

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS – UFPEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AGROINDUSTRIAL



Dissertação

**BORRAS FINAS E MANOPROTEÍNAS NA MATURAÇÃO DE VINHO TINTO
CABERNET SAUVIGNON**

Marcos Gabbardo

Pelotas, 2009

MARCOS GABBARDO

**BORRAS FINAS E MANOPROTEÍNAS NA MATURAÇÃO DE VINHO
TINTO CABERNET SAUVIGNON**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Ciência e Tecnologia Agroindustrial).

Comitê de orientação:

Prof. Dr. César Valmor Rombaldi (orientador), UFPel, FAEM, DCTA.

Prof. Dr. Vitor Manfroi, UFRGS, ICTA.

Pelotas, 2009

Banca examinadora:

Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi

Prof. Dr. Vitor Manfroi

Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim

Prof. Dr. Valdecir Carlos Ferri

AGRADECIMENTOS

Aos orientadores Prof. Cesar Rombaldi e Prof. Vitor Manfroi, pelo apoio incondicional e incentivo.

Gostaria de agradecer aos colegas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Bento Gonçalves, pela possibilidade de realizar o curso.

Aos pesquisadores da Embrapa Uva e Vinho, Dr. Luiz Antenor Rizzon e Dr. Mauro Celso Zanuz pelo apoio técnico, essencial para este projeto.

Aos demais colegas que de várias maneiras auxiliaram na realização deste trabalho.

À minha família pela compreensão, auxílio e apoio. Base da minha vida.

Aos professores do curso que ampliaram meu conhecimento técnico-científico.

RESUMO

GABBARDO, Marcos. **Borras finas e manoproteínas na maturação de vinho tinto Cabernet Sauvignon**. 2009. 62f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

Estudou-se o efeito da adição de manoproteínas ou borras finas na qualidade de vinho tinto produzido com uva Cabernet Sauvignon proveniente da região de Indicação de Procedência do Vale dos Vinhedos de Bento Gonçalves. O processo de vinificação consistiu em colheita, desengaço e esmagamento, adição de anidrido sulfuroso (10g/100Kg) e levedura Zimaflor[®] RX 60 (30g/100Kg) e condução da fermentação em temperaturas de 20 a 26°C, após o aumento da relação sólido/líquido pela remoção de 20% (v/m) de mosto. Realizaram-se 3 remontagens diárias, durante 6 dias, após as quais efetuou-se a descuba. Cada unidade experimental foi constituída de 25L, obtidos a partir de aproximadamente 42Kg de uva. Como tratamentos testaram-se: T1 – tratamento controle, com eliminação das borras finas, através de trasfegas; T2 – manutenção das borras finas, com remontagens semanais em ciclo fechado; T3 – eliminação das borras finas e adição do produto Super Bouquet[®]; T4 – eliminação das borras finas e adição do produto MANO-PRO[®]; T5 – eliminação das borras finas e adição do produto Polisac[®] Grand Cru; T6 – eliminação das borras finas e adição do produto Biolees[®]. O tempo de tratamento foi de 3 meses, período em que também completou-se a fermentação malolática. Posteriormente realizou-se a estabilização tartárica e o engarrafamento (7 meses). A manutenção das borras finas durante a maturação de vinho tinto ‘Cabernet Sauvignon’ resultou numa melhora da qualidade sensorial do vinho, notadamente pela diminuição da adstringência, provavelmente resultante da complexação dos polifenóis. Houve diferenças significativas em favor dos tratamentos em que adicionaram-se manoproteínas sobre as características da matriz polifenólica do vinho, aumentando a complexação dos taninos com polissacarídeos e melhorando a intensidade da cor dos vinhos. Reduziu-se o índice de adstringência dos vinhos, evidenciando a eficácia da técnica. Sensorialmente os vinhos tratados foram superiores na qualidade olfativa e gustativa.

Palavras-chave: Manoproteínas, maturação de vinho e Cabernet Sauvignon.

ABSTRACT

GABBARDO, Marcos. **Borras finas e manoproteínas na maturação de vinho tinto Cabernet Sauvignon**. 2009. 62f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

The effect of adding mannoproteins and cake as a fine red wine produced with Cabernet Sauvignon grapes from the region of Indication of Origin of the Valley of the Vineyards of Bento Gonçalves. The process of winemaking is to harvest, crushing and the addition of sulfur dioxide (10g/100Kg) and yeast Zimaflor[®] RX 60 (20g/100Kg) and conduct the fermentation in temperature from 20 to 26 ° C. There were 3 remontagens daily for 6 days, after which was made to remove. Each experimental unit was composed of 25L. It was tested as treatments: T1 - control treatment, with removal of fine sediments through racking, T2 - maintenance of fine lees, with weekly remontagens in closed loop; T3 - removal of fine sediments and addition of the product Super[®] Bouquet, T4 - removal of fine sediments and addition of the product MANO-PRO[®], T5 - removal of fine sediments and addition of the product Polisac[®] Grand Cru, T6 - removal of fine sediments and addition of the product[®] Biol. The time of treatment was 3 months, concurrently completing the fermentation malolactic (3 months) and then there was the tartaric stabilization and bottling (7 months). Maintaining the fine lees during maturation of red wine 'Cabernet Sauvignon', resulting in improvement of sensory quality of wine, notably by reducing the astringency and complexation of polyphenols. The treatments did not affect the physico-chemical basic of treatments, there was significant differences in favor of treatments enriched with mannoproteins on the characteristics of the wine polyphenolic matrix, increasing the complexation of tannins with polysaccharides and increasing the intensity of the color of wines. Reduced index was astringency of wine, highlighting the effectiveness of the technique. Sensorially wine treated as superior in quality smell and taste.

Keywords: mannoproteins, maturation of wine and Cabernet Sauvignon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação geral dos compostos fenólicos.....	12
Figura 2 - Estrutura geral das antocianidinas da uva e do vinho.....	13
Figura 3 - Efeito do pH sobre a tonalidade de antocianinas.....	16
Figura 4 - Influência do pH sobre a cor do vinho.....	17
Figura 5 - Estrutura dos flavanóis monômeros da uva.....	18
Figura 6 - Proantocianidina do tipo B.....	18
Figura 7 - Estrutura dos ácidos fenóis (a e b) e dos elagitanos (c e d) identificados nos extratos de madeira de cerne de carvalho e de castanho.....	20
Figura 8 - Mecanismo molecular da adstringência.....	20
Figura 9 - Reação entre catequina e malvidina-3-glucose em meio ácido e na presença de etanal.....	24
Figura 10 - Complexo vermelho-violeta originado da condensação malvidina-3-glucosidoglucose com a procianidina B3, em presença de etanal.....	25
Figura 11 - Condensação direta entre as procianidinas e as antocianinas do tipo T-A.....	26
Figura 12 - Reações de polimerização das procianidinas.....	27
Figura 13 - Formação do etanal a partir do etanol.....	28
Figura 14 - Estrutura de piranoantocianos.....	31
Figura 15 - Compostos liberados ao vinho durante a autólise das leveduras.....	38
Figura 16 - Influência das borras finas sobre a concentração de polissacarídeos e manoproteínas.....	41
Figura 17 - Foto de um cacho e da folha da variedade Cabernet Sauvignon.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teores médios (mg.L^{-1}) de alguns compostos fenólicos em vinhos brancos e tintos.....	13
Tabela 2 - Caracterização de derivados de levedura comerciais (Extrato, autolisado 1-2), e de autolisados produzidos no laboratório (3-8) a partir de uma única cepa de levedura.....	36
Tabela 3 - Influência das borras sobre a velocidade de consumo de oxigênio.	41
Tabela 4 - Delineamento Experimental para avaliar a adstringência e características sensoriais em vinhos tintos Cabernet Sauvignon, envelhecidos na presença de borras finas e manoproteínas.....	47
Tabela 5 – Valores médios dos principais constituintes físico-químicos dos vinhos tintos Cabernet Sauvignon, safra 2008, tratados e não tratados com borras finas ou manoproteínas.	51
Tabela 6 – Principais características da matriz polifenólica dos vinhos.	54
Tabela 7 – Principais características sensoriais de vinhos Cabernet Sauvignon adicionados de borras finas.....	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 COMPOSTOS FENÓLICOS.....	12
2.1.1. <i>Compostos não flavonóides</i>	13
2.1.2. <i>Compostos flavonóides</i>	14
2.2 REAÇÕES QUE OCORREM DURANTE A MATURAÇÃO DOS VINHOS.....	21
2.2.1. – <i>Oxidações e reduções</i>	21
2.2.2. - <i>Modificações dos constituintes polifenólicos</i>	23
2.3. OXIGÊNIO E POLIFENÓIS.....	28
2. 4. OUTROS PIGMENTOS DE INTERESSE.....	30
2.5. COLÓIDES DOS VINHOS	31
2.5.1. <i>Polissacarídeos</i>	31
2.5.2. <i>Proteínas</i>	32
2.6. ORIGEM DAS MANOPROTEÍNAS ENOLÓGICAS	32
2.6.1. <i>Parede celular das leveduras</i>	33
2.6.2. <i>Autólise das Leveduras</i>	36
2.7. MATURAÇÃO SOBRE BORRAS.....	39
2.8. VARIEDADE CABERNET SAUVIGNON	43
2.9. ESTUDO DE CASO	44
3. MATERIAL E MÉTODO	46
3.1. MATÉRIA-PRIMA E VINIFICAÇÃO	46
3.2. MÉTODOS	46
3.2.1. <i>DELINAMENTO EXPERIMENTAL</i>	46
3.2.2. <i>AVALIAÇÕES</i>	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS GERAIS DOS VINHOS	51

4.2. EFEITO DA MATURAÇÃO DE VINHO TINTO CABERNET SAUVIGNON EM PRESENÇA DE BORRAS FINAS OU MANOPROTEÍNAS ENOLÓGICAS.	54
4.3. EFEITO DA MATURAÇÃO DE VINHOS TINTOS CABERNET SAUVIGNON SOBRE BORRAS FINAS E ADICIONADAS DE MANOPROTEÍNAS.....	56
5. CONCLUSÕES.....	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
7. ANEXO 1.....	64

1. INTRODUÇÃO

Dentre os componentes do metabolismo de maturação da uva e conseqüentemente do vinho, os compostos fenólicos são considerados os principais, tendo em vista sua participação na cor, sabor, estrutura e volume de boca. Dentre esses componentes os taninos são responsáveis pelas sensações tácteis de boca, dentre as quais se destaca a adstringência, quase sempre marcante nos vinhos tintos da Serra Gaúcha e também em outros vinhos nacionais. Atualmente começou-se a estudar a maturação do vinho em presença de borras finas, com o objetivo de complexarem-se os taninos diminuindo a capacidade de reação com as proteínas da saliva, resultando em menor sensação de adstringência.

Com os avanços tecnológicos na viticultura nacional já consegue-se produção de uvas tintas potencialmente produtoras de vinhos com boa coloração, acidez, aroma/bouquet, mas com desequilíbrio de estrutura e ainda excesso de adstringência. Como parte da prevenção desse problema está relacionada a aspectos edafoclimáticos, difícil de serem mudados na região de produção, acredita-se que se pode manejar o processo de vinificação, de modo a reduzir-se, ao menos em parte, o problema. Técnicas como criomaceração, micro-oxigenação, adição de taninos enológicos, dentre outras, têm sido testadas, mas o problema não foi resolvido.

Frente a esta problemática, recentemente tiveram início pesquisas que empregam o contato com borras finas em vinhos tintos durante a fase de maturação. Essa técnica já é empregada com sucesso em vinhos brancos de alta gama. O princípio é baseado na liberação de manoproteínas das leveduras, que podem interagir com compostos fenólicos, incluso os taninos, contribuindo para a melhoria gustativa e olfativa, e inclusive melhorando a estabilidade de cor.

Nesse contexto, buscou-se melhorar a qualidade sensorial do vinho Cabernet Sauvignon, em especial aspectos relacionados à estabilidade de cor e a

redução da adstringência, com o uso de manoproteínas, sejam elas provenientes de autólise de leveduras presentes nas borras finas, ou de fontes exógenas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos, cuja classificação geral está esquematizada na Figura 1, constituem-se num dos principais grupos de moléculas que afetam as características físico-químicas e sensoriais dos vinhos (ZAMORA, 2003).

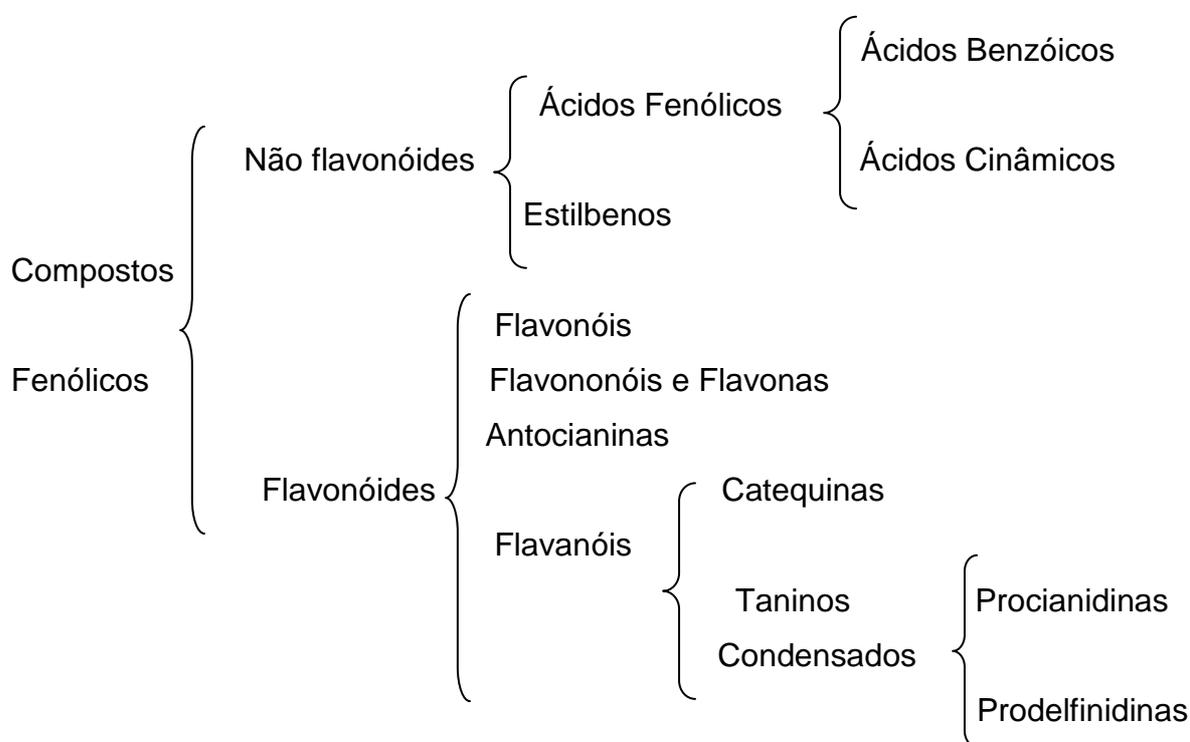


Figura 1- Classificação geral dos compostos fenólicos.

Fonte: Zamora et al, 2003.

A intervenção dos compostos fenólicos nas características sensoriais dos vinhos se exerce de forma múltipla, como na intensidade e tonalidade da cor, no aroma, nas características de sabor, como a adstringência e a “dureza”, e na evolução da maturação dos vinhos ao longo do envelhecimento. De modo geral os vinhos tintos são mais ricos em compostos fenólicos do que os brancos, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Teores médios (mg.L^{-1}) de alguns compostos fenólicos em vinhos brancos e tintos.

	Vinho branco	Vinho tinto
Ácido Benzoico	1-5	50 - 100
Ácido Cinâmico	50 -200	50 – 200
Flavonóis	Traços	15
Antocianinas	Não detectados	20 -500
Flavonóis monômeros	Traços	150 – 200
Procianidinas	0-100	1500 - 5000

Fonte: FLANZY et al, 2003.

2.1.1. Compostos não flavonóides

Os principais compostos não flavonóides são os fenóis ácidos, como os ácidos benzoicos e ácidos cinâmicos, além dos estilbenos (resveratrol). Como exemplo, os fenóis ácidos são monômeros incolores e voláteis, derivados do ácido benzoico, encontrados tanto na casca como na polpa da uva. Os teores dos compostos fenólicos diminuem com o amadurecimento e variam entre as cultivares e regiões, entre outros fatores. No vinho se encontram concentrações totais entre 2 a 16 mg.L^{-1} . Já os estilbenos, tanto nas *Vitis vinifera* como em *Vitis labrusca*, estão presentes majoritariamente na casca e não são encontrados nas sementes. Esses compostos apresentam função importante na resistência de certas cultivares aos ataques fúngicos e atuam como fitoquímicos de interesse funcional na alimentação humana. As concentrações de resveratrol em vinhos variam, normalmente, de 0 a 15 mg.L^{-1} (ECTOR et al., 1996).

2.1.2. Compostos flavonóides

Os compostos flavonóides são os compostos fenólicos considerados mais importantes para o vinho, pois é dos antocianos e taninos que depende grande parte da qualidade organoléptica geral de vinhos tintos. As antocianas são responsáveis

pela cor e os taninos (flavanóis), pela cor, sabor, estrutura, adstringência e amargor. Deles também depende a longevidade do vinho. Como estrutura química, são caracterizados por um esqueleto de 15 átomos de carbono ($C_6 - C_3 - C_6$) do tipo 2-fenilbenzopirona (FLANZY et al., 2000).

2.1.2.1. Compostos antociânicos

Os compostos antociânicos (do grego *anthos* flor e *kyanos* azul) representam parte importante, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo, dos flavonóides da baga de uva tinta. Localizam-se majoritariamente na película e nas 3 ou 4 primeiras camadas da hipoderme, contribuindo de maneira significativa na cor das cultivares tintas. Esses pigmentos são também encontrados na polpa de “cepas tintureiras”. As antocianinas podem ligar-se a açúcares determinando se a antociana é um monoglicosídeo, quando uma molécula de glicose estiver ligada na posição 3, ou um diglicosídeo, quando duas moléculas de glicose estiverem nas posições 3 e 5. A estrutura química geral compreende dois anéis benzênicos unidos por um heterociclo oxigenado, insaturado e catiônico, o cátion flaviliun, que deriva do núcleo 2-fenil-benzopirilo. As antocianinas distinguem-se, segundo a substituição do núcleo lateral, formando cinco moléculas definidas, com dois ou três constituintes, como pode ser observado na Figura 2 (FLANZY et al., 2000).

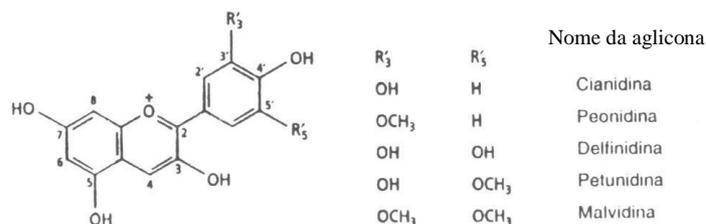


Figura 2 - Estrutura geral das antocianidinas da uva e do vinho.

Fonte: FLANZY, 2000.

Na forma heterosídica (antocianinas), essas moléculas são mais estáveis do que na forma aglicona (antocianidinas). A cor destes pigmentos tem a ver com as condições de vinificação (pH, SO_2) entre outros e depende também das condições edafoclimáticas e de manejo do vinhedo (VIVAS, 2001).

No caso dos vinhos de variedades *Vitis vinífera*, a presença do etanol se opõe à copigmentação, e as antocianinas aciladas desaparecem rapidamente

alguns meses depois da vinificação. Encontram-se então, os cinco principais monoglicosídeos, com um forte predomínio da malvidina. Suas concentrações variam muito com a idade dos vinhos e da natureza das cepas dos quais provêm. No entanto, a maioria desses pigmentos se associam principalmente com os taninos do vinho, para formar moléculas mais estáveis. Outra parte das antocianinas, relativamente pequena, degrada-se sob a ação de agentes exteriores (temperatura, luz, oxigênio, etc.), ou precipita na forma de colóides (VIVAS, 2001).

O teor de antocianas em vinhos jovens tem relação direta com seu teor na uva que deu origem e com a tecnologia de vinificação utilizada, atingindo um máximo na fermentação alcoólica. A maceração é o fator decisivo na difusão das antocianas (e dos polifenóis em geral) das películas da uva. Na vinificação tradicional, a presença de álcool em quantidades crescentes intensifica esse processo, até o equilíbrio, com possíveis reduções devido à ação de leveduras (SARNI-MANCHADO, 2000).

Outro aspecto relevante sobre as antocianas, é que essas apresentam um equilíbrio em função do pH entre formas diferentes, o que condiciona significativamente a sua cor (Figura 3). Fato esse de grande importância em enologia devido a busca por vinhos com longevidade, determinada pelo pH das uvas e da quantidade de potássio provenientes das uvas, devendo essas serem equilibradas para obter-se um vinho com bom potencial de amadurecimento.

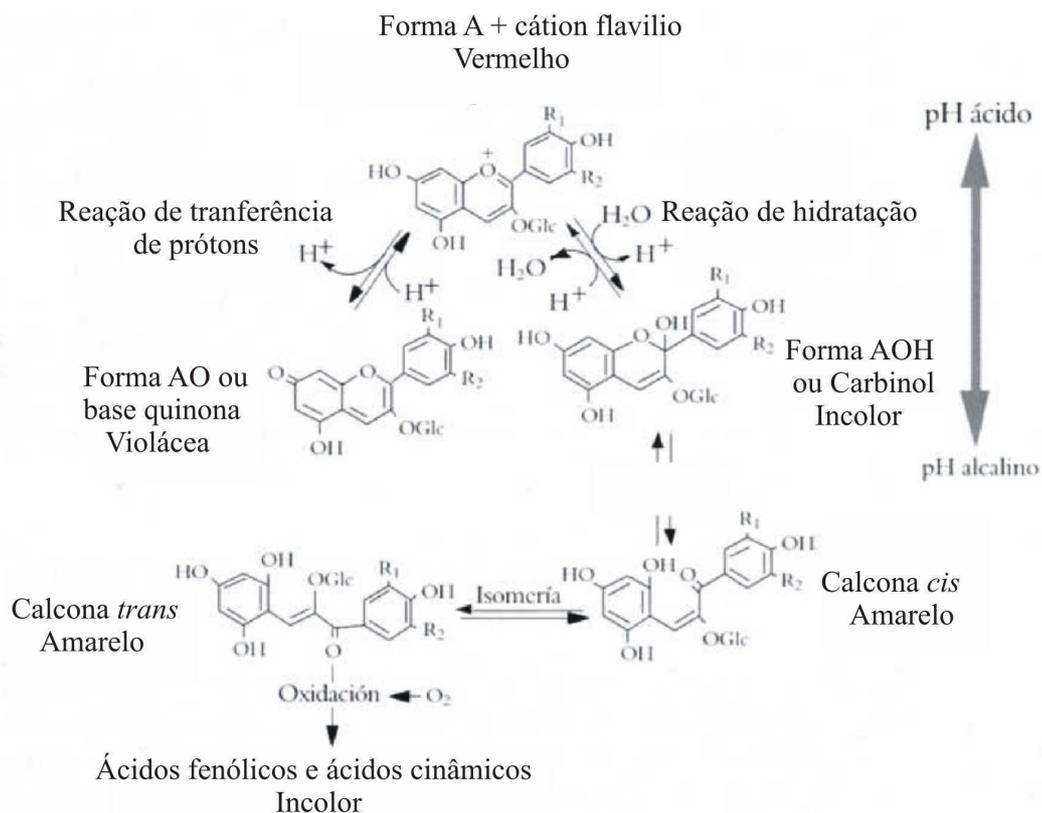


Figura 3 - Efeito do pH sobre a tonalidade de antocianinas.

Fonte: ZAMORA, 2003.

Em pH muito ácido, a forma majoritária é o cátion flavílio ou forma A+ que apresenta uma coloração avermelhada. Porém, quando o pH do meio aumenta, a forma A+ se transforma em base quinona ou forma AO de cor violácea e em forma AOH ou carbinol que é incolor. Ambas as reações ocorrem simultaneamente de acordo com suas constantes de equilíbrio. Por conseguinte, a forma AOH pode se transformar em chalconas *cis* ou *trans* que apresentam uma tonalidade amarelada clara. Essa última transformação é fortemente favorecida pelas elevadas temperaturas. Finalmente, a chalcona *trans* pode ser oxidada formando ácidos fenólicos, como pode ser observado na Figura 4. Todas essas reações são reversíveis, com a única exceção da reação de oxidação que ocasiona perda irreparável da cor do vinho (ZAMORA, 2003).

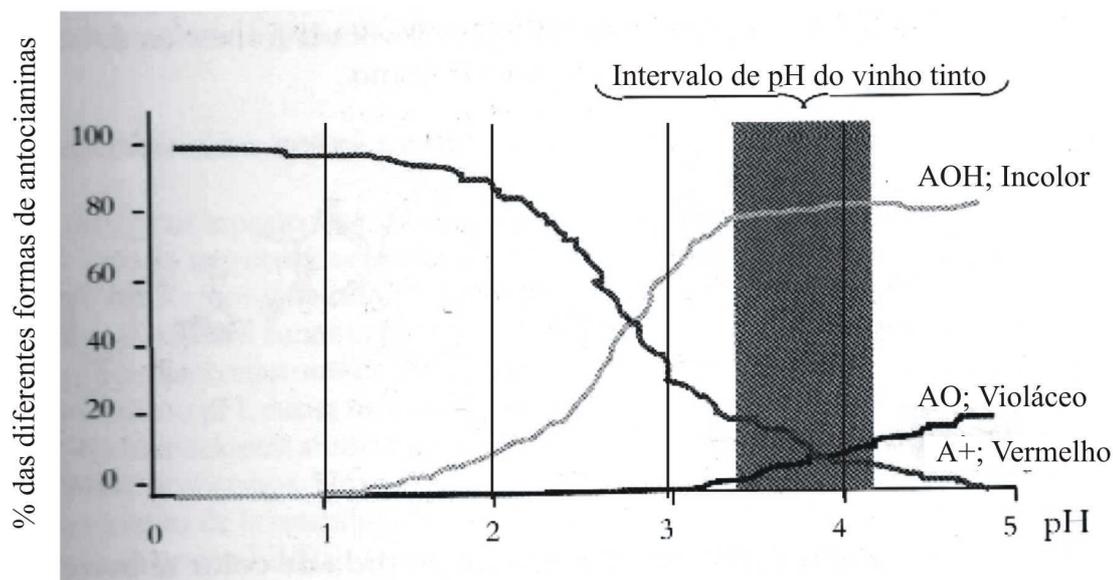


Figura 4 - Influência do pH sobre a cor do vinho.

Fonte: ZAMORA, 2003.

2.1.2.2. Taninos

Os principais flavanóis monômeros da uva (Figura 5) são a catequina e seu isômero, a epicatequina, podendo serem encontrados na forma de éster gálico, como a 3 – galato de epicatequina. A galocatequina, o 3-galato de catequina e o 3-galato de galocatequina são ditos como específicos de certas variedades do gênero *Vitis*. A catequina é o composto fenólico monômero mais abundante no vinho tinto com 120 a 390 mg.L⁻¹ e no vinho branco pode variar de 16 a 46 mg.L⁻¹. A epicatequina encontra-se em menor concentração, entre 25 a 164 mg.L⁻¹ em vinhos tintos e entre 6 e 60 mg.L⁻¹ no vinho branco (RIBÉREAU-GAYOU et al., 2003).

Já nos taninos condensados, a estrutura das unidades monoméricas constitutivas pode ser substituída por formas diversas, o que permite distinguir vários grupos de proantocianidinas, que liberam as antocianidinas correspondentes, pela hidrólise em meio ácido e a quente. Os grupos que estão contidos na uva em maior quantidade são as procianidinas, derivadas da catequina, da epicatequina e das prodelfianidinas, derivadas da galocatequina e da epigalocatequina (FLANZY et al., 2000).

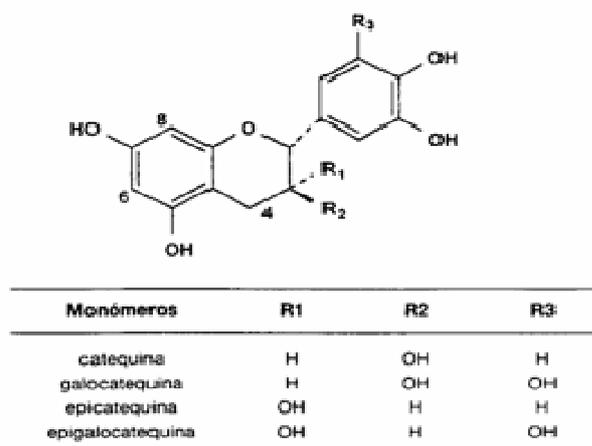


Figura 5 - Estrutura dos flavanóis monômeros da uva.

Fonte: RIBÉREAU-GAYOU, 2003.

Grande parte das procianidinas foi identificada nas sementes e na casca da uva. Os oligômeros podem ser acidificados pelo ácido gálico, geralmente na posição 3 das unidades epicatequina. As formas polímeras (Figura 6) representam a maior parte dos 3-flavanóis, tanto da uva como de outros vegetais. Estão presentes nas sementes (60%), cascas (15 a 20%) e engaço (20 a 25%) (FLANZY et al., 2000).

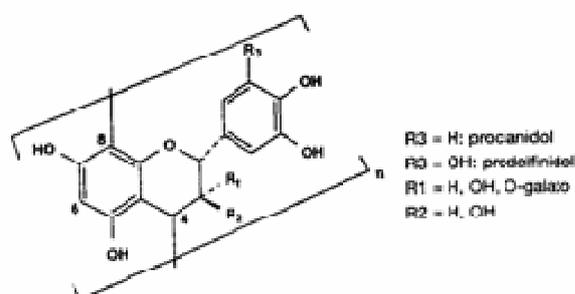


Figura 6 - Proantocianidina do tipo B

Fonte: FLANZY, 2000.

Os taninos são compostos fenólicos caracterizados pela capacidade de combinar-se com as proteínas e outros polímeros como os polissacarídeos. Isso explica sua adstringência, causada pela precipitação de proteínas e de glicoproteínas da saliva, gerando essa sensação tátil (VIVAS, 2001).

Para formar complexos estáveis com as proteínas, os taninos precisam ter alto peso molecular. Nos mostos e vinhos jovens, os taninos têm de 500 a 700 dímeros e trímeros, e nos vinhos envelhecidos, de 2000 a 3000 dímeros e trímeros. Junto com proteínas agregadas, os taninos sobretudo de menor massa molecular,

se comportam como clarificantes formando, associações insolúveis que, descendo pelo líquido, englobam as partículas suspensas e deixam o vinho límpido, podendo ser empregado como clarificante (RIBÉREAU-GAYOU et al., 2003).

No plano químico, os taninos são moléculas fenólicas de relativamente elevada massa molecular, resultantes da polimerização de moléculas-base de função fenol. Sua configuração espacial está relacionada com sua reatividade. Devem ser suficientemente grandes para dar combinações estáveis com as proteínas. Segundo a natureza das moléculas elementares se distinguem os taninos hidrolisáveis ou gálicos e os taninos condensados ou catéquicos. Os taninos hidrolisáveis compreendem os galotaninos e os elagitaninos, liberando, respectivamente, ácido gálico e ácido elágico depois da hidrólise ácida (Figura 7). Eles contêm, também, uma molécula de glicose (RIBÉREAU-GAYOU et al., 2003).

Os taninos condensados da uva e do vinho são polímeros mais ou menos complexos de flavanóis 3-óis (3 – flavanóis) e estão presentes na uva em forma de monômeros e em formas mais ou menos polimerizadas que constituem os taninos catéquicos. Na baga da uva, se localizam principalmente nas sementes e foram detectados traços de monômeros e dímeros na polpa (FLANZY et al., 2000). Os taninos condensados ou procianidinas são responsáveis pelo sabor amargo e adstringência do vinho, mas também de parte dos compostos de cor amarela do vinho, da sensação de estrutura e corpo do vinho e da capacidade do vinho envelhecer. Eles estão envolvidos com a capacidade de manter a cor durante o tempo. O mecanismo da adstringência está esquematizado na Figura 8 (ZAMORA, 2003).

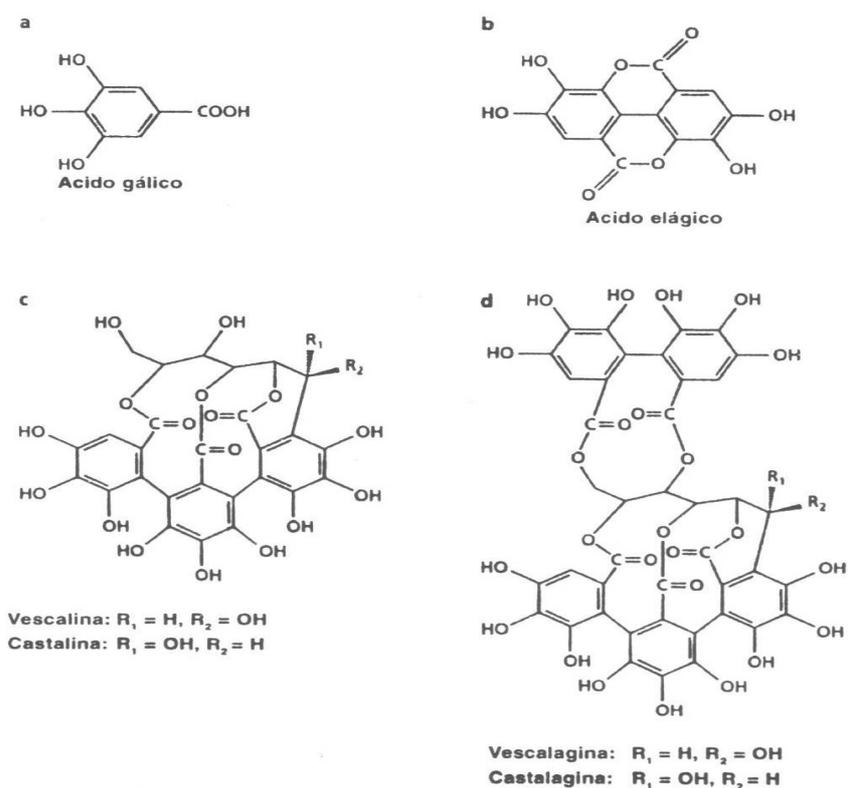


Figura 7 - Estrutura dos ácidos fenóis (a e b) e dos elagitanos (c e d) identificados nos extratos de madeira de cerne de carvalho e de castanho.

Fonte: RIBÉREAU-GAYOU, 2003.

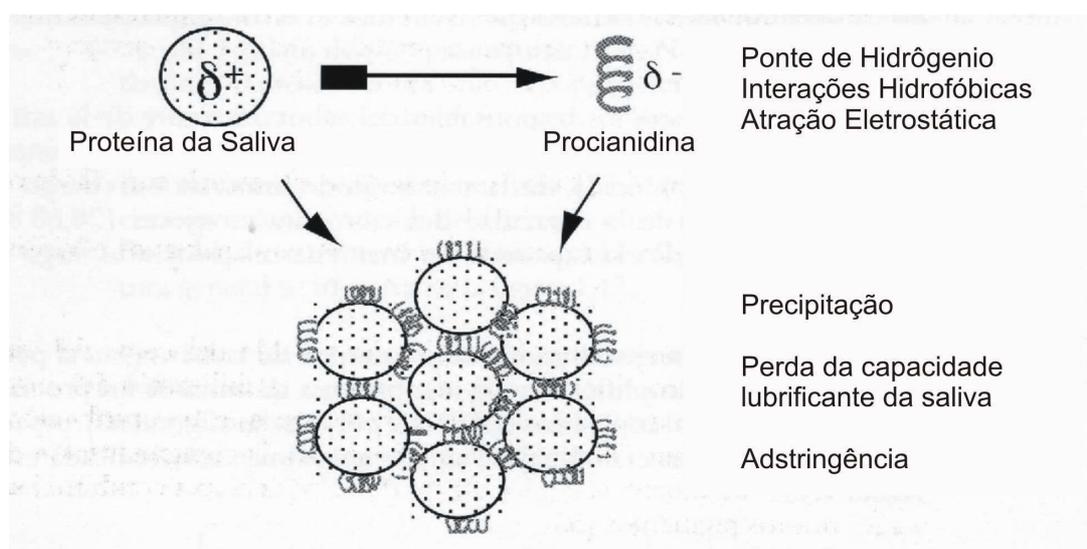


Figura 8 - Mecanismo molecular da adstringência.

Fonte: ZAMORA, 2003.

Os taninos condensados apresentam a capacidade de unir-se com as proteínas. Ao beber o vinho, colocam-se em contato os taninos com as proteínas da saliva, produzindo-se precipitação e gerando uma sensação de secura na boca que denomina-se adstringência. Sensação tátil de grande importância na enologia (ZAMORA, 2003).

2.2. Reações que ocorrem durante a maturação dos vinhos

O vinho, assim como qualquer ser vivo, possui fases evolutivas: as fermentações (alcoólica e malolática) corresponderiam ao nascimento; a fase de estabilizações (protéica, tartárica, polifenólica, etc.) ao crescimento; a etapa de maturação e envelhecimento em garrafa, equivaleria à fase adulta, na qual o vinho atingiria o seu apogeu qualitativo; e, por fim, o declínio ou morte, com a perda significativa de aroma e sabor, e uma progressiva degradação oxidativa. O mais interessante desta evolução é que ela ocorre em todos os vinhos, tintos ou brancos, independente de sua composição físico-química. Entretanto, é exatamente a constituição do vinho, suas moléculas e compostos orgânicos, que fazem com que esta curva evolutiva seja mais ou menos rápida, podendo o mesmo envelhecer em poucos meses, ou ter uma maior longevidade (MANFROI, 2007).

As transformações globais que ocorrem na maturação e no envelhecimento dos vinhos podem ser agrupadas nos seguintes grupos:

- a) oxidações e reduções;
- b) modificações dos constituintes polifenólicos (matéria corante e taninos).

2.2.1. – Oxidações e reduções

As relações entre o vinho e o oxigênio são complexas, podem ser úteis ou prejudiciais, dependendo do tipo de vinho considerado e os atributos de qualidade desejados. Atribuir-se, no entanto, apenas ao oxigênio os fenômenos de maturação dos vinhos é inadequado (exceção feita a vinhos especiais, como o Porto e o Jerez) (MANFROI, 1998). Mas é sabido que trata-se de um recurso importante no processo de envelhecimento normal ou acelerado, como por exemplo na micro-oxigenação. O oxigênio que se dissolve lentamente no vinho, reagindo com os polifenóis origina

peróxido de hidrogênio, oxidante potente, capaz de formar aldeído acético. Este último pode participar em reações de copolimerização entre antocianos e flavonóides (PONTALLIER apud USSEGLIO-TOMASSET, 1998).

Um dos mecanismos naturais de perda de adstringência em alimentos é dependente da produção de etanol e, presumivelmente, de acetaldeído pelas sementes durante o desenvolvimento dos frutos. O acetaldeído é o composto responsável pela polimerização das moléculas de taninos solúveis e torná-los assim insolúveis. O processo de remoção da adstringência é bastante complexo, envolvendo diversos compostos e enzimas responsáveis por catalisar as reações. (EDAGI; KLUGE, 2009)

O vinho é um produto facilmente oxidável e interage com esse elemento através da dissolução (fenômeno físico) e da combinação (fenômeno químico). A dissolução (ou solubilidade) do oxigênio no vinho é maior quanto maior for o grau alcoólico e menor for a temperatura. O vinho incorpora oxigênio por meio de três formas principais: 1) por meio de trasfegas ($3 - 5 \text{ mL.L}^{-1}$ /trasfega); 2) pela superfície, em função dos vazios nos recipientes de conservação, que é dependente das práticas do atesto ($15-20 \text{ mL.L}^{-1}$ /ano, com atestos bem realizados); e 3) através dos poros da madeira dos recipientes de maturação ($+ - 5 \text{ mL.L}^{-1}$ /ano). Quanto à combinação do oxigênio dissolvido, sabe-se que o vinho o consome rapidamente, já que o vinho, especialmente tinto, é rico de substâncias com potencial oxidante, como os compostos fenólicos. Entretanto, essa combinação é lenta quando a temperatura é baixa. Por outro lado, para que essa combinação ocorra há a necessidade de catalisadores, como por exemplo, sais de ferro e além disso deve-se considerar que a presença de anidrido sulfuroso livre, funciona como um antioxidante praticamente irreversível (MANFROI, 1998).

As moléculas de antocianinas não são muito estáveis, havendo redução da concentração de maneira notável, especialmente durante os primeiros meses após a elaboração. Essa diminuição se deve, em parte, a reações de combinações com diversos compostos do vinho, em particular os taninos, além de reações de degradação. A estabilidade desses pigmentos está condicionada por diferentes fatores como o tipo de molécula, a concentração, o pH, a temperatura, o teor de potássio, a oxidação, a luz e a natureza dos solventes. A maior estabilidade ocorre em vinhos com pH entre 3,2 – 3,6, baixo teor de potássio, presença de taninos

complexos, combinados a manoproteínas, e condições de microoxigenação em meio de leve redução (RIBÉREAU-GAYOU et al., 2003).

A oxidabilidade é uma característica da função fenol conferindo a essas substâncias uma ação de proteção contra as oxidações. Essas reações intervêm por via química ou enzimática. A oxidação dos compostos fenólicos da baga por tirosinases e lacases são eventos bem conhecidos em enologia. Ademais, o estudo das propriedades oxiredutoras dos polifenóis apresenta interesse devido a suas implicações funcionais em alimentos. Essas moléculas têm propriedade de neutralizar os radicais livres responsáveis pela oxidação de membranas e do DNA, que precedem o envelhecimento celular (RIBÉREAU-GAYOU et al., 2003).

Os mecanismos oxidativos são complexos, em meio ácido, presença de luz, temperatura, de hidroperóxidos e de certos metais que favorecem a formação de radicais oxigenados. O oxigênio molecular (O^0), põe-se na estrutura de um birradical, podendo se converter em um radical hidroperóxido H_2O_2 ou em um ânion superóxido O_2^- que originaria na formação de uma grande variedade de radicais livres oxigenados. Os peróxidos formados podem provocar a degradação oxidativa das proteínas e de numerosas outras moléculas (carboidratos, lipídeos insaturados, etc.), em particular dos compostos fenólicos (taninos) são oxidados prioritariamente e participam na eliminação dos radicais livres (RIBÉREAU-GAYOU et a., 2003).

2.2.2. Modificações dos constituintes polifenólicos

Em relação à qualidade e à longevidade dos vinhos, em especial os tintos, as antocianinas e os taninos são os agentes principais, juntamente com um componente não fenólico, precursor do álcool etílico, o acetaldeído, que junto com aqueles, participam de diversas reações, explicitadas a seguir. As duas primeiras reações são desejadas para uma maior longevidade e qualidade dos vinhos, enquanto as três últimas devem ser evitadas. Evolução dos compostos fenólicos, e em especial da cor dos vinhos tintos, é resultado destas reações químicas, que iniciam na fermentação alcoólica e se prolonga pela vida do vinho, sobretudo na estabilização e maturação (MANFROI, 1998).

Dentre as principais reações destacam-se:

a) **Condensação antociana/tanino, catalisada pelo acetaldeído:** é a mais importante reação química envolvendo os polifenóis, e forma compostos do tipo antociana-etil-tanino, que são bastante estáveis à ação de agentes oxidantes, e

possuem cor violeta. A cor predominante do vinho jovem é vermelha pela presença majoritária da antociana malvidina, que em meio ácido possui esta cor. Por outro lado, os taninos polimerizados protegem as antocianas da oxidação, e quando ocorre essa reação há a formação de compostos violeta, que alteram a cor do vinho (MANFROI, 1998). O etanal em meio ácido forma um carbocátion que reagem com as cúspides negativas (4 e 8) dos flavonóis (catequinas procianidinas) e das antocianinas com forma neutra, ou seja de base carbinol (AOH). Parece que a união entre dois C8 é privilegiada (Figura 9).

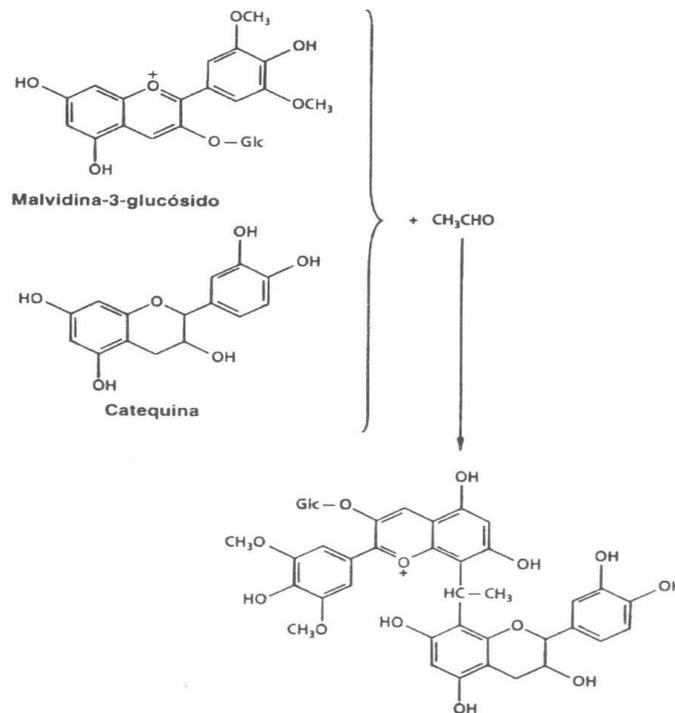


Figura 9 - Reação entre catequina e malvidina-3-glucose em meio ácido e na presença de etanal

Fonte: RIBÉREAU-GAYOU, 2003.

Porém, a reação depende da proporção de flavanóis e de antocianinas susceptíveis de reagir, assim como o pH do meio. A um pH 3,1 e em presença de (+)- catequina, a cor varia de roxo violeta ao laranja, quando a relação molar catequina/malvidina passa de 1 por 10. Com as procianidinas dímeras B3, a cor é mais laranja; é malva quando a (-)-epicatequina reagem com a malvidina monoglicosídeo. A reação pode prosseguir para originar pigmentos de maior peso molecular como pode ser observado na Figura 10 (RIBÉREAU-GAYOU et al., 2003).

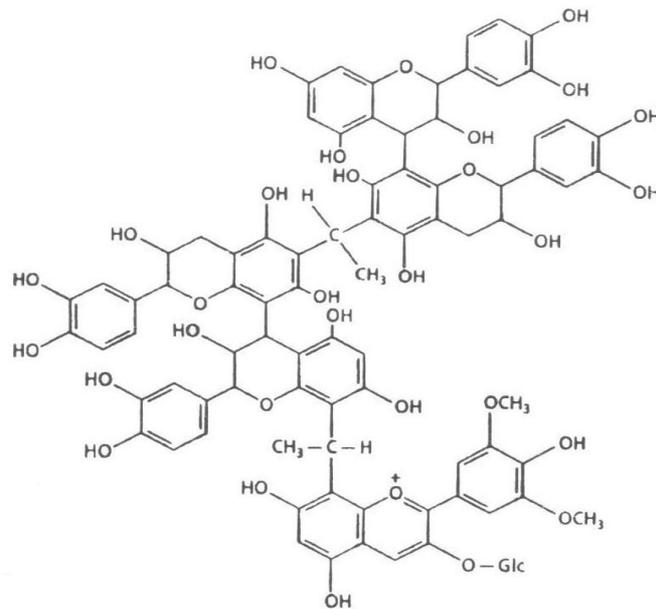


Figura 10 - Complexo vermelho-violeta originado da condensação malvidina-3-glucosidoglucose com a procianidina B3, em presença de etanal.

Fonte: RIBÉREAU-GAYOU, 2003.

b) Polimerização tanino/tanino, catalisada pelo acetaldeído: ocorre quando duas ou mais moléculas de tanino reagem e formam polímeros cada vez maiores, que transmitem uma sensação menor de adstringência ao paladar. A polimerização leva as moléculas a passarem do estado solúvel ao coloidal, e, finalmente, insolubilizam-se e precipitam. Essa reação pode ocorrer com as demais moléculas da matéria corante, inclusive durante o envelhecimento na garrafa. É prudente que se afirme que a polimerização acontece mais rapidamente em temperaturas altas, e a precipitação, por seu lado, ocorre, preferencialmente, em temperaturas mais baixas (MANFROI, 1998).

c) Condensação Taninos – Antocianos (T-A): Uma das características das procianidinas é a de formar um carbocátion depois de uma protonação da molécula e reagir com sítios nucleofílicos (δ^-) tais como as cúspides 6 e 8 de uma molécula de antocianina na forma de uma base carbinol (neutra) (Figura 11).

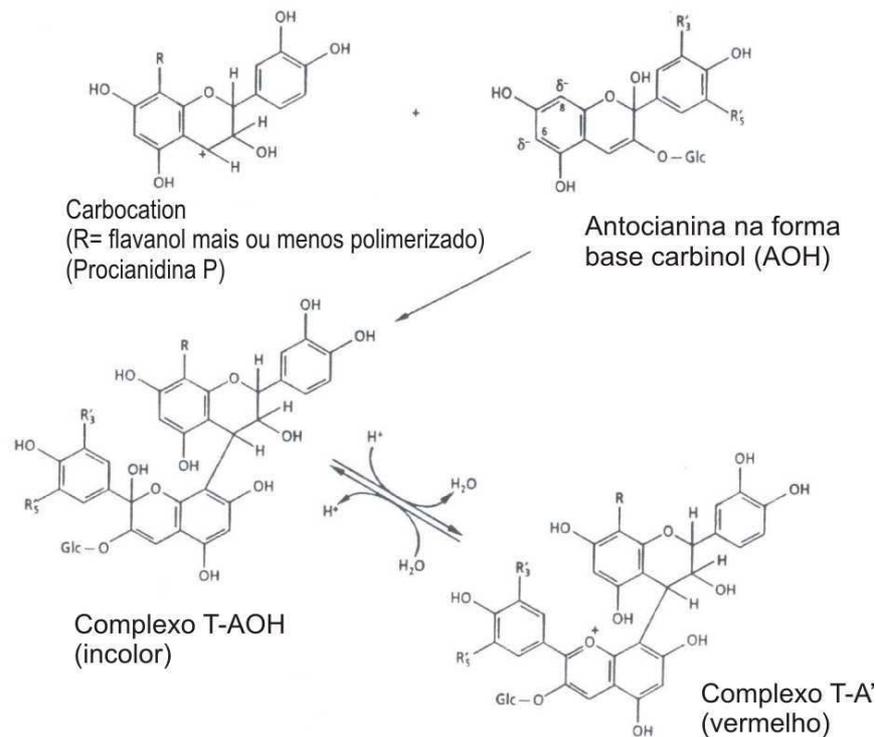


Figura 11 - Condensação direta entre as procianidinas e as antocianinas do tipo T-A.

Fonte: RIBÉREAU-GAYOU, 2003.

O novo complexo formado é incolor e se torna de coloração roxo alaranjada depois da desidratação. Esta reação ocorre na maioria das vezes ao abrigo do ar e não necessita de oxidação. É favorecida pela temperatura (formação de carbocátion) e depende da quantidade de antocianinas do meio. A cor varia com a natureza do carbocation e de seu grau de polimerização. A conservação do vinho em cuba hermética ou em garrafa são condições favoráveis para este tipo de condensação (RIBÉREAU-GAYOU et al., 2003).

d) degradação dos antocianos: também depende da concentração de taninos. Quando um vinho é pobre em taninos, as antocianas são facilmente oxidáveis, levando à formação de ácidos fenólicos e outros fenóis, amarelos ou incolores. Por outro lado, a oxidação não enzimática dos taninos pode ocorrer quando há excesso de taninos em relação as antocianas, e forma compostos incolores ou marrons (MANFROI, 1998). As reações de complexação das procianidinas, também podem dar lugar a reações de complexação com proteínas,

peptídeos e polissacarídeos. As proteínas se unem com as procianidinas formando um complexo macromolecular que precipitará, por isso são usadas por enólogos com a finalidade de clarificar e suavizar os vinhos.

e) oxidação não enzimática dos taninos: esta reação produz-se lentamente nos vinhos, principalmente quando há excesso de taninos em relação as antocianinas, e forma compostos incolores ou marrons (MANFROI, 1998).

As procianidinas podem formar complexos com peptídeos e polissacarídeos mediante a participação de interações similares as quais se originam com as proteínas. Quando isto ocorre, pode produzir-se a precipitação ou não segundo a natureza da molécula. No caso de que o complexo formado permaneça em suspensão, será produzida uma diminuição da adstringência, já que ao estarem bloqueados os grupos OH, estes não poderão unem-se às proteínas da saliva, como pode ser observado na Figura 12. Neste sentido alguns autores postularam que são precisamente as interações dos polissacarídeos com as procianidinas as responsáveis para que a tanicidade de um vinho seja agradável ou não (ZAMORA, 2003).

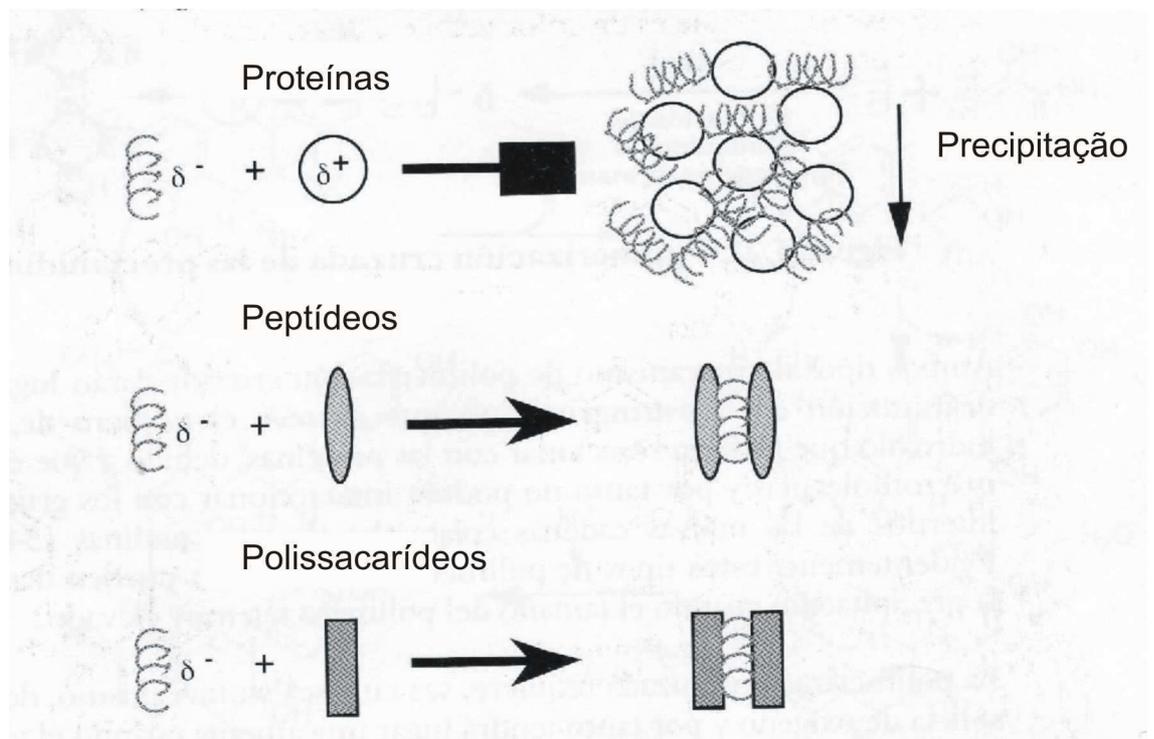


Figura 12 - Reações de polimerização das procianidinas

Fonte: ZAMORA, 2003.

2.3. Oxigênio e polifenóis

O oxigênio que se dissolve lentamente no vinho, reagindo com os polifenóis origina H_2O_2 , oxidante potente, capaz de formar aceteldeído. Este último está implicado nas reações de copolimerização entre antocianos e flavonóides (PONTALLIER apud USSEGLIO-TOMASSET, 1998).

Nos vinhos tintos, os polifenóis têm importância muito particular. Por oxidação estes compostos formam radicais de quinonas ou semi-quinonas com uma vida útil suficiente para reagir com outros fenóis, numa forma regenerativa denominada polimerização. Paralelamente, durante a formação das quinonas, aparece um produto secundário, o peróxido, que tem como consequência indireta à oxidação do etanol em etanal (Figura 13). Foram encontrados cerca de 10% de catequina-etil-antociano. Além das consequências diretas sobre a coloração dos antocianos implicados, estas reações afetam igualmente o peso molecular final dos compostos fenólicos do vinho. Na presença de grandes quantidades de antocianos monoméricos, as reações conduzem a espécies de baixíssimo peso molecular. A polimerização induzida pelo etanal acaba quando os extremos da cadeia são ocupados por um antociano. Na prática, a condução da micro-oxigenação é determinada, em parte, pela intensidade gustativa e aromática do etanal (CAPRI et al., 2003).

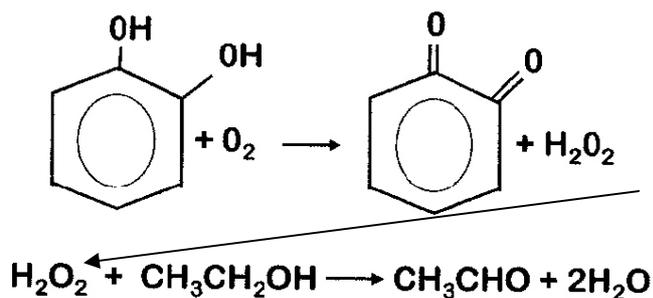


Figura 13 - Formação do etanal a partir do etanol.

Fonte: SINGLETON apud CAPRI et al., 2003.

Foram criadas algumas hipóteses dos mecanismos de formação dos pigmentos corantes. Segundo alguns autores, as reações entre antocianos e taninos são diretas; os flavanóis, por hidrólise ácida podem ser divididos em moléculas mais curtas, dímeros, trímeros e tetrâmeros e em carbocátions de diversos pesos moleculares, estes por sua vez, podem reagir com as antocianinas para dar

pigmentos de cor alaranjados. Esta reação deteriora a qualidade dos vinhos tintos, deseja-se evitá-la (BOSSO et al., 2000).

As reações entre antocianos e taninos também são realizadas através de pontes com o acetaldeído. Esta molécula pode se ligar à posição C8 de um flavanol e de um antociano, dando pigmentos com uma coloração vermelho-violácea, estáveis à ação descorante do anidrido sulfuroso e à variação do pH. As tentativas de isolar no vinho os pigmentos que têm a estrutura química das hipóteses das diversas teorias, tiveram escassos sucessos. Só recentemente por FRANCIARICHA et al. apud BOSSO et al. (2000), foram individualizados no vinho alguns pigmentos nos quais havia a participação do acetaldeído. Estes resultados, diferentemente dos obtidos por outros autores (SOMMERS; WESCOMBE apud BOSSO et al., 2000), confirmaram a função positiva que envolve o acetaldeído na evolução dos compostos fenólicos e na estabilização dos vinhos tintos.

A formação dos pigmentos antociano-acetaldeído-flavonóis requer, portanto, o aporte de oxigênio necessário no decorrer da conservação, para formação do acetaldeído por oxidação acompanhada do etanol devido à ação dos compostos fenólicos (orto-difenóis) presentes no vinho. Não se exclui, todavia, que o aporte de oxigênio nesta fase possa favorecer outras reações de oxidação diversas das quais descritas. O peróxido de hidrogênio que se forma por reações das orto-quinonas pode, de fato, oxidar além do etanol a acetaldeído, alguns compostos fenólicos, determinando o incremento da absorbância a 420 nm, que se observam nos vinhos envelhecidos (BOSSO et al., 2000).

Oxidação controlada é uma incorporação lenta e contínua de oxigênio, em condições que a velocidade desta adição seja inferior a velocidade de consumo pelo vinho, de modo que nunca haja um acúmulo de oxigênio (LEMAIRE, 2001).

A microxigenação consiste em valorizar os efeitos que o oxigênio tem sobre os componentes do vinho, conferindo em conseqüência: cor mais intensa e mais estável durante o tempo, aroma de maior qualidade e estrutura de corpo mais complexa (TABLINO, 2002). O princípio no qual se baseia a técnica é recriar a condição "redox" e presença de oxigênio semelhante às de uma barrica (FERRARINI et al., 2001).

A microxigenação aplicada mantendo-se o valor de oxigênio dissolvido, em um nível parecido a aquele utilizado nos vinhos conservados em barricas, traz

efeitos significativos sobre diversos parâmetros químicos e sensoriais dos vinhos tintos durante o envelhecimento (FERRARINI et al., 2001).

O método da microoxigenação foi desenvolvido a fim de proporcionar vinhos mais estáveis, com mais cor, mais ricos, com um volume superior, uma presença tânica mais forte, mas uma qualidade tânica melhor. Uma melhor estabilidade da estrutura fenólica tem seguramente repercussões positivas sobre o caráter aromático, que deve parecer mais fresco, mais frutado, enfim desenvolver e oxidar-se menos velozmente. Um envelhecimento através de uma incorporação de oxigênio controlada, deve evitar quaisquer fenômenos de oxidação e de falta tânica, que às vezes se observam nos vinhos que se desenvolveram muito rapidamente (LEMAIRE, 2001).

Ainda que a micro-oxigenação seja aplicada, essencialmente, no marco de processos tradicionais de afinamento, para estruturar o vinho antes de sua permanência em barricas, alguns elaboradores tomam uma opção de afinamento industrial integrando quatro parâmetros essenciais: borras, oxigênio, madeira e tempo. Infelizmente, para muitos, oxigênio e madeira vão sistematicamente emparelhados, pois muitos efeitos comuns levam à confusão. O oxigênio e a madeira atuam de formas diferentes sobre o vinho com pouca, ou quase nula, interação. Vejamos alguns exemplos: o amadeirado (barrica ou chips) de um vinho tinto oxidado e com taninos secos ou, pelo contrário, reduzido e com taninos verdes, não será nunca satisfatório, do mesmo modo como o oxigênio não melhorará nunca um caráter de “ferro” (trans-2-nonenal) ou um caráter queimado (compostos furânicos) produzido por barricas ou chips defeituosos (procedência, secagem, tostagem, etc.). Também, em muitos casos, o afinamento se concentra somente em obter maior estrutura, frutuosidade e complexidade no vinho, atuando sobre os parâmetros de oxigênio e madeira, esquecendo-se o recurso natural que constituem as borras, que devidamente trabalhadas aportam a untuosidade, suficiente para harmonizar tal estrutura e complexidade (ROIG; YÊRLE, 2003).

2. 4. Outros pigmentos de interesse

Recentemente uma nova família de pigmentos que derivam dos antocianos, foi descrita (FIGURA 14). Estes pigmentos, denominados piranoantocianos ou visitinas, apresentam algumas características muito particulares, participando no envelhecimento de vinhos. Efetivamente, os piranoantocianos ou visitinas

apresentam uma coloração alaranjada, e são poucos sensíveis às mudanças de pH e à descoloração com anidrido sulfuroso. A origem desses corpos não está claramente definida, mas acredita-se que provêm dos antocianos mediante um processo de cicloadição no qual poderiam participar o acetaldeído, o piruvato, o vinilfenol ou inclusive restos de vinilflavanol (ZAMORA, 2003).

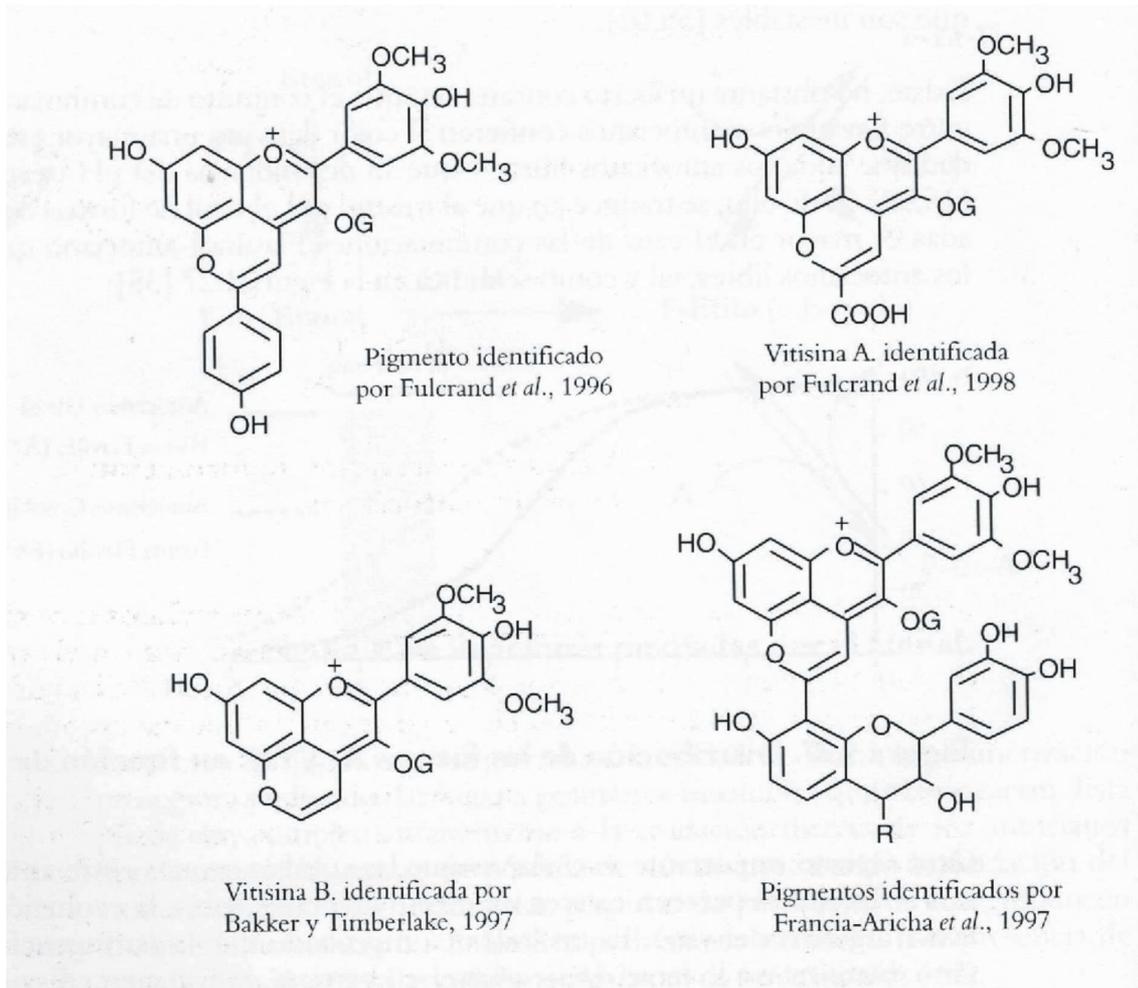


Figura 14 - Estrutura de piranoantocianos.

Fonte: ZAMORA, 2003.

2.5. Colóides dos vinhos

2.5.1. Polissacarídeos

Os polissacarídeos constituem um dos principais grupos de macromoléculas do vinho. Entre estas macromoléculas, algumas, como as substâncias pécticas e os

polissacarídeos neutros, são originários da uva. Outros são de origem fúngica, o mais conhecido destes polissacarídeos é um glucano de 1000 kDa produzido pela *Botrytis cinerea* quando há contaminação dos bagos da uva.

Existem, um grupo importante de polissacarídeos, esses produzidos ou liberados pelas leveduras do gênero *Saccharmyces* – os glucanos e as manoproteínas. As manoproteínas são liberadas pela *S. cerevisiae* ao longo da fermentação alcoólica e/ou ao longo do processo de autólise. As manoproteínas são citadas como tendo efeitos múltiplos em enologia agindo como agentes de estabilização ao nível das precipitações tartáricas e protéicas, como suporte de aromas, assim como estabilizadores dos compostos fenólicos (ESCOT et al., 2002).

2.5.2. Proteínas

A uva e o vinho contêm numerosas proteínas de peso molecular variável (de 13.00 a 150.000 Da), sendo algumas delas instáveis e responsáveis pela casse proteica dos vinhos brancos. Certas proteínas estão associadas a frações glucídicas, por exemplo as manoproteínas de leveduras. Como as proteínas são precipitadas pelos taninos, os vinhos tintos praticamente não as contêm em estado livre. O aumento dos teores de nitrogênio peptídico, durante a transformação do mosto em vinho, se deve à liberação de peptídeos pelas leveduras durante a autólise. Esses peptídeos de origem leveduriana são considerados termoestáveis e podem cooperar na complexação taninos-antocianinas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

2.6. Origem das manoproteínas enológicas

A principal fonte de manoproteínas de importância enológica são as leveduras. Taxonomicamente, a levedura é definida como fungo unicelular que se reproduz por brotação ou por cissiparidade. Alguns fungos pluricelulares cujo ciclo biológico incluem um estágio unicelular, incluem as leveduras. Grupo complexo e heterogêneo, as leveduras se encontram em três classes de fungos, caracterizados por seu modo de reprodução: os Ascomycetos, os Basidiomycetos e os Fungos

imperfeitos. Porém, as leveduras das uvas e do vinho pertencem somente aos Ascomycetos e aos Fungos imperfeitos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

As leveduras podem viver em uma ampla diversidade de condições e utilizar muitas substâncias como alimento. As leveduras de interesse para elaboração do vinho, pertencem a um pequeno grupo dentro do gênero *Saccharomyces*. Somente algumas espécies são empregadas em enologia, sendo as duas variedades mais frequentes a *S. cerevisiae cerevisiae* e a *S. cerevisiae bayanus* (OUGH, 1996).

2.6.1. Parede celular das leveduras

Representando entre 15 e 25% da massa seca da célula, a parede celular da levedura, é de natureza essencialmente polissacarídica e proteica. Além de sua capacidade protetora, a parede, por sua organização macromolecular, confere à célula sua própria forma. Ela também é composta de moléculas que determinam certas interações celulares como união sexual, a floculação e o fator killer (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

A parede celular da levedura é formada por dois constituintes principais: os β -glucanos e as manoproteínas. É minoritária a presença de quitina. Os β -glucanos, representam aproximadamente até 60% da massa seca da parede de *S. cerevisiae*. As monoproteínas, constituem de 25 a 50% da parede de *S. cerevisiae* e podem ser extraídas por métodos enzimáticos ou químicos. Os métodos químicos utilizam o sistema de autoclavagem em presença de álcalis ou em tampão citrato em pH 7. Os métodos enzimáticos liberam as manoproteínas por digestão dos glucanos com β -glucanases. Esses extratos contendo manoproteínas são menos desnaturados que os métodos químicos. A preparação enzimática mais utilizada para extrair manoproteínas parietais de *S. cerevisiae* é com o uso da zimoliase obtida da bactéria *Arthobacter luteus*. A eficácia deste complexo enzimático está ligada essencialmente à atividade β -1-3 glucanásica. Outra preparação industrial de β -glucanase (glucanex), produzida pelo fungo *Trichoderma harzianum* possui atividades endo e exo β -1,3 e endo β -1,6-glucanase, permitindo também extrair facilmente manoproteínas das paredes celulares de *S. cerevisiae*. As manoproteínas de *S. cerevisiae* têm pesos moleculares compreendidos entre 20.000 e mais de 450.000 Da. Possuem graus de glicosilação variáveis, mas algumas delas, com

aproximadamente 90% de manose e 10% de peptídeos, são hipermanosiladas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

A quitina, que é um polímero linear de resíduos N-acetil-glucosamina ligados em β -1,4, está geralmente pouco representada na parede celular de leveduras. Em *S. cerevisiae*, representam de 1 a 2% da parede celular e se encontra maioritariamente, mas não exclusivamente, localizada na zona da cicatriz do broto.

Muitas enzimas estão associadas à parede celular ou alojadas no espaço periplasmático. Uma das melhores caracterizadas em *S. cerevisiae* é a invertase, que catalisa a hidrólise da sacarose em glicose e frutose. Outras enzimas periplásmicas foram encontradas: β -glucosidase, β -galactosidase, meibiase, trialase, aminopeptidase, esterase. A parede das leveduras contém também endo e exo β -glucanases do tipo 1,3 e 1,6. Essas enzimas estão envolvidas nas modificações da parede durante o transcurso do crescimento e da brotação das células. A atividade, por outra parte, é máxima durante a fase de crescimento exponencial das populações e depois diminui, as células na fase estacionária de crescimento e as leveduras mortas contidas nas borras possuem ainda em sua parede atividades β -glucanase, vários meses depois de terminada a fermentação. Estas enzimas endógenas intervêm no processo de autodissolução da parede das leveduras durante a conservação dos vinhos sobre borras (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

Os derivados de leveduras atualmente no comércio são na maior parte obtidos a partir de *Saccharomyces cerevisiae* cultivadas especialmente para tal fim, submetidas a tratamento de lise e sucessivamente secados em cilindro ou mediante "spray-drying". Isto determina vantagens em função da maior uniformidade da biomassa, da maior facilidade de controle durante sua produção, e da menor presença de substâncias estranhas (COMUZZO, 2007).

Os derivados de leveduras alimentares são produzidos essencialmente por autólise, seguido por tratamento térmico e/ou enzimático do mesmo; tecnologias como hidrólise e plasmólise, a primeira baseada no tratamento com ácido clorídrico concentrado, a segunda gera um choque osmótico na célula mediante o uso maciço de cloreto de sódio, não são mais empregadas para a produção de derivados de leveduras de uso alimentar. No decorrer da autólise, a degradação celular é determinada pela ativação das enzimas da própria célula (em condições ideais de temperatura e pH), ou também pela adição de enzimas exógenas (β -glucanase, protease); o que se deseja reproduzir é um processo semelhante ao da autólise

natural, mas realizado de modo mais rápido, e em condições controladas (COMUZZO, 2007).

Uma vez completado o processo de lise, a fase sucessiva é a obtenção dos pós comerciais, que se realiza mediante diversos sistemas de desidratação; segundo a modalidade operativa é que obtém-se a diferença entre “autolisado” e “extrato de leveduras”: no primeiro caso se mantém a seco o interior do meio de cultura, junto com os resíduos das paredes celular da levedura de partida, já no segundo, uma separação preliminar consiste em eliminar o particulado, levando à desidratação somente a fase líquida. A diferença fundamental entre os extratos e autolisados, é muito simples: o primeiro na prática é totalmente solúvel, já o segundo contém uma fração insolúvel constituída dos resíduos celulares da levedura de origem.

Os derivados de leveduras são utilizados principalmente como fonte de substâncias coloidais, em particular polissacarídeos e manoproteínas, liberadas a partir da degradação da célula, durante a autólise. Todavia, no decorrer da lise, observa-se também a liberação de outros componentes macromoleculares, que permanecem depois no produto acabado: se trata particularmente de proteínas não glicosiladas, mas também de substâncias de peso molecular mais baixo, dentre os quais peptídeos e aminoácidos livres; no caso particular dos autolisados, liberam-se uma fração lipídica (essencialmente ligada ao resíduo insolúvel) que não é desejável (COMUZZO, 2007).

Para melhor esclarecer tais aspectos, na TABELA 2, são evidenciados alguns dados relativos a composição de alguns derivados de leveduras comerciais, e de autolisados produzidos em laboratório a partir de uma única cepa de levedura selecionada; observa-se como a lise celular não determina somente um incremento dos colóides solúveis, mas aporta um aumento da fração proteica não glicosilada (proteínas solúveis) (COMUZZO, 2007).

TABELA 2 - Caracterização de derivados de levedura comerciais (Extrato, autolisado 1-2), e de autolisados produzidos no laboratório (3-8) a partir de uma única cepa de levedura.

Amostra	Lise *	Proteínas solúveis** (mg.g ⁻¹ SS ***)	Colóides solúveis** (mg.g ⁻¹ SS)	Nitrogênio total (mg.g ⁻¹ SS)	Lipídeos totais (mg.g ⁻¹ SS)
Extrato	E	78 ± 3	462 ± 40	695 ± 21	85 ± 20
Autolisado 1	E	33 ± 2	282 ± 15	577 ± 2	121 ± 20
Autolisado 2	T/E	67 ± 2	386 ± 35	615 ± 6	150 ± 20
Levedura	-	38 ± 13	n.d. ****	354 ± 7	66 ± 1
Autolisado 3	T	86 ± 10	257 ± 84	374 ± 10	89 ± 5
Autolisado 4	E	172 ± 3	406 ± 88	421 ± 2	176 ± 4
Autolisado 5	E	139 ± 9	472 ± 19	460 ± 3	137 ± 8
Autolisado 6	M	75 ± 3	120 ± 29	426 ± 5	66 ± 1
Autolisado 7	T	87 ± 3	213 ± 41	400 ± 3	73 ± 2
Autolisado 8	E	131 ± 6	185 ± 27	435 ± 2	155 ± 11

*T: térmica; E: enzimática; M: mecânica

** em solução hidroalcoólica – pH 3,2, etanol 10% v/v

***SS: Substância seca

**** n.d.: não detectada

Fonte: COMUZZO, 2007.

Além dos componentes macromoleculares, os derivados de levedura caracterizam-se por ter uma fração volátil notadamente complexa; a presença ao fim do processo de autólise de açúcares simples e de aminoácidos livres, originados da mesma degradação celular, é a origem da formação dos compostos aromáticos característicos, que justificam o emprego no campo alimentar desses produtos como aromatizantes. A origem destes aromas é essencialmente ligada a fase final de desidratação dos pós, enquanto o complexo sistema de reações que determina a formação (reações de Maillard), ocorre em temperaturas elevadas que caracterizam essa fase. Obviamente a composição da massa lisada, e também a modalidade de autolisado, tem papel determinante, entretanto é nesta fase que se originam os precursores (aminoácidos e açúcares) dos aromas envolvidos; enfim o metabolismo da levedura em multiplicação, se não for oportunamente controlado, pode determinar a geração de compostos aromáticos não desejados, por exemplo, ácidos graxos de cadeia curta e fenóis voláteis (COMUZZO, 2007).

2.6.2. Autólise das Leveduras

A autólise das leveduras é um processo que sucede a morte das leveduras e consiste na ruptura e degradação das estruturas por suas próprias enzimas. Charpentier; Freyssinet apud Morata (2005), sugerem quatro etapas durante esse processo:

1. Inicialmente, as atividades das enzimas endo e exo- β -(1-3)-glucanases liberam uma mescla de polissacarídeos e cadeias curtas de oligossacarídeos. Uma fração desses polissacarídeos corresponde às manoproteínas unidas covalentemente aos glucanos da parede intacta.

2. Posteriormente, com a hidrólise parcial do glucano há desestabilização da estrutura da parede, que facilita liberação de manoproteínas de elevado peso molecular com baixo conteúdo de glicose e que provêm majoritariamente da zona periplasmática.

3. Em uma etapa mais tardia continua a degradação dos glucanos da parede pelas β -(1-3)-glucanases nos restos da parede e no meio extracelular.

4. Finalmente, as exo- β -(1,3)-glucanases, solubilizadas no meio, degradam o glucano unido às manoproteínas e essas últimas, por sua vez, podem ser hidrolizadas por alfa-manosidades e por outras proteases que liberam peptidomananos de menor tamanho.

Como consequência da autólise que resulta na ruptura e fragmentação do material celular, são liberadas ao vinho moléculas de distintas naturezas que afetam equilíbrio coloidal, estrutura, estabilidade de cor e perfil aromático, com importantes repercussões organolépticas. As moléculas majoritariamente liberadas podem classificar-se segundo o esquema apresentado na Figura 15, como procedentes do interior celular ou das paredes (Figura 15) (MORATA, 2005).

Do conteúdo celular, os nucleotídeos e nucleosídeos comportam-se como agentes de aroma, os aminoácidos e peptídeos atuam como precursores de aromas e alguns podem apresentar sabores doces ou amargos e podem desempenhar função como ativadores da fermentação malolática. Na parede celular, os glucanos e as manoproteínas atuam como ativadores do crescimento de bactérias lácticas, apresentando interações com aromas, e com a modificação da estrutura em boca e atuam como colóides protetores estabilizando a matéria corante, evitando precipitações tartáricas e casses proteicas (MORATA, 2005).

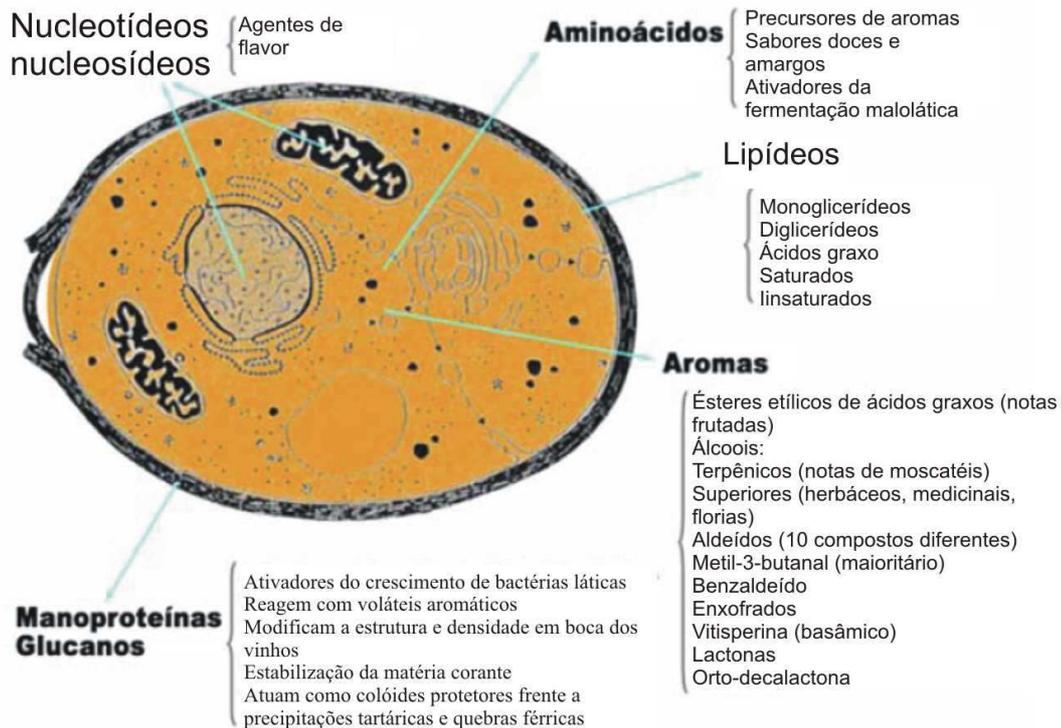


Figura 15 - Compostos liberados ao vinho durante a autólise das leveduras.

Fonte: MORATA , 2005.

A repercussão no perfil aromático do vinho pela contribuição de moléculas procedentes da autólise é demonstrada principalmente em vinhos brancos e espumantes. No estudo de autólise em vinhos modelo (meio hidroalcoólico com 12% de etanol v/v tamponado a pH 3,5), com cepas de *Saccharomyces cerevisiae* à temperaturas de 15-20°C ou 35-40°C, foram identificados entre 80-100 compostos voláteis que se podem classificar nos seguintes grupos:

a) Ésteres: identificados até 39 compostos, sendo a maioria ésteres etílicos de ácidos graxos e que aportam ao perfil aromático do vinho notas frutadas.

b) Álcoois: identificadas 15 moléculas, que podem ser classificadas em dois grupos majoritários, álcoois terpênicos, com aromas típicos de variedades moscatel, e álcoois superiores, com aromas herbáceos, medicinais ou florais (2-fenil-etanos).

c) Aldeídos: identificados até 10 compostos diferentes, dos quais o majoritário é o metil-3-butanal, que representa até 40% do total, e aparece em quantidades superiores ao seu umbral de percepção. Outros compostos interessantes por seu perfil aromático como o benzaldeído também são formados.

d) Compostos enxofrados: aumentam durante a maturação sobre borras, com destaque para a vitisperina, derivado norisoprenóide com aromas que lembram eucalipto.

e) Lactonas: identificados 8 compostos com aromas similares aos que apresenta a noz de coco (alfa-decalactona). Outra lactona de grande interesse é o “sotolón” (aroma semelhante ao de noz verde) com umbrais de percepção inferiores a $0,1 \mu\text{g.L}^{-1}$. O “sotolón” aparece nos vinhos que passaram por longos envelhecimentos e maturação sobre borras como acontece nos Champagnes de longo envelhecimento (MORATA, 2005).

O β -1,6 glucano serve provavelmente como molécula de ligação e transporte entre a membrana e a parede celular. A rigidez e a forma da parede se devem à rede de 1,3 β -glucano. A estrutura intermolecular de manoproteínas da capa externa (uniões hidrófobas, pontes de dissulfeto) determinam igualmente a porosidade da parede as micromoléculas (de peso inferior a 4.500) e sua impermeabilidade as macromoléculas. (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003)

2.7. Maturação sobre borras

Tradicionalmente, no início do século XX, os vinhos brancos secos de guarda eram fermentados e mantidos em recipientes de volumes pequenos. Na França, a prática manteve-se para certas apelações reputadas da Borgonha, na qual a maturação em barrica se deve à interação com as borras finas. As borras finas são o conjunto de sedimentos que permanecem em suspensão após 24 horas da realização de uma trasfega após o final da fermentação alcoólica.

Os constituintes macromoleculares da parede celular da levedura, particularmente as manoproteínas, são parcialmente liberados durante a fermentação alcoólica e especialmente durante a maturação sobre borras. No laboratório, em meio modelo, esta liberação é favorecida pela duração do contato, pela temperatura e pela agitação da biomassa de levedura. Estas condições estão reunidas em um método tradicional de maturação de vinhos sobre borras em barrica. Com relação a um vinho fermentado e criado sobre borras finas, um vinho fermentado e criado sobre borras totais em barrica, com homogeneização ou

revolvimento semanal, se enriquece muito mais em colóides glucídicos de leveduras. A diferença pode alcançar aos 150 a 200 mg.L⁻¹(RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

Os vinhos contém teores de 30 a 100 gramas de leveduras por litro. Que é uma fonte muito importante de polissacarídeos, manoproteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos e ésteres. Para a liberação desses compostos ser eficiente são necessários essencialmente tempo e remontagens regulares (DELTIEL, 2004).

O uso de borras é prática enológica permitida utilizada, entre outros fins, para corrigir a cor de um vinho branco prematuramente oxidado. Mas a ação das borras para adsorver certos tióis voláteis do vinho também foi validada por DUBOURDIEU, (2007). Leveduras, recuperadas no final da fermentação, adicionadas a uma solução modelo contendo metanetiol e etanetiol, foram capazes de adsorver tióis voláteis. Estes últimos foram fixados pelas manoproteínas das paredes da levedura (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

As primeiras observações feitas sobre as interações entre paredes celulares de leveduras e compostos fenólicos remontam aos trabalhos de Augustin apud Escot (2002), que mostram que a adição de paredes de leveduras, permite aumentar a intensidade e a tonalidade de cor do vinho. A contribuição das antocianinas livres na cor vermelha diminui, enquanto aumenta a dos complexos taninos-antocianinas descoloráveis pelo anidrido sulfuroso. Esses resultados foram confirmados por Llaubère apud Escot (2002), que demonstrou que a adição de leveduras secas ativas ou de manoproteínas extraídas destas mesmas leveduras provoca uma diminuição do índice de gelatina correspondente a uma espécie de colagem, conjuntamente com uma redução da reatividade dos taninos. Saucier apud Escot (2002) demonstraram que certos polissacarídeos podem controlar ou prevenir a instabilidade coloidal por “revestirem” os taninos. Esse fenômeno é associado à noção de “bons” taninos e à sensação organoléptica de corpo e redondez. As borras têm potencial antioxidante, protegendo o vinho da oxidação tanto no que concerne à cor como aos aromas. A tabela a seguir contém dados sobre a influência exercida pela presença das borras no potencial antioxidante do vinho (ESCOT et al., 2002).

Tabela 3 - Influência das borras sobre a velocidade de consumo de oxigênio.

	Consumo de oxigênio ($\mu\text{g.L}^{-1}.\text{h}$)
Vinho com borras finas	1190
Vinho filtrado	0,53

Fonte: ZAMORA, 2003.

Outro efeito positivo das borras sobre a qualidade é o fato de que o processo de autólise libera manoproteínas e polissacarídeos. Na Figura 16 estão demonstrados dois exemplos de cinética da liberação de polissacarídeos e manoproteínas ao longo da maturação em contato com borras.

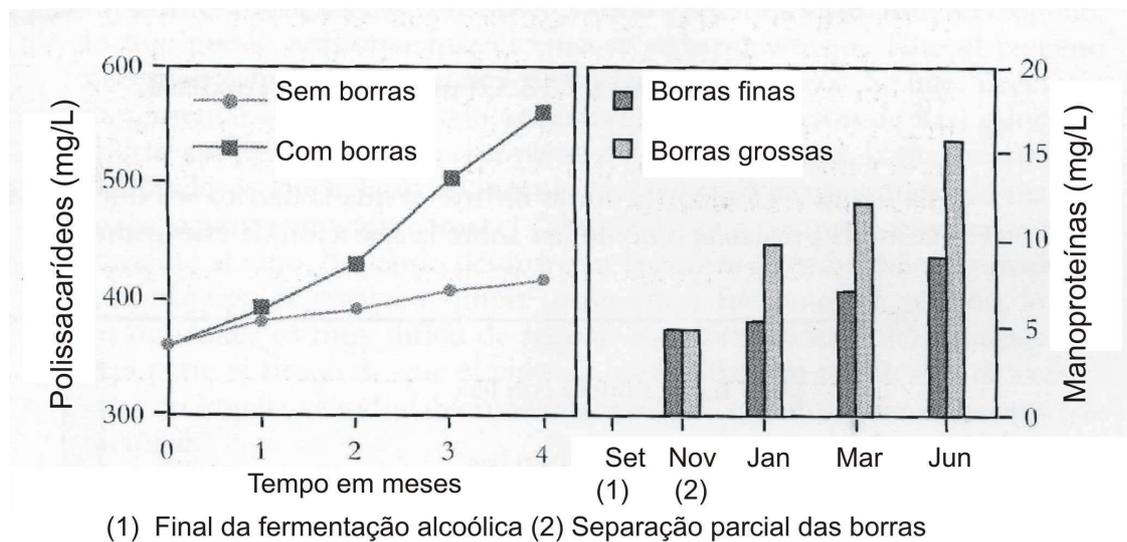


Figura 16 - Influência das borras finas sobre a concentração de polissacarídeos e manoproteínas.

Fonte: ZAMORA, 2003.

As manoproteínas e os polissacarídeos provenientes das borras podem exercer efeitos benéficos sobre a qualidade do vinho. Uma dessas ações é atuar como colóides protetores atuando frente a possíveis precipitações, o que é útil para evitar tratamentos enérgicos que, sem dúvida, empobreceriam o vinho. Outros efeitos positivos podem estar associados ao fato de que estes colóides incrementam a sensação de untuosidade ou de “gordura”, e que podem interagir com os compostos fenólicos, melhorando a estabilidade da cor e diminuindo a adstringência. Para favorecer essa autólise usa-se a técnica de “bâttonage”, que nada mais é do

que agitar os sedimentos contínuos nos vinhos através de uma remontagem em ciclo fechado.

Recentemente foi comprovado que a presença de borras durante o envelhecimento em barricas de carvalho favorece a formação de Furfufiltiol, uma molécula muito agradável ao paladar pois lembra notas de café tostado. Parece que o furfural procedente da madeira reagiria com o H_2S procedente das borras, formando esta interessante molécula. Outro aspecto interessante que se atribui à maturação do vinho tinto em contato com borras, é o fato que a presença dessa, diminui o impacto do sabor e dos aromas da madeira, impedindo que esse predomine sobre os aromas varietais (ZAMORA, 2003).

Mas, esta prática também possui alguns inconvenientes. Em primeiro lugar, as borras consomem muito oxigênio, o que pode resultar em vinho muito reduzido e/ou que falte oxigênio para que os compostos fenólicos evoluam de forma adequada. Com isso se faz necessário incrementar a prática de remontagem em ciclo aberto (sem eliminação das borras), e inclusive realizar aporte de oxigênio complementares. Outro aspecto é que a conservação do vinho em contato com as borras implica em um maior risco de contaminações microbiológicas, principalmente em barricas de carvalho. Concretamente os riscos de aparecer *Brettanomyces* são maiores. Para evitar esse problema é importante controlar sempre os níveis de anidrido sulfuroso livre, mantendo estritamente a valores da ordem de 25 mg.L^{-1} (ZAMORA, 2003).

Quando ocorre a morte da célula, a estrutura celular organizada começa a desorganizar-se, liberando parte dos componentes da célula para o vinho. Do conjunto dessas substâncias que as leveduras mortas aportam ao vinho durante os processos autolíticos, as manoproteínas parecem ser as de maior interesse enológico.

As manoproteínas atuam segundo Zamora, (2003):

- a) melhorando a estabilidade protéica;
- b) melhorando a estabilidade tartárica;
- c) melhorando a estabilidade da matéria corante;
- d) diminuindo a adstringência dos vinhos tintos;
- e) melhorando persistência aromática;
- f) melhorando as características dos espumantes;
- g) aumentando a untuosidade do vinho.

2.8. Variedade Cabernet Sauvignon

A variedade Cabernet Sauvignon (ver Figura 17) é originária de Bordeaux, França (híbrido natural 'Cabernet Franc' x 'Sauvignon Blanc'), de película tinta e sabor herbáceo. Brota de 05/09 a 15/09 e amadurece de 20/02 a 02/03 na região da Indicação de Procedência do Vale dos Vinhedos. Sua produtividade atinge de 15 a 20 t/ha (média do RS = 11,8), com teor de açúcares de 16° a 18° Brix e acidez total de 80 a 100 meq.L⁻¹. Evidente que esses valores são altamente variáveis em função do manejo do vinhedo, seja pelo sistema de condução (latada, latada aberta, espaldeira, lira), ou pela prática vitícola (redução da produtividade por planta, aumento da densidade de plantas por hectare e etc). No Brasil, produz o vinho tinto fino, com boas condições para envelhecimento. Teve uma grande expansão a partir de 1970 começando a decair recentemente devido à morte precoce de plantas (GIOVANNINI, 2005).

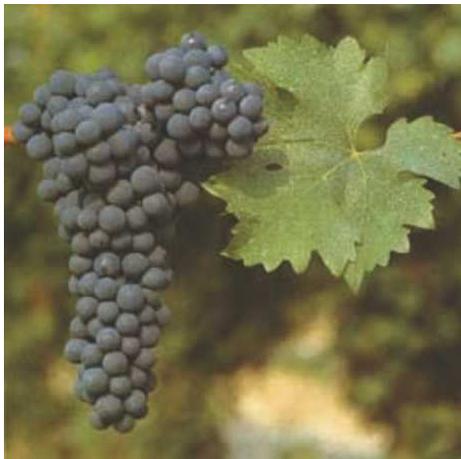


Figura 17 - Foto de um cacho e da folha da variedade Cabernet Sauvignon.

Fonte: Imagem 2008.

No ano de 2007 foram processados no Rio Grande do Sul 14.489.153 de quilos de uva da variedade Cabernet Sauvignon, sendo esta a variedade tinta vinífera mais produzida no estado. Neste mesmo ano a quantidade de uva processada representou 20,1% do total de uvas *Vitis vinifera* no RS e 33,1% do total das uvas tintas (EMBRAPA UVA E VINHO, 2009).

O vinho dessa variedade possui estrutura tânica e coloração intensa quando a uva é madura. Geralmente, trata-se de um vinho com potencial de envelhecimento em barricas de carvalho. Se for elaborado com uva não suficientemente madura, apresenta certa “dureza” e às vezes é “agressivo”. Entretanto, quando a uva é madura, resulta em um vinho de cor intensa, potente e complexo. É um dos vinhos mais nobres da vitivinicultura seja ele varietal ou na participação em assemblage. Como descritores aromáticos destacam-se: vegetal (pimentão-verde, especialmente quando a uva não é muito madura); floral (violeta); frutado (amora, cassis, ameixa, coco, baunilha, cacau) (MIELE; MIOLO, 2004).

2.9. Estudo de caso

Em função das condições edafoclimáticas da Serra Gaúcha, onde ocorrem precipitações pluviométricas anuais, em torno de 1500 mm, e a demanda da videira gira em torno de 600 mm, ocorre um excesso de umidade durante o ciclo. Essa umidade provoca o desenvolvimento de fungos que atacam a videira e não permitem uma maturação adequada. Atualmente mudanças nas concepções de manejo vitícola, como emprego de sistemas de condução em espaldeira simples, manejo adequado do dossel vegetativo e menores produções por unidade de área e por planta, permitem obter uvas com maior potencial enológico.

As uvas ao adentrarem nas vinícolas ainda possuem taninos poucos complexados e teores elevados de pirazinas, compostos característicos de uma maturação inadequada. Com isso o enólogo lança mão de técnicas enológicas para diminuir as características sensoriais indesejadas oriundas desses compostos. Podem ser destacadas as práticas de maceração com temperatura modular, criomeração, remontagens em sistemas diferenciados, recaladuras, uso de enzimas, de taninos enológicos, uso de aportes de oxigênio e o enriquecimento do vinho com manoproteínas.

A prática do uso das manoproteínas em vinhos tintos, busca aumentar os teores desses compostos que atuam melhorando a evolução da maturação dos vinhos, contribuindo para uma melhor estabilização da coloração e melhoria nas características gustativas, pela complexação taninos, manoproteínas e antocianinas, tornando mais agradáveis ao paladar e também aumentando a estrutura e redondez

do vinho. Agem também sobre os compostos aromáticos mudando as características sensoriais dos vinhos elaborados de diferentes formas.

O objetivo do estudo foi avaliar a real influência de diferentes métodos de enriquecimento com manoproteínas e sua influência sobre as características sensoriais e físico-químicas, de um vinho Cabernet Sauvignon, produzido na região do Vale dos Vinhedos, em Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul. Partiu-se da hipótese de que a maturação do vinho em presença de borras finas, com remontagens em ciclo fechado, ou pela adição de fontes exógenas de manoproteínas ou lipopolissacarídeos poderia contribuir para reduzir o problema de excesso de adstringência do vinho tinto Cabernet Sauvignon.

3. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado na propriedade da Família Gabbardo em sua vinícola, localizada na região do Vale dos Vinhedos, em Bento Gonçalves.

3.1 MATÉRIA-PRIMA E VINIFICAÇÃO

Utilizou-se uva Cabernet Sauvignon, tendo em vista ser uma das cultivares de maior importância no mercado nacional e internacional. No entanto, na região da Serra Gaúcha, base geográfica desse experimento, essa cultivar apresenta dificuldades de maturação fenólica adequada, resultando em taninos pouco complexados, com conseqüente aumento da adstringência no vinho.

O processo de vinificação foi conduzido de modo a beneficiar uma intensa extração de compostos fenólicos, mediante emprego de técnicas como delestage, temperatura modular de fermentação (que consiste no aumento da temperatura de fermentação a 26°C e seguido de resfriamento a 20°C pelo restante da fermentação), recalque, remontagens, aumento da relação sólido/líquido mediante redução de 20% (V/V) do mosto e uso de enzimas.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento constituiu num delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos (T1- testemunha, T2 – borra natural, T3 – Super Bouquet[®], T4 - MANO-PRO[®], T5 – Polisac[®] Grand Gru, T6 - Biolees[®]) com três repetições, avaliando-se índice de gelatina, índice de pigmentos polimerizados, índice de HCl, índice de polifenóis totais, taninos, intensidade de cor, tonalidade de cor, análise sensorial e estatística. Também avaliaram-se as variáveis físico-químicas básicas de vinhos, que, a priori, não são afetadas pelas variáveis independentes, mas que são fundamentais para assegurar que o modelo de estudo esteja correto.

Tabela 4 - Delineamento Experimental para avaliar as características físico-químicas, cromáticas e sensoriais em vinhos tintos Cabernet Sauvignon, envelhecidos na presença de borras finas e manoproteínas.

Tratamentos	Variável independente (Tipo de borra fina ou manoproteína)	Variáveis dependentes
1	Eliminada através de trasfegas	Análise Sensorial
2	Natural, com borras finas	Teste de precipitação com gelatina
3	Super Bouquet [®] - autolisado de leveduras rico em polissacarídeos e manoproteínas, tratadas termicamente	Percentagem de pigmentos polimerizados
4	MANO-PRO [®] - manoproteína de levedura com propriedades de realçador de aromas natural	Percentagem de HCl
5	Polisac [®] Grand Cru - preparado à base de paredes celulares de leveduras	Concentração de polifenóis totais
6	Biolees [®] - preparação específica de paredes celulares com elevado teor de uma fração lipídica que é liberada durante a maturação <i>Sur Lies</i>	Concentração de taninos Análises físico-químicas básicas Intensidade de cor Tonalidade de cor Concentração de antocianinas Estatística

6 tratamentos X 3 repetições = 18 amostras X 11 avaliações = 198 avaliações X 3 repetições = 594 determinações.

A uva foi colhida de vinhedo conduzido no sistema de latada aberta com poda mista, a produtividade média foi de 18 toneladas por hectare. Na colheita a uva apresentou valores médios de 19º Babo, o que correspondeu a 209,5 gramas de açúcar por litro, aproximadamente. Após a colheita, a uva foi encaminhada à Vinícola Rural da Família Gabbardo, onde foi imediatamente processada, passando por pesagem, desengaço, esmagamento, adição de anidrido sulfuroso (100 mg.L^{-1}), de enzimas pectolíticas (Rohapec[®]) (2 g.HL^{-1}) e postas para fermentar em fermentador aberto constituído em fibra alimentar de 1000 litros, em sala com temperatura controlada entre 20 e 26°C. O controle da temperatura de fermentação foi realizado mediante o uso de uma serpentina, através da qual circulava uma solução resfriada. Foram adicionadas leveduras selecionadas (20 g.HL^{-1}) *Saccharomyces Cerevisaea* da marca Zimaflora RX 60, nutrientes de fermentação e taninos elágicos de carvalho. Diariamente foram realizadas 3 remontagens, sem retirarem-se as sementes. Durante os quatro primeiros dias foi realizada uma delestage pela manhã. No sétimo dia de fermentação foi realizada a descuba e prensagem do bagaço. Realizada a descuba, a fermentação foi completada em tanques de polipropileno de 25 litros, com válvulas de Muller.

Neste momento foi realizada a aplicação dos tratamentos da seguinte forma:

T1. Testemunha. Tratamento controle, com a remoção das borras finas, mediante 2 trasfegas realizadas durante o mês de início dos tratamentos. Posteriormente foram feitas todas remontagens como os demais tratamentos, para evitar a influência deste processo;

T2. Tratamento com manutenção de borras finas nos vinho, sendo realizada somente uma trasfega após 12 horas do descube, para eliminação das borras grosseiras. As borras finas foram mantidas em suspensão mediante remontagens em ciclo fechado, realizadas semanalmente;

T3. Remoção das borras finas durante as duas primeiras semanas do processo, mediante trasfegas semanais, como nos tratamentos T1, T4, T5 e T6. Posteriormente foi adicionado o produto de autólise de leveduras rico em polissacarídeos e manoproteínas, oriundo de *Saccharomyces cerevisiae* com elevada capacidade de liberar polissacarídeos, inativados pelo calor, denominado Super Bouquet[®], na dose de 30 g.HL^{-1} , mantidas em suspensão;

T4. Remoção das borras finas durante o início do processo, como descrito anteriormente. Posteriormente foi adicionado produto contendo uma manoproteína

de leveduras, produzido da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* denominado MANO-PRO[®], na dose de 10g.HL⁻¹, mantidas em suspensão;

T5. Remoção das borras finas naturais como descrito no tratamento T3 e em seguida adição de um preparado a base de paredes celulares de leveduras, obtido mediante o tratamento térmico da parede celular de uma levedura produtora de manoproteínas, da marca Polisac[®] Grand Cru, que enriquece o vinho com polissacarídeos parietais e manoproteínas, na dose de 30g.HL⁻¹, mantidas em suspensão;

T6. Remoção das borras finas naturais como descrito no tratamento T3 e em seguida adição de uma preparação específica de paredes celulares Biolees[®] com elevado teor de uma fração lipídica que é liberada durante a maturação *Sur Lies*, na dose de 30g.HL⁻¹, mantidas em suspensão.

Os tanques foram mantidos atestados semanalmente. Completada a fermentação alcoólica e malolática, os vinhos foram submetidos à estabilização tartárica e engarrafados. O engarrafamento ocorreu sete meses após o início da vinificação.

3.2.2. AVALIAÇÕES

Foram realizadas um mês após o engarrafamento das amostras, com o objetivo de obter-se um equilíbrio adequado para suas características sensoriais.

3.2.2.1. Análises físico-químicas: através do uso do equipamento wine-scan, junto ao laboratório ENOLAB, em Flores da Cunha. As análises dos vinhos foram realizadas, em grande parte, utilizando o equipamento de determinação rápida FOSS, Modelo Wine Scan FT 120. O princípio da tecnologia empregada pelo WineScan consiste na espectroscopia vibracional de infra-vermelho (FT-IR, Fourier transform infrared), com a qual se obtém um amplo espectro de absorção, representado por 1060 comprimentos de ondas. Por meio de calibrações realizadas pelo fabricante, a partir de centenas de amostras e através de técnicas de análise multivariada de PLS (Partial Least Square), resulta a análise simultânea de diferentes parâmetros do vinho, os quais também podem ser validados ou ajustados pelo usuário.

3.2.2.2. Índice de HCl: segundo método descrito por Zamora, (2003).

3.2.2.3. Índice de etanol: segundo método descrito por Zamora, (2003).

3.2.2.4. Teor de polifenóis totais: pelo método espectrofotométrico em UV (280nm) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

3.2.2.5. Teor de taninos: pelo método espectrofotométrico, expresso em mL.L⁻¹ em monoglicosídeos de malvidina (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

3.2.2.6. Tonalidade e intensidade de cor: pelo método usual da OIV de determinação das características cromáticas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

3.2.2.7. Teor de antocianinas: pelo método espectrofotométrico, expresso em mL.L⁻¹ em catequinas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

3.2.2.8. Índice de gelatina: segundo método descrito por Zamora, (2003).

3.2.2.9. Análise Sensorial: a análise sensorial foi realizada seguindo as orientações e método da OIV, cuja ficha de avaliação está em anexo 1. As avaliações foram realizadas por 12 enólogos com experiência de no mínimo de 5 anos em avaliação sensorial. Foram utilizadas taças escuras nas avaliações para descarecterizar os atributos visuais, com objetivo de não influenciar os demais atributos. A temperatura da sala foi mantida em 20°C, durante as avaliações e as amostras foram servidas a 16°C. De forma monocádica, amostra por amostra.

3.2.2.10. Estatística: Os dados foram submetidos à análise de variância e, na constatação de diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5%. Usando o programa Microsoft® Office Excel®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características físico-químicas gerais dos vinhos

Os valores das análises físico-químicas aparecem na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores médios dos principais constituintes físico-químicos dos vinhos tintos Cabernet Sauvignon, tratados e não tratados com borras finas ou manoproteínas. (safra 2008)

Amostras	T1*	T2*	T3*	T4*	T5*	T6*
Álcool (% vol/vol)	11,60	11,60	11,62	11,57	11,57	11,55
Açúcares Red. (g.L ⁻¹)	1,85	1,47	1,77	1,74	1,79	1,65
Acidez Total (g.L ⁻¹)	5,17	5,25	5,24	5,23	5,20	5,21
Acidez Volátil (g.L ⁻¹)	0,38	0,41	0,39	0,40	0,38	0,38
Ácido Lático (g.L ⁻¹)	2,66	2,79	2,66	2,72	2,67	2,66
Ácido Málico (g.L ⁻¹)	0,06	0,07	0,02	0,00	0,03	0,01
Densidade (g.L ⁻¹)	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99	1,00
Extrato Seco Total (g.L ⁻¹)	27,59	27,76	27,75	27,97	27,79	27,74
Glicerol (g.L ⁻¹)	8,98	8,81	8,81	8,79	8,90	8,97
pH	3,77	3,79	3,77	3,78	3,77	3,77
Potássio (g.L ⁻¹)	1,60	1,60	1,60	1,61	1,60	1,60
Metanol (mg.L ⁻¹)	19,00	19,00	19,00	19,00	18,00	18,00
SO ₂ Livre (mg.L ⁻¹)	35,73	33,60	34,80	31,47	32,00	34,13
SO ₂ Total (mg.L ⁻¹)	72,75	73,42	71,32	71,87	73,49	75,89
relação glicerina/álcool	7,74	7,60	7,58	7,59	7,69	7,76

* T1: testemunha; T2: borras finas naturais; T3: Super Bouquet; T4: Mano-pro; T5: Polisac Gran Cru; T6: Biolees.

Não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis dependentes clássicas de avaliação de vinhos, como é o caso da acidez total, álcool, açúcares, acidez total, acidez volátil entre outras. Todos os valores estão dentro dos valores estabelecidos pelos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação vigente e coerente com a matéria-prima e processo enológico empregado.

Pode-se destacar que não há alteração da acidez volátil do vinho, que segundo alguns autores (RYBEREAU-GAYON, 2003; ZAMORA, 2003) é fator importante de ser monitorado durante o processo. O monitoramento sensorial, as

boas práticas de higiene e uso racional do anidrido sulfuroso, foram eficazes para evitar esse problema. Quando identificou-se tendência a aromas com caráter reduzido nos vinhos, foi feita uma pequena incorporação de oxigênio para eliminá-lo. Essa incorporação foi feita durante o processo, através das remontagens realizadas em ciclo fechado.

O teor de álcool dos vinhos situou-se entre 11,55 % (V/V) e 11,60 (V/V), sem ter-se adicionado açúcar ao mosto, indicando que a maturação da uva evoluiu adequadamente em se tratando de um vinhedo conduzido em latada. O baixo teor de açúcares final (entre 1,47 e 1,85 g.L⁻¹) indica que a fermentação ocorreu tecnicamente em sua plenitude e obtendo-se vinhos secos. Considerando-se o rendimento fermentativo obtido e o açúcar residual, além da baixa acidez volátil, conclui-se que a vinificação foi conduzida com boas práticas enológicas.

A densidade observada na faixa de 0,99 e 1,00 é coerente para vinho varietal Cabernet Sauvignon. O fato de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos é normal, tendo em vista ser uma variável fortemente influenciável pelo teor de álcool e de açúcares residuais. Como essas duas variáveis não alteraram significativamente, a densidade também não sofreu diferenças.

O extrato seco total variou de 27,59 a 27,77 g.L⁻¹, que pode ser considerado adequado para o vinho Cabernet Sauvignon e é resultante de sólidos presentes no vinho. Por tratar-se de uvas provenientes de vinhedo em latada, em geral, o extrato seco é menor do que o obtido nesse trabalho, mas, por ter sido um ano com boa maturação devido ao manejo, associada à prática enológica de 3 remontagens diárias e uso de enzimas, pode ter fornecido a extração de mais componentes do extrato seco total.

A acidez total entre 5,17 e 5,25 g.L⁻¹, expresso em ácido tartárico, também está adequada para o vinho Cabernet Sauvignon. No mosto, a acidez total foi de 6,28 g.L⁻¹. A redução dos teores de acidez total é esperada, como consequência da precipitação de tartarato neutro de potássio durante a fermentação e estabilização, bem como pela realização da fermentação malolática. Entretanto, salienta-se que os valores detectados para um vinho de um ano, estão próximos ao limite mínimo desejável, assim como o pH, que está acima a 3,5, também necessita ser monitorado. É sabido que elevados teores de potássio propiciam precipitação de tartaratos de potássio, reduzindo a acidez total, e favorecendo o aumento do pH. Essas modificações alteram a estabilidade de compostos da coloração,

especialmente antocianos, podendo acelerar o processo de envelhecimento precoce do vinho.

O teor de glicerol de aproximadamente 8,9 g.L⁻¹ também é coerente para o tipo de vinho produzido constituindo-se numa resposta ao processo fermentativo (concentração de açúcar, levedura, anidrido sulfuroso, temperatura e oxigênio). O fato de não ter sido afetado pelos tratamentos é normal, pois não supõe-se que seja uma variável afetada por manoproteínas. As concentrações de anidrido sulfuroso livre e total, médias de 32 mg.L⁻¹ e 73 mg.L⁻¹, indicam um bom equilíbrio na elaboração do vinho, o que também colaborou para manter sua baixa acidez volátil.

O teor de metanol na faixa de 185 mg.L⁻¹ é resultado da fermentação alcoólica em presença das cascas, resultando em hidrólise e desesterificação de pectinas, gerando-se a formação de metanol a partir dos radicais metílicos esterificados dos ácidos galacturônicos. De maneira geral, trata-se de uma variável dependente de cultivar e do manejo da fermentação, mas não do processo de maturação dos vinhos em presença de borras finas ou manoproteínas, o que justifica a não existência de diferenças significativas entre os tratamentos.

Desse modo verifica-se que a presença de borras finas, ou adição de manoproteínas exógenas, não afetaram as características físico-químicas básicas do vinho. Embora esse comportamento fosse esperado, sempre há necessidade de monitoramento como forma de acompanhamento da eficiência do processo fermentativo e da qualidade do vinho (FLANZY, 2000; ZAMORA, 2003).

4.2. Efeito da maturação sobre a matriz polifenólica de vinho tinto Cabernet Sauvignon em presença de borras finas ou manoproteínas enológicas.

Os valores das análises da matriz polifenólica aparecem na Tabela 6, bem como os resultados de sua análise estatística.

Tabela 6 – Principais características da matriz polifenólica dos vinhos.

Amostras	T1*	T2	T3	T4	T5	T6
IPT (DO 280)	49,86 a **	49,94 a	48,91 a	48,62 a	47,57 a	48,74 a
Antocianos (mg.L ⁻¹)	318,52 b	482,81 a	448,53 a	457,1 a	448,53 a	465,67 a
Intensidade	6,05 b	6,97 b	7,48 a	7,53 a	7,39 a	7,24 a
Tonalidade	0,96 a	0,81 b	0,80 b	0,81 b	0,81 b	0,81 b
Taninos (g.L ⁻¹)	2,11 a	1,96 a	2,12 a	2,01a	2,07 a	2,13 a
Índice de Gelatina (%)	54,32 a	48,75 ab	43,22 b	45,98 b	40,18 b	42,35 b
Índice de HCl (%)	18,56 a	21,31 a	17,32 a	19,43 a	18,45 a	20,99 a
Índice de etanol (%)	8,05 b	21,87 a	24,56 a	22,38 a	22,24 a	21,67 a

* T1: testemunha; T2: borras finas naturais; T3: Super Bouquet; T4: Mano-pro; T5: Polisac Gran Cru; T6: Biolees.

** letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

O índice de polifenóis totais (IPT) estabelece a concentração global dos compostos fenólicos dos vinhos, variável importante para o acompanhamento do amadurecimento dos vinhos. Os tratamentos não afetaram o teor de polifenóis totais, tendo em vista que o enriquecimento com manoproteínas não deveria afetar o teor total, mas a complexação desses compostos.

Foi o que ocorreu com o teor de antocianos, significativamente superior em vinhos mantidos em presença de borras finas (T2) ou com adição de manoproteínas (T3 a T6). Esse comportamento se deve, particularmente, à contribuição dessas macromoléculas (manoproteínas e polissacarídeos) na complexação de compostos fenólicos com antocianos, por meio das manoproteínas. Esse inter-relacionamento pode ter afetado, além da estabilidade da coloração, outros aspectos sensoriais como a redução da adstringência e melhoria da estrutura do vinho. Isso foi comprovado para a adstringência nos tratamentos T3 a T6 e na melhoria da qualidade em boca do vinho do T6. Isso também se refletiu na intensidade de cor que foi maior nos tratamentos com adição de manoproteínas (T3 a T6).

Tal comportamento pode ser explicado por uma provável menor estabilidade dos antocianos no vinho do tratamento controle. A que se destacar que outros autores (ROURE et al., 2006; VIVAS DE GAULEJAC et al., 2006) trabalhando com o potencial antioxidante dos vinhos observaram uma capacidade maior de manter a sua tonalidade, em vinhos adicionados de fontes de manoproteínas.

O teor de taninos não variou entre os tratamentos, o que é coerente com a não existência de variações nos compostos fenólicos totais.

O índice de gelatina, que dá uma ideia do potencial dos taninos que reagem com as proteínas, normalmente está compreendido entre 25 e 80% (ZAMORA, 2003). Valores acima de 60% indicam que se trata de um vinho muito adstringente com elevados teores de taninos solúveis; valores abaixo de 35% indicam que o vinho carece de corpo ou que houve complexação acelerada de taninos; finalmente, valores entre 40 e 60% são considerados os mais convenientes. Nesse experimento os valores dessa variável ficaram entre 40,18% e 43,22%, observou-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao índice de gelatina, sendo que os tratamentos em que houve adição de manoproteínas, apresentaram menores diferenças em relação à testemunha,. Os maiores valores foram observados no tratamento testemunha e em vinho maturado sobre borras finas, fato este observado por Escot, (2002). Esse resultado indica que, efetivamente, as manoproteínas contribuem para a complexação dos taninos, resultando numa menor reatividade com as proteínas, o que deveria afetar a adstringência. Essa hipótese foi confirmada pelos julgadores ao detectar menor adstringência nos vinhos (T3 a T6).

A maturação do vinho em presença de borras finas não foi suficiente para alterar o índice de gelatina fato já observado por COMUZZO 2007, nem a sensação de adstringência em relação ao tratamento controle. É possível que a disponibilização de manoproteínas oriundas da autólise das leveduras presentes nas borras finas não tenha atingido as mesmas concentrações aplicadas nos tratamentos T3 a T6. Estudos complementares são necessários visando estudar o uso de maior concentração de borras finas e/ou tratando dessas com enzimas de modo a disponibilizar o mais rapidamente possível as manoproteínas e/ou maximizar as movimentações das borras durante seu contato com os vinhos.

O índice de ácido clorídrico nos vinhos tintos oscila entre 5 e 40% (ZAMORA, 2003). Em vinhos com valores acima de 35-40%, há forte probabilidade de que ocorram precipitações, já que indica levadas concentrações de taninos

altamente polimerizados; valores compreendidos entre 10-25% são considerados adequados para um vinho a ser envelhecido. Nesse experimento, e os valores se situaram entre 17,32 e 21,31 e não houve diferenças entre os tratamentos, provavelmente pelo fato de as manoproteínas não atuar na polimerização de taninos, mas apenas nas interações taninos-proteínas, taninos-polissacarídeos.

O índice de etanol estabelece a percentagem de taninos complexados com polisacarrídeos. Os tratamentos que foram enriquecidos de manoproteínas tiveram maiores valores do que o tratamento testemunha indicando que houve complexação de taninos com os polissacarídeos, provável componentes da estrutura de manoproteínas, fato já encontrado por ESCOT, (2002).

4.3. Efeito da maturação de vinhos tintos Cabernet Sauvignon com borras finas e adicionadas de manoproteínas sobre as características sensoriais.

Os valores das análises da matriz polifenólica aparecem na Tabela 7, bem como os resultados de sua análise estatística.

Tabela 7 – Principais características sensoriais de vinhos Cabernet Sauvignon adicionados de borras finas

Atributos	Tratamentos					
	T1*	T2	T3	T4	T5	T6
Intensidade Aromática (0-9)	6,8 a	6,7 a	6,6 a	6,9 a	6,8 a	6,6 a
Frutas Vermelhas (0-9)	5,1 a	5,1 a	5,0 a	5,1 a	5,3 a	5,1 a
Vegetal (0-9)	3,3 a	3,5 a	3,2 a	3,6 a	3,5 a	3,4 a
Qualidade olfativa (0-9)	6,1 b**	6,7 a	7,0 a	7,0 a	7,2 a	7,1 a
Volume de boca (0-9)	6,7 a	7,0 a	6,8 a	6,4 a	6,9 a	6,8 a
Doçura tânica (0-9)	6,1 a	6,2 a	6,1 a	5,7 a	6,4 a	6,3 a
Adstringência (0-9)	4,8 a	4,7 a	3,7 b	3,1 b	3,8 b	3,9 b
Equilíbrio (0-9)	6,6 a	6,5 a	6,8 a	6,3 a	6,4 a	6,8 a
Qualidade em boca (0-9)	6,5 b	7,1 b	7,1 b	6,8 b	7,0 b	7,8 a
Avaliação Global (60-100)	72,0 b	74,8 b	83,6 a	77,0 b	81,3 a	84,2 a

* T1: testemunha; T2: borras finas naturais; T3: Super Bouquet; T4: Mano-pro; T5: Polisac Gran Cru; T6: Biolees.

** letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

De modo geral, as diferenças foram significativas em atributos específicos, onde supunha-se existir relação com as manoproteínas nos vinhos, como é o caso da qualidade olfativa, adstringência, qualidade de boca e avaliação global. Os atributos intensidade aromática, frutas vermelhas e vegetal, na parte olfativa, não sofreram diferenças significativas, bem como na parte gustativa os atributos volume de boca, doçura tânica e equilíbrio.

A grande diferença olfativa positiva foi o atributo da qualidade aromática, sendo que vinhos com grande quantidade de compostos fenólicos dificilmente têm uma boa qualidade aromática. Esta condição é importante na fase em que o vinho se apresentava durante a avaliação, já que este vinho apresentava boa estrutura e pouco tempo de envelhecimento. Tendo observada durante a degustação uma maior doçura aromática, fato este que mereceu uma maior valoração para os tratamentos com enriquecimento em manoproteínas.

A sensação de adstringência foi menor em todos tratamentos com uso de produtos à base de manoproteínas, fato esse também relatado por outros autores (ZAMORA, 2003; RIBEREAU-GAYON et al., 2003). No caso da Serra Gaúcha se torna mais evidente esse efeito, pelas características das uvas Cabernet Sauvignon que normalmente geram vinhos com essa característica. Além disso, nesse experimento realizaram-se práticas que aumentam a extração de compostos fenólicos.

Na avaliação global houve diferenças positivas para os tratamentos T3, T5 e T6, melhorando a qualidade geral dos vinhos, através da avaliação sensorial. Fato este observado por Cayla, (2003).

O menor índice de gelatina e maior índice de etanol já mencionados em vinhos maturados com manoproteínas explicam, ao menos em parte, o melhor comportamento desses vinhos em termos de menor adstringência e melhor qualidade geral. No quesito qualidade de boca, o tratamento T6, gerou melhor resultado.

Esses resultados são importantes se considerarmos as tendências da viticultura e enologia nacional.

Há tendência à produção de vinhos com elevados teores de taninos e antocianos, em função das melhorias da qualidade das uvas e da mudança nos processos de vinificação, nas quais cada vez mais são empregadas técnicas para favorecer a extração de compostos fenólicos. Pode-se destacar como exemplos

dessas práticas, a utilização da concentração parcial do mosto, o aumento da fase sólida em relação à fase líquida durante a fermentação, o emprego de temperatura modular de fermentação, uso diferentes formas de remontagens, macerações pré-fermentativas, uso de diversas enzimas, adição de taninos, entre outras. A importante mudança no manejo dos vinhedos, onde práticas para a concentração dos diferentes compostos da uva, como por exemplo, diminuição do rendimento por área e por planta, poda verde, poda de inverno mais pobre, testes com novos sistemas de conduções, resultando em maiores taxas fotossintética líquida, resultam em uvas mais ricas enologicamente.

Frente a essa realidade, os processos de afinamento e envelhecimento dos vinhos tintos tornam-se cada vez mais importantes para a qualidade final dos produtos. O uso de manoproteínas é uma ferramenta de vital importância na melhoria da qualidade dos vinhos, conferindo-lhes características de doçura aromática, diminuição da adstringência, equilíbrio tânico e mudança na evolução dos taninos nos vinhos.

Em função dos ainda elevados preços dos produtos comerciais, testou-se a hipótese de utilizarem-se as borras finas, à semelhança do que é feito em alguns vinhos brancos e espumantes. Nesse aspecto observou-se que há necessidade de novos estudos com esse método, tendo em vista que os produtos mais concentrados resultaram nas respostas enológicas projetadas na hipótese.

5. CONCLUSÕES

A adição de manoproteínas contribui para a complexação de taninos, resultando em melhor intensidade de cor, menor índice de gelatina, maior índice de etanol, menor adstringência, melhor qualidade olfativa, qualidade de boca e avaliação global. Por enquanto a maturação do vinho sobre borras finas não foi suficiente, nas condições do trabalho, para obter-se as mesmas respostas do que com o uso de produtos comerciais concentrados de manoproteínas, porém sendo melhor que a testemunha. Mais estudos são necessários para atingir a relação entre borras finas e os vinhos e/ou o processo de autólise e dissolução das manoproteínas a partir das borras finas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATI, A.; ARFELLI, G.; CASTELLARI, M.; SIMONI, M. Effetto dell'ossigenazione controllata sulla frazione fenólica dei vini rossi. **Industrie delle Bevande**, Padova, n. XXIX, p. 606-612, dicembre. 2000.

BOSSO, A.; GUAITA, M.; VAUDANO, E.; DI STEFANO, R. Influenza dell'ossigeno sull'evoluzione dei composti fenolici durante la conservazione dei vini Rossi. **Industrie delle Bevande**, Padova, n. XXIX, p. 630-640, dicembre, 2000.

CAPRI, C., DUCOURNAU, P., LEMAIRE, T. Correlación entre el etanal percebido en la degustación y el analizado. Disponível em: <<http://www.infowine.com>> - revista internet di viticultura ed enologia, 2003, n. 2. Itália. Acesso: 10 mai. 2009.

CAYLA, Laure. Maturazione sulle fecce, esperienze sui vini rosati. Disponível em: <<http://www.infowine.com>> - revista internet di viticultura ed enologia, 2003, n. 14. Itália. Acesso: 10 mai. 2009.

COMUZZO, P.; TAT, L.; LIESSI, A.; BATTISTUTTA, F.; ZIRONI, R. Derivati di lievito: caratteristiche compositive e aspetti pratici legati all'impiego enologico. Disponível em: <<http://www.infowine.com>> - revista internet di viticultura ed enologia, 2007, n. 4/3. Itália. Acesso: 10 mai. 2009.

DELTIEL, Dominique. Il solfitaggio e la lavorazione delle fecce: punti chiave per l'afinamento. Disponível em: <<http://www.infowine.com>> - revista internet di viticultura ed enologia, 2004, n. 10. Itália. Acesso: 10 mai. 2009.

DUBOURDIEU, Denis. MOINE-LEDOUX, Virginie. Propriedades e características das manoproteínas extraídas das paredes celulares. Disponível em: <<http://www.infowine.com>> - revista internet di viticultura ed enologia, 2007, n. 9. Itália. Acesso: 10 mai. 2009.

EMBRAPA UVA E VINHO. Dados da vitivinicultura. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/vitivinicultura/processadas/2005_2009_v.html> Brasil. Acesso em: 10 jan. 2009.

ECTOR, B.J. et al. Resveratrol concentration im Muscadine Berries, juice, pomace, purees, seeds, and wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, 47(1): 57-62.

EDAGI, Fernando Kazuhiro. KLUGE, Ricardo Alfredo. Remoção da adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 585-594, mar-abr, 2009.

ESCOT, S. et al. Liberação de polissacarídeos pelas leveduras e sua interação com os polifenóis do vinho. Disponível em: <<http://www.infowine.com>> - Revista internet técnica do vinho, 2002, n. 2. Portugal. Acesso: 10 mai. 2009.

FERRARINI, Roberto, ZIRONI, Roberto, CELOTTI, Emilio e D'ANDREA, Enrico. Ruolo dell'ossigeno nei processi di vinificazione ed affinamento dei vini. **L'ENOLOGO**, Milão, Ano 37, n. 11, p. 65-72, nov. 2001.

FLANZY, C. **Enologia: fundamentos científicos y tecnológicos**. 1.ed. Madrid. A. Madrid Vicente Ediciones, Ediciones Mundi Prensa, 2000, 786 p.

GIOVANNINI, Eduardo. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. 1.ed. Porto Alegre: ed. Renascença, 1999. 364 p.

HERNÁNDEZ, M. R. **La crianza del vino tinto desde la perspectiva vitícola**. 1. ed. Madrid: A. M. Vicente Ediciones, 1999. 378p.

LEMAIRE, Thierry. La gestione dell'ossidazione controllata attraverso la micro-ossigenazione. **L'ENOLOGO**, Milão, Ano 37, n. 11, p. 77-82, nov. 2001.

MANFROI, V. **Curso de vitivinicultura – Módulo 7 – Operações pré-fermentativas**. Brasília, ABEAS, p. 31-34, 1998.

MANFROI, V. **Taninos enológicos e goma arábica na composição e qualidade sensorial do vinho Cabernet Sauvignon**. 2007. 133f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MIELE, Alberto, MIOLO, Adriano. **O sabor do Vinho**. 1.ed. Bento Gonçalves: Vinícola Miolo - Embrapa Uva e Vinho, 2003. 136 p.

MORATA, A.; CALDERÓN F.; GONZÁLEZ, M. C.; COLOMO, B.; SUÁREZ, J. A. Crianza sobre lías, chips y microoxigenación, utilización conjunta en el envejecimiento de vinos tintos. Ventajas del uso de levaduras seleccionadas. **Enólogos**, n. 37, marzo-abril. 2005.

MOUTONET, M. Un elemento poliedrico. **Vignevini**, Bolonha, n. 11, p. 72-78, nov. 2002.

OUGH, Cornelius S. **Tratado Básico de Enología**. 1.ed. Zaragoza – Espanha: Editorial Acribia, S. A., 1996. 294 p.

PÉREZ-MAGARIÑO, S.; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M.L. Influencia de aportes controlados de oxígeno sobre la calidad de vinos tintos de Crianza. **VITICULTURA/ENOLOGÍA Professional**, n. 82, p. 49-54, 2002.

RIBÉREAU-GAYON, Pascal et al. **Tratado de enologia**. 1ª. Ed. – Buenos Aires: Hemisferio Sur, 2003. 784 p.

ROIG, Guillem, YÊRLE, Stéphane. Balance y perspectivas de 10 años de microoxigenación. Disponível em: http://www.acenologia.com/ciencia_62_2.htm Acesso em: 19 ago. 2008.

RUORE, F.; KAHN, N.; MORGE, C. Prodotti derivati dai lieviti e potenziale di ossidoriduzione dei vini. Disponível em: <http://www.infowine.com> - rivista internet di viticultura ed enologia, 2006, n. 10/1. Itália. Acesso: 10 mai. 2009.

SARNI-MANCHADO, P. et al. Stability and color of unreported wine

anthocyanin-derived pigments. **Journal Food Science**, Chicago, n. 61, 938-941p.

TABLINO, Lorenzo. Micro-ossigenazione, un'esperienza concreta. **Vignevini**, Bolonha, nº6, pg 65-67, jun. 2002.

USSEGLIO-TOMASSET, Luciano. **Química enologica**. 1ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1998. 400 p.

VIVAS DE GAULEJAC, N.; NONIER, MF.; VIVAS, N. Potential redox et pouvoir réducteur des vins: applications pratiques. **Revue française d'oenologie**, Mars/avril 2006, n 217.

VIVAS, N.; VIVAS DE GAULEJAC, N.; NONIER, M. F.; NEDJIMA, M. Les phénomènes colloïdaux et l'intérêt des lies dans l'élevage des vins rouges: Une nouvelle approche technologique et methodologique. 1^o partie – Méthodes traditionnelles d'élevage sur lie destinés aux vins em fûts. **Revue française d'oenologie**, 2001, n 189.

ZAMORA, Fernando. **ELABORACIÓN Y CRIANZA DEL VINO TINTO: Aspectos científicos y prácticos**. 1.ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003. 225p.

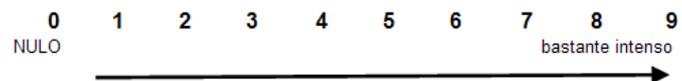
7. ANEXO 1

FICHA DESCRITIVA EMPREGADA NA AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS VINHOS

FICHA DESCRITIVA PARA VINHOS TINTOS

DEGUSTADOR:

AVALIAR A INTENSIDADE PERCEBIDA, COM AS SEGUINTE NOTAS:



Característica	AMOSTRAS									
Aroma/Sabor										
Intensidade de aroma (conjunto)										
Frutas vermelhas (framboesa, morango,...)										
Vegetal/herbáceo (pimentão-verde)										
Especiarias/ Tostado										
Qualidade										
Gosto/Sensação tátil										
Volume de boca (corpo/estrutura)										
Doçura/ Taninos agradáveis										
Adstringência										
Equilíbrio/Persistência										
Qualidade										
Avaliação Global (60-100)										

Qualidade (Equilíbrio, harmonia, persistência, **odores indesejáveis**, atributos, descritores diversos...):

BORRAS FINAS E MANOPROTÉINAS NA MATURAÇÃO DE VINHO TINTO CABERNET SAUVIGNON
2009
MARCOS GABBARDO

