta-se arenoso, com boa drenagem e acidez reduzida (IBRAVIN, 2011b).

A região central do estado situa-se, em média, na latitude 29°S, a 200 metros acima do nível do mar, com microclima diferenciado na maior parte da Depressão Central.

2.2 Variedades de uva

Segundo Winkler et al. (1974), o gênero botânico *Vitis* inclui dois subgêneros: *Euvitis*, o da videira verdadeira, e *Muscadinia*. Existem em torno de 60 espécies do gênero *Vitis*. Dentre estas, destacam-se *Vitis vinifera* e *Vitis labrusca*. Conforme o mesmo autor, *Vitis vinifera* é a espécie responsável pela produção de mais de 90% das uvas do mundo, sendo comumente denominada como a videira européia, ou a videira do Velho Mundo.

2.2.1 Variedade Tannat

A cultivar Tannat é originária da região de Madiran, no sul França, onde está sua maior área de cultivo. Também é importante no Uruguai, onde ocupa mais de 30% da área de vinhedos. Foi introduzida no Rio Grande do Sul pela Estação Experimental de Caxias do Sul, em 1947, procedente da Argentina. Novas introduções foram feitas por essa mesma instituição em 1971 e 1977, com materiais vindos da Califórnia e da França, respectivamente. A partir de 1987 começou a ser difundida comercialmente na Serra Gaúcha. (CAMARGO, 2003).

O vinho desta variedade é rico em cor, em taninos e extrato seco. Em sua região de origem, o vinho de Tannat é cortado com vinhos de outras cultivares, entre as quais a

Cabernet Franc, para obtenção dos vinhos de determinação de origem controlada (ROBERTO et al., 2004; AMARANTE, 2005).

2.2.2 Variedade Shiraz ou Syrah

Shiraz é uma das mais antigas castas de *Vitis vinífera* cultivadas. Shiraz é cultivada na França há muito tempo, principalmente em Côtes-du-Rhône, Isere e Drôme. Da França, expandiu-se por muitos países, sendo hoje uma das cultivares tintas mais plantadas no mundo. Chegou ao Rio Grande do Sul em 1921, procedente dos vinhedos Vila Cordélia, de São Paulo (CAMARGO, 2003).

Sob a denominação de Shiraz, essa uva tem tido recentemente grande ascensão de demanda dos consumidores, com tintos de ótima relação qualidade-preço surgidos na Austrália. Seus vinhos são assaz coloridos, com odor de frutos pretos, violeta e pimenta do reino. No palato tem boa tanicidade, sendo encorpado e com alta concentração de frutas maduras (AMARANTE, 2005).

2.2.3 Variedade Malbec, Côt ou Auxerrois Noir

A cultivar Malbec é uma casta de *Vitis vinífera* com origem em Bordeaux, na França. No Brasil, seu cultivo é ainda pouco expressivo, sendo cultivada principalmente no Rio Grande do Sul, onde foi relacionada entre as cultivares vinificadas. Possui cachos médios, piramidais, alados e bem soltos, bagas pretas, esféricas, de médias a grandes, polposas, muito doces e de maturação precoce (SILVA et al, 2008).

É a cepa emblemática da Argentina, onde é atualmente a casta escura mais difundida e tem mostrado elevada qualidade devido à disponibilidade de velhas vinhas em zonas elevadas. A Malbec fornece vinhos com ótima acidez e é ideal para regiões com alta insolação, como Mendoza (AMARANTE, 2005).

2.3 Compostos fenólicos

Fenóis compreendem um largo e complexo grupo de substâncias de essencial importância nas características e qualidade de vinhos, especialmente dos tintos. São responsáveis pela cor, sabor amargo, adstringência e aroma, possuindo propriedades antioxidantes e antimicrobianas. Podem ser provenientes da uva, do processo de vinificação, do metabolismo das leveduras ou, ainda, dos barris de carvalho utilizados no envelhecimento (JACKSON, 1994; CABRITA, et al., 2003; CHEYNIER, 2005).

Quimicamente, os fenóis são caracterizados pela presença de um anel aromático com um ou mais grupamentos hidroxila associados diretamente à estrutura cíclica. Podem ser divididos em dois grupos de acordo com o grau de oxidação do anel central: os flavonóides (flavanas, flavonóis, taninos e antocianinas) e os não flavonóides (ácidos flavonóide cinâmicos e seus derivados, flavono fenólicos e estilbenos), sendo que ambos são compostos de baixo peso molecular e metabólitos secundários presentes em frutas e vegetais (RIBICHAUD & NOBLE, 1990; JACKSON, 1994; BURNS, et al., 2001).

Embora constituam uma família muito extensa de compostos e formas químicas, todos os fenóis possuem a mesma origem bioquímica (Figura 1). São produtos secundários do catabolismo dos açúcares, procedendo da condensação de eritrose 4-fosfato com ácido fosfoenolpirúvico. Esta rota biosintética é conhecida como ciclo do ácido shiquímico, ou do ácido malônico, que no decorrer de reações formam os ácidos cinâmicos e benzóicos, assim como aminoácidos aromáticos (fenilalanina e tirosina) (SÁNCHEZ, 2005). O triptofano também é um derivado desta rota. Uma vez formada, a fenilalanina pode ser utilizada para a geração de flavonóides. A reação que gera ácido cinâmico da fenilalanina é catalisada por uma das mais estudadas enzimas associadas ao metabolismo secundário, a fenilalanina amônialiase. Os fenóis ácidos, sendo moléculas pequenas, são formados antes dos flavonóides. Entre os flavonóides, as antocianinas são as últimas moléculas a serem formadas, concluindo então a rota de formação dessas substâncias (DAUDT & POLENTA, 1999).

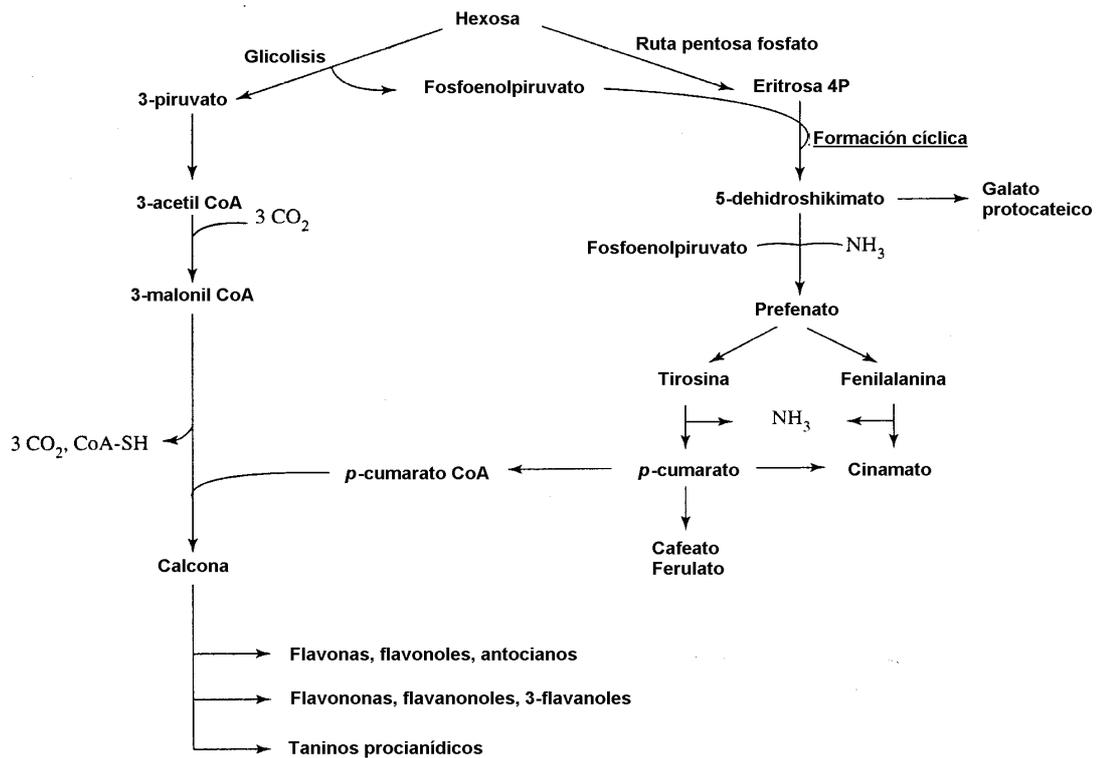


Figura 1 – Rota biosintética dos compostos fenólicos

Fonte: CONN, 1986.

Nos vinhos, os compostos fenólicos agem como potentes antioxidantes, contribuindo, dessa forma, para a estabilidade da cor e adstringência, o que garante a longevidade e permanência das características organolépticas dos mesmos (FREITAS, 2000). Esta propriedade deve-se à habilidade destes compostos em doar hidrogênio e elétrons e, também, devido aos seus radicais intermediários estáveis (SOARES et al., 2008). Buscando explorar a capacidade antioxidante dos flavonoides, diversos pesquisadores têm se dedicado ao estudo dessas substâncias no combate a doenças cardiovasculares, cancerígenas e neurológicas (MAKRIS et al, 2007; LEIFERT & ABEYWARDENA, 2008). São substâncias necessárias aos vinhos que serão submetidos ao envelhecimento e, segundo Daudt & Polenta (1999), a adição de pectinase nos mesmos é favorável uma vez que promove uma melhor extração destes compostos.

Vários fatores têm sido reportados por influenciarem a extração de compostos fenólicos das bagas, incluindo pré-fermentação, técnica de vinificação empregada, solubilidade e especificidade do composto fenólico, pH do meio, maturação da fruta,

temperatura de fermentação, tempo de maceração, concentração de álcool, uso de enzimas, concentração de dióxido de enxofre, tamanho da baga, quantidade de sementes por baga e grau de integridade da baga. A difusão desses compostos da baga para a solução fermentadora ocorre de acordo com a concentração: do local com maior para o local com menor concentração. Neste caso, os compostos fenólicos difundem das células da planta para o vinho e a taxa de difusão depende de fatores como temperatura, peso molecular, gradiente de concentração, permeabilidade celular, área superficial e concentração de etanol (JACKSON, 1994; SUN et al, 1999; CERPA-CALDERÓN & KENNEDY, 2008).

Segundo González-Neves et al. (2003) a vinificação em tinto, por apresentar maceração em presença das partes sólidas da baga, possibilita a extração desses compostos, os quais serão difundidos conforme sua concentração, grau de maturação, solubilidade e localização na uva. A maceração e fermentação alcoólica favorecem a extração de antocianinas bem como de taninos. Estes são mais solúveis em meio alcoólico do que em água e, devido à degradação das membranas e paredes celulares pelo processo, a liberação de taninos ligados torna-se mais fácil (AMRANI & GLORIES, 1994 e 1995; GLORIES, 2001).

Antocianinas são extraídas no início da vinificação, durante fermentação alcoólica e maceração. Quando o mosto atinge um determinado teor alcoólico, a extração dessas substâncias diminui através de mecanismos como absorção por partes sólidas (leveduras e bagaço), modificações em sua estrutura (formação de complexos antocianinas-taninos) e colapso das reações. Os taninos das cascas são extraídos juntamente com as antocianinas no início da vinificação, porém continuam sendo extraídos por um longo período devido à sua localização nas células das cascas. Os taninos das sementes são solubilizados quando a cutícula é dissolvida pelo etanol (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Quanto às propriedades sensoriais sobre os vinhos, sabor amargo e adstringência em vinhos jovens são normalmente devido à presença de ácidos fenólicos e flavanóis. Ácido hidroxicinâmico e flavanóis, juntamente com flavonóis, atuam como copigmentos de antocianinas. Flavonóides e estilbenos, especialmente, têm sido associados a efeitos fisiológicos benéficos devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (MONAGAS et al., 2005).

Nos vinhos brancos, os compostos fenólicos mais importantes são os ácidos hidroxicinâmicos e, em menor quantidade, os monômeros de catequina (flavan-3-ol). Nos tintos, taninos e antocianinas compreendem a classe fenólica mais importante, pois conferem propriedades sensoriais a esses vinhos, além de se associarem formando polímeros necessários a estabilidade da cor (KENNEDY, 2008).

2.3.1 Flavonóides

Este grupo caracteriza-se estruturalmente pela presença de dois anéis benzenos ligados por um heterociclo oxigenado (Figura 1), derivados do “2-phenyl chromone nucleus” (flavonas e flavonóis) ou do “2-phenyl chromanone nucleus” (flavanonas e flavanonóis) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). São compostos pelos flavonóis, flavanóis (taninos e proantocianidinas) e antocianinas (JACKSON, 1994; VALLS et al., 2000). Os flavonóides (grupo de fenilpropanóides) são caracterizados como moléculas possuidoras de dois anéis fenólicos de uma estrutura de ligações de carbono de um grupamento pirano.

Nos vinhos, os flavonóides mais comuns são os flavonóis, pigmentos amarelos contidos nas cascas das uvas, e flavanonóis. Em uvas, estas moléculas se apresentam na forma glicosídica. Elas são diferenciadas pela substituição dos núcleos laterais, como mostrado na Figura 2, formando kaempferol (1 OH), quercetina (2 OH) e miricetina (3 OH). Todos esses pigmentos estão presentes em vinhos tintos. (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

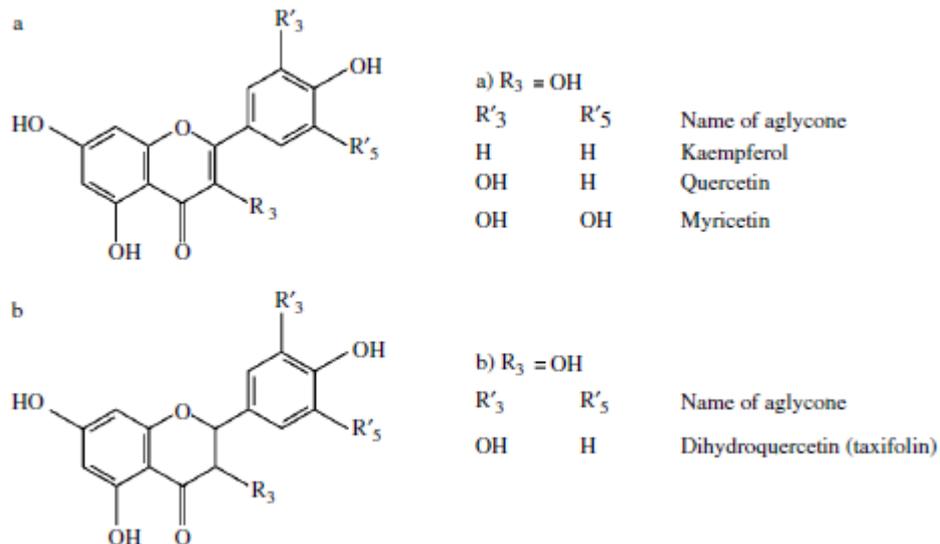


Figura 2 – Flavonóides: a, flavona ($R_3 = \text{H}$) e flavonol ($R_3 = \text{OH}$); b, flavanona ($R_3 = \text{H}$) e flavanonol ($R_3 = \text{OH}$).

Fonte: RIBÉREAU-GAYON et al., 2006.

Os principais flavanóis monoméricos da uva são a (+)-catequina (flavan-3-óis) e seu isômero (-)-epicatequina, este último podendo se encontrar na forma de éster gálico (VALLS et al., 2000). Pequenas quantidades de leucoantocianidinas (flavan-3,4-dióis) livres também podem ocorrer. Existem na forma livre ou combinada com açúcares, compostos não-flavonóides ou combinados entre si. Aqueles esterificados com açúcares e não flavonóides são denominados, respectivamente, glicosídeos e acil derivados (JACKSON, 1994).

As formas poliméricas e oligoméricas são representadas pelos taninos e proantocianidinas. Há dois grupos majoritários de taninos na uva: as procianidinas, derivadas da catequina e epicatequina; e os prodelfinidóis, derivados de galocatequina e epigalocatequina (VALLS et al., 2000).

2.3.1.1 Antocianinas

As antocianinas representam uma parte muito importante dos flavonóides nas uvas e vinhos de castas tintas, uma vez que são responsáveis pela conferência de cor na forma livre e combinadas às procianidinas, contribuindo para os tons de vermelho, amarelo e azul dos vinhos (VALLS et al., 2000).

Segundo Cheynier (2005), localizam-se na polpa e nas três ou quatro primeiras camadas da hipoderme da casca da baga. Se acumulam nas células externas da hipoderme das cascas, livres em vacúolos ou em estruturas denominadas antocianoplastos. São sintetizadas na uva de forma contínua a partir do *véraison*, chegando a um máximo no princípio da maturação. Segundo Río Segade et al. (2008) durante a maturação da baga ocorre aumento da concentração de antocianina total e de antocianina extraível da casca até atingir um valor máximo e depois volta a diminuir. As condições de vigor, insolação das plantas e dos cachos, o estado hídrico da planta e a relação entre a superfície foliar e a produção têm sido os maiores responsáveis pelo controle da síntese e acúmulo de antocianinas na baga (RUSTIONI et al, 2006).

A estrutura desses compostos, cátion flavilium, inclui dois anéis benzeno unidos por um heterociclo insaturado catiônico oxigenado, derivado do núcleo 2-fenil-benzopirilium. De acordo com as possíveis substituições em sua molécula (-OH e -OCH₃), derivados como a delfinidina, a malvidina e a cianidina podem ser formados (Figura 3) (GUERRA, 1997; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Todas as variedades de uva têm as mesmas estruturas

básicas de antocianina, mas há pequenas variações na composição. De fato, entre cinco tipos de antocianinas, malvidina é a molécula dominante na maioria das variedades de uva. O monoglicosídeo malvidina pode ser considerado a forma base da cor das castas tintas e, por consequência, dos vinhos originados. Por outro lado, a quantidade de monoglicosídeo acilado varia mais de acordo com a variedade de uva (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

As antocianinas são mais estáveis na forma glicosídica (antocianina) do que na forma aglicona (antocianidina). Somente antocianinas monoglicosídicas (delfinidina, malvidina, cianidina, petunidina e peonidina) e antocianinas monoglicosídicas aciladas (ácido acético, p-cumárico e caféico) têm sido identificadas em uvas e vinhos de *Vitis vinífera* (Figura 4) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; VALLS et al., 2000; GONZÁLEZ-NEVES et al., 2008).

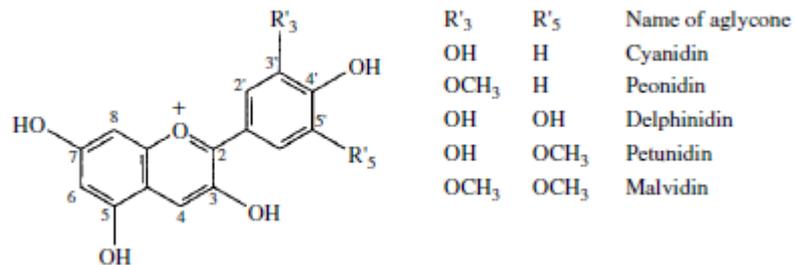


Figura 3 – Estrutura das antocianidinas em uvas e vinhos.

Fonte: RIBÉREAU-GAYON et al., 2006.

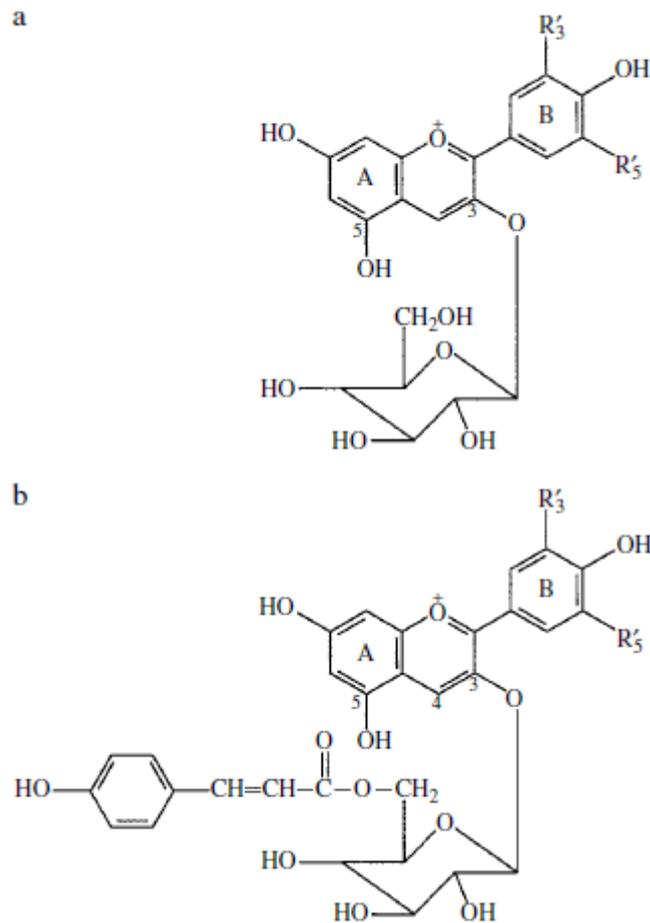


Figura 4 – Estrutura de: a, antocianina 3-monoglicosídeo; b, antocianina 3-monoglicosídeo acilado com ácido p-cumárico na posição 5 da glicose.

Fonte: RIBÉREAU-GAYON et al., 2006.

O conteúdo global de antocianinas varia de 500 mg até 3000 mg.Kg⁻¹ na uva (CHEYNIER et al., 1998), e de 200 a 1500 mg.L⁻¹ em vinhos jovens (AMERINE & OUGH, 1987; GUERRA, 1997). Conforme estudos, cerca de 40,0 a 60,0% do conteúdo de pigmentos da uva passam ao futuro vinho (MENDOZA, 2005) e este conteúdo pode variar conforme operações enológicas (uso de SO₂, técnica de fermentação, tempo de maceração e pH do meio) (AMRANI & GLORIES, 1994; GONZÁLEZ-NEVES et al., 2008) e estrutura molecular da substância (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Um pH de vinhos tintos que se mantenha entre 3,5 e 3,8 garante uma proporção de antocianinas na forma ativa (cátions flavilium) e preserva a vivacidade de cor dos vinhos (ROSIER, 2003). A concentração de antocianinas nos vinhos varia de acordo com a idade destes e a variedade das uvas. Depois de atingir um nível máximo após poucos dias de fermentação, a concentração de antocianinas

diminui como consequência de sua adsorção na parede celular de levedura, precipitação na forma de material coloidal, juntamente com sais tartáricos, e eliminação na filtração. Reações de hidrólise bem como reações de condensação com outros fenóis durante a vinificação também modificam a composição das antocianinas nos vinhos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; MORENO-ARRIBAS & POLO, 2009).

De acordo com alguns estudos científicos, parte das antocianinas se degrada nas primeiras etapas de vinificação, por hidrólise ou por oxidação (DALLAS et al., 1995; GONZÁLEZ-NEVES et al., 2008), outra fração participa de reações de ciclo adição com metabólitos produzidos pelas leveduras (BAKKER & TIMBERLAKE, 1997) e outras moléculas se condensam com catequinas (FULCRAND et al., 2006). Além disto, uma parcela importante de antocianinas extraídas das cascas se perde por serem absorvidas pelas leveduras, precipitando posteriormente nas borras (GONZÁLEZ-NEVES et al., 2008). Todas essas alterações acarretam diminuição da cor vermelha do vinho ao passo que, simultaneamente, as frações de antocianinas que se associam a procianidinas promovem a estabilização desta tonalidade (VALLS et al., 2000).

A determinação do potencial antociânico compreende uma parcela importante nos atuais estudos científicos da área enológica, pois cada vez mais consumidores e produtores buscam vinhos de melhor qualidade, na qual a coloração tem papel fundamental além de ser um dos aspectos mais facilmente evidenciados no acompanhamento da maturação. O conhecimento sobre estas substâncias, quanto ao teor e à extratibilidade, possibilita então a racionalização da maceração e processos de vinificação permitindo melhor explorar o potencial da uva.

2.3.1.2 Taninos

São moléculas fenólicas grandes obtidas por polimerização de moléculas elementares com funções fenólicas. Produzem combinações estáveis com algumas proteínas e polissacarídeos. Podem se diferenciar em condensados ou hidrolisáveis, dependendo da sua molécula elementar. A forma condensada é encontrada nas partes sólidas do grão da uva, sendo transferida ao mosto durante maceração (SÁNCHEZ, 2005).

Os taninos condensados, presentes na uva e nos vinhos, são polímeros dos flavonóis. Nos mostos e nos vinhos, como na natureza, estão presentes, sobretudo, a catequina e a

epicatequina que são as unidades estruturais de base. Nas sementes da uva, por exemplo, os taninos condensados liberam ao curso da hidrólise ácida a cianidina que são chamadas, então, de procianidinas. Nas películas existe uma mistura de procianidinas (Figura 5) e de prodelfinidina. Quando não se conhece precisamente a natureza da antocianidina formada, geralmente emprega-se o nome de proantocianidina (MANFROI et al., 2010; CAINELLI, 2011).

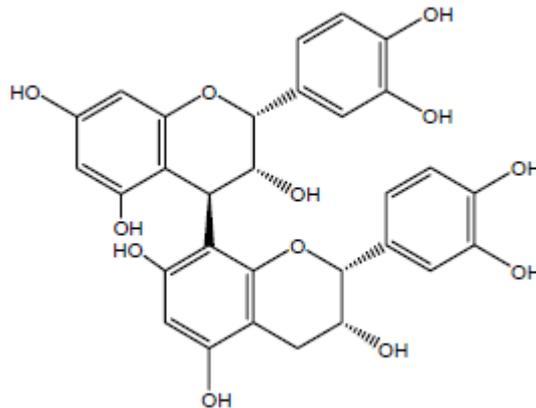


Figura 5 – Exemplo de tanino condensado: procianidina B2

Fonte: VERMERRIS & NICHOLSON, 2006.

Os taninos hidrolisáveis, que compreendem os galitaninos e os elagitaninos, liberados respectivamente do ácido gálico e do ácido elágico após hidrólise ácida, são constituídos também de uma molécula de glicose. Estes taninos são encontrados principalmente na madeira do carvalho e outras espécies vegetais. Os taninos hidrolisáveis constituem os principais taninos comerciais onde a adição aos vinhos é autorizada pela legislação. No vinho, o ácido elágico provém da madeira ou pela adição de taninos enológicos; o ácido gálico se encontra presente nas películas e nas sementes (MANFROI et al., 2010; CAINELLI, 2011).

As propriedades dos taninos estão ligadas à sua capacidade de formar complexos com as proteínas que participam, neste caso, da proteção dos tecidos em relação às agressões microbiológicas. Além disso, conferem propriedades gustativas de adstringência, pela precipitação de proteínas e glicoproteínas da saliva, e têm propriedades antioxidantes interessantes à função farmacológica e também à agroalimentar (CAINELLI, 2011).

2.4 Processo de maturação da uva

A qualidade de um vinho é diretamente influenciada pelas características da uva no momento em que esta é colhida. Ela passa por estágios de desenvolvimento nos quais transformações físicas e bioquímicas a levam até o ponto ótimo de maturação. Essas etapas compreendem a maturação fisiológica (biossíntese evolucionária na baga), maturação tecnológica ou industrial (síntese e evolução de açúcares e ácidos) e maturação fenólica (desenvolvimento de compostos fenólicos) (MANDELLI et al. 2003; PÉREZ-MAGARIÑO & GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, 2006).

A composição da uva, a qual irá determinar as qualidades sensoriais dos vinhos, depende de fatores intrínsecos da mesma, como a variedade, bem como de fatores extrínsecos, como condições climáticas, tipo de solo, região e técnicas de cultivo (PÉREZ-MAGARIÑO & GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, 2006; GÓMEZ-MÍGUEZ et al., 2007).

A maturação da uva é altamente dependente de fatores climáticos. A média diurna da temperatura é um dos fatores úteis para descrever como o microclima interfere especificamente na maturação. Um ambiente com elevada amplitude térmica influencia no metabolismo da videira, uma vez que as baixas temperaturas noturnas retardam o amadurecimento dos frutos, reduzindo o crescimento das plantas e, assim, permitindo maturação mais completa. (ROSIER et al., 2004; SANTOS et. al., 2010). Dessa forma, regiões de cultivo com dias quentes e consecutivas noites frias propiciam o desenvolvimento de um fruto cuja maturação será mais homogênea, produzindo vinhos com acidez, grau alcoólico e composição fenólica adequados.

Componentes aromáticos que são sintetizados na primeira fase de crescimento da baga declinam durante o seu amadurecimento. Esse fato está relacionado com os níveis de radiação solar incidente na zona de frutificação e com a dinâmica da água no solo, entre outros fatores (HASHIZUME & SAMUTA, 1999).

Durante a floração, ocorre o primeiro período de crescimento da baga, com formação dos embriões das sementes (HARRIS et al., 1968). Há vários solutos que se acumulam no grão durante este primeiro período, e todos aparentemente atingem um teor máximo próximo ao *veraison* (POSSNER et al., 1985). Entre eles estão os ácidos málico e tartárico. Estes ácidos compõem a acidez do vinho e, portanto, são críticos para sua qualidade. Igualmente nessa fase acumulam-se os ácidos hidroxicinâmicos (importantes devido ao seu envolvimento com reações de escurecimento e por serem precursores de fenóis voláteis) (LICKER et

al.,1999), os taninos e outros componentes não menos importantes para a qualidade do vinho (minerais, aminoácidos, micronutrientes e componentes do aroma) (KENNEDY et al., 2000).

O início da segunda fase de crescimento da baga coincide com o *veraison* e é caracterizado pelo desenvolvimento de cor, alta concentração de sólidos solúveis totais (principalmente glicose e frutose) e amolecimento do fruto. Muitos dos solutos que se acumularam na primeira fase de crescimento permanecem na segunda. No entanto, devido ao aumento de volume da baga, a concentração de alguns é diluída significativamente. Parte dos compostos são reduzidos (e não diluídos) durante a segunda fase. Como exemplos, o ácido málico por ser usado como fonte de energia durante o processo de maturação (GUERRA, DAUDT & RIZZON, 1991; KENNEDY et al., 2000) e os taninos que tendem à evoluir para formas mais condensadas, formando combinações mais estáveis com proteínas. Como resultado, a acidez, o teor de taninos extraíveis e a adstringência dos frutos reduzem consideravelmente no decorrer da maturação (AQUARONE et al., 1983).

Tradicionalmente o momento da colheita tem sido definido a partir do peso da baga e a densidade do mosto, além da relação entre açúcares e ácidos, características que compõem a maturação tecnológica ou industrial. A relação açúcar/acidez da uva é importante para o equilíbrio gustativo do vinho, porém não é suficiente para determinar que a uva tenha sido colhida no seu potencial qualitativo máximo. Durante as duas últimas décadas, índices clássicos de maturação têm sido complementados com novos parâmetros, como a maturação fenólica ou o conteúdo de diferentes compostos fenólicos. Essa mudança de pensamento é devido a se acreditar que somente uvas com níveis altos e balanceados de fenóis podem produzir vinhos tintos de qualidade e passíveis de envelhecimento.

2.4.1 Maturação fenólica

A maturação fenólica compreende a concentração total de fenóis, sua estrutura e capacidade de serem extraídos das uvas durante o processo de vinificação, bem como o momento em que é alcançado um estado de combinação específico dos fenóis das cascas e sementes, com menor adstringência e maior extração de antocianinas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

A análise da maturação fenólica é baseada na evolução dos compostos fenólicos presentes nas cascas e nas sementes da uva, principalmente antocianinas e taninos. As uvas

terão um potencial de extração, ou extratibilidade, variável conforme as diferentes condições de maturação e variedades (RIBÉREAU-GAYON et al.,2006).

Teoricamente, em condições comparáveis de vinificação, as uvas com um maior teor de antocianinas deveriam produzir vinhos com mais cor, mas isso nem sempre ocorre. A extratibilidade de antocianinas depende do estágio de maturação que controla a degradação das células das cascas. Logo, uma profunda coloração nos vinhos não dependerá somente da concentração de antocianinas nas cascas, mas também da capacidade das células se degradarem e liberarem essas substâncias sem a necessidade de uma técnica mais agressiva (RIBÉREAU-GAYON et al.,2006).

Considera-se que a uva está madura quando a extratibilidade dos taninos das sementes diminui, a concentração das antocianinas e taninos das cascas aumenta e a degradação das paredes celulares das cascas facilita a extração destes compostos (GLORIES e AUGUSTIN, 1993; SAINT-CRICQ DE GAULEJAC et al., 1998; VIVAS et al., 1998). O acúmulo dos polifenóis nas cascas alcança uma concentração máxima próximo à maturação tecnológica, caso as condições climáticas sejam favoráveis (SAINT-CRICQ DE GAULEJAC et al., 1998).

Do *veraison* até a uva alcançar a plena maturação, ocorre um aumento crescente no teor de antocianinas, voltando a diminuir após este ponto. Os taninos encontrados nas cascas apresentam um comportamento semelhante ao das antocianinas, porém tendem a manter seu teor relativamente constante após o ponto máximo da maturação. No extrato da semente, a concentração de taninos em geral diminui após a mudança de cor. Essa diminuição decorre a um grau maior ou menor de acordo com as condições de maturação, sendo aparentemente relacionadas ao acúmulo de antocianinas nas cascas. No entanto, em certos casos, a queda ocorre em um estágio inicial, antes do *veraison*, e, em seguida, a concentração permanece relativamente constante ao longo do período de maturação. A diminuição em taninos das sementes também varia de uma casta para outra (RIBÉREAU-GAYON et al.,2006). Na Figura 6, esses fenômenos podem ser facilmente observados.

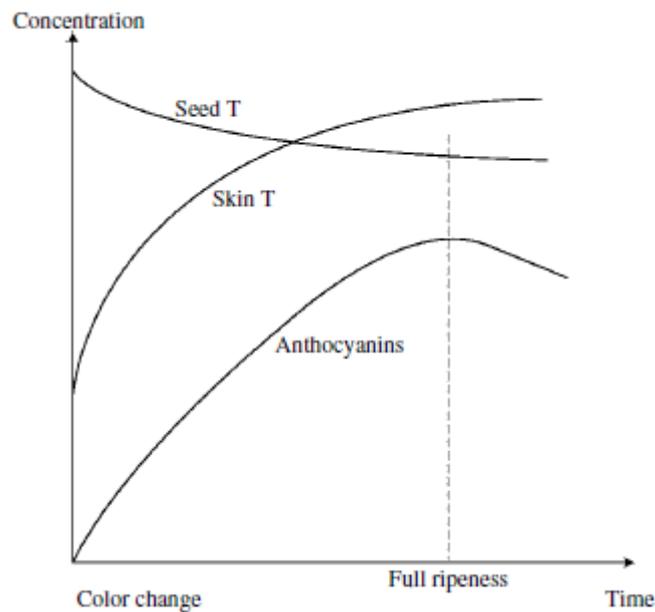


Figura 6 – Concentração de antocianinas e taninos (T) das cascas e taninos das sementes durante maturação da uva

Fonte: RIBÉREAU-GAYON et al., 2006.

A avaliação da maturação fenólica não pretende substituir a maturação industrial, uma vez que esta representa o principal subsídio para decidir a data da vindima por ser de fácil aplicação. Porém, conhecer o potencial fenólico da uva auxilia não só a estabelecer a data mais adequada para a colheita (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006), mas também a direcionar o processo fermentativo para o melhor aproveitamento de suas características, definindo de maneira mais adequada o número de remontagens e sua intensidade, a temperatura e duração das macerações (GONZÁLEZ-NEVES et al, 2003).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar e acompanhar a maturação fenólica de três variedades de uvas tintas cultivadas em locais distintos no Estado do Rio Grande do Sul.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar e comparar a maturação fenólica das variedades *Vitis vinifera* Malbec e Shiraz em diferentes tempos de colheita (diferentes estágios de maturação industrial), de um mesmo vinhedo;
- avaliar e comparar a maturação fenólica da variedade *Vitis vinifera* Tannat cultivada em distintos vinhedos, com as uvas colhidas no mesmo estágio de maturação industrial;
- avaliar na uva a evolução do teor de compostos fenólicos, principalmente antocianinas e taninos, juntamente com a maturação industrial (acidez e açúcares) e a transferência desses compostos aos respectivos vinhos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Amostras

4.1.1 Vinhedos e variedades

As variedades Malbec e Shiraz foram colhidas em vinhedo localizado na cidade de Itaara, RS, a 183 metros acima do nível do mar, na latitude 29°39'19,93'' S.

A variedade Tannat foi coletada nos seguintes locais: vinhedo situado na cidade de Dom Pedrito, RS, a 160 metros acima do nível do mar e na latitude 31°01'23'' S; vinhedo localizado na cidade de Itaqui, RS, a 130 metros acima do nível do mar, na latitude 29°03'10'' S; e vinhedo localizado em Bento Gonçalves, RS, a 550 metros acima do nível do mar, na latitude 29°12'04'' S. Devido à insuficiência de amostras, o vinhedo de Bento Gonçalves não foi avaliado na safra 2010-2011.

4.1.2 Amostragem

As amostras foram coletadas de forma a ser representativa de todo o vinhedo, na quantidade total aproximada de 4 Kg. As uvas foram colhidas nas safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II), tendo como referência os parâmetros tecnológicos pH, Acidez Total e Sólidos Solúveis Totais (Brix).

As variedades Malbec e Shiraz foram coletadas em três tempos, definindo-os pelo acompanhamento da maturação industrial. Já a variedade Tannat foi colhida em três vinhedos distintos em uma única data, ou seja, com mesmo grau de maturação, em ambas as safras.

4.2 Análises físico-químicas e químicas

As análises físico-químicas (pH, Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total) foram realizadas no laboratório da Vinícola Velho Amâncio, localizada no município de Itaara, RS. Estas análises foram realizadas imediatamente após a colheita para as variedades Malbec e Shiraz e no máximo um dia após a colheita para as amostras da variedade Tannat, devido à distância dos vinhedos.

As análises químicas de maturação fenólica foram realizadas no Núcleo Integrado de Análises Laboratoriais (NIDAL), Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos do Centro de Ciências Rurais, UFSM. As amostras foram mantidas a uma temperatura aproximada de $-5 \pm 2^\circ\text{C}$, em congelador, desde a data da colheita até a efetuação das análises.

4.2.1 Análise da maturação industrial

Para determinação de maturação industrial, foram realizadas análises físico-químicas segundo Amerine & Ough (1987). Empregaram-se amostras de suco obtidas pelo esmagamento manual de grãos de uvas, seguidas de homogeneização e estabilização a $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

- a) Sólidos Solúveis Totais: a determinação de foi feita por medida de densidade, com mostímetro de Brix.
- b) Acidez Total: a determinação deste parâmetro foi feita por titulometria de neutralização, utilizando NaOH 0,1N como titulante e potenciômetro para detecção do ponto de viragem a pH 8,2. A acidez total é expressa em gramas de ácido tartárico por litro.
- c) pH: este fator foi determinado diretamente nas amostras de suco, utilizando potenciômetro INSTRUTHERM PH-730.

4.2.2 Análise da maturação fenólica

De acordo com Bautista Órtin (2005), várias metodologias foram desenvolvidas na tentativa de estimar a maturação fenológica. O método mais utilizado é o desenvolvido por Glories e Agustín (1993) e descrito por Saint-Cricq de Gaulejac et al. (1998), González-Neves et al (2004) e Ribéreau-Gayon et al. (2006), uma vez que é capaz de fornecer uma previsão bastante aproximada do teor de fenóis do vinho correspondente.

O princípio do método consiste em extrair as antocianinas das cascas através da acidez, que ocorre gentilmente em um primeiro momento e depois em condições mais extremas, onde as barreiras de difusão são discriminadas. O meio ácido rompe as membranas fosfolipoproteicas, quebrando as ligações proteicas e, conseqüentemente, liberando o conteúdo vacuolar. As uvas são trituradas e maceradas em soluções aquosas de pH 1,0 e pH 3,2.

Os autores sugerem que a extração em pH 1,0 envolve a degradação de membranas celulares, favorecendo a liberação dos conteúdos vacuolares e determinando a difusão e solubilização da maior parte das antocianinas das uvas. A extração feita a pH 3,2 equivale a que se realiza em uma vinificação clássica de vinho tinto. A diferença entre o teor de antocianinas nos extratos obtidos de cada pH é uma indicação do estado de fragilidade das membranas das células das cascas e, conseqüentemente, o seu nível de maturação. Antocianinas e taninos são extraídos das cascas sob as mesmas condições. Um extrato com alta concentração de antocianina também tem um alto nível de taninos. Antocianinas podem, portanto, ser consideradas como marcadores de taninos nas cascas (BAUTISTA ÓRTIN, 2005; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Esse método, portanto, considera que a extração de antocianinas se deve em parte pela quantidade das mesmas, biossintetizadas nas células peliculares (dependendo essencialmente da variedade, mas influenciada pelas condições edafoclimáticas), e pelo estado de degradação das paredes celulares (BAUTISTA ÓRTIN, 2005).

Primeiramente, calculou-se o peso médio das bagas, com 100 unidades e em triplicata. Em seguida, essas bagas foram separadas em cascas, sementes e polpa para cálculo da sua composição percentual.

Uma quantidade de 125 bagas foi triturada em liquidificador (30 segundos em velocidade 1 e mais 40 segundos em velocidade 5) e 50g desse preparado foi acrescentado a 50 mL de uma solução de pH 1,0 (solução aquosa de HCL 0,1N) enquanto que outra fração de

50g foi acrescida de 50 mL de uma solução de pH 3,2 (solução aquosa de ácido tartárico a 5%, neutralizada com solução de NaOH 1,0N). Ambas as macerações ocorreram por 4 horas, em triplicata.

Os macerados foram filtrados e centrifugados a 3000 rpm por 3 minutos. O Índice Polifenólico Total (IPT 280) foi determinado através da medição da absorbância a 280 nm do extrato em pH 3,2 diluído 1/100 (WATERHOUSE, 2002), enquanto que as antocianinas totais e extraíveis (ApH 1,0 e ApH 3,2, respectivamente) foram quantificadas utilizando o método de branqueamento por SO₂ descrito por Ribéreau-Gayon & Stonestreet (AMERINE & OUGH, 1987).

Além disto, foram realizadas as seguintes avaliações, conforme equações descritas abaixo: conteúdo de taninos nas cascas (dpell) e nas sementes (dTpep) (GLORIES & AUGUSTIN, 1993), suas relativas porcentagens (dpell% e Mp%), e o índice de maturidade da célula, também conhecido como índice de extratibilidade de antocianinas (EA%) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Todas as análises foram executadas em triplicata.

$$dpell = (ApH\ 3,2 \times 40) / 1000$$

$$dTpep = IPT\ 280 - dpell$$

$$dpell\% = (dpell / IPT\ 280) \times 100$$

$$Mp\% = [dTpep / IPT\ 280] \times 100$$

$$EA\% = [(ApH\ 1,0 - ApH\ 3,2) / ApH\ 1,0] \times 100$$

As leituras espectrofotométricas foram realizadas com células de quartzo de 10 mm de percurso óptico em espectrofotômetro FEMTO CIRRUS 80 ST.

4.3 Microvinificações

As microvinificações das variedades Malbec e Shiraz foram realizadas na primeira e terceira colheitas da safra 2009-2010, e em todas as colheitas da safra 2010-2011, isso porque

nesta última safra as condições meteorológicas favorecerem o intervalo mínimo de sete dias entre as colheitas, o que não pode ser concretizado no ano anterior, quando o intervalo foi de aproximadamente três dias.

Empregaram-se 3 Kg de uva para cada vinificação, em duplicata, em recipiente de polietileno, com capacidade para 5,0 L. O mosto foi sulfitado com 50 ppm de dióxido de enxofre e inoculado com 0,2g de levedura *Saccharomyces cerevisiae*, marca Lafforte (Zymaflore), por quilograma de mosto. A chaptalização foi efetuada corrigindo-se o mosto para 22 °Brix e as remontagens ocorreram uma vez ao dia, durante os sete dias de fermentação alcoólica em presença das cascas à temperatura controlada entre 25 e 28 °C.

Após descuba, os vinhos foram engarrafados e mantidos à temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ por 8 meses em 2010 e 2 meses em 2011, quando então foram analisados. Avaliou-se a Acidez Total (AT, em gramas de ácido tartárico por litro), teor alcoólico e pH de acordo com Amerine & Ough (1987). Concomitantemente, as seguintes análises fenólicas foram realizadas:

- a) Antocianinas: método de branqueamento por SO_2 , descrito por Ribéreau-Gayon & Stonestreet (AMERINE & OUGH, 1987);
- b) Polifenóis Totais: método de Folin Ciocalteu, adaptado por Singleton & Rossi (1965);
- c) Taninos: método da hidrólise ácida, descrito por Zoecklein et al. (2001)
- d) Índice Polifenólico Total (IPT 280): leitura espectrofotométrica a 280 nm de uma diluição 1/100 de vinho (WATERHOUSE, 2002).

4.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística comparando-se as datas de colheita para as variedades Malbec e Shiraz, os distintos vinhedos para a variedade Tannat, e as duas safras entre si para todas as variedades.

Foram realizadas análises de variância (ANOVA), comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA & AZEVEDO, 2009).

A partir do agrupamento dos dados de cada vinho foi calculado o coeficiente de correlação linear entre os parâmetros. As variáveis das uvas e vinhos foram submetidas à

Análise de Componentes Principais (PCA), para encontrar as estruturas explicativas para as mesmas. Os critérios usados para a seleção dos componentes principais foi a maior variância, A PCA foi realizada através do software Pirouette 4.0 (Infometrix, Woodinville, EUA), e os dados foram autoescalados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise da composição da baga

Os resultados referentes à análise de composição percentual do grão das variedades Malbec, Shiraz e Tannat, em ambas as safras estudadas, encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 – Composição percentual da baga correspondente à variedade Malbec (MB) para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Saфра	Data de colheita	Composição percentual da baga – MB*			
		Peso médio das bagas (g)	% Sementes	% Cascas	% Polpa
I	29/jan	2,17 ^a	5,59 ^a	19,23 ^c	78,18 ^a
	02/fev	1,87 ^a	2,44 ^c	20,18 ^b	77,38 ^b
	05/fev	1,83 ^a	2,64 ^b	26,83 ^a	70,53 ^c
II	26/jan	2,57 ^a	1,70 ^c	14,17 ^c	84,13 ^a
	02/fev	1,91 ^c	3,35 ^a	32,42 ^a	64,23 ^c
	11/fev	2,21 ^b	2,21 ^b	23,11 ^b	74,68 ^b

* Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

Espera-se que bagas mais maduras tenham maior proporção de polpa que de cascas. Desta forma, comparando-se a primeira colheita de cada safra, observa-se que a variedade Malbec na safra II apresentou maior teor de polpa e menor de casca que na safra I na primeira colheita, indicando maior maturação das bagas (Tabela 1). Esse fato deve-se às condições meteorológicas do segundo ano, as quais foram favoráveis ao desenvolvimento do fruto. Porém, entre as datas de colheita de uma mesma safra ocorreu diminuição do teor de polpa, acompanhado da diminuição do peso das bagas, fato que pode ser explicado pela infestação de insetos, principalmente no primeiro ano (safra I).

Na colheita de 2010, fatores climáticos desfavoráveis, especialmente nas áreas de produção de uvas para vinhos, resultaram em menor produção de uvas na maioria dos estados brasileiros; além disto, de um modo geral e em certas regiões, estas uvas não foram de boa qualidade. O Rio Grande do Sul, principal estado produtor do país, apresentou queda de 6,06% na produção de uvas e de 4,49%, na produção de vinhos, sucos e derivados nesta safra (MELLO, 2011b). O elevado índice pluviométrico diminuiu o grau de maturação da uva, principalmente pela diminuição da luminosidade, fator importante para a respiração da planta e reações bioquímicas, além de propiciar o desenvolvimento de fungos. Para a região de cultivo das variedades Malbec e Shiraz, entre os meses de dezembro e fevereiro, verificou-se precipitação pluviométrica de 826,3 mm na primeira safra (645 horas de sol), enquanto que para o mesmo período na segunda safra o referido índice foi de 450,6 mm (727,5 horas de sol). Os respectivos índices heliopluiométricos de maturação foram 0,78 na safra I e 1,62 na safra II (WESTPHALEN, 1977), demonstrando a melhor qualidade da segunda safra em relação à primeira.

Na variedade Shiraz (Tabela 2), as bagas apresentaram acréscimo na proporção de polpa e decréscimo na de cascas, tanto entre as datas de colheita de uma mesma safra quanto entre ambas as safras. Os maiores valores observados na safra II foram atribuídos às condições climáticas favoráveis, já mencionadas acima.

Tabela 2 – Composição percentual da baga correspondente à variedade Shiraz (SH) para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Safra	Data de colheita	Composição percentual da baga – SH*			
		Peso médio das bagas (g)	% Sementes	% Cascas	% Polpa
I	29/jan	1,60 ^a	3,07 ^b	31,61 ^b	65,32 ^b
	02/fev	1,66 ^a	3,35 ^a	32,31 ^a	64,34 ^c
	05/fev	1,65 ^a	2,40 ^c	17,78 ^c	79,82 ^a
II	02/fev	1,64 ^b	3,08 ^b	26,20 ^a	70,72 ^c
	09/fev	1,41 ^c	3,38 ^a	15,22 ^b	81,40 ^b
	21/fev	1,84 ^a	2,21 ^c	9,67 ^c	88,12 ^a

* Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

Na variedade Tannat (Tabela 3), não foi realizada o acompanhamento da maturação, as amostras foram colhidas somente em uma data, mas em regiões diferentes. Comparando-se as regiões de onde vieram as uvas, observou-se que a amostra do vinhedo localizado em Dom Pedrito apresentou maiores teores de polpa e menores de cascas que as amostras obtidas em Bento Gonçalves e Itaqui. Nesta variedade, também foi observada o maior percentual de polpa e menor de cascas na safra II quando comparado à safra anterior refletindo o que aconteceu com as variedades Malbec e Shiraz. Resultados semelhantes foram obtidos em uvas desta variedade cultivadas no Uruguai (GONZÁLEZ-NEVES et al, 2006). As uvas de Bento Gonçalves não foram avaliadas na safra II devido à insuficiência de amostras.

As sementes representam até 6% do peso dos grãos (RIBÉREAU-GAYON, 2003). O conhecimento desta proporção é importante para o processo de vinificação devido ao fornecimento de taninos que atribuirão adstringência aos vinhos (PASTOR DEL RIO & KENNEDY, 2006). Todas as amostras analisadas apresentaram teor de sementes inferior a 6%.

Tabela 3 – Composição percentual da baga correspondente à variedade Tannat (TN) para os distintos vinhedos, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Safra	Vinhedo*	Peso médio da baga (g)	Composição percentual da baga – TN**		
			% Sementes	% Cascas	% Polpa
I	DP	1,85 ^a	4,76 ^c	23,98 ^c	71,26 ^a
	BG	1,95 ^a	5,54 ^b	34,35 ^a	60,11 ^c
	IT	1,49 ^b	5,72 ^a	31,00 ^b	63,28 ^b
II	DP	1,87 ^a	5,00 ^b	10,11 ^b	84,89 ^a
	IT	1,78 ^a	5,72 ^a	13,00 ^a	81,28 ^b

* DP – vinhedo de Dom Pedrito; BG – vinhedo de Bento Gonçalves; IT – vinhedo de Itaqui.

** Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

5.2 Análises físico-químicas e químicas

5.2.1 Análise da maturação industrial

Os resultados referentes à análise da maturação industrial das variedades Malbec, Shiraz e Tannat, em ambas as safras estudadas, encontram-se nas Tabelas 4, 5 e 6, respectivamente.

Tabela 4 – Resultados da maturação industrial correspondentes à variedade Malbec (MB) para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Saфра	Data de colheita	Maturação Industrial - MB*		
		pH	Brix	AT ⁽¹⁾
I	29/jan	3,10 ^b	18,00 ^c	13,70 ^a
	02/fev	3,10 ^b	18,80 ^b	12,00 ^b
	05/fev	3,34 ^a	19,40 ^a	11,50 ^c
II	26/jan	3,35 ^b	18,00 ^b	8,90 ^a
	02/fev	3,40 ^b	18,15 ^b	7,20 ^b
	11/fev	3,46 ^a	20,40 ^a	6,50 ^c

* Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

⁽¹⁾Acidez Total, expressa em gramas de ácido tartárico por litro.

Tabela 5 – Resultados da maturação industrial correspondentes à variedade Shiraz (SH) para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Safras	Data de colheita	Maturação Industrial – SH*		
		pH	Brix	AT ⁽¹⁾
I	29/jan	3,10 ^c	16,60 ^b	17,50 ^a
	02/fev	3,20 ^b	17,60 ^a	16,20 ^b
	05/fev	3,33 ^a	17,00 ^{ab}	10,90 ^c
II	02/fev	3,35 ^b	17,10 ^c	7,90 ^a
	09/fev	3,49 ^a	18,35 ^b	6,50 ^b
	21/fev	3,33 ^b	19,60 ^a	6,20 ^b

* Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

⁽¹⁾Acidez Total, expressa em gramas de ácido tartárico por litro.

Tabela 6 – Resultados da maturação industrial correspondente à variedade Tannat (TN) para os distintos vinhedos, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Safras	Vinhedo*	Maturação Industrial – TN**		
		pH	Brix	AT ⁽¹⁾
I	DP	3,50 ^b	21,0 ^a	4,65 ^c
	BG	3,31 ^c	18,4 ^b	4,87 ^b
	IT	3,78 ^a	20,4 ^a	8,40 ^a
II	DP	3,60 ^a	25,6 ^a	5,40 ^b
	IT	3,52 ^b	25,4 ^b	6,45 ^a

* DP – vinhedo de Dom Pedrito; BG – vinhedo de Bento Gonçalves; IT – vinhedo de Itaqui.

** Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

⁽¹⁾Acidez Total, expressa em gramas de ácido tartárico por litro.

Como esperado, os parâmetros de maturação industrial estudados apresentaram diferença significativa entre as datas de colheita ($p < 0,05$), com aumento do teor de sólidos solúveis totais e diminuição da acidez. Os maiores valores de pH observados para as colheitas mais tardias na variedade Malbec, para a amostra Tannat de Itaqui (safra I) e Tannat de Dom Pedrito (safra II) podem ser explicados pelo fato de que quanto mais tempo o fruto permanece

na planta maior é a absorção de potássio do solo, além dos manejos de fertilização do vinhedo. Os íons desse mineral (K^+) substituem os íons hidrogênio (H^+) nas células, podendo causar a elevação do pH (FOGAÇA, DAUDT & DORNELES, 2007). A diminuição da acidez para as colheitas mais tardias ocorre pela degradação de ácidos orgânicos no decorrer da maturação, principalmente o ácido málico (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Comparando-se as safras, destaca-se a diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), nos valores de sólidos solúveis totais (Brix) e acidez das variedades estudadas, principalmente Malbec e Shiraz, mostrando as melhores condições climáticas da safra II sobre a maturação das bagas. A safra de 2010 destas duas variedades foi considerada tão insatisfatória que o proprietário resolveu não vinificar.

As amostras coletadas em Dom Pedrito, na Campanha Gaúcha, demonstraram melhores condições de maturação industrial em relação às demais. Na região da Serra Gaúcha as condições meteorológicas não permitiram uma maturação adequada. Mesmo com uma amostragem pequena, observa-se que os maiores valores de pH são encontrados nas uvas da região da Campanha. Os resultados deste estudo demonstraram boas condições de maturação industrial para as amostras de Tannat analisadas, principalmente na segunda safra, através dos baixos valores de acidez total e altos teores de açúcares. De acordo com Giovannini (2003), a videira Tannat é colhida na Serra Gaúcha com teor médio de sólidos solúveis totais igual a 20,1 °Brix. Lima et al. (2003), descrevem que no Submédio do Vale do São Francisco (BA), esta variedade é colhida com 18,3 °Brix, em média. Estudo com Tannat cultivada em Maringá (PR) constatou média de 21,20 °Brix e 10,4g/L de acidez total para esta variedade no momento da colheita (ROBERTO et al, 2004).

Resultados semelhantes aos deste trabalho foram encontrados em uvas cultivadas em Minas Gerais. O teor de sólidos solúveis totais (SST) variou entre 15,86 e 21,75 °Brix, acidez total entre 100 a 125 meq.L⁻¹ (7,5 a 9,375 g ác. tartárico.L⁻¹) e pH entre 3,12 a 3,46 para a variedade Shiraz; na variedade Tannat o teor de SST foi de 19 °Brix e o teor de acidez total 168 meq.L⁻¹ (12,6 g de ác. tartárico.L⁻¹) (AMORIM, FAVERO & REGINA, 2005; FAVERO et al., 2008). Por outro lado, Ginestar et al. (1998) encontraram em uvas Shiraz australianas um teor médio de 23 °Brix de sólidos solúveis totais, 4 g.L⁻¹ de acidez total e pH entre 3,5 e 3,6.

Considerando-se que a variedade Shiraz encontrou na Austrália condições ideais de desenvolvimento, os valores observados em uvas mineiras estão bem fora do que é considerado em uva Shiraz de boa qualidade. Do mesmo modo, porém muito mais próximo deste ideal, encontram-se as uvas analisadas neste trabalho. Na colheita I (Tabela 5), os

valores se aproximam aos das uvas mineiras, tal não acontecendo na safra II. Nesta última safra, cujas condições climáticas foram boas, os teores de sólidos solúveis totais, pH e acidez total (Tabela 5) aproximam-se dos citados por Ginestar et al. (1998). O vinhedo de Shiraz analisado neste trabalho é joven e as uvas colhidas são de primeira safra industrial. Além disso, a falta de homogeneidade da amostragem talvez não tenha traduzido os valores reais de toda a safra colhida dois dias mais tarde, a qual apresentou valores um pouco diferentes aproximando-se ainda mais dos referidos pelo trabalho australiano. De forma geral, fica a certeza de que as uvas devem permanecer um pouco mais no vinhedo quando o clima for favorável.

5.2.2 Análise da maturação fenólica

A incidência dos fatores genéticos na composição da uva determina que cada variedade tenha um potencial enológico característico (GONZÁLEZ-NEVES et al, 2003). Conhecer o potencial fenólico da uva possibilita o gerenciamento de todo o processo de vinificação, desde a escolha da data de colheita até duração e intensidade das técnicas de vinificação, com intuito de melhor extrair esses compostos (SAINT-CRICQ DE GAULEJAC et al., 1998; GLORIES, 2001; GONZÁLEZ-NEVES et al, 2003; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Entre os fenóis, as antocianinas ganham papel de destaque pela conferência de cor às uvas e vinhos, característica que vem sendo cada vez mais prestigiada e exigida por enófilos e enólogos.

Os resultados referentes à análise de Índice Polifenólico Total (IPT 280), antocianinas totais (ApH 1,0) e antocianinas extraíveis (ApH 3,2) das variedades Malbec, Shiraz e Tannat, em ambas as safras estudadas, encontram-se nas Tabelas 7, 8 e 9, respectivamente.

Tabela 7 – Índice Polifenólico Total (IPT 280), antocianinas totais (ApH1,0) e antocianinas extraíveis (ApH3,2) correspondentes à variedade Malbec para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Saфра	Data de colheita	IPT 280	Antocianinas (mg EMG.L ⁻¹)*	
			ApH 1,0	ApH 3,2
I	29/jan	12,93 ^b	255,55 ^b	122,21 ^b
	02/fev	17,56 ^{ab}	254,33 ^b	144,66 ^b
	05/fev	20,00 ^a	477,75 ^a	186,81 ^a
II	26/jan	17,33 ^a	286,12 ^b	163,62 ^a
	02/fev	16,10 ^a	367,21 ^{ab}	188,12 ^a
	11/fev	15,20 ^a	499,62 ^a	223,71 ^a

*EMG = equivalente de malvidina 3-glicosídeo. Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

Na variedade Malbec houve diferença significativa ($p < 0,05$) no teor de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e antocianinas extraíveis entre a primeira e última datas de colheita da safra I, sendo que os maiores valores foram obtidos nas amostras da colheita mais tardia. Na safra seguinte, esse aumento só foi significativo para o teor de antocianinas totais (ApH 1,0). Comparando-se as safras entre si, não houve diferença significativa para esses aspectos ($p > 0,05$).

Correlacionando os resultados apresentados nas Tabelas 4 e 7 observa-se que, para a variedade Malbec, a maior permanência da uva na planta possibilita que esta atinja um maior grau de maturação industrial bem como maiores teores de antocianinas, produzindo vinhos com grau alcoólico, acidez e coloração apropriados, o que é esperado. Este fato confirma as dificuldades para se fazer um bom vinho quando, por qualquer razão, o produtor colhe a matéria prima antes da época apropriada.

A variedade Shiraz (Tabela 8), apresentou maiores teores de fenóis totais e antocianinas na segunda data de colheita, em ambas as safras. Pelos resultados obtidos, pode parecer que para essa variedade a permanência da uva na planta por um período de tempo maior não garanta uma extração maior de compostos fenólicos durante vinificação. Porém, alguns fatores devem ser levados em consideração antes de tal afirmação ser tomada como conclusiva:

a) o decréscimo desses valores da segunda para terceira colheita poderia refletir uma diminuição desse compostos após terem atingido o teor máximo (RÍO SEGADE et al, 2008), bem como erros de amostragem (devido à heterogeneidade do vinhedo) ou analíticos ou, ainda, interferência do congelamento das amostras no processo de extração;

b) na colheita da safra I, devido à quantidade de chuvas ocorrida na região no período de maturação, após do *vèraison*, houve inicialmente um incidência de fungos nestas uvas e, posteriormente, uma infestação muito forte de abelhas, marimbondos, insetos em geral, prejudicando a qualidade das amostras;

c) na safra II, houve pequena precipitação antes da última data de colheita, o que também pode ter influenciado na diminuição da extração de antocianinas.

A safra II apresentou melhores condições meteorológicas para o desenvolvimento da maturação da variedade Shiraz (Tabela 8), uma vez que os valores de antocianinas totais e antocianinas extraíveis foram significativamente maiores ($p < 0,05$). Estudos têm demonstrado a interferência do aporte hídrico à videira sobre o teor de compostos fenólicos finais. Chalmers et al (2008), estudando o estresse hídrico na qualidade fenólica de uvas e vinhos da variedade Shiraz australiana, observou que o teor de sólidos solúveis totais (°Brix), antocianinas e de polifenóis totais foi significativamente maior nas uvas de videiras de menor irrigação. Os vinhos produzidos com uvas menos irrigadas apresentaram, no momento do engarrafamento, maior intensidade de cor, maior teor de antocianinas totais, maior teor de polifenóis totais e menor teor de taninos. Resultados semelhantes foram obtidos por Bucchetti et al (2011), o qual demonstrou que, em uvas da variedade Merlot, a videira menos irrigada durante período de maturação produz bagas com maior teor de antocianinas e taninos.

Tabela 8 – Índice Polifenólico Total (IPT 280), antocianinas totais (ApH1,0) e antocianinas extraíveis (ApH3,2) correspondentes à variedade Shiraz para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Safra	Data de colheita	IPT 280	Antocianinas (mg EMG.L ⁻¹)*	
			ApH 1,0	ApH 3,2
I	29/jan	10,60 ^b	29,31 ^c	26,68 ^c
	02/fev	28,00 ^a	134,75 ^a	104,12 ^a
	05/fev	11,23 ^b	93,18 ^b	39,66 ^b
II	02/fev	12,36 ^b	297,49 ^b	155,75 ^b
	09/fev	16,55 ^a	562,18 ^a	248,06 ^a
	21/fev	12,06 ^b	220,79 ^b	134,46 ^b

*EMG = equivalente de malvidina 3-glicosídeo. Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

Tabela 9 – Índice Polifenólico Total (IPT 280), antocianinas totais (ApH1,0) e antocianinas extraíveis (ApH3,2) correspondentes à variedade Tannat, para os distintos vinhedos, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Safra	Vinhedo	IPT 280	Antocianinas (mg EMG.L ⁻¹)*	
			ApH 1,0	ApH 3,2
I	DP	23,63 ^a	382,08 ^b	186,08 ^c
	BG	25,45 ^a	631,31 ^a	278,25 ^b
	IT	28,30 ^a	710,79 ^a	384,41 ^a
II	DP	28,20 ^a	804,41 ^a	367,79 ^a
	IT	29,96 ^a	886,37 ^a	453,54 ^a

*EMG = equivalente de malvidina 3-glicosídeo. Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados entre os vinhedos de uma mesma safra.

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos com a variedade Tannat. As diferentes regiões de cultivo mostraram-se distintas com relação ao conteúdo de antocianinas na safra I. Apesar do IPT não mostrar diferença significativa, as amostras da região da Serra Gaúcha

apresentaram maior teor de antocianinas extraíveis que as amostras de Dom Pedrito e menor que as amostras de Itaquí. As amostras de Dom Pedrito apresentaram níveis de compostos fenólicos significativamente superiores ($p < 0,05$) na segunda safra em relação à primeira, quando comparadas entre si. A razão principal foi a melhor condição climática da safra II com relação à anterior.

As uvas Tannat apresentaram os maiores conteúdos de polifenóis totais, antocianinas totais e antocianinas extraíveis, com diferenças muito importantes comparadas às outras variedades, o que é característico dessa cultivar, como também demonstrado em trabalhos realizados no sudoeste da França e sul do Uruguai (ROSON & MOUTOUNET, 1992; GONZÁLEZ-NEVES et al., 2006). Outros trabalhos também demonstram os elevados conteúdos de compostos fenólicos, especialmente antocianinas, taninos das cascas e taninos das sementes desta variedade (SOUQUET et al., 2000; GONZÁLEZ-NEVES et al., 2006)

Deseja-se que o teor de antocianinas a pH 1,0 durante maturação seja o dobro do encontrado para pH 3,2, indicando que a acumulação de antocianinas nas cascas é maior do que a quantidade de antocianinas que realmente vão ser extraídas no mosto durante vinificação (BAUTISTA-ORTÍN, 2005), o que foi observado nas uvas avaliadas, com exceção das amostras de Shiraz da primeira e segunda colheitas da safra I.

Valores de antocianinas totais (ApH 1,0) variam de 500 a 2000 mg.L⁻¹, conforme variedade da uva (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). A acumulação de antocianinas e taninos na uva atinge valores máximos perto da maturação industrial, coincidindo com a degradação das células das membranas, o que facilita a extração de antocianinas. Os taninos das sementes, por outro lado, diminuem gradualmente sua extratibilidade com o amadurecimento, por aumento do seu grau de polimerização (SAINT-CRICQ DE GAULEJAC et al., 1998; DI STÉFANO et al., 2000; GONZÁLEZ-NEVES et al., 2002).

Conforme Ribéreau-Gayon et al. (2006), os valores de EA% e Mp% (índice de maturidade celular e índice da maturidade das sementes, respectivamente) devem sofrer decréscimo durante o processo de maturação. Assim, valores elevados de EA% e Mp% traduzem uma baixa extratibilidade de antocianinas e elevada concentração de taninos nas sementes, condições que podem ser prejudiciais às características sensoriais dos vinhos, deixando-os com cores inadequadas e maior adstringência e amargor. Dependendo da variedade da uva, número de sementes e grau de maturidade, os valores de EA% variam entre 70 e 20 e Mp% entre 60 e 0. Os taninos das cascas acompanham a evolução das antocianinas durante o processo de maturação. Os valores para o índice de maturação da semente (Mp%) podem ter relação tanto com o teor de taninos polimerizados quanto ao período de síntese

dessas moléculas conforme as características climáticas do período. Nas regiões em que as condições climáticas são favoráveis, os taninos são biossintetizados mais cedo, chegando ao momento da vindima com alto grau de polimerização. Ou seja, essas uvas terão um baixo valor de Mp% (SAINT-CRICQ DE GAULEJAC et al, 1998).

A análise dos parâmetros de maturação fenólica das sementes e extratibilidade de antocianinas das variedades Malbec, Shiraz e Tannat, nas safras 2009-2010 e 2010-2011, encontram-se nas Tabelas 10, 11 e 12, respectivamente.

Tabela 10 – Análise da maturação dos taninos das cascas e das sementes e extratibilidade de antocianinas correspondentes à variedade Malbec, para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Safra	Data de colheita	EA%*	dpell	dTpep	Mp%*	dpell%*
I	29/jan	52,17 ^a	4,89	8,04	66,87 ^a	33,13 ^a
	02/fev	43,10 ^a	10,17	7,39	59,50 ^a	40,67 ^a
	05/fev	46,70 ^a	7,47	12,53	60,87 ^a	39,10 ^a
II	26/jan	42,96 ^a	6,55	8,35	55,88 ^a	44,11 ^a
	02/fev	48,45 ^a	7,52	8,58	52,75 ^a	47,24 ^a
	11/fev	54,43 ^a	8,95	6,25	39,88 ^a	60,11 ^a

EA% = índice de extratibilidade de antocianinas; dpell = teor de taninos nas cascas; dpell% = porcentagem de taninos nas cascas; dTpep = teor de taninos nas sementes; Mp% = porcentagem de taninos nas sementes.

* Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

Os resultados para a variedade Malbec (Tabela 10) mostraram um decréscimo dos valores de Mp% nas duas safras e de EA% na primeira safra. Porém, a diferença observada não foi estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Entre as safras, a maturação dos taninos das sementes e das cascas foi maior na safra II em relação à safra anterior. Não houve diferença na extratibilidade de antocianinas. Na safra II as condições meteorológicas foram superiores, em relação principalmente ao menor índice pluviométrico durante período de maturação, possibilitando uma maturação mais próxima do ideal (maior extratibilidade de antocianinas, maior maturação dos taninos das sementes e das cascas). Considerando que os parâmetros de maturação industrial e fenólica continuaram evoluindo com a maior permanência da uva na planta, conclui-se que para essa variedade e metodologia empregada os resultados pretendidos

poderiam ser observados com diferença estatisticamente significativa empregando-se maior número de amostras, que somente não foi possível devido à infestação de fungos e insetos ao vinhedo. Ou seja, as uvas deveriam permanecer mais tempo no vinhedo.

Tabela 11 – Análise da maturação dos taninos das cascas e das sementes e extratibilidade de antocianinas correspondentes à variedade Shiraz, para as distintas datas de colheita, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Safra	Data de colheita	EA%*	dpell	dTpep	Mp%*	dpell%*
I	29/jan	8,70 ^b	1,07	9,43	89,76 ^a	10,15 ^b
	02/fev	22,70 ^{ab}	4,16	23,83	85,10 ^a	14,87 ^a
	05/fev	57,88 ^a	1,58	9,65	84,98 ^a	14,07 ^a
II	02/fev	47,81 ^{ab}	6,23	6,13	49,68 ^a	49,91 ^b
	09/fev	55,65 ^a	9,92	6,63	40,02 ^b	59,98 ^a
	21/fev	39,11 ^b	5,37	6,69	55,58 ^a	44,42 ^b

EA% = índice de extratibilidade de antocianinas; dpell = teor de taninos nas cascas; dpell% = porcentagem de taninos nas cascas; dTpep = teor de taninos nas sementes; Mp% = porcentagem de taninos nas sementes.

* Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

As condições meteorológicas inadequadas da safra I não possibilitaram a maturação fenólica ideal da variedade Shiraz (Tabela 11), o que pode ser visto observando os crescentes valores de EA%, a elevada porcentagem de taninos nas sementes (elevado Mp%) e baixo teor de taninos nas cascas (baixo dpell%) (GONZÁLEZ-NEVES et al., 2006; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Existe uma coerência entre os dados encontrados nas Tabelas 5, 8 e 11 para esta variedade, indicando que as uvas não estavam em condições quando colhidas nesta safra. Por outro lado, na safra seguinte (safra II) observou-se maior extratibilidade de antocianinas juntamente com o aumento de taninos nas cascas e diminuição dos mesmos nas sementes. Esta diminuição é relacionada às reações de polimerização dos taninos com proteínas e outros compostos fenólicos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Os valores mais significativos relacionados á maturação fenólica foram observados na segunda data de colheita, voltando a diminuir na terceira. Importante ressaltar que o aumento de taninos nas cascas foi simultâneo à diminuição dos mesmos nas sementes, fato característico da maturação fenólica na uva (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Segundo Kennedy (2008), os

taninos das cascas são melhores que os taninos das sementes, ou seja, o fato das uvas apresentarem mais taninos nas sementes do que nas cascas indica que a maturação da semente não está adequada.

Tabela 12 – Análise da maturação dos taninos das cascas e das sementes e extratibilidade de antocianinas correspondentes à variedade Tannat, para os distintos vinhedos, em ambas as safras de 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Safra	Vinhedo	EA %	dpell	dTpep	Mp%	dpell%
I	DP	51,25 ^a	7,44	16,19	68,09 ^a	31,88 ^b
	BG	55,94 ^a	11,13	9,92	47,11 ^b	52,89 ^a
	IT	43,43 ^a	15,38	12,99	45,62 ^b	54,37 ^a
II	DP	53,82 ^a	14,71	13,49	39,85 ^a	60,15 ^a
	IT	47,94 ^a	18,14	11,83	47,48 ^a	52,51 ^a

EA% = índice de extratibilidade de antocianinas; dpell = teor de taninos nas cascas; dpell% = porcentagem de taninos nas cascas; dTpep = teor de taninos nas sementes; Mp% = porcentagem de taninos nas sementes.

* Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha vertical, para uma mesma safra.

As amostras da variedade Tannat (Tabela 12) não apresentaram diferenças na extratibilidade de antocianinas (EA%), tanto para análise entre vinhedos distintos quanto para safras de um mesmo vinhedo ($p > 0,05$). Na safra I a porcentagem de taninos das sementes (Mp%) foi maior para a amostra de Dom Pedrito, significando a amostra de menor maturação fenólica das sementes. Itaquí e Bento Gonçalves foram estatisticamente equivalentes quanto a esse aspecto. A safra II mostrou melhor maturação dos taninos para a amostra de Dom Pedrito em relação à safra anterior, uma vez que houve significativa diminuição de taninos nas sementes e aumento dos mesmos nas cascas. As condições climáticas da safra I, em Dom Pedrito, provavelmente explicam estes resultados entre as duas safras do mesmo vinhedo. Entretanto, isto também pode significar que para atingir determinado índice da maturação fenólica, as uvas de Dom Pedrito podem ser deixadas um pouco mais tempo no vinhedo, sem, no entanto, significar melhora no índice de extratibilidade de antocianinas (EA%). Não foram observadas diferenças significativas para os teores de taninos das uvas entre os vinhedos analisados na segunda safra. Todos os valores obtidos para maturação fenólica da variedade

Tannat foram coerentes com outros estudos (GONZÁLEZ-NEVES et al, 2006; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Resultados deste estudo que confirmam a importância da qualidade meteorológica da safra sobre a maturação fenólica das uvas são encontrados e interrelacionados nas Tabelas 6, 9 e 12. Na safra I, apesar da maturação industrial da amostra Tannat de Dom Pedrito ter sido significativamente maior, os resultados da maturação fenólica da mesma foram significativamente inferiores comparados às demais amostras desta variedade, com menores teores de antocianinas, menor maturação dos taninos das sementes e das cascas. Isso significa que, em safras de condições climáticas inadequadas, o alcance de teores de sólidos solúveis totais e acidez considerados bons para efetuação da colheita não garante o acompanhamento da maturação dos compostos fenólicos.

Todos estes dados obtidos podem servir como substratos para o direcionamento da vinificação. Empregando-se uvas maduras do ponto de vista fenológico (baixos valores de EA% e Mp%), a vinificação deve ser com extração suave, remontagens moderadas, temperaturas de maceração não muito altas e encubado curto. Para uvas com antocianinas difíceis de serem extraídas (alto EA%) se recomenda realizar remontagens frequentes no início da fermentação alcoólica, com uma intensidade variável de acordo com a riqueza da uva em antocianinas (ApH 1,0), sulfitados mais fortes e emprego de enzimas para ajudar na desagregação das paredes celulares. Em uvas com muitos taninos nas sementes (Mp% elevado), os remotes no final da maceração devem ser limitados (os taninos das sementes são muito adstringentes e/ou amargos e a solubilização destas moléculas é máxima na fase alcoólica), com temperaturas de final de maceração e fermentação pós fermentativa em torno de 30°C, para favorecer as reações de polimerização dos taninos e evitar excesso de adstringência. Ao contrário, se Mp% for baixo, remotes importantes devem ser feitos para fornecer estrutura suficiente ao vinho. (SAINT-CRICQ DE GAULEJAC, VIVAS & GLORIES, 1999; BAUTISTA ÓRTIN, 2005).

Ribéreau-Gayon et al., (2006) em pesquisa com uvas das variedades da região de Bordeaux salientou que uma distinção deve ser feita entre a extração de antocianinas e taninos para direcionar os processos fermentativos:

1. Se as uvas são saudáveis e têm uma alta concentração de antocianina (ApH 1,0 > 1200 suco mg.L⁻¹) e se as mesmas são altamente extraíveis (EA% menor ou igual a 30), uma leve sulfitação do mosto é necessária (3 g.hL⁻¹) para maceração antes da fermentação.
2. Se as antocianinas não são muito extraíveis (EA% entre 50 e 60), os pigmentos são liberados lentamente, de modo que a sulfitação deve ficar em torno de 5 a 6 g.hL⁻¹,

combinada com baixas temperaturas de fermentação (menor que 10 °C). Esse processo perfura a membrana, retardando o início da fermentação alcoólica por 1 a 4 dias, o que promove a liberação de cor. Enzimas aumentam notavelmente a taxa de extração, mas têm pouco efeito sobre o nível final. Elas são mais eficazes na extração de taninos das cascas e não são recomendadas quando estes têm um carácter herbáceo.

3. Se as uvas são saudáveis, mas têm um baixo conteúdo de antocianina ($A_{pH1,0} < 1000 \text{ mg.L}^{-1}$): sob essas condições, as antocianinas são geralmente difíceis de extrair. A técnica anterior também pode ser usada, juntamente com a técnica de mais frequentes remontagens. Certas tecnologias sofisticadas também podem ser úteis: *flash expansion*, alta temperatura de fermentação, crioextração e maceração inicial em baixas temperaturas usando CO_2 líquido. Todas estas técnicas estouram as células e libertam os seus conteúdos, assim é provável que a cor seja melhorada, mas elas também podem ter um impacto negativo na qualidade se não forem cuidadosamente controladas.

4. Se as sementes tem um alto teor de taninos ($Mp\%$ maior que 50): grande cuidado deve ser tomado com remontagens no meio de fermentação e, especialmente, no final, para evitar muita extração de taninos agressivos, desequilibrando o flavor do vinho.

5. Se as sementes de uva têm um teor baixo de taninos ($Mp\%$ menor ou igual a 15): não há risco de taninos em excesso que afetam a qualidade do vinho. Pelo contrário, todo esforço deve ser feito para a extração máxima, já que estes taninos são indispensáveis para um bom equilíbrio e estrutura. Temperaturas altas e remontagens são recomendadas da metade até o final da fermentação alcoólica, possivelmente com remontagens extras. Sendo assim, os resultados obtidos com estas variedades podem ajudar no planeamento da metodologia de fermentação e extração adequadas a cada caso.

González-Neves et al (2004) avaliaram a qualidade fenólica de uvas Merlot, Tannat e Cabernet Sauvignon, durante duas safras consecutivas, para estipular as características do processo de vinificação. De maneira que os valores de $EA\%$ ficaram entre 32 e 43 e os valores de $Mp\%$ entre 18 e 40 para as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, os autores sugeriram para essas variedades macerações curtas (6 e 7 dias), extrações suaves, moderada temperatura de fermentação e moderado número de remontagens. Já para a variedade Tannat, com valores de $EA\%$ e $Mp\%$ significativamente maiores (em média 50 e 45, respectivamente), foi sugerido tempo de maceração mais prolongado com maior número de remontagens.

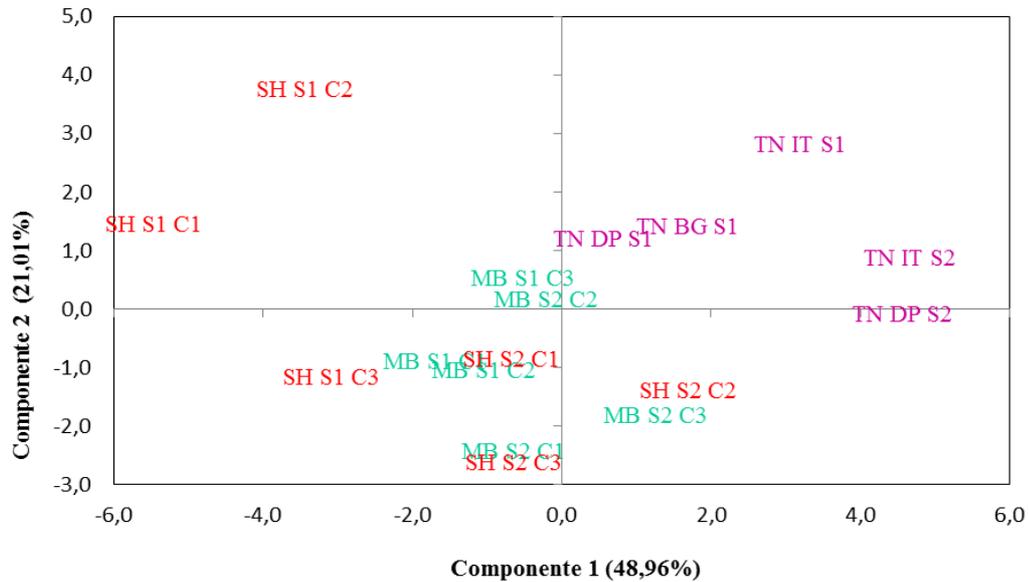
Aplicando esses parâmetros às variedades estudadas, sugere-se vinificações com tempo de maceração um pouco mais prolongado, empregando-se temperaturas e remontagens moderadas durante a fermentação.

5.3 Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (PCA, do inglês *Principal Component Analysis*) é um método que tem por finalidade a análise exploratória dos dados através de combinações lineares das variáveis originais. Desta maneira, permite identificar a correlação entre as variáveis e as amostras. Com o emprego da PCA, a visualização de diversas variáveis em um determinado conjunto de dados torna-se mais produtiva, rápida, objetiva e eficiente (VASCONCELOS, 2011).

A PCA foi aplicada às amostras de uva das variedades Malbec, Shiraz e Tannat a fim de verificar a variação entre as variedades de uvas e os parâmetros de maturação avaliados nas mesmas. O resultado da mesma pode ser observado na Figura 7.

a)



b)

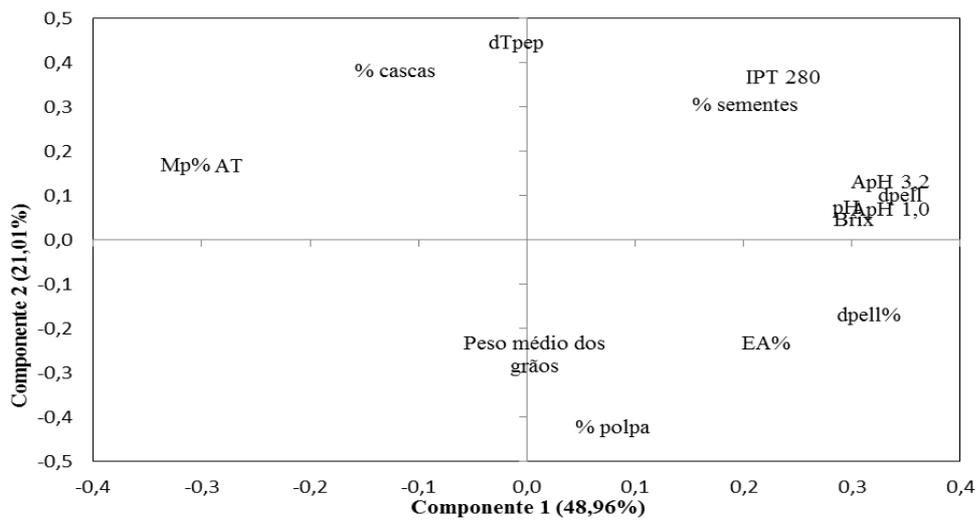


Figura 7 – PCA das amostras de uva das variedades Malbec (MB), Shiraz (SH) e Tannat (TN) entre as diferentes datas de colheita (C1, C2 e C3) e safras (S1 e S2). a) Variação entre as variedades; b) variação entre os parâmetros de maturação avaliados.

Na PCA foi observado 69,97% da variância dos dados nos dois componentes principais (Figura 7). Na análise pode-se observar que as amostras de uva Malbec, Shiraz e Tannat foram agrupadas, principalmente pela influência da safra e data de colheita (Figura 7a), onde a safra II apresentou alta correlação com os parâmetros de maturação estudados (Figura 7b). Os quadrantes positivos do Componente 1 reuniram as variáveis melhor evidenciadas em uma amostra de boa maturação, o que foi observado na safra II, com

destaque para o maior teor de antocianinas (ApH 1,0 e ApH 3,2), maior teor de polpa no grão e maior teor de taninos nas cascas (dpell%). As amostras de Tannat da safra I mostraram-se uma exceção, por apresentarem naturalmente maior teor fenólico foram agrupadas próximas às amostras de Shiraz e Malbec de melhor qualidade (safra II).

Os quadrantes negativos do Componente 1 agruparam as amostras da primeira safra, as quais foram de inferior qualidade de maturação, juntamente com os parâmetros que a justificam, como a maior porcentagem de cascas no grão, maior valor de acidez total (AT) e menor maturação dos taninos das sementes (Mp%).

5.4 Microvinificações

Os resultados obtidos para as análises fenólicas e físico-químicas (pH, teor alcoólico e acidez) para os vinhos das variedades Malbec e Shiraz, em ambas as safras, encontram-se nas Tabelas 13 e 14, respectivamente.

Os vinhos de ambas as variedades apresentaram teor de polifenóis totais, antocianinas e IPT significativamente maiores na safra II em relação à anterior em função da melhor qualidade da uva (uva mais madura). Mesmos resultados foram observados para vinhos elaborados com uvas da última data de colheita. Para as análises físico-químicas, as vinificações com uvas de colheitas mais tardias não apresentaram diferença significativa nos valores de pH, ao contrário da acidez total que foi menor. O teor alcoólico final não variou devido à chaptalização do mosto, a qual foi feita com a finalidade de conservar melhor os vinhos. A análise de taninos nos vinhos não demonstrou diminuição significativa empregando-se uvas mais maduras devido ao fato da metodologia empregada quantificar taninos condensados, também conhecidos como procianidinas. Como esses polímeros tendem a se formar com o avançar da maturação e são mais solúveis em meio alcoólico, o teor de taninos finais nos vinhos não diminui. O etanol tem a função de desintegrar as membranas vacuolares e celulares facilitando a liberação de taninos ligados (BAUTISTA ÓRTÍN, 2005; KENNEDY, 2008).

Tabela 13 – Resultados das análises fenólica e físico-química para os vinhos da uva Malbec (MB) nas safras 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Análise	Vinhos MB*				
	Safra I		Safra II		
	29/jan	05/fev	26/jan	02/fev	11/fev
Polifenóis Totais ⁽¹⁾	1028,57 ^b	1125,92 ^a	2170,65 ^a	2149,16 ^a	2336,65 ^a
Antocianinas ⁽²⁾	214,37 ^a	219,18 ^a	379,75 ^b	324,62 ^b	503,56 ^a
Taninos ⁽³⁾	1,51 ^a	2,11 ^a	1,45 ^a	0,96 ^b	1,26 ^{ab}
IPT 280	20,10 ^a	23,20 ^a	36,95 ^a	35,60 ^a	40,80 ^a
pH	3,57 ^a	3,51 ^a	3,31 ^b	3,52 ^a	3,67 ^a
AT ⁽⁴⁾	9,3 ^a	8,7 ^b	9,3 ^a	8,6 ^b	7,3 ^c
Álcool (°GL)	12,50 ^a	12,80 ^a	11,70 ^a	11,70 ^a	12,60 ^a

* Os valores seguidos por uma mesma letra, dentro de uma mesma safra, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha horizontal, para uma mesma safra.

(1) Polifenóis Totais mg.L⁻¹; (2) Antocianinas – mg.L⁻¹; (3) Taninos – g/L⁻¹; (4) Acidez Titulável - g ác. tartárico.L⁻¹

Tabela 14 – Resultados das análises fenólica e físico-química para os vinhos da uva Shiraz (SH) nas safras 2009-2010 (I) e 2010-2011 (II).

Análise	Vinhos SH*				
	Safra I		Safra II		
	29/jan	05/fev	02/fev	09/fev	21/fev
Polifenóis Totais ⁽¹⁾	666,21 ^a	580,76 ^a	1162,22 ^b	1308,88 ^a	1373,33 ^a
Antocianinas ⁽²⁾	70,87 ^a	91,87 ^a	259,00 ^b	300,12 ^{ab}	415,62 ^a
Taninos ⁽³⁾	1,01 ^a	0,22 ^b	1,02 ^a	0,98 ^a	1,16 ^a
IPT 280	6,60 ^b	12,10 ^a	22,65 ^c	28,36 ^b	31,23 ^a
pH	3,45 ^a	3,53 ^a	3,48 ^a	3,52 ^a	3,52 ^a
AT ⁽⁴⁾	10,1 ^a	8,0 ^a	8,4 ^a	6,7 ^{ab}	4,8 ^b
Álcool (°GL)	12,55 ^a	13,30 ^a	12,65 ^a	12,70 ^a	13,20 ^a

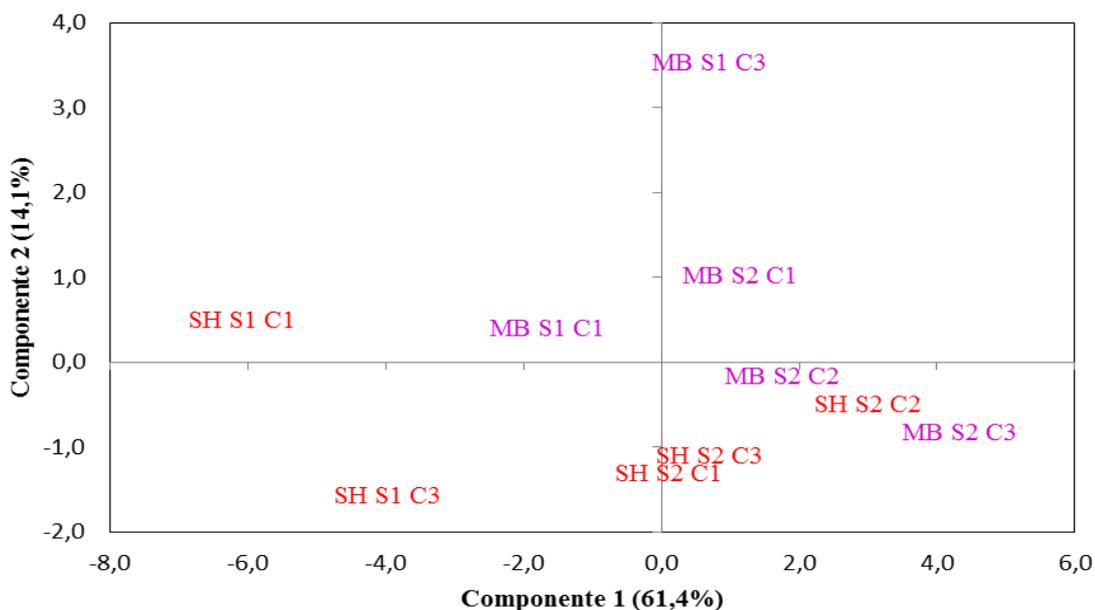
* Os valores seguidos por uma mesma letra, dentro de uma mesma safra, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. Valores comparados na linha horizontal, para uma mesma safra.

(1) Polifenóis Totais mg.L⁻¹; (2) Antocianinas – mg.L⁻¹; (3) Taninos – g/L⁻¹; (4) Acidez Titulável- g ác. tartárico.L⁻¹

5.4.1 Análise de Componentes Principais

A PCA foi aplicada às amostras de vinhos das variedades Malbec e Shiraz, utilizando os parâmetros analisados nas uvas e nos vinhos (Figura 8).

a)



b)

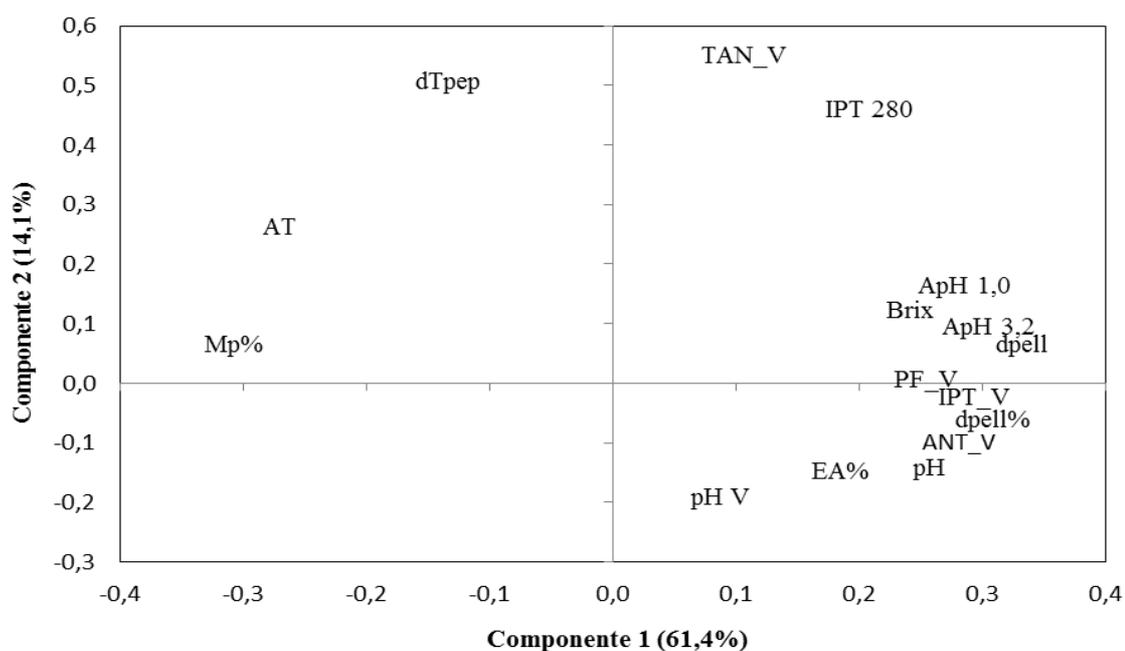


Figura 8 – PCA das amostras de uva das variedades Malbec (MB) e Shiraz (SH) e seus respectivos vinhos, entre as diferentes datas de colheita (C1, C2 e C3) e safras (S1 e S2). a) Variação entre os vinhos; b) peso das variáveis.

Empregando-se todas as variáveis dos vinhos juntamente com as variáveis da uva, mediante a uma PCA, se gerou dois índices que explicaram 75,5% da variância observada (Figura 8). As amostras foram separadas por safra e data de colheita. Da mesma forma que para a análise de PCA para as amostras de uva, os quadrantes positivos do Componente 1 reuniram as variáveis melhor evidenciadas em uma amostra de boa maturação, o que foi observado na safra II. Os quadrantes negativos do Componente 1 agruparam as amostras da primeira safra, as quais foram de inferior qualidade de maturação, juntamente com os parâmetros que a justificam.

Em relação a variedade tinta Shiraz, o Componente principal 1 (que explica 61,4% da variação) permitiu separar claramente os vinhos elaborados de acordo com a safra, sendo os principais parâmetros aqueles analisados nas uvas (Mp%, AT, dpell, ApH 3,2), demonstrando dessa forma a importância do estudo das características das uvas no momento da colheita. O Componente principal 2 (14,1% da variação) permitiu separar os vinhos Shiraz da safra S1 de acordo com a data de colheita; nesse caso os principais fatores foram o pH do vinho, EA%, dTpep e os taninos dos vinhos. Já na safra S2, os três vinhos elaborados (C1, C2 e C3) encontram-se no mesmo quadrante. Assim, observa-se que a variação das características de um vinho de acordo com a data de colheita depende das condições do ano (especialmente as climáticas).

Já para a variedade Malbec, o principal fator de separação parece ser a data de colheita, não ocorrendo uma separação clara por safra. Entretanto, na safra S1 a data de colheita parece ter mais influência no vinho do que na safra S2, mesmo comportamento observado na variedade Shiraz.

5.4.2 Análise de correlação linear

Os dados correspondentes às duas variedades (Malbec e Shiraz) e as duas safras foram agrupados, e as correlações lineares entre os índices determinados nas uvas e vinhos foram estimados (Tabela 15).

O conteúdo de polifenóis totais, o Índice Polifenólico Total (IPT 280) e o conteúdo de antocianinas nos vinhos foram altamente correlacionados com os índices de maturação industrial da uva (Brix e acidez total), com o teor de antocianinas disponíveis para extração

(ApH 3,2), com o teor de taninos nas cascas (dpell e dpell%) e teor de taninos nas sementes (Mp%).

A primeira correlação avaliada é esperada no estudo de maturação fenólica. A síntese e acumulação de compostos fenólicos, em especial antocianinas, aumenta gradativamente acompanhando o avanço da maturação industrial. O aumento no teor de sólidos solúveis totais não só representa que a uva permaneceu mais tempo na planta para efetuação da biossíntese e acumulação dos compostos fenólicos, como prediz o maior teor alcoólico do vinho, fator que aumenta a extração dos mesmos durante a maceração. Da mesma forma, RÍO SEGADE et al (2008) observaram uma elevada correlação entre IPT, concentração de antocianinas totais, concentração de antocianinas extraíveis e Mp% com o aumento de sólidos solúveis totais e a diminuição da acidez total da uva.

Conforme avaliação da maturação fenólica proposta por Glories & Augustin (1993), o parâmetro avaliado na uva de maior correlação com o teor final de antocianinas nos vinhos é o índice de maturação celular, ou extratibilidade de antocianinas (EA%) (SAINT-CRICQ DE GAULEJAC, VIVAS & GLORIES 1999; GONZÁLEZ-NEVES et al, 2004). Porém, nos resultados deste estudo, em concordância com outros trabalhos (GONZÁLES-NEZES et al, 2002; RÍO SEGADE et al, 2008), não houve boa correlação com EA%. O EA% não corresponde ao encontrado no vinho porque ele mede apenas antocianinas sensíveis ao bissulfito; na uva temos antocianinas na forma de monômeros, e no vinho temos antocianinas combinadas, que não irão reagir ao bissulfito. A maior correlação estabelecida neste estudo para antocianinas presentes no vinho foi com o teor de taninos presente no grão e com o valor de antocianina extraível (ApH 3,2). Como os taninos presentes na casca se desenvolvem conjuntamente com as antocianinas, quanto maior o teor de taninos, maior o teor de antocianinas, e conseqüentemente, de fenóis totais. De maneira oposta, quanto menor o teor de taninos extraíveis nas sementes, devido ao maior grau de polimerização na forma de procianidinas (menor valor de Mp%), maior o teor de antocianinas livres no vinho.

A extração de antocianinas, usando condições suaves de vinificação, depende fundamentalmente da degradação da parede celular da casca da baga em função da sua localização (SAINT-CRICQ DE GAULEJAC et al 1998; RÍO SEGADE et al, 2008). Isto explica a alta correlação entre a proporção de antocianinas potencialmente extraíveis (ApH 3,2) e o teor de antocianinas no vinho.

Tabela 15 – Coeficientes de correlação determinados entre os parâmetros analisados nas uvas e nos vinhos.

	PT ⁽¹⁾	Antocianinas ⁽²⁾	Taninos ⁽³⁾	pH vinho	IPT 280
pH	0,57	0,62	-0,11	0,17	0,69
Brix	0,58	0,79	0,51	0,50	0,72
AT ⁽⁴⁾	-0,64	-0,80	0,10	-0,20	-0,81
IPT 280	0,52	0,39	0,66	-0,12	0,56
ApH 1,0	0,56	0,61	0,46	0,33	0,68
ApH 3,2	0,69	0,74	0,42	0,23	0,81
EA%	0,27	0,35	-0,08	0,41	0,44
dpell	0,69	0,74	0,42	0,23	0,81
dTpep	-0,36	-0,57	0,33	-0,22	-0,43
Mp%	-0,72	-0,84	-0,29	-0,24	-0,85
dpell%	0,72	0,84	0,30	0,24	0,85

(1) Polifenóis Totais mg.L⁻¹; (2) Antocianinas – mg.L⁻¹; (3) Taninos – g/L⁻¹; (4) Acidez total – g.L⁻¹.

6 CONCLUSÕES

Este estudo corroborou a importância de boas condições climáticas sobre a qualidade das uvas. Não só os parâmetros industriais são intimamente dependentes dos fatores ambientais, como também a produção, fixação e extração de compostos fenólicos. Safras com menor índice pluviométrico e maior fotoperíodo, são fundamentais para se obter uma matéria prima de melhor sanidade e grau de maturação.

A maturação fenólica, em especial a maturação de antocianinas, taninos das cascas e taninos das sementes, das variedades Malbec e Shiraz foi maior quando as mesmas foram colhidas mais tarde. Apesar do teor de antocianinas ter sido menor na terceira colheita na variedade Shiraz, o maior teor de compostos fenólicos no vinho produzido justifica a manutenção dessas uvas na planta por um tempo mais prolongado.

A variedade Tannat mostrou comportamento distinto entre as regiões no que concerne aos parâmetros de teor de antocianinas e de taninos nas cascas e nas sementes. Quando os anos foram semelhantes quanto às condições meteorológicas, as uvas provenientes de Dom Pedrito e Itaqui tiveram resultados semelhantes nestes componentes. Quando a qualidade climática da safra foi diferente, o comportamento destas uvas nestas duas regiões foi diferente. Na safra I (2009-2010), ainda, houve uma grande semelhança entre as amostras dos vinhedos de Itaqui e Bento Gonçalves e uma grande diferença entre Bento Gonçalves e Dom Pedrito.

A análise de componente principal permitiu observar que as características das uvas são importantes para entender as diferenças encontradas nos vinhos. A influência da data de colheita depende das condições de maturação da safra.

Conhecer o comportamento dos compostos fenólicos durante a maturação das uvas auxilia no direcionamento do processo de vinificação visando a melhor qualidade dos vinhos produzidos. Este trabalho demonstrou apenas parte dos fenômenos que podem ser estudados durante a maturação fenólica. Assim, fica a certeza de que estudos adicionais como, por exemplo, as interações entre os diferentes fenóis durante esse processo, devem ser realizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS

AMARANTE, J. O. A. do. **Os segredos do vinho para iniciantes e iniciados**. Editora Mescla, 566p, 2005.

AMRANI K., GLORIES Y. Étude en conditions modèles de l'extractibilité des composé phénoliques dès pellicules et dès pépins de raisins rouges. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 28, 4, p. 303-317, 1994.

AMRANI, K.; GLORIES, Y. Tanins et anthocyanes: localization dans la baie de raisin et mode d'extraction. **Rev. Fr. Oenol.**, n. 153, p. 28-31, 1995.

AMERINE, M. A., OUGH, C. S. **Methods for the analysis of musts and wine**. 341p., 1987.

AMORIM, D. A.; FAVERO, A. C.; REGINA, M. A. Produção extemporânea da videira, cv. Syrah, nas condições do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 7, n. 2, p. 327-331, 2005.

AMORIM, D. A.; REGINA, M. A.; FAVERO, A. C.; MOTA, R. V.; PEREIRA, G. E. Elaboração de vinho tinto fino. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 65-76, 2006.

AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. Volume 5. Editora Edgar Blucher, São Paulo, 237 p., 1983.

BAKKER, J.; TIMBERLAKE, C. Isolation, identification and characterization of new colour-stable anthocyanins occurring in some red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 45, p. 35-43, 1997.

BAUTISTA ÓRTIN, A. B. **Técnicas enológicas para la obtención de vinos de Monastrell de alto contenido polifenólico**. 2005. 346 f. Tese (Doutorado em Bromatologia) – Universidad de Murcia, Murcia, 2005.

BAUTISTA-ÓRTIN, A.B.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; LÓPEZ ROCA, J.M.; GÓMEZ PLAZA, E. The effect of grape ripening stage on red wine color. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, n. 40, p. 15–24, 2006.

BUCCHETTI, B.; MATTHEWS, M. A.; FALGINELLA, L.; PETERLUNGER, E.; CASTELLARIN, S. D. Effect of water deficit on Merlot grape tannins and anthocyanins across four seasons. **Scientia Horticulturae**, v. 128, p. 297–305, 2011.

BURNS, J.; GARDNER, P.T.; MATTHEWS, D.; DUTHIE, G.C.; LEAN, M. E.J ; CROZIER, A. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 49, p. 5797-5808, 2001.

CABRITA, M. J., RICARDO DA SILVA, J., LAUREANO, O. **Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos**. I Seminário Internacional de Vitivinicultura, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 2003.

CAINELLI, J. C. Taninos enológicos. **ABE**. Disponível em: http://www.enologia.org.br/conteudo.asp?id_artigo=291&id_categoria=5&sTipo=artigo&sSecao=artigos&sSubSecao=&bSubMenu=1&sParamMenu Acesso em: 11 jun 2011.

CAMARGO, U. A. Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado. **Embrapa Uva e Vinho**, 2003. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/cultivar.htm> Acesso em: 07 jan. 2011.

CERPA-CALDERÓN, F.K.; KENNEDY, J.A. Berry Integrity and Extraction of Skin and Seed Proanthocyanidins during Red Wine Fermentation. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.56, p. 9006–9014, 2008.

CHALMERS, Y.M.; KRSTIC, M.P.; DOWNEY, M.O. Impacts of Sustained Deficit Irrigation on Quality Attributes and Flavonoid Composition of Shiraz Grapes and Wine. **Acta Horticulturae 792: V International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops**, p. 163-170, 2008

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

CONN, E.E. **Recent advances in phytochemistry**. Vol. 20: The shikimic acid pathway. Plenum Press. New York. EEUU, 1986.

DALLAS, C., RICARDO DA SILVA, J.M., LAUREANO, O. Degradation of oligomeric procianidins and anthocyanins in a Tinta Roriz red wine during maturation. **Vitis**, v. 34, n. 1, p.51-56, 1995.

DAUDT, C. E., POLENTA, G.A. Les phénols dans les moûts de Cabernet sauvignon et d'Isabel soumis à divers traitements. **Journal des Sciences et Techniques de la Tonnellerie**, n. 5, p. 47-55, 1999.

DI STÉFANO, R., BORSA, D., BOSSO, A.; GARCIA, E. Sul significato e sui metodi di determinazione dello stato di maturità dei polifenoli. **L'Enologo**, n. 12, p. 73-76, 2000.

FAO – Food and Agriculture Organization. **Produção e área cultivada de uvas no mundo**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/526/default.aspx>>. Acesso em: 9 jan. 2011.

FAVERO, A. C.; AMORIM, D. A. de; MOTA, R. V. da; SOARES, A. M.; REGINA, M. de A.; Viabilidade de produção da videira 'Syrah', em ciclo de outono inverno, na região sul de minas gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p. 685-690, 2008.

FOGAÇA, A. O. **Avaliação do estado nutricional de vinhedos e sua correlação com a produção de uvas viníferas de qualidade**. 2005. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

FOGAÇA, A. DE O.; DAUDT, C. E.; DORNELES, F. Potássio em uvas II – Análise peciolar e sua correlação com o teor de potássio em uvas viníferas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 597-601, 2007.

FREITAS, D. M. de. **Evolução dos parâmetros cromáticos e compostos fenólicos na conservação de vinhos tintos**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2000.

FULCRAND, H., DUEÑAS, M., SALAS, E., CHEYNIER, V. Phenolic reactions during winemaking and aging. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, n. 3, p 289-297, 2006.

GINESTAR, C.; EASTHAM, J.; GRAY, S.; ILAND, P. Use of sapflow sensors to schedule vineyard irrigation. II. Effects of postverasion water deficits on composition of shiraz grapes. **American Journal Enology and Viticulture**, Davis, v. 49, n. 4, p.421-428, 1998.

GIOVANNINI, E. Avaliação da adaptabilidade de cvs. para vinho fino na Campanha e na Serra Gaúcha através do teor de açúcar e da produtividade. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA**, 10., 2003, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.184. 2003.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. **Viticultura e Enologia. Elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves, 360p, 2009.

GLORIES, Y. Phénomènes oxydatifs liés à la conservation sous bois. **Journal International Sciences de la Vigne et du Vin: le bois et la qualité des vins et eaux-devie** (special issue), p. 93-104, 1991.

GLORIES, Y. **Progress Agricole et Viticole**, v. 118, n°15-16, 2001.

GLORIES, Y.; AUGUSTIN, M. Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. **Compte Rendu Colloque Journée Technique.** CIVB, Bordeaux. p. 56-61, 1993.

GÓMEZ-MÍGUEZ, M. J., GÓMEZ-MÍGUEZ, M., VICARIO, I. M., HEREDIA, F. J. Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: Effects of grape maturity and soil type. **Journal of Food Engineering**, n.79, p. 758–764, 2007.

GONZÁLEZ-NEVES, G. GIL, G.; BARREIRO, L., FERRER, M Effect of Different Vineyard Treatments on the Phenolic Contents in Tannat (*Vitis vinifera* L.) Grapes and their Respective Wines. **Food Science Technology International**; v. 8, n. 5, p. 315–317, 2002.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; BARREIRO, L.; GIL, G.; FERRER, M.; FRANCO, J.; FERRER, M.; MOUTOUNET, M.; CARBONNEAU, A. Anthocyanic composition of tannat grapes from the south region of Uruguay. **Analytica Chimica Acta**, 2003.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; CHARAMELO, D.; BALADO, J.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; GIL, G.; TESSORE, A.; CARBONNEAU, A.; MOUTOUNET, M. Phenolic potential of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. **Analytica Chimica Acta**, 513, p. 191-196, 2004.

GONZÁLEZ-NEVES, G. GIL, G.; BARREIRO, L., FERRER, M.; FRANCO, J. Composición fenólica de las uvas de las principales variedades tintas de *Vitis vinifera* cultivadas en Uruguay. **Agrociencia**, v. 10, n. 2, p. 1 – 14, 2006.

GONZÁLEZ-NEVES, G., GIL, G.; BARREIRO, L. Influence of grape variety on the extraction of anthocyanins during the fermentation on skins. **European Food Research and Technology**, v. 226, p. 1349-1355, 2008.

GUERRA, C.C.; DAUDT, C.E.; RIZZON, L.A. Evolução dos teores dos ácidos tartárico e málico durante a maturação de uvas tintas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p.479-491, 1991.

GUERRA, C. C. **Recherches sur les interactions anthocyanes-flavanols: application à l'interprétation chimique de la couleur des vins rouges**. Tese de doutorado, Universidade Victor Segalen Bordeaux 2, Bordeaux, 1997.

GUERRA, C.C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M.C.; CAMARGO, U.A. Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**, 2005.

HARRIS, J.M.; KRIEDMANN, P.E.; POSSINGHAM, J.V. Anatomical aspects of grape berry development. **Vitis**, n.7, p.106-109, 1968.

HASHIZUME, K.; SAMUTA, T. Grape maturity and light exposure affect berry methoxypyrazine concentration quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 50, p.194-198, 1999.

IBRAVIN, **A Vitivinicultura Brasileira**. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br/brasilvitivinicola.php> Acesso em 03 jan. 2011.

IBRAVIN, **Principais Regiões Produtoras**. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br/regioesprodutoras.php> Acesso em 03 jan. 2011a.

JACKSON, R. S. **Wine science, principles and applications**. San Diego: Ed. Academic Press, 475 p., 1994.

KENNEDY, J.A.; MATTHEWS, M.A.; WATERHOUSE, A.L. Changes in grape seed polyphenols during fruit ripening. **Phytochemistry**, v. 55, p.77-85, 2000.

KENNEDY, J. A. Grape and wine phenolics: Observations and recent findings. **Ciencia e Investigación Agraria**, n. 2, v. 35, p. 107-120, 2008.

LEITE, T. T. **Tratamentos pós-colheita em uvas e seus efeitos nos vinhos das variedades Chardonnay e Cabernet Sauvignon**. 2009. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

LEIFERT, W. R., ABEYWARDENA, M. Y. Cardioprotective actions of grape polyphenols. **Nutrition Research**, v. 28, p. 729-737, 2008.

LICKER, J.L.; ACREE, T.E.; HENICK-KLING, T. What is Brett (Brettanomyces) flavor? A preliminary investigation. **Chemistry of wine flavor**, Washington, p. 96-115, 1999.

LIMA, M. A. C. ; LEÃO, P. C. S.; RIBEIRO, A. P. L.; TRINDADE, D. C. G. Maturação de cultivares de uva nas condições do Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2003, Bento Gonçalves. Anais...Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.196, 2003.

MAKRIS, D. P., BOSKOU, G., ANDRIKOPPULOS, N. K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 125-132, 2007.

LI, F. ; BERLATTO, M. A. ; TONIETTO, J. ; BERGAMASCHI, H. Fenologia da videira na Serra Gaúcha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, n. 1-2, p. 129-144, 2003.

MANFROI, V.; RIZZON, L. A.; GUERRA, C. C.; FIALHO, F. B.; DALL'AGNOL, I.; FERRI, V.C.; ROMBALDI, C. V. Influência de taninos enológicos em diferentes dosagens e épocas distintas de aplicação nas características físico-químicas do vinho Cabernet Sauvignon. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 30 (Supl.1), p. 127-135, 2010.

MELO, G. W. Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado. **Embrapa Uva e Vinho**, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/solo.htm> Acesso em: 07 jan. 2011.

MELLO, L. M. R. de. **Viticultura Brasileira: Panorama 2007**. Disponível em: http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/panorama2007_vitivinicultura.pdf Acesso em: 02 jan. 2011a.

MELLO, L. M. R. de. **Viticultura Brasileira: Panorama 2010**. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/pdf/Panorama%202010%20%20Vitivinicultura%20Brasileira.pdf> Acesso em: 29. mar. 2011b.

MONAGAS, M. et al. Evolution of the phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. during ageing in bottle. **Food Chemistry**, v. 95, p. 405-412, 2005.

MORENO-ARRIBAS, M. V.; POLO, M. C. **Wine chemistry and biochemistry**. Ed. Springer, 735p., 2009.

MOTA, F. S. et al. **Zoneamento climático para a cultura da videira no Rio Grande do Sul**. Indicação de Pesquisa, n.112, Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul, Pelotas, 12p, 1974.

PASTOR DEL RIO, J.L.; KENNEDY, J.A. Development of proanthocyanidins in *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir grapes and extraction into wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, n. 2, p. 125-132, 2006.

PÉREZ-MAGARIÑO, S., GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, M. L. Polyphenols and colour variability of red wines made from grapes harvested at different ripeness grade. **Food Chemistry**, n. 2, v. 96, p. 187-208, 2006.

POSSNER, D.R.E.; KLIEWER, W.M. The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. **Vitis**, v.24, p. 229-240, 1985.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Tratado de enología: microbiología del vino, vinificaciones**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, v.1, 2003.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology - Volume 2: The Chemistry of Wine**. 2 ed. John Wiley and Sons, p. 451, 2006.

RIBICHAUD, J. L., & NOBLE, A. C. Astringency and bitterness of selected phenolic in wines. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 53, p. 343–353, 1990.

RÍO SEGADE, S.; ROLLE, L.; GERBI, V.; ORRIOLS, I. Phenolic ripeness assessment of grape skin by texture analysis. **Journal of Food Composition and Analysis**, 21, P. 644– 649, 2008.

ROBERTO, S; R.; YAMASHITA, F.; BRENNER, E. A.; SATO, A. J.; SANTOS, C. E. dos.; GENTA, W. Curvas de maturação da uva ‘Tannat’ (*Vitis vinifera* L.) para elaboração de vinho tinto. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 3 p. 173-178, 2004.

ROSIER, J. P. Novas regiões: Vinhos de altitude no sul do Brasil. Congresso Brasileiro De Viticultura E Enologia, 10, 2003. Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho, p. 137, 2003.

ROSIER, J. P., BRIGUENTI, E., SCHUCK, E., BONIN, V. Comportamento da variedade Cabernet Sauvignon cultivada em vinhedos de altitude em São Joaquim – SC. XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2004, Florianópolis. **Tecnologia Competitividade e Sustentabilidade**, v. 1, 2004.

ROSON, J.; MOUTOUNET, M. Quantités d'anthocyanes et de tanins des raisins de quelques cépages du Sud-Ouest en 1988 et 1989. **Rev. Fr. Oenologie**, n. 135, p. 17-27, 1992.

RUSTIONI L, ROSSONI M, COLA G, MARIANI L, FAILLA O. Microclimatermico e luminoso e accumulo di antociani in 'nebbiolo'. **Quaderni di Scienze Viticole ed Enologiche Università di Torino**, v. 28, p. 137-147, 2006.

SAINT-CRICQ DE GAULEJAC, N.; VIVAS, N.; GLORIES, Y. Maturité phénolique: définition et contrôle. **Rev. Fr. Oenologie**, n. 173, p. 22-25, 1998.

SAINT-CRICQ DE GAULEJAC, N., VIVAS, N., GLORIES, Y. Maduración fenólica de las uvas tintas. Relación con la calidad de los vinos. Comparación entre los vidueños Merlot y Tempranillo (II). **La Semana Vitivinícola**, 2748, p. 1126-1136. 1999.

SÁNCHEZ, J. V. M. **Estudio de la maduración fenólica y antociánica em uvas tintas de Bobal para diferentes condiciones agrológicas**. 2005. 386 f. Tese (Doutorado em Tecnología de Alimentos) – Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2005.

SANTOS, A. O., ROLIM, G. de S., HERNANDES, J. L., PEDRO-JR, M. J. **Maturação fisiológica da videira vinífera em São Paulo: Comentários sobre as safras de verão e de inverno na média altitude paulista**. Instituto Agrônômico (IAC). Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Maturacao%20vitis/matura%C3%A7%C3%A3o%20vitis.pdf>, acesso em 15 out. 2010.

SILVA, L. C. da; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; BRIGHENTI, A. F.; SCHLEMPER, C. Níveis de produção em vinhedos de altitude da cv. Malbec e seus efeitos sobre os compostos fenólicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p. 675-680, 2008.

SILVA, F. A. S. E. de; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SINGLETON, V.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Am. Journal of Enology and Viticulture**, v. 27, n. 4, p. 144-158, 1965.

SOARES, M., et al. Compostos fenólicos e propriedade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP., v. 30, n. 1, p. 059-064, 2008.

SOUQUET, J.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. Composition en tanins de différents cépages. **Rev. Fr. Oenologie**. Coord. A. Lonvaud-Funel. Editions Tec & Doc. Paris, 2000.
SUN, B.S.; PINTO, T.; LEANDRO, M. C.; RICARDO da SILVA, J. M. E.; SPRANGER, M. I. Transfer of catechins and proanthocyanidins from solid parts of the grape cluster in to wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 50, n. 2, p. 179-184, 1999.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Embrapa Uva e Vinho**, 2003. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/clima.htm>. Acesso em: 04 jan. 2011.

VALLS, J.; LAMPREAVE, M.; NADAL, M.; AROLA, L. Importancia de los compuestos fenólicos en la calidad de los vinos tintos de crianza. **Alimentación, Equipos y Tecnología**, p. 119-124, 2000.

VASCONCELOS, S. **Análise de componentes principais (PCA)**. Disponível em: <http://www.ic.uff.br/~aconci/PCA-ACP.pdf> Acesso em: 26 set. 2011.

VERMERRIS, W., NICHOLSON, R. **Phenolic Compound Biochemistry**. Ed. Springer, 276 p., 2006.

VIVAS, N.; SAINT-CRICQ DE GAULEJAC, N.; DEMPTOS, T.; GLORIES, Y. Maturation phenolique: definition et controle. **Extrait de Les composés phénoliques Journée Technique (compte-rendu)**, 1998.

WATERHOUSE, A. L. **Determination of total phenolics**. In **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**; Wrolstad, R. E., Ed.; John Wiley & Sons: New York, 2002; units I.1.1.1-II.1.8.

WESTPHALEN, S. L. Bases ecológicas para determinação de regiões de maior aptidão vitivinícola no Rio Grande do Sul. In: **Simpósio Latinoamericano de la uva y del vino**, 1976, Montevideo. **Annales Laboratorio Tecnológico Cuaderno Técnico**, 38, Montevideo, 1977, p.89 - 101.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. N. **General Viticulture**. Berkeley: University of California Press, 710 p., 1974.

ZOECKLEIN, B. W. et al. **Wine Analysis and Production**. Ed. Acribia, 613 p., 2001.