



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“EFECTO DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA SOBRE LA
CALIDAD DE UN VINO TINTO DE CRIANZA”**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA**

PRESENTA:

LETICIA QUINTERO SALAZAR



**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**



SEPTIEMBRE, 2008

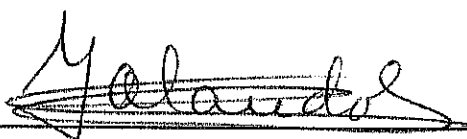
Chapingo, Estado de México

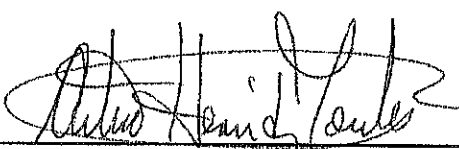
EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA SOBRE LA CALIDAD DE UN VINO TINTO DE CRIANZA

Tesis realizada por **Leticia Quintero Salazar** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

DIRECTOR: 
M.C. DAVID RUBIO HERNÁNDEZ

CODIRECTORA: 
DRA. YOLANDA SALINAS MORENO

ASESOR: 
DR. ARTURO HERNÁNDEZ MONTES

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por guiarme en cada etapa de mi vida y permitirme tener salud y una vida llena de satisfacciones.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Departamento de Ingeniería Agroindustrial por darme la oportunidad de obtener una formación integral.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por financiar mis estudios.

Al M. C. David Rubio Hernández por su dirección, apoyo y confianza.

A la Dra. Yolanda Salinas Moreno por su dirección, orientación y apoyo.

Al Dr. Arturo Hernández Montes por sus observaciones durante la realización y revisión de este trabajo.

A la empresa Freixenet de México S. A. de C. V. por suministrarme las muestras y la información necesaria para la realización de este trabajo.

Al Ing. Jesus Cardoso por apoyarme en suministro de las muestras.

A los integrantes del panel: Citlali, Fabiola, Yessica, Sra. Ana, Adrian, Iván, Oscar y al Dr. Maximino por su entusiasmo, dedicación y compromiso en la evaluación sensorial de los vinos.

DEDICATORIAS

A mis papás por brindarme todo su amor, por confiar en mí, respetarme y permitirme ser libre.

A mis hermanos, Basy, Male y Toño por todos los que hemos pasado juntos en cada etapa de nuestra vida.

A mis sobrinas; Karla y Maleny por toda la alegría que le dan a la familia.

A mis primos Yuri, Lupita, Edith Lidia, Miguel, Marcos, Eloy y Jesus.

A Lalo, Toño, Magaly, Flora, Lauriano y Joaquín, por todos los momentos tan agradables que pasamos juntos en nuestra Universidad.

A Norman, Paco, Sara, Nabor, Janet, Juan Carlos, Israel, Jesus, Iván, Martín, Juve y Pablo por brindarme su amistad.

A todos mis compañeros de la maestría.

DATOS BIOGRÁFICOS

Leticia Quintero Salazar realizó sus estudios de Licenciatura en el Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo. Su desempeño profesional ha sido en el área de control de calidad de alimentos y bebidas. Ha recibido capacitación en el área de la Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución y la Evaluación sensorial de alimentos. Recientemente presentó en modalidad de poster el trabajo titulado “Anthocyanin and tannin changes during the winemaking and ageing of a mexican red wine and their relationship with colour” en el “V Congreso Internacional de Pigmentos en Alimentos” celebrado del 14 al 16 de agosto de 2008 en Helsinki, Finlandia.

EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA SOBRE LA CALIDAD DE UN VINO TINTO DE CRIANZA

EFFECT OF THE PHENOLIC COMPOSITION ON THE QUALITY OF AN AGED RED WINE

Quintero-Salazar L.¹, D. Rubio-Hernández² y Salinas-Moreno, Y.²

RESUMEN

Se obtuvo el perfil cromatográfico (PC) y el patrón de antocianinas y taninos totales (AT y TT) durante la elaboración y crianza de un vino tinto con el objetivo de encontrar la relación con el desarrollo de color y atributos sensoriales del producto terminado. El contenido de AT y TT fue bajo. Las AT disminuyeron 37.1 % durante el envejecimiento en barrica y 10.9 % en botella. En el PC obtenido por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) se identificó a; Df3-gluc, Pt3-gluc, Pn3-gluc y Mv3-gluc, asimismo se detectaron antocianinas aciladas y cinco piranoantocianinas. No se encontró relación entre la tasa de disminución de antocianinas y la reducción en los parámetros de color. La caracterización sensorial obtenida por el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) modificado mostró la presencia de 16 atributos, destacando los aromas con origen en la materia prima y en la fermentación, así como niveles de percepción de sabor correspondientes a vinos jóvenes en el vino 2006, lo cual indica que el envejecimiento en barrica no favoreció el correcto desarrollo de los atributos sensoriales.

Palabras clave: Color, antocianinas, taninos, QDA, HPLC.

¹ Autor, ² Director de tesis

ABSTRACT

There was obtained the chromatographic profile (PC) and the anthocyanin and tannin pattern (AT and TT) during the winemaking and aging of a red wine. The aim was to find the relationship with the color development and sensory attributes of final product. The AT and TT content was low. The AT diminished 37.1 % during the aging in barrels and 10.9 % in bottle. In the PC obtained by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) were identified; Df3-gluc, Pt3-gluc, Pn3-gluc and Mv3-gluc, likewise were detected some acylated anthocyanins and five pyranoanthocyanins. No direct relationship was found between the decrease in anthocyanin content and colour parameters. The sensory characterization was obtained by the modified Descriptive Quantitative Analysis (QDA) showed the presence of 16 attributes, standing out the aromas related with the grapes and fermentation stages and the flavor of a young wine, which indicates that the aging did not improve the development of new attributes.

Key words: Colour, anthocyanins, tannins, QDA y HPLC.

¹ Autor, ² Thesis director

CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
DATOS BIOGRÁFICOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vi
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Origen de la vitivinicultura y su desplazamiento por el mundo	3
2.2 Desarrollo de la vitivinicultura en México	4
2.3 Panorama mundial del sector vitivinícola	7
2.3.1 Superficie de vid	7
2.3.2 Exportación de vino	9
2.3.3 Importación de vino	9
2.3.4 Consumo de vino	10
2.4 Situación de la vitivinicultura Mexicana	10
2.4.1 Superficie de vid y producción de vino	10
2.4.2 Exportaciones mexicanas	11
2.4.3 Importaciones mexicanas	13
2.4.4 Consumo de vino en México	15
2.5 El vino; definición, composición y elaboración	16
2.6 La calidad en el vino	21
2.7 Los compuestos fenólicos	22
2.7.1 Compuestos fenólicos no flavonoides	24
2.7.2 Compuestos fenólicos flavonoides	26
	vii

2.7.3	Importancia de los compuestos fenólicos	26
2.7.4	Antocianinas	28
2.7.4.1	Naturaleza y biosíntesis	28
2.7.4.2	Estructura	31
2.7.4.3	Antocianinas en <i>Vitis vinífera</i>	32
2.7.4.4	Antocianinas en el vino	34
2.7.4.5	Estabilidad de los antocianos	37
2.7.4.6	Funciones y propiedades de las antocianinas	41
2.7.4.7	Importancia de los antocianos en los vinos tintos	42
2.7.5	Taninos	42
2.7.5.1	Naturaleza y biosíntesis	42
2.7.5.2	Estructura	43
2.7.5.3	Taninos en <i>Vitis vinífera</i>	45
2.7.5.4	Taninos en el vino y su importancia	47
2.7.6	Evolución de los compuestos fenólicos durante el envejecimiento del vino	48
2.7.6.1	Evolución de ácidos fenólicos	49
2.7.6.2	Evolución de antocianinas	50
2.7.6.3	Evolución de flavanoles	53
2.7.6.4	Principales reacciones durante el envejecimiento	53
2.8	Evaluación de la calidad en vinos tintos	58
2.8.1	Evaluación de color	59
2.8.2	Evaluación del contenido de compuestos fenólicos	62
2.8.3	Evaluación sensorial	63
2.8.3.1	Generalidades	63
2.8.3.2	Aplicación de las técnicas descriptivas en vinos	64
 CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ANTOCIANINAS Y TANINOS DURANTE LA ELABORACIÓN Y CRIANZA DE UN VINO TINTO		
RESUMEN		77
ABSTRACT		77
1.	INTRODUCCIÓN	78
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	81
2.1	Elaboración del vino	81
2.2	Muestreo	81

2.3	Análisis	82
2.3.1	Determinaciones fisicoquímicas	82
2.3.2	Determinación de color	83
2.3.3	Análisis de antocianinas	83
2.3.4	Determinación de taninos totales	85
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	86
3.1	Determinaciones fisicoquímicas	86
3.2	Taninos y antocianinas totales	87
3.2.1	Evolución de taninos y antocianinas totales	89
3.1.2	Perfil de antocianinas	92
3.3	Color	101
4.	CONCLUSIONES	105
5.	BIBLIOGRAFÍA	106

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE DOS VINOS TINTOS DE CRIANZA

	RESUMEN	111
	ABSTRACT	111
1.	INTRODUCCIÓN	112
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	116
2.1	Características de los productos de estudio	116
2.2	Selección de panel	116
2.3	Entrenamiento	118
2.4	Análisis de datos	119
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	120
4.	CONCLUSIONES	129
5.	BIBLIOGRAFÍA	130

LISTA DE CUADROS

MARCO TEÓRICO

Cuadro 1. Distribución y propiedades sensoriales más importantes de los principales compuestos fenólicos.	27
Cuadro 2. Antocianinas en vinos alemanes elaborados con uva <i>Cabernet sauvignon</i>	35

CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ANTOCIANINAS Y TANINOS DURANTE LA ELABORACIÓN Y CRIANZA DE UN VINO TINTO

Cuadro 1. Medias de SO ₂ (combinado y total) (mg/L), Acidez (volátil y real) (g/L) y pH durante el proceso de envejecimiento en barrica y botella de un vino tinto <i>Malbec/Cabernet sauvignon</i> (1:1 v/v).	87
--	----

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE DOS VINOS TINTOS DE CRIANZA

Cuadro 1. Descriptores sensoriales, definiciones y referencias para la evaluación de vino tinto de crianza.	120
Cuadro 2. Valores de intensidad de los descriptores identificados en vinos de crianza.	125

LISTA DE FIGURAS

MARCO TEÓRICO

Figura 1. Evolución de la superficie sembrada de vid a nivel mundial de 1971 a 2006.	7
Figura 2. Destino de la producción de uva a nivel mundial (%).	8
Figura 3. Comportamiento de las exportaciones mexicanas de vino de 2002 a 2007.	12
Figura 4. Comportamiento de las importaciones mexicanas de vino de 2002 a 2007	13
Figura 5. Evolución de las importaciones mexicanas de vino del 2002 al 2007 provenientes de España, Chile, Francia, Italia y EUA.	14
Figura 6. Comparación entre las exportaciones e importaciones mexicanas de vino en el periodo de 2002 a 2007.	14
Figura 7. Clasificación de los compuestos fenólicos fundamentada en su estructura química.	22
Figura 8. Ruta biosintética de las antocianinas.	30
Figura 9. Estructura química de las antocianinas.	31
Figura 10. Estructura de las antocininas encontradas en <i>Vitis vinifera</i>	32
Figura 11. Perfil de antocianinas presentes en vinos alemanes elaborados de uva <i>Cabernet Sauvignon</i>	36
Figura 12. Equilibrio entre las diferentes formas de antocianinas en vino.	38
Figura 13. Degradación de antocianinas en vino Beaujolais Primeur bajo diferentes condiciones de almacenamiento. 100 %= contenido inicial.	41
Figura 14. Estructura de los flavan 3-ols.	44
Figura 15. Estructura de los principales flavan-3-ols monoméricos detectados en las uvas.	46

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ANTOCIANINAS Y TANINOS DURANTE LA ELABORACIÓN Y CRIANZA DE UN VINO TINTO

- Figura 1. Evolución del contenido de antocianinas y taninos totales en vino de *Malbec* y *Cabernet sauvignon* (mezcla 1:1 v/v) cosecha 2006 durante su envejecimiento en barrica y en botella.90
- Figura 2. Perfil cromatográfico de antocianinas en *Vitis vinifera* var. *Malbec* cosecha 2006.93
- Figura 3. Perfil cromatográfico de antocianinas en *Vitis vinifera* var. *Cabernet sauvignon* cosecha 2006.94
- Figura 4. Porcentaje relativo de áreas del total de picos detectados por HPLC a 520 nm en los mostos de *Vitis vinifera* c.v. *Malbec* y *Cabernet sauvignon* cosecha 2006.95
- Figura 5. Perfil cromatográfico de los vinos de *Vitis vinifera* cv. *Malbec* y *Cabernet sauvignon* cosecha 2006.96
- Figura 6. Cromatograma de la mezcla (1:1 v/v) de vinos de *Vitis vinifera* cv. *Malbec* y *Cabernet Sauvignon*.97
- Figura 7. Evolución del área total de (a) Delfinidina, peonidina y petunidina 3-gluc y (b) Malvidina 3-glucósido de vino *Malbec* y *Cabernet sauvignon* (1:1 v/v) durante envejecimiento en barrica. 100
- Figura 8. Evolución de los valores de luminosidad, ángulo de tono e índice de saturación durante el envejecimiento en barrica y botella de un vino tinto *Malbec* y *Cabernet sauvignon* (1:1 v/v) cosecha 2006. 102

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE DOS VINOS TINTOS DE CRIANZA

Figura 1. Análisis secuencial para selección de jueces para un panel sensorial para Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)..... 117

Figura 2. Atributos de apariencia, aroma y sabor percibidos por un panel de Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) para vino tinto. 126

LISTA DE ABREVIATURAS

ANV: Asociación Nacional de Vitivinicultores.

ACP: Análisis de componentes principales.

ANOVA: Análisis de varianza.

CIE: Comisión Internacional de Iluminación.

FA: Fermentació Alcohólica.

FML: Fermentació Maloláctica.

FOCIR: Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural.

GATT: General Agreement on Tariffs and Trade.

HPLC: Cromatografía Líquida de Alta Resolución.

INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

OIV: Organización Internacional de la Viña y el Vino.

PIB: Producto Interno Bruto.

QDA: Análisis Descriptivo Cuantitativo.

SIAMI: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la vid y la elaboración de vino es una actividad que surgió hace seis o siete mil años en Sumeria (Guzmán-Peredo, 2002). En México, la actividad vitivinícola tiene sus orígenes en el periodo colonial (Goyenechea, 1989), sin embargo, fue hasta finales de 1980 cuando los vinos mexicanos adquirieron presencia a nivel nacional e internacional (Calderwood *et al.*, 2003).

En México, la principal región vitivinícola se encuentra ubicada en Baja California, en específico en la Costa de Ensenada, ubicada entre los paralelos 32 ° 35 y 31° 15 de latitud norte. Aunque existen otras regiones donde es posible el cultivo de la vid para vinificación, tal es el caso del municipio de Ezequiel Montes, que cuenta con un microclima favorable para dicha actividad (Calderwood *et al.*, 2003). Si bien, el consumo de vino en México en comparación con otras bebidas alcohólicas como cerveza y tequila, es mínimo, la vitivinicultura es una actividad económica de gran importancia para ciertas regiones por los empleos que genera (ANV, 2007).

Durante y posterior a la Segunda Guerra Mundial, en México se incentivó la producción de vinos y brandys. En aquellos años, las fronteras permanecían cerradas, sin embargo, tal medida no incentivó la producción con calidad, sino al contrario, aquella etapa se caracterizó por una producción carente de calidad y a altos precios. Años después, ante la apertura comercial y los bajos precios de los productos importados así como la falta de competitividad de la industria vinícola nacional, fueron cerradas muchas empresas. Después de una etapa de reestructuración, algunas empresas iniciaron su producción centrándose en la estrategia de la calidad y la diferenciación, más que en torno a su

competencia. Actualmente sigue siendo importante la participación de vinos importados en el mercado mexicano. Datos de la Secretaría de Economía indican que del total de vino consumido en México, el 40 % corresponde a vinos nacionales y el 60 % a vinos de importación. Ante esta fuerte competencia, las empresas vinícolas mexicanas han optado por enfocar su estrategia hacia la producción de vinos de calidad más hacia la producción de vinos de bajo precio.

Peri (2006) plantea el análisis de la calidad de un producto a través del concepto denominado “el universo de la calidad de los alimentos”, el cual implica un sistema de requerimientos de producto, tanto materiales como no materiales, relacionados al producto en sí, al contexto de producción, al sistema empaque producto y al sistema de mercadeo del producto. En los vinos tintos un elemento importante de su universo de calidad corresponde a la calidad sensorial, la cual se encuentra fuertemente ligada a su composición fenólica (Dallas *et al.* 1996; Bakker y Timberlake, 1997; Peña-Neira, 2006) y en específico, las antocianinas y los taninos, además de que son compuestos que juegan un importante papel en la estructura y en la estabilidad del vino (Bautista, 2005). Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo el caracterizar el perfil cromatográfico y la evolución en especial de antocianinas y taninos durante el envejecimiento de un vino tinto y determinar la relación existente con el desarrollo de color y otros atributos sensoriales en el producto terminado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de la vitivinicultura y su desplazamiento por el mundo

A través de diversos estudios realizados con los vestigios de la vid, se ha comprobado que los más antiguos son los encontrados en el Medio Oriente y, con más precisión, en la región conocida como Mesopotamia, que se encuentra entre los ríos Tigris y Éufrates, dentro de lo que en la actualidad es la República de Iraq (Michaud, 2007). Sumeria, el país de mayor antigüedad en Mesopotamia, fue quizá el lugar específico de inicio de la vitivinicultura (Guzmán-Peredo, 2002). Dichos hallazgos han permitido llegar a la conclusión de que la vid ya existía en este lugar desde hace unos 8 mil años y que la vitivinicultura se practica desde hace algunos milenios (Michaud, 2007). En el mismo sentido, Dominé (2003) señala que los pueblos nómadas de hace más de 6 000 ó 7 000 años ya elaboraban vino a partir de uvas silvestres, y en cuanto se volvieron sedentarios, la vid fue, junto con el olivo y la higuera, unas de las primeras plantas en ser cultivadas y aprovechadas por el hombre.

Posterior a su origen en Mesopotamia, el desplazamiento del hombre hacia el poniente causó también una diseminación de la vid y para el año 5000 a. c. ya se encontraba en Egipto. En el siguiente milenio fue llevada a Grecia, y al igual que la cultura de este país, viajó posteriormente a Italia y Francia, llegando después a España y a África del Norte. Al continente americano fue traída durante la época de la conquista por Hernán Cortés (Michaud, 2007).

2.2 Desarrollo de la vitivinicultura en México

La historia de la vitivinicultura mexicana se remonta a la época de la conquista. Los españoles llegados a América, traían consigo una cultura gastronómica fuertemente ligada al consumo de vino. Desde 1524 Hernán Cortés ordenó a los colonizadores plantar mil viñas por cada cien indígenas que tuvieran encomendados. No obstante, la producción de vino de la Nueva España llegó a generar competencia para las exportaciones Españolas, lo cual causó que se ordenara la destrucción de los viñedos. Sólo quedaron aquellos que se encontraban en las misiones, donde los Frailes producían vino con fines eclesiásticos. Bajo estas circunstancias, durante toda la época colonial la vitivinicultura se vio frenada, lo mismo sucedió durante los posteriores acontecimientos como el movimiento de independencia y la revolución (Calderwood *et al.*, 2003).

La vitivinicultura mexicana tuvo auge hasta la época de la Segunda Guerra Mundial, durante la cual la producción y el comercio exterior de vino de países como Francia, España e Italia se vio afectada. Ante esto, en México se buscó incentivar la producción nacional industrial y se implementaron medidas como la sustitución de las importaciones y la promoción de la inversión extranjera directa. Otro factor característico de aquella época fue la cantidad de inmigrantes europeos y especialmente españoles que llegaron a México, quienes contribuyeron al desarrollo de la actividad vitivinícola (Muñoz-Rodríguez, 1986).

A partir de los años cuarenta, la actividad vitivinícola mexicana experimentó importantes cambios. La superficie vitícola después de haber crecido a tasas del 18.3 % anual entre 1969-1970, para la década de 1970-1980, lo hizo a razón del 23.5 % anual. En la industria vinícola la contribución al Producto Interno Bruto (P.I.B.) pasó del 0.19 % al 1.25 % en 1980. Es importante mencionar que en el caso de la industria vinícola, estos datos consideran tanto la producción de brandy como la de vinos de mesa y vinos generosos, y este fuerte crecimiento fue influenciado en mayor parte por el incremento en la producción de brandy, que pasó en el periodo comprendido de 1979-1980 de 35.3 a 125.5 millones de litros, mientras que los vinos de mesa y los generosos pasaron de 4.3 a 20.6 y de 2.9 a 5.9, respectivamente (Muñoz-Rodríguez, 1986).

Después de la época de auge de la vitivinicultura mexicana (1970-1980), a partir de 1981-82 se registró una tendencia inflacionaria que creó inestabilidad y fuertes devaluaciones, afectando a las empresas vinícolas y como un efecto en cadena, afectando también la superficie vitícola. Tan sólo en el estado de Aguascalientes, de 1980 a 1985 se derrumbaron aproximadamente 4 000 hectáreas de vid. Por otro lado, otra gran causa de la disminución, en el caso de Aguascalientes, fue el hecho de que se usó material vegetativo infestado y que fue plantado en suelos no favorables para su desarrollo, lo que dio como resultado una baja productividad y una corta vida útil de los viñedos (Muñoz-Rodríguez, 1986).

La inserción de México al GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*, por sus siglas en inglés) en 1986, complicó todavía más la situación de las industrias vinícolas. En un reporte realizado por FOCIR (2005), se señala que de 1986 a 1999 la tierra dedicada al cultivo de la vid decreció significativamente (36 %), debido principalmente

a los cambios en las regulaciones sobre las importaciones de vino, lo cual forzó a las empresas nacionales a competir con marcas internacionales. La apertura comercial y la consecuente reducción de precios a la importación causaron que muchos vinos de baja calidad en México desaparecieran. De las 74 empresas productoras de vino que existían antes de que México entrara al GATT, sólo quedaron dieciséis. Otros datos que evidencian la crisis de aquellos años, son los presentados en un estudio del Grupo Enológico Mexicano, donde se indica que en 1987 fueron vendidas en México dos millones de cajas de vino (veinticuatro millones de botellas de 750 mililitros), de esa cifra, el 98 % fue de vino nacional y el restante 2 % de vinos importados. Un año después, las ventas ascendieron a dos millones trescientas mil cajas, sin embargo, de dicha cantidad, el 98 % fue de vinos importados, y el 2 % de vinos nacionales.¹

Posterior a la etapa de crisis de los años ochenta, surgió una nueva etapa, que se caracterizó porque las empresas empezaron a producir bajo un esquema de calidad. Actualmente en México existen poco más de 40 empresas productoras de vinos, que elaboran alrededor de 250 diferentes marcas de las categorías “tintos, blancos, rosados y espumosos” (Rubio, 2007). Del total de bodegas existentes, las empresas de mayor tamaño (Bodega L.A. Cetto y Casa Domecq) para el 2003 todavía concentraban el 74.4 % de la producción nacional de vino (Sánchez-Zepeda, 2007). Anualmente México produce en promedio un millón seiscientas mil cajas de vino, de las cuales se exportan 350 mil a más de 30 países. No obstante, las importaciones de México son considerables al ser del orden del 54.1 % del total consumido durante el periodo 1996-2003 (ANV, 2007).

¹ Grupo Enológico Mexicano, <http://www.enologicomexicano.com/>

2.3 Panorama mundial del sector vitivinícola

2.3.1 Superficie de vid

En los últimos 10 años la superficie mundial de vid en general (viñas de vinificación, de mesa o para secar) se ha mantenido casi constante alrededor de las 7.9 millones de hectáreas. Europa, es el continente que concentra la mayor superficie de viñedos (aproximadamente 60 %). No obstante, analizando un periodo de tiempo más largo se hace evidente una disminución, al pasar de 10.2 millones de hectáreas en 1971 a 7.9 en los últimos años (Figura 1). En Europa es donde se ha acentuado dicha disminución, mientras que en Asia, América y Oceanía la superficie ha aumentado. De los cinco continentes, el asiático es el que ha presentado el mayor crecimiento del 2003 al 2006 (7.9 %), siendo China el país con el mayor dinamismo (OIV, 2007).

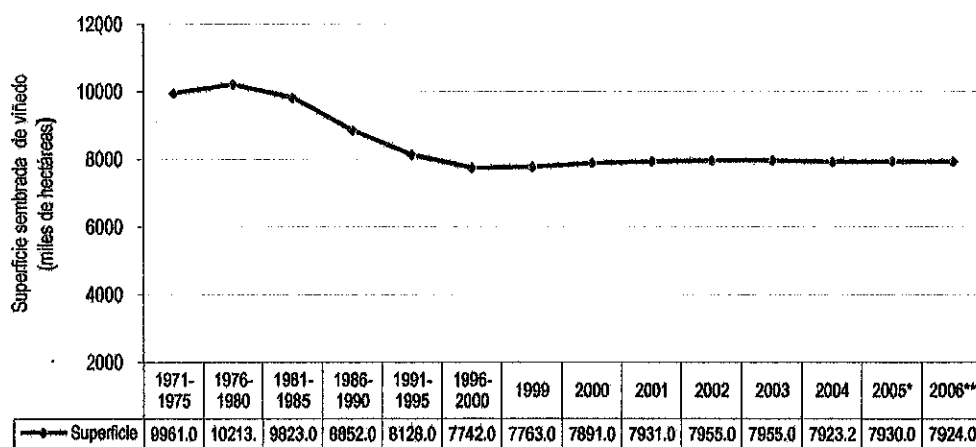


Figura 1. Evolución de la superficie sembrada de vid a nivel mundial de 1971 a 2006.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de OIV (2004 y 2007).

*Provisional ** Pronóstico

Tanto en el continente europeo como a nivel mundial, España es el país con la mayor superficie de vid (15.3 %) seguido por Francia e Italia. Estos tres países concentran el 40 % de la superficie vitícola mundial. Fuera de la Unión Europea (UE), en el continente americano, Estados Unidos de América (EUA), Argentina y Chile son los países con mayor superficie (OIV, 2007).

De la vid se aprovecha el fruto, el cual se destina básicamente para consumo en fresco, procesamiento industrial y para la obtención de uva pasa. La OIV (2001) indica que el mayor porcentaje captado de uva es para elaboración de vinos (57 %), seguido del consumo en fresco (28 %), la elaboración de jugo o mosto (10 %) y la producción de pasas (5 %) (Figura 2).

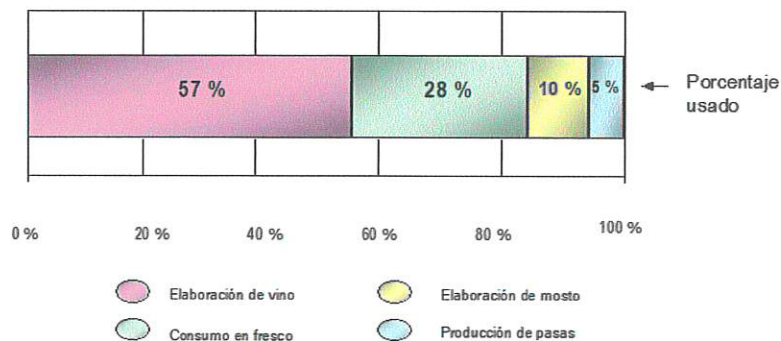


Figura 2. Destino de la producción de uva a nivel mundial (%).
Fuente: OIV (2001).

En cuanto a la producción mundial de vino, en el 2005 se estimó alrededor de 277 millones de hectolitros (Mhl), siendo Europa quien concentró la mayor producción (70 %), seguida por América (18 %). Por países, Francia es el mayor productor, seguido por Italia y España. En el 2004 América llegó a una producción de 48.8 Mhl, 9.5 % de crecimiento con respecto a la producción de 2003, a pesar del descenso en producción en Chile (-5.7 %), no obstante en Brasil y Argentina se presentaron incrementos del 49.8 % y 16.9 % con respecto al 2003, respectivamente.

2.3.2 Exportación de vino

En el 2004 las exportaciones mundiales de vino alcanzaron los 77 Mhl (+ 6.6 % /2003). Mientras que el total importado sumó 74.0 Mhl (+7.4 % /2003). De 1996 a 2002, Italia, Francia y España ocuparon las primeras posiciones en el mercado exportador, representando el 62.3 % del total mundial (OIV, 2007). Por otro lado, hay países con menor peso en los mercados internacionales, pero sus exportaciones han seguido una dinámica creciente, tal es el caso de los países del “Nuevo Mundo” (Argentina, Chile, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda y EUA) cuyas exportaciones representaron en el 2006 un tercio del consumo mundial (18 % a principios de los años 80).²

2.3.3 Importación de vino

Los principales países importadores son Dinamarca, Alemania y Reino Unido, seguidos por Francia y EUA. En conjunto estos países importan el 82 % del total mundial. Es importante mencionar que las importaciones europeas procedentes de países del Nuevo Mundo (Argentina, Chile, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda y EUA) cobran cada vez mayor importancia, especialmente las procedentes de Australia, Chile, Sudáfrica y EUA, que en 2003 representaron el 80 % de las originadas de dichos países (OIV, 2004).

² Vino: el “Nuevo Mundo” le pisa los talones a Europa. Adnmundo.com

http://www.adnmundo.com/contenido/comercio/vino_nuevo_mundo_ce_091006.html

2.3.4 Consumo de vino

El consumo mundial de vino ha presentado una tendencia decreciente atribuible a los cambios en los hábitos alimenticios de la población en general, junto a una escasa mercadotecnia y pobre publicidad del producto a escala internacional, mucho menos eficaz que la de otras bebidas alcohólicas como la cerveza (Sánchez-Zepeda, 2007). Además, esta tendencia decreciente se ha acentuado más en los países de gran tradición de consumo de vino, como Francia, Italia y España, mientras que en otros países como EUA, China, Reino Unido y Rusia, el crecimiento ha sido sustancial (OIV, 2007).

Los datos del consumo de vino para el año 2006 (pronósticos) muestran que Francia e Italia son los países líderes, seguidos por Alemania. Con lo que respecta a los principales países consumidores no pertenecientes a la UE, se tiene que, en general, el consumo se ha mantenido constante de 2004 a 2006, siendo EUA el país con el mayor consumo, seguido de Argentina. Respecto del consumo per cápita, Luxemburgo ocupa el primer lugar, seguido por Francia e Italia, con 63.5, 57.4 y 54.7 L, respectivamente.

2.4 Situación de la vitivinicultura Mexicana

2.4.1 Superficie de vid y producción de vino

Actualmente las principales zonas vitícolas en México se ubican en Baja California, Coahuila, Querétaro, Zacatecas y Aguascalientes, donde se cultivan alrededor de 40 variedades de uva de mesa para consumo en fresco, elaboración de jugos y uvas pasa, así como *Vitis vinifera* para la elaboración de vino (Asociación Nacional de Vitivinicultores, 2007).³ En México, la superficie de viñedo para elaboración de vinos es

³ Asociación Mexicana de Vitivinicultores. www.vinoyuva.com.mx

de alrededor de 41 000 hectáreas. La producción de uva para vinificación se localiza principalmente en Baja California, específicamente en Ensenada, en los valles de San Vicente, Santo Tomas, San Antonio y Valle de Guadalupe. Baja California aporta el 90 % del total de la producción vinícola del país y de acuerdo con la Asociación Nacional de Vitivinicultores A. C., para el 2005 fue de un millón seiscientas mil cajas de 12 botellas de 750 mL (aprox. 14 millones de litros) (Meré, 2006).

Desde finales de 1980 los bodegueros de Baja California han invertido en la modernización de sus plantaciones e instalaciones y, por innovar, reorientando los procesos productivos hacia la elaboración de vinos de calidad ³. Los principales cambios consisten la reconversión varietal de los viñedos. La sustitución de las vides tradicionales (*Misión, Barbera, Palomino y Rosa del Perú*) por variedades finos (*Cabernet sauvignon, Merlot, Syrah, Chardonnay, Sauvignon Blanc, Chenin blanc y Colombard*).

2.4.2 Exportaciones mexicanas

La ANV (2005) indica México exporta el 17 % de la producción anual, del cual 80 % se vende a Europa.⁴ Haciendo un desglose por tipo de vino exportado se tiene la distribución que se muestra en la Figura 3.

Vinos generosos: Su exportación en el 2006 fue de 838.02 hectolitros (hl), siendo su principal destino los Estados Unidos de América (EUA), al captar arriba del 95 % del total exportado.

⁴ http://www.alimentariaonline.com/desplegar_notas.asp?did=620

Vinos tintos, rosados, claretes (o blancos). El total exportado en el 2006 fue de 5 984.68 hl, siendo el principal destino EUA, seguido de Francia, Bélgica y Japón. Es importante mencionar que en el 2002 las exportaciones de estas categorías de vinos se encontraban más diversificadas ya que México exportaba a Canadá, Dinamarca y Reino Unido, quienes captaban en conjunto un 30 % de las exportaciones mexicanas, sin embargo, las exportaciones a estos países han disminuido drásticamente y se han incrementado y concentrado en los Estados Unidos de América.

Espumosos. La exportación de vinos espumosos es muy baja, en el 2002 sólo se exportaron 16.11 hl y para el 2006 bajó hasta 5.38 hl, sin embargo en el primer semestre de 2007 se presentó un incremento, al pasar a 78.92 hl.

Vinos finos. Las exportaciones de estos vinos con respecto al 2002 se han incrementado, llegando en el 2004 a 475.1 hl aunque presentan un comportamiento ligeramente irregular, ya que en el 2006 bajó hasta 11.4 hectolitros.

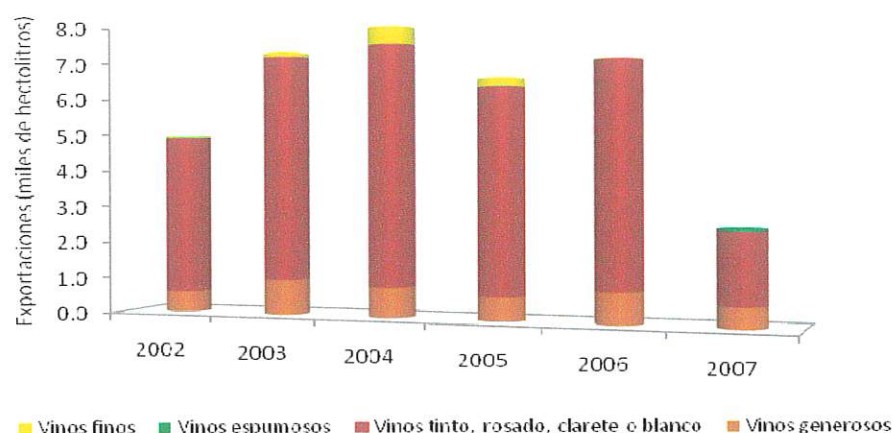


Figura 3. Comportamiento de las exportaciones mexicanas de vino de 2002 a 2007.
(hectolitros). Fuente: Elaboración propia con base en datos de SIAVI, 2007. Datos del primer semestre del 2007.

2.4.3 Importaciones mexicanas

En el mercado actual, el vino mexicano compite con el vino que ofrecen países como España, Chile, Francia, Alemania y recientemente, Australia (Figuras 4 y 5). El sector vitivinícola mexicano enfrenta ciertas desventajas frente a los demás países debido a la falta de apoyos.⁵ Las importaciones mexicanas de vino tinto se han incrementado en los últimos años a raíz de la inserción de México en diferentes tratados comerciales (Acuerdo de Complementación Económica México-Chile, Tratado de Libre Comercio con la Unión Europea, Tratado de Libre Comercio de América del Norte, como principales). La ANV (2007) indica que del total de vino consumido en México, en el periodo comprendió de 1993 a 2004, el 54.1 % correspondió a vinos importados.

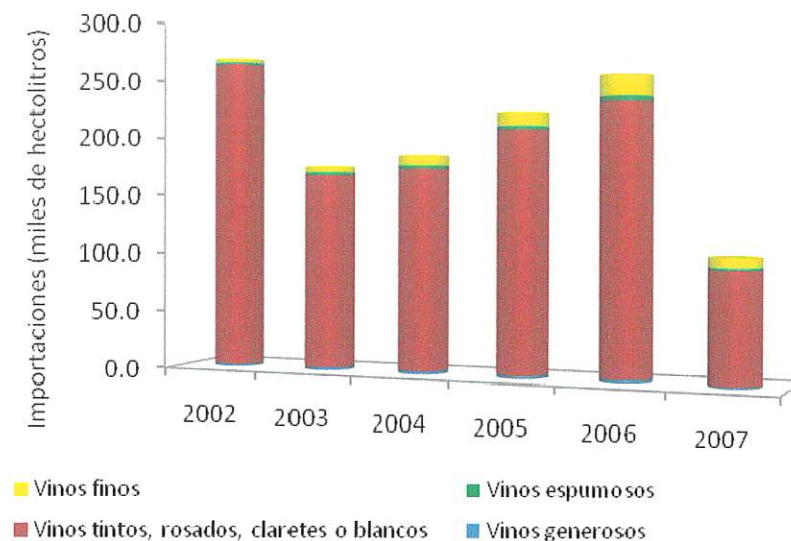


Figura 4. Comportamiento de las importaciones mexicanas de vino de 2002 a 2007*(hectolitros).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de SIAVI, 2007. * Datos del primer semestre del 2007.

⁵ <http://www.alimentariaonline.com>

Como se puede apreciar en la Figura 5, la mayor cantidad de las importaciones corresponden a vinos de la categoría “tintos, rosados, claretes (o blancos)”. Los cuales provienen principalmente de España, Chile, Francia, Italia y EUA.

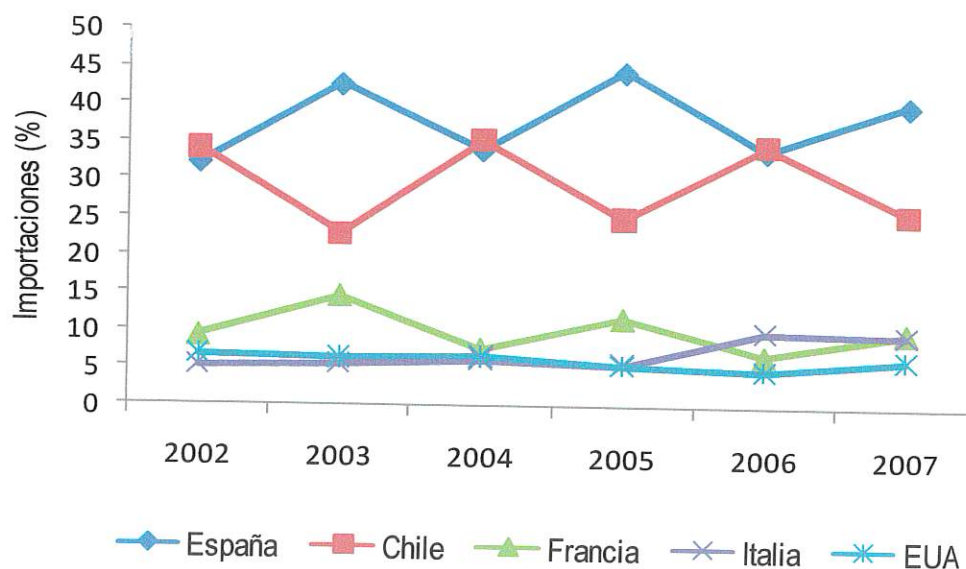


Figura 5. Evolución de las importaciones mexicanas de vino del 2002 al 2007 provenientes de España, Chile, Francia, Italia y EUA.
Fuente: Elaboración propia con base en datos de SIAVI, 2007.

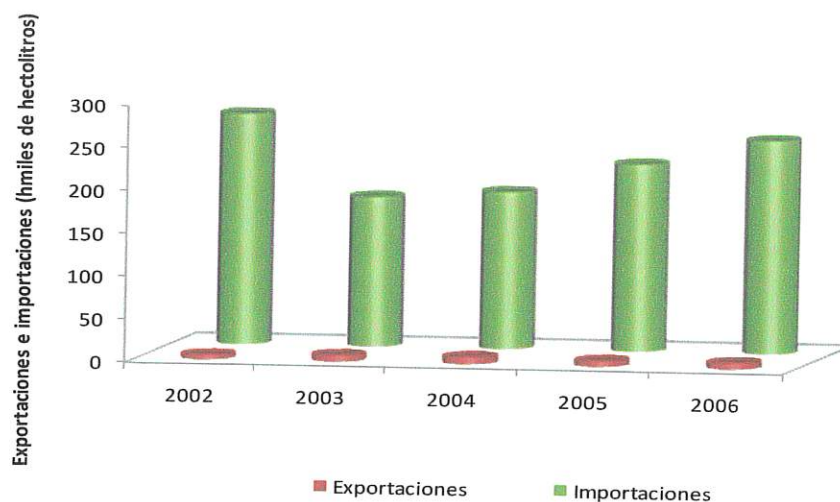


Figura 6. Comparación entre las exportaciones e importaciones mexicanas de vino en el periodo de 2002 a 2007. Fuente: Elaboración propia con base en datos de SIAVI, 2007.

2.4.4 Consumo de vino en México

México no es un país que se caracterice por tener un alto consumo de vino, sobre todo si se le compara con países como España, Francia e Italia, que tienen un consumo per cápita anual cercano a los 60 litros. En México el consumo per cápita de vino es de 350 mL, de los cuales aproximadamente el 50 % es de vino importado, proveniente principalmente de España y Chile. A pesar de este bajo nivel de consumo, de 2003 a 2005 se registró un incremento del 12 % (ANV, 2007).

La baja cuota de mercado nacional de los vinos mexicanos se debe principalmente a sus problemas de competitividad en precio. El vino mexicano es en promedio, un 35 % más caro que los vinos importados debido a: 1) La ausencia de subvenciones gubernamentales a la viticultura mexicana al no ser considerada como una actividad económica prioritaria, 2) La clasificación fiscal del vino como bebida alcohólica en vez de complemento alimenticio, lo que implica gravar su producción con un impuesto más elevado y 3) la tecnología y la gran mayoría de los insumos de producción son de origen extranjero (incluso en algunos casos la impresión de las etiquetas), lo que obliga a pagar también tarifas arancelarias de importación. Todo lo anterior provoca un elevado costo de producción, factor que le resta competitividad al sector vinícola (Sánchez-Zepeda, 2007).

Además de la cuestión del precio, la cultura mexicana no ha estado ligada al consumo del vino, como en el caso del tequila o la cerveza. Aunque actualmente el consumo se incrementa entre personas entre 23 y 35 años, principalmente en las zonas urbanas (ANV, 2007).

Wriedt (2005)⁶ indica que del 2001 al 2005 el crecimiento en el consumo de vino ha sido del 5 % anual. Destaca que el 40 % del mercado de consumo está representado por las zonas turísticas como Cancún, Acapulco, Puerto Vallarta y Los Cabos. Por lo que el sector turístico es fundamental en el consumo nacional, aunque también señala que el incremento mencionado (5 %) se ha registrado en zonas urbanas diferentes a las turísticas, y entre consumidores mexicanos.

2.5 El vino; definición, composición y elaboración

De acuerdo con Michauld (2007), la definición de vino como “*Producto de la fermentación alcohólica del jugo de uva fresca*” ha sido aceptada internacionalmente. No obstante, en México, es muy común que se use la palabra vino para referirse a cualquier bebida alcohólica y paradójicamente, el vino como tal, es una de las bebidas que menos se consumen.

En cuanto al proceso de producción de los vinos, es posible encontrar variaciones entre países y entre regiones, sin embargo, existe un procedimiento general, que se compone de las siguientes etapas (Jackson, 2008):

Cosecha (vendimia). Puede realizarse de forma manual, donde los vendimiadores van cortando con tijeras los racimos maduros y colocándolos en cajas o cestas, o bien, mediante vendimiadoras automáticas.

Despalillado. Esta operación se realiza para evitar un vino con notas herbáceas. Consiste en retirar las ramitas (escobajo, palillo o raspón) que sostienen las uvas en los racimos.

⁶ Wriedt (2005). El vinomexicano y su porvenir. http://www.alimentariaonline.com/desplegar_notas.asp?did=505

Estrujado. Consiste en reventar el hollejo para que el jugo se libere. Se puede realizar mediante una máquina de dos rodillos que giran en sentidos contrarios, y entre los que, mediante el acceso con una tolva, van pasando las uvas para reventarse y soltar el jugo.

Prensado. Consiste en extraer de las materias sólidas el mosto no escurrido durante el estrujado y que queda impregnándolas después de éste. Puede hacerse con las uvas recién cosechadas, inmediatamente después del estrujado y antes de que se inicie el proceso de fermentación, como en los vinos blancos; o bien después de que el mosto haya fermentado mientras permanecía en contacto con toda la masa sólida (para vinos tintos o rosados).

Fermentación alcohólica (primera fermentación). Es la transformación de los azúcares del jugo de uva (glucosa y fructosa) en alcohol y bióxido de carbono. La transformación de los azúcares de la uva en alcohol es realizada por las levaduras que vienen adheridas de forma natural en el hollejo, en una delicada capa de cera rugosa llamada pruina, o bien, por aquellas levaduras que son adicionadas intencionalmente. La fermentación alcohólica tiene una duración de 8 a 15 días, concluyendo cuando se agotan los azúcares fermentables del mosto. Simultáneamente se lleva a cabo la maceración, la cual permite obtener la materia colorante. El alcohol producido en la fermentación funciona como solución extractora. Durante esta fase se realiza el remontado, haciendo circular el vino diariamente, dejándolo salir por la parte inferior del tanque y bombeándolo hacia la superior para extraer mejor la materia colorante.

Las condiciones de maceración/fermentación afectan la extracción de los compuestos fenólicos. Los vinos obtenidos mediante maceración/fermentación convencional presentan una mayor intensidad colorante y un mayor contenido de polifenoles (antocianinas monoméricas y totales, monómeros de flavan-3-ol y polímeros) y un menor tono rojo-naranja. Sin embargo, presentan una mayor disminución del contenido de antocianinas y los dímeros de flavan-3-ol en los vinos. Por su parte, la maceración carbónica genera vinos con una mayor estabilidad del color a lo largo de 26 meses de almacenamiento (Castillo-Sánchez *et al.*, 2007).

Una vez concluida la fermentación, se deja salir el vino por la parte inferior del tanque, haciéndolo pasar por una especie de coladera o escurridor y mandándolo a otro depósito. A este vino se le llama vino de escurrimiento natural o vino de yema o vino de gota y tiene la característica de ser más fino o de mejor calidad. El orujo que queda dentro del tanque donde se llevó a cabo la fermentación se prensa para obtener un vino al que se le llama “vino de prensa”. Dependiendo de las características deseadas en el vino a obtener, será el tipo de prensado, en este sentido, cuando se desean vinos de gran calidad, con poca astringencia, el prensado debe ser de intensidad moderada. El vino de prensa se caracteriza por tener mayor color y ser más astringente o áspero que el vino de yema. Después de evaluar la calidad de cada vino por parte del enólogo, se decide el destino de ambos vinos, si serán destinados para comercializarse como vinos distintos o bien, si se mezclarán (Jackson, 2008).

Fermentación maloláctica (FML). Existe un antagonismo entre las levaduras y la bacterias, sólo cuando las primeras han dejado de desarrollarse, empieza el desarrollo de las bacterias, principalmente a causa de las vitaminas generadas por las levaduras y que ellas son incapaces de producir. La fermentación maloláctica se presenta casi inmediatamente después de terminar la fermentación alcohólica, es un proceso que se lleva a cabo por el metabolismo de las bacterias lácticas. Su principal efecto es la desacidificación biológica del vino, que resulta de la descarboxilación del ácido málico dando lugar a L-láctico. Este proceso mejora la estabilidad microbiológica del vino y lo hace más complejo desde el punto de vista sensorial (Moreno-Arribas y Polo, 2005).

Las bacterias malolácticas pueden inducir cambios sensoriales muy importantes en los vinos, indirectamente mediante la hidrólisis de precursores aromáticos glicosilados (Ugliano *et al.*, 2003), o directamente mediante la formación de compuestos volátiles con influencia positiva o negativa en el aroma. Por ejemplo, uno de los compuestos más importantes del aroma asociados a la FML, es el diacetilo (2,3-butanodiona) que se produce a partir del metabolismo del ácido cítrico por las bacterias lácticas, y que se ha relacionado con la nota aromática de mantequilla de los vinos así obtenidos (Bartowsky y Henschke, 2004).

Maduración o crianza. Al final de la fermentación, el vino tiene un sabor áspero y herbáceo. Durante la crianza se busca un desarrollo óptimo de los sabores y olores característicos. Dicha maduración es el resultado de diversas reacciones de esterificación, de oxidación-reducción producidas por diversos fermentos que están presentes en el vino (Ibar, 2002). La crianza del vino en barricas de roble es un

fenómeno complejo, el roble aporta al vino aromas y compuestos fenólicos que mejoran su calidad aromática y gustativa, además, permite la oxigenación moderada debida a la propia porosidad de la madera, lo que permite una estabilidad en el color y una suavización de la astringencia (Zamora-Marín, 2003).

Filtrado. La filtración es la separación de las materias que están en suspensión por el paso a través de un medio poroso (su efecto será mayor cuanto mayor sea la finura de los poros). Puede realizarse por tamizado o por absorción. Con el primero, las partículas en suspensión son retenidas en los poros que tienen menor diámetro que estas; el líquido filtrado, que al principio sale ligeramente turbio, va aclarándose paulatinamente, pero, a su vez, a medida que aumenta el poro en el filtro, el proceso se hace cada vez más lento. En la filtración por absorción, los poros son mayores que las partículas en suspensión, pero son retenidas por las propiedades absorbentes de las sustancias filtrantes (Ibar, 2002).

Embotellado y Etiquetado. Una vez que el vino tiene las características deseadas, se procede al embotellado. Los vinos de crianza y reserva se encorchan y permanecen otro tiempo almacenados, a lo cual se le conoce como envejecimiento en botella, mientras que los vinos jóvenes, una vez embotellados, ya pueden ser etiquetados y salir al mercado (Jackson *et al.*, 2008). Respecto del etiquetado, se tiene que es una operación mediante la cual se identifica al vino, en la etiqueta se plasma la información sobre el tipo de vino, el año de vendimia, las variedades de uva, el nombre del enólogo, país de origen, así como información regulatoria establecida por cada país.

2.6 La calidad en el vino

La dinámica del mundo actual, caracterizada por un intenso intercambio de mercancías entre los países y por tanto, una mayor oferta de productos hacia los consumidores, ha ocasionado que las empresas busquen estrategias que les permitan ser competitivas, siendo unas de ellas el enfoque de calidad y la diferenciación.

Peri (2006) plantea el concepto de calidad como un concepto más amplio, a lo que le llama “el universo de la calidad de los alimentos” y lo plantea como un sistema de requerimientos del producto, tanto materiales como no materiales, relacionados al producto en sí, al contexto de producción, al sistema empaque producto y al sistema de mercadeo del producto. Es un enfoque que considera que la calidad de un producto debe ser analizado como un todo.

Como ya se mencionó, aparte de centrarse en el precio, los consumidores en específico de vinos tintos, buscan atributos sensoriales de apariencia, sensaciones olfativas y sensaciones gustativas. La presencia de estos atributos en los vinos dependerá de distintos factores, como son; las características de la materia prima, la eficiencia del proceso de vinificación y las condiciones de maduración. Sin embargo, uno de los factores primordiales que establecerá la aptitud para que un vino tinto sea comercializado como joven o sea destinado a envejecimiento en barrica, será el contenido de compuestos fenólicos presentes al final de la fermentación-maceración, ya que son compuestos que confieren los atributos de astringencia, además de ser los principales responsables del color y su adecuado contenido y equilibrio, dará estabilidad a los vinos durante el envejecimiento.

2.7 Los compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos tienen importantes funciones en bioquímica vegetal, desde la coloración de flores y frutos hasta la impregnación de lignina de las paredes pecto-celulósicas (Von Elbe y Schwartz, 2000). Desde el punto de vista químico, constan de un anillo bencénico que contiene uno o diversos grupos hidroxilo. Según su estructura química, se pueden subdividir en flavonoides y no flavonoides, según sean o no derivados de la estructura básica del fluoroglucinol (caracterizada por un esqueleto de dos anillos bencénicos unidos por una cadena de tres átomos de carbono ciclada en un heterociclo oxigenado) (Valls *et al.*, 2000) (Figura 7). El grupo de los flavonoides está ampliamente distribuido en el mundo vegetal y los compuestos que lo conforman son los responsables de una gama de colores de las plantas, que incluyen el azul, púrpura, violeta, magenta, rojo y naranja (Von Elbe y Schwartz, 2000).

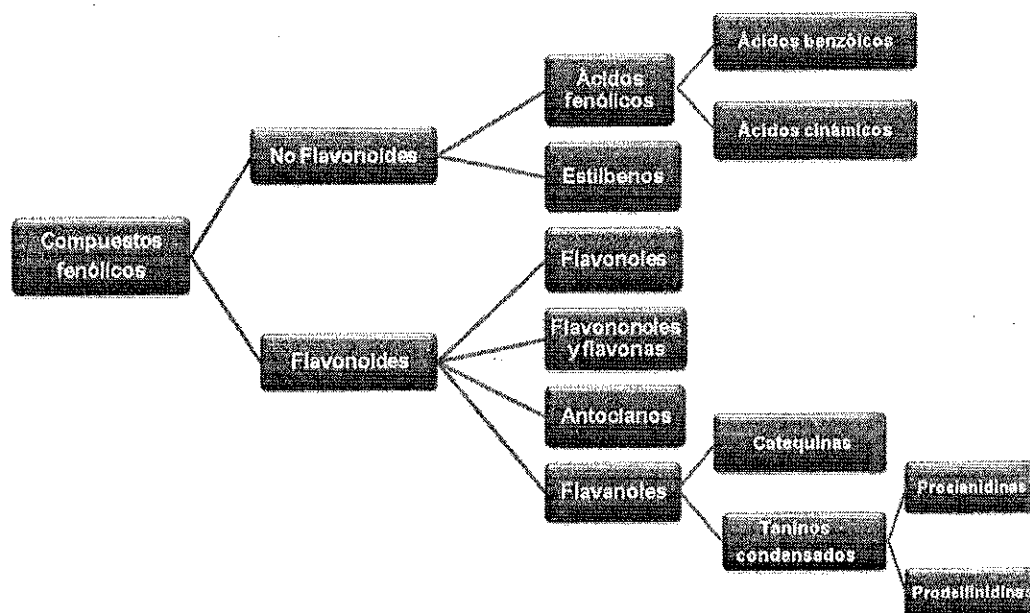


Figura 7. Clasificación de los compuestos fenólicos fundamentada en su estructura química.
Fuente: Zamora-Marín, 2003.

Los compuestos fenólicos son de gran importancia en los vinos tintos y el perfil y concentración de éstos estará en función de la variedad de vid, el rendimiento de la cosecha, las condiciones edafoclimáticas y técnicas culturales aplicadas al viñedo (González-San José *et al.*, 1990). Almela *et al.* (1995) al analizar 10 distintos vinos comerciales de la región de Murcia, España, encontraron que los de más bajo contenido de compuestos fenólicos eran también los que tenían el más bajo nivel de de antocianinas ionizadas y la menor intensidad colorante.

La variación en la maduración de las bayas, el peso y tamaño de las mismas al momento de la cosecha y las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo y sobre todo durante la maduración de las bayas, puede generar diferencias entre los perfiles fenólicos de las variedades. De forma adicional, las diferentes técnicas de vinificación pueden afectar el perfil (condiciones de maceración, temperatura de fermentación y el uso de enzimas). También el tipo de barrica usado durante el envejecimiento así como el tiempo de permanencia en la misma puede afectar cualitativa y cuantitativamente la composición fenólica (Cliff *et al.*, 2007).

El vino es un producto que presenta una elevada complejidad debido a la cantidad de compuestos que presenta. Alcalde-Eon *et al.* (2006) al estudiar detalladamente la composición de un vino variedad tempranillo, lograron identificar 129 compuestos diferentes.

2.7.1 Compuestos fenólicos no flavonoides

El grupo de los compuestos no flavonoides se encuentra integrado por la familia de los ácidos fenólicos y los estilbenos. Los ácidos fenólicos a su vez se subdividen en ácidos benzoicos y ácidos cinámicos. Ambos tipos de ácidos pueden estar en forma libre o bien, esterificados con el tartárico u otros componentes del vino. En el caso de los ácidos benzoicos, los principales son el gálico, p-hidroxibenzoico y sirínico, mientras que los principales ácidos cinámicos son el caféico, p-cumárico y ferúlico (Hernández *et al.*, 2006).

Los ácidos fenólicos carecen de color en el espectro visible, sin embargo, pueden oxidarse y dar lugar al pardeamiento del mosto y del vino, no obstante, estas reacciones tienen mayor importancia en el envejecimiento de los vinos blancos que en los tintos (Zamora-Marín, 2003). En los vinos tintos, la mayor importancia de los ácidos fenólicos radica en su acción como copigmentos (Hermosín-Gutiérrez *et al.*, 2005). Aunque sensorialmente los ácidos fenólicos presentan en solución modelo un cierto sabor ácido, amargo y astringente, esto no afecta el sabor del vino tinto. No obstante, su degradación da lugar a la aparición de fenoles volátiles, algunos de los cuales parecen ser los responsables de importantes defectos olfativos (Chatonnet *et al.*, 1992).

Al analizar un mosto procedente de la variedad *Tempranillo* previo al desarrollo de la fermentación maloláctica (FML), Hernández *et al.* (2006) identificaron (aparte de los antocianos, flavanoles y procianidinas y flavonoles), la presencia de (1) los ácidos (gálico, procatecúico, vanílico, sirínico, trans-caféico, trans y cis-cumárico y

ferúlico, y (2) los *estilbenos* (trans y cis resveratrol y otros compuestos como el metil galato, etil galato, tirosol y triptofol). Por su parte Zamora-Marín (2003) indica que ácidos como el gálico y el ácido elágico (dímero del ácido gálico) forman parte de los taninos hidrolizables: taninos gálicos y taninos elágicos, los cuales proceden principalmente de la madera y por tanto estarán presentes en los vinos criados en barrica.

El tipo y concentración de ácidos presentes en los vinos estará principalmente en función de la variedad de uva. En vinos tintos jóvenes elaborados con las variedades Brancellao y Mencía, García-Falcón *et al.* (2006) identificaron un total de cinco ácidos hidroxibenzóicos y nueve ácidos hidroxicinámicos a niveles detectables y al evaluar al final de la FML, encontraron un mayor contenido en Brancellao que en Mencía, 201 mg L⁻¹ y 108 mg L⁻¹, respectivamente. Asimismo el ácido gálico fue el ácido benzóico más abundante en las dos variedades, mientras que el ácido trans-caftarico fue el principal hidroxicinamato (66 % en Mencía y 65 % en Brancellao).

Otro grupo de compuestos son los estilbenos, cuya función biológica se ha relacionado con mecanismos de defensa de las uvas contra ataques fúngicos. Los principales estilbenos son el resveratrol, piceida, astringina, resveratrolósido y picetanol. Estos compuestos se localizan en los hollejos y no se caracterizan por ser importantes respecto de propiedades sensoriales. Sin embargo, específicamente el resveratrol ha cobrado importancia debido a los posibles efectos benéficos sobre la salud humana (Ratola *et al.*, 2005).

2.7.2 Compuestos fenólicos flavonoides

El grupo de los compuestos flavonoides está integrado por cuatro grandes familias; los flavonoles, los flavanonoles y flavonas, los antocianos y los flavanoles. La familia de los flavonoles es la responsable de los tonos amarillos de la piel de las uvas blancas y de una parte del color amarillo del vino blanco, las principales sustancias que la integran son el kaempferol, quercitina, miricetina e isoramnetina. Su localización se limita a los hollejos. Se les puede encontrar en forma de aglicona o bien, en forma de heterósido. Por su parte, los flavanonoles y las flavonas, tienen una estructura muy similar a la de los flavonoles, difieren sólo en que no poseen el doble enlace del heterociclo (Zamora-Marín, 2003). Otras dos familias que integran al grupo de los flavonoides son los antocianos y los flavanoles, los cuales, debido a su importancia en la calidad del vino tinto, se tratarán más a fondo que las otras familias de compuestos.

2.7.3 Importancia de los compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos tienen importantes funciones, desde la protección a las plantas, coloración de flores, hojas y frutos, así como una fuerte influencia en el desarrollo de atributos sensoriales en frutos y vinos, se relacionan con propiedades sensoriales que definen su calidad y aceptación, como son el color, cuerpo, astringencia y amargor (Peña-Neira., 2006 a y b). Por otro lado, desde la perspectiva tecnológica, la cantidad y equilibrio de los compuestos fenólicos, definirá el éxito en la obtención de la calidad deseada de los vinos destinados a crianza en barrica, ya que durante esta etapa se llevan a cabo reacciones que pueden afectar positiva o negativamente la estabilidad de las propiedades sensoriales (Bautista, 2005).

Los diferentes tipos de compuestos fenólicos tienen una localización específica en los frutos de la vid y también confieren propiedades sensoriales específicas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución y propiedades sensoriales más importantes de los principales compuestos fenólicos.

Compuesto	Localización en la baya				Propiedades sensoriales
	Piel	Pulpa	Semillas	Raspón	
Ácidos fenólicos	Si	Si	Si	Si	Poca influencia directa
Flavonoles	Si	No	No	No	Color amarillo
Antocianos	Si	No*	No	No	Color rojo
Taninos condensados	Si	Si	Si	Si	Sabor amargo, astringencia, cuerpo, estructura, capacidad para la crianza

*Excepto en las variedades tintas que también contienen antocianos en la pulpa.
Fuente: Zamora-Marín, 2003.

A lo largo del proceso de elaboración de los vinos, los diferentes compuestos fenólicos sufren cambios. Hernández *et al.* (2006) al estudiar los cambios de los compuestos fenólicos (excluyendo a las antocianinas) bajo diferentes condiciones durante la fermentación maloláctica (FML) en barrica y tanque de acero inoxidable, encontraron que, en comparación con el vino inicial, los compuestos fenólicos más importantes fueron el ácido gálico, (+)catequina, (-)epicatequina, miricetina 3-*O* galactósido y la aglicona de quercitina, así como el tirosol y el triptofol. Al evaluar la evolución de los compuestos fenólicos durante la fermentación maloláctica, encontraron que los cambios más marcados tanto en barricas como en tanques de acero inoxidable, involucraron a los ácidos hidroxicinámicos y sus derivados y el comportamiento en ambas condiciones

(barrica y tanque) fue similar. Cada familia de compuestos (flavonoides y no flavonoides) tiene una función clave en la calidad de los vinos tintos, sin embargo, los antocianos y los flavanoles son los de mayor importancia (Alcalde-Eon *et al.*, 2006).

El éxito en la elaboración de un vino ligero y afrutado o de un vino muy estructurado, así como el futuro desarrollo de las características sensoriales, se basa en el control apropiado de la extracción de antocianos y flavanoles de las uvas, en la concentración obtenida de cada uno de estos compuestos, pero además del contenido de otros compuestos fenólicos (Valls *et al.* 2000). El grado de madurez de las uvas tintas y la calidad sanitaria determinan el contenido de compuestos fenólicos, así como su extractabilidad, es por ello la importancia de disponer de una vendimia sana y de calidad (Bautista, 2005).

2.7.4 Antocianinas

2.7.4.1 Naturaleza y biosíntesis

Los compuestos fenólicos llamados antocianinas (del griego *anthos* que significa flor y *kianos* que significa azul) (Von Elbe y Schwartz, 2000), pertenecen al grupo de los flavonoides (Valls, 2004), son pigmentos que le confieren a los frutos, flores y hojas los colores azul, rojo y violeta (Kong *et al.*, 2003). En el caso de *Vitis vinífera*, se acumulan en las vacuolas de las tres o cuatro primeras capas celulares hipodérmicas de las bayas, y en algunos casos en el mesocarpio y en las semillas (Cantos *et al.*, 2002). Las antocianinas son compuestos que se caracterizan por su alto poder reductor y pueden ser inducidas rápidamente en respuesta al frío, radiación ultravioleta o ataques de patógenos (Kong *et al.*, 2003).

Estudios en diferentes especies, han generado información referente a la expresión coordinada de enzimas y genes; la canalización entre intermediarios, la interacción física de las enzimas y la asociación de éstas con las membranas del retículo endoplasmático (RE) (Achnine *et al.*, 2004). Con base en los resultados de dichas investigaciones, se ha propuesto el modelo de “canalización metabólica” para explicar la relación entre las enzimas e intermediarios involucrados en dicha biosíntesis, aunque se carece de suficiente evidencia experimental (Dixón, 2005), sin embargo, sí existe certeza de las que las enzimas planteadas en dicho modelo se organizan espacialmente en el citoplasma celular, asociadas con el RE (Winkel, 2004).

La síntesis de los flavonoides se inicia con la conversión de los precursores fenilalanina y acetato, vía el metabolismo del fenil propanoide y acetato respectivamente (Figura 8). La fenilalanina amonio liasa (PAL) es la encargada de convertir la fenilalanina en 4-cumaroil CoA, el precursor activo de los flavonoides. Posteriormente, la chalcona sintasa (CHS) condensa los precursores activos malonil CoA y 4-Cumaroil CoA para formar naringenina-chalcona. Tanto PAL como CHS son inducidas por la luz y por el ataque de patógenos y los genes que las codifican son activados por estímulos externos a nivel de transcripción (Del Valle *et al.*, 2005).

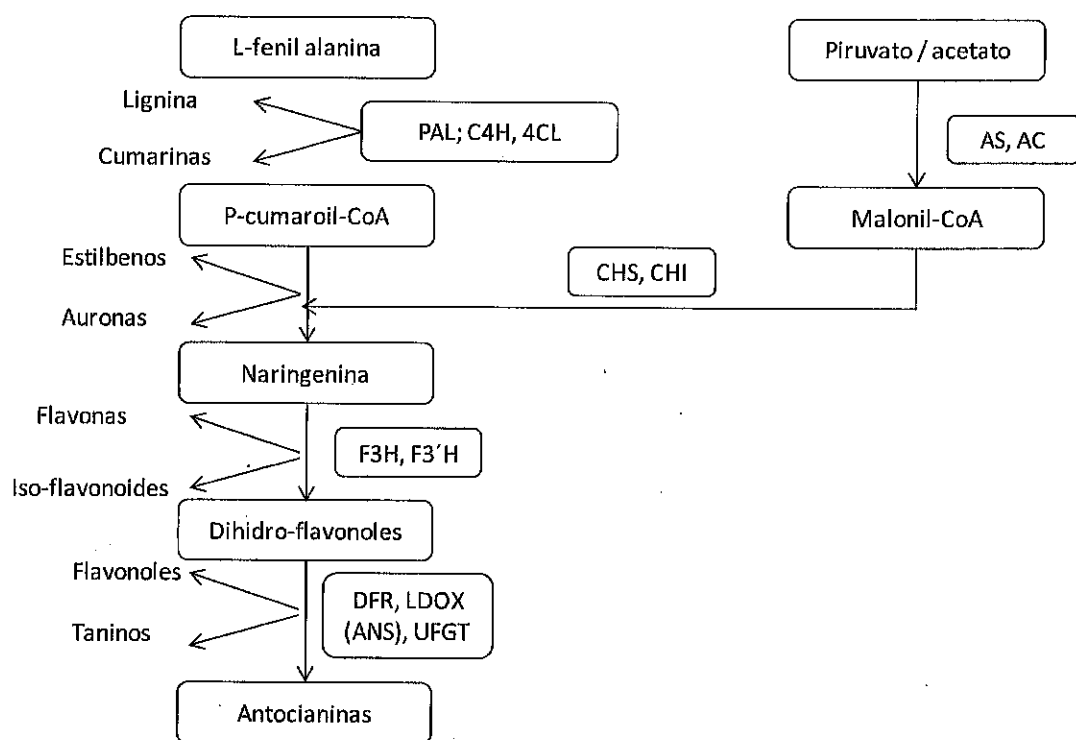


Figura 8. Ruta biosintética de las antocianinas.

Las siglas corresponden a los nombres de las enzimas involucradas: Fenilalanina amonio liasa (PAL), cinamato-4-hidroxilasa (C4H), 4-cumaril CoA ligasa (4CL), acetil-CoA sintetasa (AS), acetil-CoA carboxilasa (AC), chalcona sintasa (CHS), chalcona isomerasa (CHI), flavonona 3-hidroxilasa (F3H), flavonoide 3'-hidroxilasa (F3'H), dihidroflavonol 4-reductasa (DFR), leucoantocianidina dioxigenasa (LDOX), antocianidina sintetasa (ANS) y UPD flavonoide glucosil transferasa (UFGT) (Tomado de Del Valle *et al.*, 2005).

En las uvas, la síntesis de antocianos coincide con el “envero”, que es el periodo en que la baya comienza a tomar color en el caso de las variedades tintas. No obstante la expresión de genes que codifican para las enzimas PAL, CHS, F3H, DFR y UFGT se produce en dos fases; (1) en la floración (temprana) y (2) cercana al cambio de color de fruto (tardía). La acumulación de antocianinas coincide con el inicio de la síntesis de azúcar en las bayas y se incrementa rápidamente hasta que la concentración de sólidos solubles alcanza 24° Brix (Boss *et al.*, 1996). De forma simultánea se produce un aumento de la actividad de las enzimas cinamato-4-mono-oxigenasa, p-cumarato CoA

ligasa (4CL), y UFGT, mientras que la actividad de las enzimas PAL y CHI disminuye al iniciarse la acumulación del pigmento. Durante la biosíntesis de antocianinas se expresan dos tipos de genes: los genes estructurales que codifican para las enzimas que participan directamente en la síntesis y los genes reguladores que controlan la transcripción de los genes estructurales (Del Valle *et al.*, 2005).

2.7.4.2 Estructura

Las antocianinas son compuestos considerados flavonoides debido a que tienen el esqueleto carbonado $C_6C_3C_6$ característico (Von Elbe y Schwartz 2000). Su estructura corresponde a heterósidos formados por la combinación de una aglicóna (antocianidina) y de un azúcar (generalmente la glucosa, que se fija en la posición 3) (Valls *et al.*, 2000). Aunque en otras especies del mismo género, como *Vitis riparia* o *Vitis rupestris*, los antocianos aparecen como diglucósidos, con dos moléculas de glucosa en las posiciones 3 y 5 (Bautista, 2005). La estructura química básica de los antocianos es el ion flavilio, que se presenta en solución acuosa y consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilo (A) y un anillo fenólico (B), unidos por una unidad de tres carbonos. Por su posición trivalente del oxígeno, el flavilio normalmente funciona como un catión (Badui, 1993) (Figura 9).

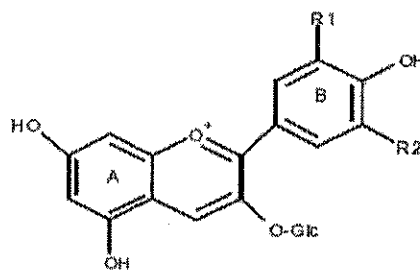
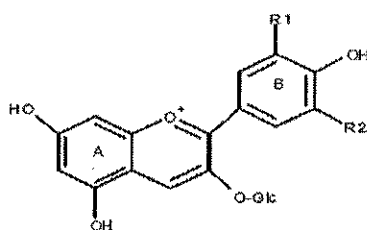


Figura 9. Estructura química de las antocianinas.
Tomado de Valls, 2004.

Si bien, el azúcar que se encuentra en combinación con la aglicona es generalmente una glucosa (Valls *et al.*, 2000), es posible encontrar otros azúcares como la arabinosa, xilosa y di y trisacáridos homogéneos o heterogéneos formados por combinación (Von Elbe y Schwartz, 2000). Con base en el número de azúcares presentes en sus estructuras, las antocianinas se clasifican en monoglucósidos (un azúcar); diglucósidos (dos azúcares) y triglucósidos (tres azúcares). En algunos casos los azúcares se encuentran unidos a moléculas de ácidos, siendo los de mayor participación el caféico, *p*-cumárico, sinápico, *p*-hidróxibenzoico, ferúlico, malónico, succínico y acético (Alcalde-Eon *et al.*, 2006).

2.7.4.3 Antocianinas en *Vitis vinífera*

La diferencia entre las antocininas en forma de monoglucósidos radica fundamentalmente en el número de grupos hidroxilo de la molécula y el grado de metilación de estos grupos y en la naturaleza y el número de azúcares ligados a la molécula (Valls, 2004). En *Vitis vinífera* se distinguen cinco tipos básicos de antocianos; cianidina, peonidina, delphinidina, petunidina y malvidina (Figura 10). Siendo el patrón de metilación y acilación (con los ácidos acético, *p*-cumárico y caféico) el que definirá el perfil antocianico de las variedades de uva (Bautista, 2005).



Antocianinas	R1	R2
Cianidina	OH	H
Peonidina	OCH3	H
Delphinidina	OH	OH
Petunidina	OCH3	OH
Malvidina	OCH3	OCH3

Figura 10. Estructura de las antocininas encontradas en *Vitis vinífera*.
Tomado de Valls *et al.* 2000.

Valls *et al.* (2000) encontraron en uvas de las variedades *Tempranillo* y *Cabernet sauvignon* un menor tiempo de retención para los antocianos no acilados, posteriormente los acetilados y finalmente aquellos que presentan el ácido cumárico. Además comprobaron que la metilación de los grupos hidroxilo aumenta el tiempo de retención, mientras que, a igual grado de metilación es más rápidamente eluido el antociano que presenta mayor número de grupos hidroxilo del anillo aromático no perteneciente al anillo bencénico. El orden de elución para ambas variedades fue; (1) Delfinidina (no metilada, 3 grupos hidroxilo), (2) Cianidina (No metilada, dos grupos hidroxilo), (3) Petunidina (un grupo metilo: dos grupos hidroxilo), (4) Peonidina (un grupo metilo, un grupo hidroxilo) y (5) Malvidina (2 grupos metilo). Para ambas variedades encontraron a Malvidina-3-glucósido como grupo mayoritario.

El contenido de antocianos en las uvas está en función de la variedad de vid y de las condiciones de manejo del viñedo. En uvas variedad Vinhão cosechas 2000, 2001 y 2002 se reportó un contenido de antocianinas totales de 1835 y 2000 mg L⁻¹. y un contenido de compuestos fenólicos de entre 156 y 243 mg L⁻¹ datos que difieren y son mayores que los determinados en otras variedades de *Vitis vinífera* tales como *Cabernet franc*, *Merlot*, *Pinot noir*, *Syrah*, *Monastell* o *Cabernet sauvignon* (Castillo-Sánchez *et al.*, 2006).

Valls *et al.* (2000) al estudiar las variedades *Tempranillo* y *Cabernet sauvignon* encontraron que la diferencia entre ellas se debía a la proporción de derivados acilados, al predominio del agente acilante y al contenido total de antocianos. Encontraron una

mayor concentración de derivados acilados en *Cabernet sauvignon*, siendo los de mayor preponderancia los acetilados, mientras que en Tempranillo, los niveles de acilación fueron menores, predominando los derivados con el ácido cumárico como acilante. En cuanto al contenido total de antocianos, encontraron una mayor concentración en los frutos de *C. sauvignon* que en los de *Tempranillo* (1488 ± 94 µg/g baya y 829 ± 200 , respectivamente).

2.7.4.4 Antocianinas en el vino

Las antocianinas que se extraen de las uvas mediante el proceso de vinificación corresponden al mismo perfil de antocianinas presentes en las uvas, lo único que cambia es el porcentaje de extracción (Von Elbe y Schwartz. 2000). Por lo anterior, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, son las cinco antocianinas monoméricas que pueden estar presentes en los vinos, salvo aquellas que presentan cierta inestabilidad y que se degradan durante las operaciones de estrujado y prensado. El mayor porcentaje de antocianinas corresponde a malvidina-3-glucósido, aunque varía en función de la variedad de vid, las condiciones de cultivo y condiciones de la vinificación. Castillo-Sánchez *et al.* (2007) al analizar vinos de la variedad Vinhão encontró que la antocianina mayoritaria era malvidina-3-glucósido (representaba entre el 60 y 66 %) seguida por peonidina-3-glucósido (entre el 9 y 10 %).

Se ha comprobado que la principal diferencia en la composición de antocianinas entre vinos provenientes de distintas variedades es de carácter cuantitativo. No obstante, Castillo-Sánchez *et al.* (2007) demostraron que malvidina 3-(6-acetil-glucósido) no estaba presente en vinos de la variedad Vinhão. Lo anterior indica que el perfil de

antocianinas de los vinos será el resultado de la variedad y características de la uva, del proceso de vinificación y del tiempo y condiciones de envejecimiento. Alcalde-Eon *et al.* (2006) al evaluar el perfil de antocianinas de vinos de la variedad *Tempranillo* con cuatro meses de envejecimiento, identificó seis grupos; (1) antocianinas monoméricas glucosiladas (delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina), (2) antocianinas acetiladas, (3) antocianinas p-cumariladas (cis/trans), (4) antocianinas cafélicas, (5) diglucósidos y (6) otros monoglucósidos de antocianinas aciladas.

Berente *et al.* (2000) mediante el análisis por HPLC de vinos tintos alemanes variedad *Cabernet sauvignon*, encontraron la presencia de quince picos de los cuales pudieron identificar nueve, cuyas características y orden de elución se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Antocianinas en vinos alemanes elaborados con uva *Cabernet sauvignon*.

Pico	tR (min)	Antocianina	Clave	R1	R2	R3
1	5.3	Df3-glc	De-3-gl	-OH	-OH	
2	7.7	C3-gluc	Cy-3-gl	-OH	-H	
3	9.3	Pt3-gluc	Pe-3-gl	-OH	-OCH ₃	-H
4	11.9	Pn3-gluc	Pa-3-gl	-H	-OCH ₃	
5	13.2	Mv3-gluc	Ma-3-gl	-OCH ₃	-OCH ₃	
6	22.1	Pn-3acetilgluc	Pa-3-acgl	-H	-OCH ₃	Acetil
7	23.0	Mv-3-acetilgluc	Ma-3-acgl	-OCH ₃	-OCH ₃	
8	29.5	Pn3-p-cumgluc	Pa-3-cugl	-H	-OCH ₃	Cumaril
9	30.1	Mvi-3-cumgluc	Ma-3-cugl	-OCH ₃	-OCH ₃	

tR: Tiempo de retención, R1, R2 y R3 Radicales del anillo B., Df:Delfinidina, C:Cianidina, Pt:Petunidina, Pn:Peonidina, Mv:Malvidina

El perfil cromatográfico obtenido por Berente *et al.* (2000) se presenta en la Figura 11.

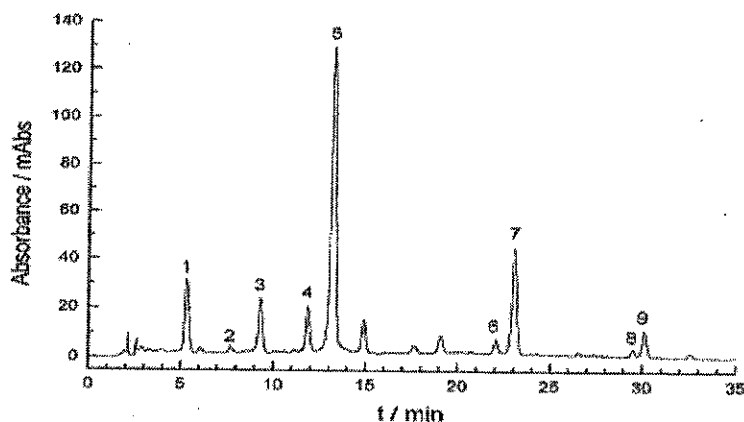


Figura 11. Perfil de antocianinas presentes en vinos alemanes elaborados de uva *Cabernet Sauvignon*.
Fuente: Tomado de Berente *et al.* (2000).

La variedad de uva es un factor determinante en la composición de antocianinas de los vinos resultantes. Cliff *et al.* (2007) al evaluar vinos comerciales de *Cabernet sauvignon*, *Cabernet franc*, *Merlot* y *Pinot noir*, encontraron valores de 124.9, 94.1, 109.7 y 61.0 mg de malvidina-3-glucósido por litro, respectivamente. Por su parte, Kallithraka *et al.* (2006) al evaluar el contenido de antocianinas totales en 20 vinos elaborados a partir de diferentes variedades de uva, encontraron contenidos desde 18.59 hasta 1011.83 mg/L. En vinos de *Pinot noir*, la composición total de antocianinas, así como de antocianinas copigmentadas, monoméricas y poliméricas es más baja que en los vinos producidos a partir de la variedad *Merlot*, *Cabernet franc* o *Cabernet sauvignon* (Cliff *et al.*, 2007). Boulton (2001) demostró que *Pinot noir* de forma natural esta inhabilitada para formar antocianinas copigmentadas, lo cual explica la falta de color en los vinos resultantes.

2.7.4.5 Estabilidad de los antocianos

Steyn *et al.* (2000) señalan que la naturaleza y el número de azúcares ligados a la molécula, la posición de esta unión, la naturaleza y el número de ácidos alifáticos aromáticos que se unen al azúcar durante la acetilación, juegan un importante rol en el color y en la estabilidad del compuesto. Las antocianinas aciladas son las más estables que las no aciladas (Terahara *et al.* 2004) y dentro de los factores que contribuyen a la estabilización se encuentran la formación de complejos con iones metálicos como aluminio y la copigmentación (acilación con otros flavonoides incoloros) (Maković *et al.* 2005).

La estabilidad de las antocianinas y del color de los productos que las contienen, depende tanto de factores intrínsecos como extrínsecos. Dentro de los factores intrínsecos se encuentra la estructura, la cual afectará de forma directa la velocidad de degradación. En este sentido, Von Elbe y Schwartz (2000) indican que el aumento de la hidroxilación disminuye la estabilidad, en tanto que el aumento de la metilación la incrementa. Es por ello que el color de los alimentos que contienen antocianinas ricas en las agliconas pelargonidina, cianidina o delfinidina es menos estable que el de los alimentos que contienen antocianinas ricas en las agliconas petunidina y malvidina. La mayor estabilidad de la malvidina se debe a que los grupos hidroxilo inactivos están bloqueados, por tanto, el aumento de la glicosilación como en monoglucósidos, o diglucósidos aumenta la estabilidad. Dentro de los factores extrínsecos, los más importantes son el pH, la temperatura y la concentración de oxígeno.

- Influencia del pH

Las antocianinas presentan un cierto equilibrio en función del pH, lo cual influye directamente sobre el color. En este sentido, a pH muy ácido, la forma mayoritaria es el catión flavilio o la forma A^+ , que presenta una coloración roja. Cuando el pH del medio aumenta, la forma A^+ se transforma en la base quinona o forma AO de color violáceo y en la forma AOH o carbinol que es incolora. La forma AOH puede transformarse en las chalconas cis y trans que presentan un ligero color amarillo, transformación que se ve fuertemente favorecida por las temperaturas elevadas. Finalmente, la chalcona puede ser oxidada dando lugar a ácidos fenólicos (Valls, 2004). (Figura 12).

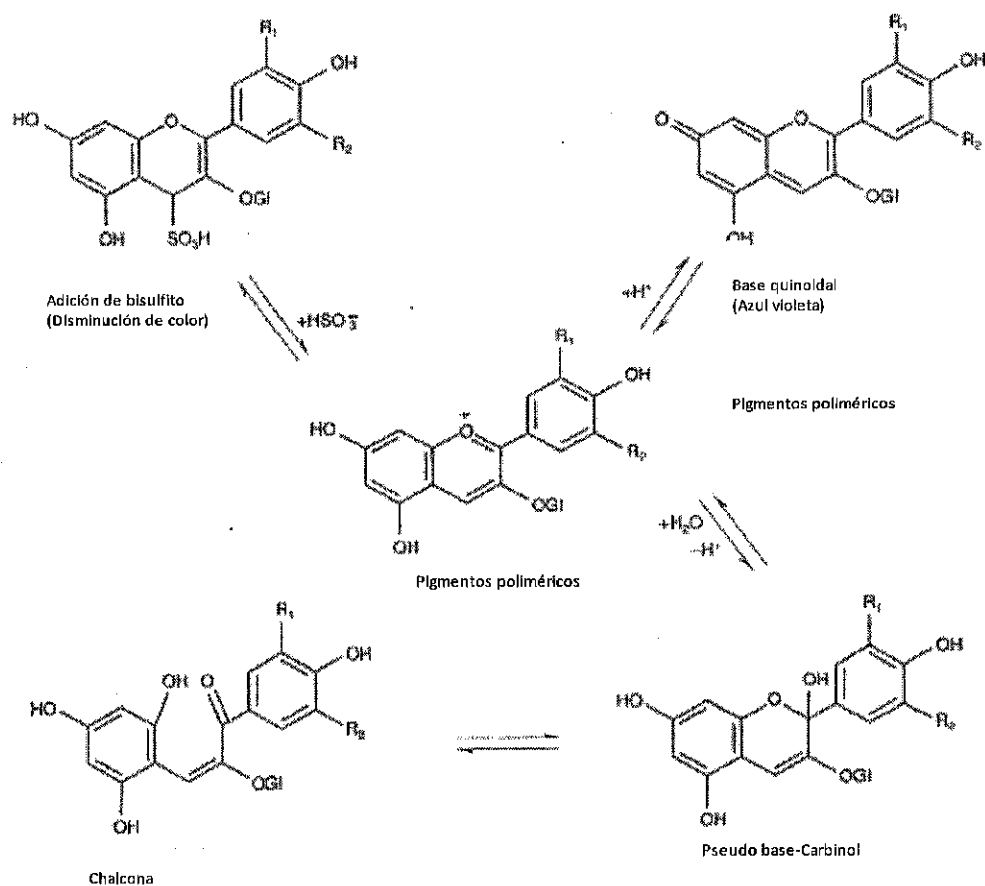


Figura 12. Equilibrio entre las diferentes formas de antocianinas en vino.
Fuente : Tomado de Jackson, 2008.

Borkowski *et al.* (2005) al evaluar el espectro de absorción de soluciones acuosas de 20 μM de cianidina, malvidina y delphinidina, así como sus correspondientes formas glucosiladas, a diferentes concentraciones de pH (rango de 2 a 9), comprobaron que la máxima absorción de todos los compuestos experimenta un ligero cambio batocrómico al incrementarse los valores de pH. Las diferencias entre los espectros de absorción en el rango de pH de 2 a 9 confirman que los cambios estructurales que sufren las antocianinas resultan en cambios de color. Esas transformaciones son relacionadas con la conversión del catión flavilio en una mezcla de formas tautoméricas de base quinoidal, resultado de la desprotonación de los grupos hidroxil en las posiciones 4', 5 y 7 y de la hidratación del catión flavilio en un hemiacetal, el cual puede experimentar la apertura del anillo hacia las chalconas. La máxima absorbancia observada en las tres antocianinas y antocianidinas estudiadas a los valores de pH entre 2-3 y 8-9 indica el máximo aumento de color a esos valores de pH. El mismo efecto fue observado en el caso de los derivados glucosilados. La máxima pérdida de color en el rango de pH entre 4 y 5 es debido a la hidratación de las antocianinas lo cual permite la formación de la estructura hemiacetal y chalconas amarillas. A pH por arriba de 5 aparece un nuevo cambio en la longitud de onda lo cual puede ser atribuido a la formación de formas base quinoidal.

La introducción de la fracción azúcar en la posición C_3 de las agliconas causa un cambio hipsocrómico (cambio de la absorción de energía hacia una longitud de onda menor) las bandas de absorción visible (con excepción de malvidina a pH 5 y 6) y una notable disminución en la absorción reflejada por la disminución de la intensidad de color para todos los derivados, casi en el total del rango de pH estudiado. El efecto hipsocrómico

puede ser atribuido a la disminución en el coeficiente de absorción molar de las antocianinas glucosiladas en sus diferentes formas en comparación con los coeficientes de absorción molar de las correspondientes agliconas (Borkowski *et al.* 2005).

- Efecto del anhídrido sulfuroso

El SO₂ es una sustancia que se agrega a los vinos en forma de metabisulfito por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas, este compuesto, al ligarse con las antocianinas, produce una reacción de equilibrio que causa decoloración (Jackson *et al.*, 2008) (Figura 12).

- Temperatura

Berente *et al.* (2000) sometieron el vino comercial “Beaujolais Primeur” a diferentes condiciones de almacenamiento (congelación a -18 ° C, en botella cerrada, en refrigeración, y a temperatura ambiente) durante 69 días. Encontraron la mayor pérdida de antocianinas al mantener las muestras a temperatura ambiente. La disminución de antocianinas en los 69 días en botellas originales almacenadas a temperatura ambiente tuvo 91 % de pérdida, mientras que la mayor estabilidad se obtuvo al almacenar a -18 grados centígrados (Figura 13).

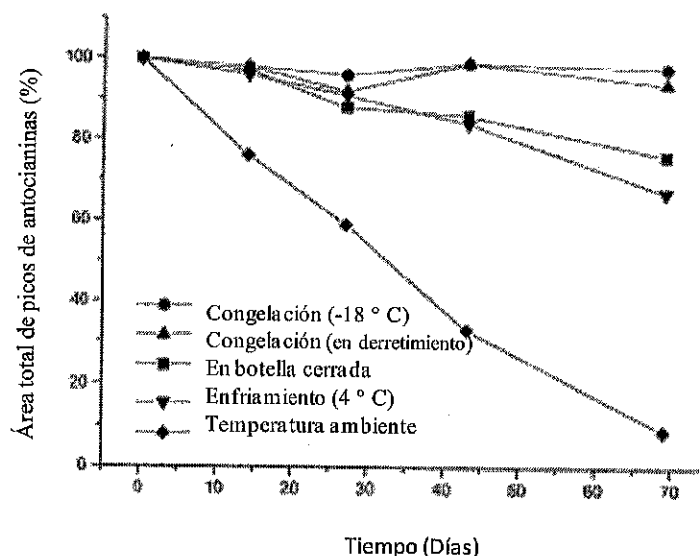


Figura 13. Degradación de antocianinas en vino Beaujolais Primeur bajo diferentes condiciones de almacenamiento. 100 %= contenido inicial
Fuente: Tomado de Berente *et al.* (2000).

2.7.4.6 Funciones y propiedades de las antocianinas

Las principales funciones de las antocianinas de las uvas es conferir los colores rojo, azul o violeta a frutos, flores y hojas (Kong *et al.*, 2003), neutralizar los efectos de los radicales libres (Kaur y Kapoor, 2001) o disipar energía cuando otros sistemas detoxificantes han sido superados en condiciones graves de estrés (Chalker-Scout, 1999). Kalt *et al.* (2003) atribuyen a las antocianinas aproximadamente el 50 % de la capacidad antioxidante en uvas tintas. Se han estudiado los beneficios de la capacidad antioxidante de los antocianos en el ser humano, particularmente sobre enfermedades crónico-degenerativas, pero también su efecto como hepatoprotector, antihipertensivo y anticancerígeno.

2.7.4.7 Importancia de los antocianos en los vinos tintos

La importancia de las antocianinas en la calidad de los vinos tintos, puede ser valorada desde los enfoques tecnológico, sensorial y de beneficios a la salud. Desde el punto de vista tecnológico, el contenido de antocianinas es importante ya que es un factor primordial para el adecuado desarrollo del proceso de envejecimiento de los vinos, sin dejar de lado la importancia de los flavanoles como agentes de estabilización (Alcalde-Eon *et al.*, 2006; Castillo-Sánchez *et al.*, 2007).

Desde la perspectiva sensorial, entendiendo que el término “sensorial” hace referencia a todas aquellas propiedades o atributos que son detectadas por el ser humano a través de los sentidos, las antocianinas son importantes por conferir propiedades de apariencia y de color, siendo este último un atributo de gran importancia al ser el primer contacto que tiene el consumidor con un producto y que puede afectar significativamente su aceptación o rechazo (Badui, 1993). Por último las antocianinas también son importantes por los beneficios de su capacidad antioxidante (Leighton y Urquiaga, 2000).

2.7.5 Taninos

2.7.5.1 Naturaleza y biosíntesis

Mediante el término “tanino” se agrupan a los monómeros y polímeros de las diferentes formas isoméricas de la catequina (flavanoles). Los taninos, de acuerdo con su estructura y reactividad con agentes hidrolíticos, particularmente ácidos, se han dividido en dos grupos: los hidrolizables y los no hidrolizables o condensados. Los taninos son sustancias poliméricas complejas que a su vez se clasifican en galotaninos (cuando

tienen ácido gálico) y elagitaninos, cuando está presente el ácido elágico; el ácido gálico puede estar en forma de glucósido al unirse a una molécula de glucosa, o esterificarse consigo mismo produciendo ácidos di y trigálicos (Badui, 1993). Una forma de expresar el contenido de taninos en los vinos es por su equivalente de ácido gálico (Valls *et al.*, 2004).

2.7.5.2 Estructura

Los taninos condensados corresponden a las diferentes formas isoméricas de la catequina y sus polímeros. La estructura básica de la catequina presenta 2 carbonos asimétricos por lo que existen cuatro isómeros: (+)/(-) catequina y epicatequina. A su vez, en el anillo externo pueden presentar un tercer grupo OH, dando así lugar a las correspondientes (+)/(-) galocatequina y epigalocatequina (Von Elbe y Schwartz, 2000). Por su parte Peña Neira (2006b) indica que en forma adicional, los compuestos base de los flavanoles de la uva pueden estar unidos a otro elemento, el ácido gálico, llamando a los compuestos unidos a este ácido fenólico “taninos galoilados”. La presencia del ácido gálico en las estructuras de los taninos es de gran importancia debido a que a mayor grado de gailoilación, mayor amargor y astringencia presenta un tanino. El grado de gailoilación disminuye con el periodo de maduración y a su vez este grado explica la diferencia en la calidad de los taninos de las cáscaras y las semillas (Valls, 2000).

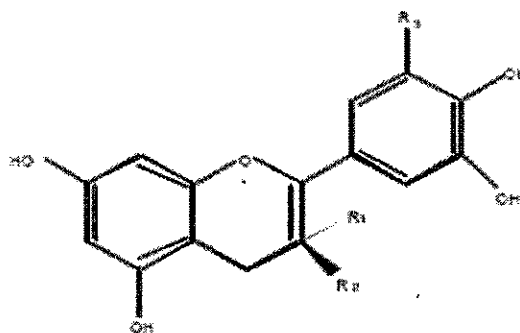


Figura 14. Estructura de los flavan 3-ols.
Fuente: Tomado de Valls, 2004.

En teoría existen hasta 16 posibles monómeros de flavanol, no obstante, en la uva los mayoritarios son la (+) -catequina, la (-) epicatequina y el 3 galato de (-)-epicatequina (Zamora-Marín, 2003). Los flavanoles polímeros reciben el nombre de taninos condensados, a los cuales también se les denomina proantocianidinas. El término “taninos” en general es usado para designar a los oligómeros y polímeros de flavanoles, haciendo referencia a su capacidad de interaccionar con las proteínas, mientras que el término proantocianidoles o proantocianidinas se refiere a la propiedad de liberar antocianidoles en medio ácido a causa de la ruptura de las uniones intermoleculares. Dentro de las proantocianidinas, reciben el nombre de procianidinas aquellas que derivan de la catequina y epicatequina y que por hidrólisis ácida generan la molécula de la cianidina y el nombre de prodelfinidoles se refiere a aquellos derivados de la galocatequina y epigalocatequina que por hidrólisis ácida generan delfinidina (Keil *et al.*, 2004). Los taninos no hidrolizables o condensados son generalmente dímeros de catequina (flaván-3-ol). Su peso molecular varía normalmente 500 a 3 000 Da. Debido a su estructura presentan propiedades reductoras actúan como antioxidante protegiendo a los vinos tintos (Badui, 1993).

2.7.5.3. Taninos en *Vitis vinifera*

En las uvas los taninos se encuentran en estado de monómeros y en formas más o menos polimerizadas constituyendo los taninos catéquicos (Valls *et al.* 2000). Principalmente se encuentran en las capas que recubren a las semillas así como en vacuolas tánicas presentes en la zona del hollejo, predominando la catequina sobre la epicatequina. Los taninos condensados experimentan una importante evolución en su concentración así como en su composición durante el lapso de maduración de las bayas, proceso altamente dependiente de la variedad de la vid, condiciones edafoclimáticas y manejos agronómicos (Escribano-Baillón *et al.*, 1995).

Los taninos de las cáscaras se diferencian de los taninos de las semillas por la presencia de prodelphinoides. La concentración de procianidinas varía en un rango de 200 a 700 mg/kg. La procianidina B1 es la mayoritaria en las cáscaras, mientras que la B2 es la mayoritaria en las semillas. En los vinos la mayoritaria es la B1, lo cual indica que la extractabilidad de las procianidinas de las semillas es limitada (Valls, 2004).

La mayoría de los dímeros y trímeros identificados en *Vitis vinifera* pertenecen a la serie B, término que designa el tipo de unión entre los monómeros. En las procianidinas de la serie B, la unión de los monómeros se produce entre las posiciones C4-C6 (dímeros B5, B6, B7 y B8) o C4-C8 (presentes en dímeros B1, B2, B3 y B4). Asimismo ha sido descrita la presencia de dímeros de la serie A (que corresponde a la unión C4-C8) en uvas y vinos de las variedades *Merlot* y *Cabernet Sauvignon*, específicamente la proantocianidina A (Vivas de Gaulejac *et al.*, 2001).

Los polímeros pueden estar constituidos por un gran número de unidades monoméricas, de tal forma que en algunas variedades han sido detectadas fracciones con grados de polimerización superiores a 80 unidades (Souquet *et al.*, 1996). La polimerización aumenta con la madurez, con una mayor participación de los taninos provenientes de las cáscaras, en relación a los de las semillas. No obstante su concentración tiene una amplia variabilidad y depende en gran medida de factores vitícolas y ambientales (Kennedy *et al.*, 2000).

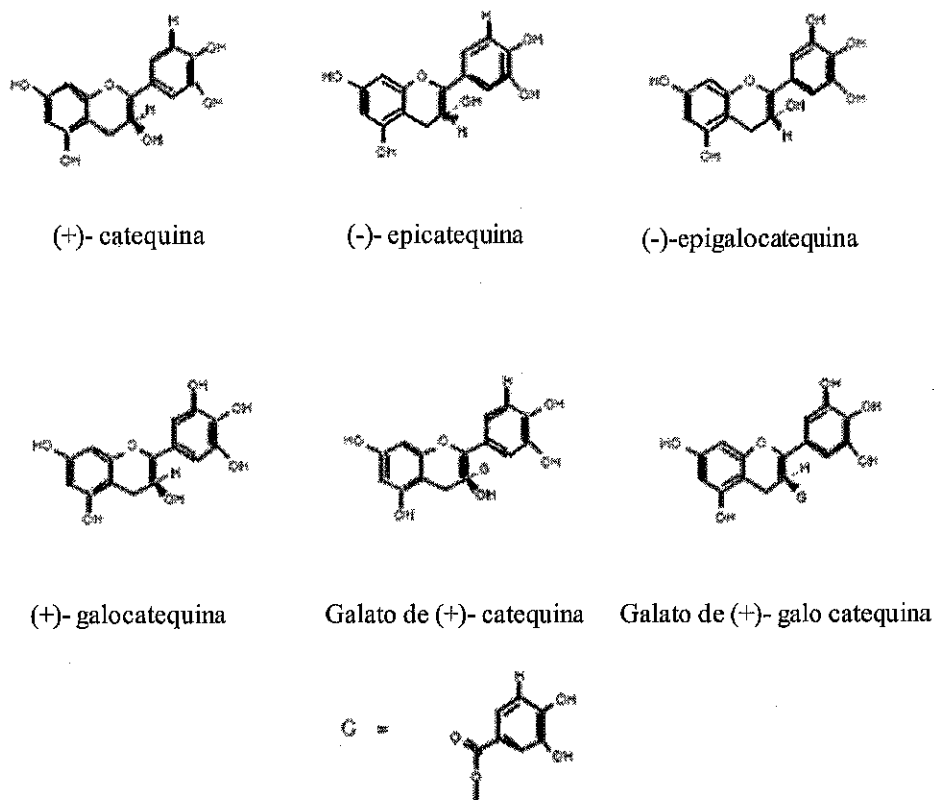


Figura 15. Estructura de los principales flavan-3-ols monoméricos detectados en las uvas.
Fuente: Tomado de Valls, 2004.

2.7.5.4 Taninos en el vino y su importancia

El contenido total de flavanoles en el tino es muy variable. Vinos comerciales de *Cabernet sauvignon*, *Cabernet franc*, *Merlot* y *Pinot noir*, mostraron valores de 414.2, 266.2, 382 y 331.1 mg de catequina/L, respectivamente (Cliff *et al.*, 2007). Los taninos son compuestos de gran importancia para la calidad de los vinos y en específico de los tintos. Son compuestos responsables en forma importante de aspectos positivos para el vino, como el cuerpo y la estabilidad colorante en vinos tintos, por su unión con los antocianos, pero además de características negativas para su calidad cuando son excesivos, como lo son la astringencia y el amargor (Peña-Neira, 2006b).

El nivel de astringencia y amargor que aporta un tanino condensado en el vino está determinado, como se ha dicho, por su grado de gailoilación, pero en mayor medida por su tamaño. A mayor tamaño (grado de polimerización) y menor grado de gailoilación el tanino es menos astringente y amargo. Taninos con tamaños de polimerización cercanos a diez unidades de flavanol (decámeros), son astringentes y pero los cercanos a cuatro unidades (tetrámeros) son los más amargos (Peña Neira, 2006b).

Las proantocianidinas o taninos condensados, son responsables en gran parte de la astringencia, mientras que los monómeros (catequinas y epicatequinas), están esencialmente asociados al amargor (Vidal *et al.*, 2004). La astringencia de las proantocianidinas va en incremento hasta el nivel de los decámeros, pero al superar ese umbral tienden a hacerse insolubles y las moléculas más grandes y de mayor peso molecular (PM) son las primeras en ser floculadas por las proteínas del mosto y

posteriormente por las proteínas de uso enológico, lo que implica una pérdida de la astringencia (Peña-Neira, 2006b). Por otro lado, respecto del color, los flavanoles (catequina y epicatequina) también pueden actuar como copigmentos de las antocianinas (Castillo-Sánchez *et al.*, 2007).

2.7.6 Evolución de los compuestos fenólicos durante el envejecimiento del vino

Independientemente del tipo de vinificación al que hayan sido sometidos los vinos, durante el almacenamiento, se presenta un incremento en el pH así como en el valor del ángulo de tono y una disminución en el contenido total de antocianinas, y densidad de color (Castillo-Sánchez *et al.*, 2007). La principal disminución en el contenido de antocianinas se presenta durante el primer año. Las antocianinas de la uva, que inicialmente son las responsables del color del vino son desplazadas progresiva e irreversiblemente por pigmentos poliméricos más estables, los cuales representan el 50 % de la densidad del color dentro del primer año. Estos nuevos pigmentos son mucho menos sensibles a los cambios de pH que las antocianinas y son resistentes a la decoloración por dióxido de sulfuro (Somers, 1971).

En vinos de 10 años de añejamiento se ha observado que las formas poliméricas de los pigmentos son responsables de la mayor porción de color, representando un 50 % en el primer año y con un promedio de 85 % en los vinos más viejos (Somers, 1971). Durante el almacenamiento se presentan cambios en la composición fenólica de los vinos, tales como la disminución de los niveles de antocianos monoméricos, ácidos fenólicos, epicatequina y flavonoles y un incremento en las procianidinas (García-Falcon *et al.*, 2006).

Durante el curso de la elaboración de los vinos, tienen lugar dos grupos de reacciones que afectan al color del vino; los procesos enzimáticos y las reacciones químicas que involucran antocianos y taninos. Aunque los dos tipos de reacciones ocurren simultáneamente, las primeras predominan en las etapas tempranas de elaboración, mientras que las segundas comienzan a predominar en las últimas etapas, cuando la actividad enzimática decrece (Bautista, 2005).

2.7.6.1 Evolución de ácidos fenólicos

La concentración total de ácidos fenólicos disminuye durante el almacenamiento de los vinos en botella, especialmente después del tercer mes y el porcentaje de disminución es diferente para los ácidos hidroxibenzóicos y los hidroxicinámicos y para cada variedad. Mientras que en un vino Mencía, García-Falcón *et al.* (2006) encontraron una disminución de ácidos benzóicos del 16 %, en el vino Brancellao fue del 25 % y en cuanto a los ácidos hidroxicinámicos, la disminución fue más acentuada, 20 % en Mencía y 34 % en Brancellao. Esta disminución global, es principalmente causada por la disminución de la concentración del ácido trans-coutárico y trans-caftárico, a favor de los ácidos caféico y cumárico. Lo cual ha sido atribuido a la presencia de enzimas con actividad estereásica las cuales pueden hidrolizar los ésteres tartáricos de los ácidos caftárico y coutárico a sus formas libres. Asimismo, el incremento en los niveles del ácido cumárico ha sido asociado con la degradación de antocianinas cumarílicas durante el almacenamiento de los vinos.

2.7.6.2 Evolución de antocianinas

Conforme los vinos empiezan a envejecer, el contenido total de antocianinas (monoglucósidos, diglucósidos y todos los derivados acilados) disminuye. Dicho comportamiento se atribuye a que las antocianinas participan en reacciones de condensación con otros compuestos. De manera general, la tasa de disminución es más alta durante los primeros meses de maduración en barrica que en los últimos, y se incrementa nuevamente durante el envejecimiento en botella. Sin embargo, cada grupo de compuestos tiene diferentes tasas de reducción (Alcalde-Eon *et al.*, 2006).

Durante el primer año de maduración en las barricas, el contenido total de pigmentos cambia fuertemente y de manera suave su perfil. Uno de los principales cambios es la disminución de las antocianinas que originalmente se encuentran en la uva, siendo malvidin-3-glucósido la que experimenta el cambio más intenso y asociado a ello aparecen nuevos pigmentos (Alcalde-Eon *et al.*, 2006; García-Puente Rivas *et al.*, 2006).

Mientras que el porcentaje de antocianinas monoméricas se reduce, el de los pigmentos derivados de antocianinas se incrementa, sobre todo los pigmentos que proveen a los vinos los tonos naranja, como las piroantocianinas, que en vinos envejecidos por 23 meses, llegan a representar hasta el 70 % de los pigmentos derivados. Por otro lado, el porcentaje de compuestos que proveen de los colores brillantes al vino, productos de condensación directa flavanol-antocianina o por mediación de acetaldehído, disminuyen, lo cual puede explicar el cambio de color observado, que va de tonos púrpura a tonos naranja (Alcalde-Eón *et al.*, 2006).

García-Falcón *et al.* (2006), al evaluar el contenido total de antocianinas monoméricas en un vino joven sometido a 12 meses de almacenamiento en botella, encontraron una disminución del 72 % en vinos provenientes de la variedad Mencía y de 85 % en los de la variedad Brancellao. Sin embargo, esto no causó una disminución en la densidad de color (suma de las absorbancias a 520 nm y 420 nm) lo que indica que la síntesis de nuevos polímeros es lo que causa la disminución de los niveles de antocianinas monoméricas, lo cual se comprueba porque después de 12 meses de almacenamiento en los dos vinos estudiados, encontraron dos nuevos compuestos que eluían después de las antocianinas aciladas. Asimismo comprobaron que la degradación de la antocianina malvidin 3- (6-coumaril-glucósido) incrementa los niveles de ácido cumárico durante el almacenamiento de los vinos.

Al igual que otros autores, Castillo-Sánchez *et al.* (2007) encontraron que no existe una relación directa entre el contenido total de antocianinas y la evolución de la densidad de color durante el almacenamiento, debido a que la disminución en el contenido de antocianinas no se debe únicamente a la degradación de las mismas, sino también a su gradual polimerización con otros compuestos fenólicos (como los monómeros y polímeros de flavanoles, flavonas, ácidos fenólicos, entre otros). Los nuevos pigmentos que se forman, que contribuyen al tono rojo-naranja, son más estables a los cambios de pH y promueven la estabilidad del color. Sin duda estos nuevos compuestos tienen máximos de absorción diferentes al de las antocianinas.

Durante el almacenamiento de los vinos se presenta un incremento en los valores del tono, lo cual indica que existe un cambio del tono rojo violeta hacia un rojo naranja (Castillo-Sánchez *et al.* 2007). Cliff *et al.* (2007) al analizar vinos con distintos grados de maduración, encontraron que los vinos jóvenes tienen concentraciones más altas de antocianinas copigmentadas, monoméricas y totales que los vinos más viejos.

Gómez-Córdovés *et al.* (2005) evaluaron las variaciones de las antocianinas durante el envejecimiento en botella por 24 meses en vinos de cosecha 2001 de las variedades *Tempranillo* clon 78, *Graciano* clon 117 y *Cabernet Sauvignon* clon 15 de la Denominación de origen (D.O) Navarra, España. Encontraron que la estabilidad de las antocianinas fue, en general mayor en los vinos de la variedad *Tempranillo* seguida de *Graciano* y de *Cabernet sauvignon*, aunque se presentaron varias excepciones. Los autores también evaluaron la velocidad de desaparición de las antocianinas (T_{25} %), agrupadas de acuerdo a sus patrones de acilación (glucósidos sencillos, glucósidos acéticos y glucósidos cinámicos) y de antocianidinas (delfinifina, peonidina, petunidina y malvidina), así como del total de las antocianinas. En términos del patrón de acilación, los valores de T_{25} % indicaron un menor índice para *Tempranillo* (7.6 meses), seguido por *Graciano* (6.5 meses) y por último *Cabernet sauvignon* (4.7 meses). Además de encontrar que *Tempranillo* presenta el más alto nivel antociánico, encontraron que se caracteriza por contener un mayor porcentaje de antocianinas glucosídicas (81 %).

2.7.6.3 Evolución de flavanoles

García-Falcón *et al.* (2006) evaluaron el contenido de monómeros y polímeros de flavanoles. Encontraron que tanto los niveles de monómeros como de polímeros incrementan con respecto al tiempo, siendo más acentuado después de los 3 meses de almacenamiento. También encontraron que la procianidina B1 fue la más abundante seguida del trímero C1 y la procianidina B4. Los niveles de epicatequina disminuyeron lentamente durante el almacenamiento, mientras que los de catequina incrementaron.

2.7.6.4 Principales reacciones durante el envejecimiento

Durante el almacenamiento y envejecimiento del vino se presentan cambios de color de un rojo-brillante a un tono rojizo-café, lo cual ha sido atribuido a la formación de nuevos pigmentos poliméricos más estables, que provienen de reacciones entre las antocianinas y otros compuestos fenólicos, incluyendo en particular a los monómeros y polímeros de flavanoles. Dichas reacciones incluyen la condensación mediada por acetaldehído, la copigmentación y la propia auto-asociación (Boulton, 2001).

Bakker *et al.* (1997) detectaron la presencia de un compuesto identificado como “vitisina A” el cual se basa en malvidina 3-glucósido con un adicional C3O2 entre las posiciones 4 y del grupo hidroxil de la molécula. Se encontró en vinos tintos en una proporción <7 % del total de la concentración de antocianinas. De acuerdo con sus condiciones de HPLC, vitisina A eluyó 3 minutos después de malvidina-3-glucósido. El máximo de absorbancia de vitisina A se presentó a 15 nm menos que para malvidina-3-glucósido.

Fulcrand *et al.* (1998) identificaron una nueva clase de pigmentos que se generan por la reacción entre el ácido pirúvico y las antocianinas presentes en la uva. El principal producto identificado fue calificado como la unión ácido pirúvico-malvidina-3-monoglucósido, el cual resulta de la cicloadición entre el C-4 del catión flavilio de la antocianina y el C-5 del ácido pirúvico, seguido por etapas de deshidratación y rearomatización. La presencia de este nuevo pigmento permite incrementar la estabilidad de color.

Bakker y Timberlake (1997) determinaron en un vino de oporto de 9 meses de añejamiento una concentración total de antocianinas monoméricas de 40.5 mg L^{-1} , con 37.5 % de malvidina-3-glucósido, 20.3 % de vitisina A, 4.9 % de vitisina B, 7.4 % de vitisina A-X y 1.7 % de vitisina B-X. Vitisina A y vitisina B presentan cambios espectrales hipsocrómicos (disminución de la longitud de onda máxima de absorción) con respecto a malvidina-3-glucósido; vitisina A (18-19 nm) y vitisina B (36-39 nm).

- Copigmentación

La copigmentación es una asociación hidrofóbica del cromóforo de una antocianina con la parte electrónicamente insaturada de un copigmento. Dicha reacción causa un cambio en el máximo de absorción de la antocianina tanto en posición (batocromismo) como en intensidad (hipercromismo) (Boulton, 2001). Este fenómeno se fundamenta en que las moléculas de antocianos son planas y pueden formar asociaciones entre ellas o con otras moléculas denominadas copigmentos, dando lugar a estructuras de tipo "sándwich". Alrededor de las estructuras formadas se genera un entorno hidrofóbico que impide el

acceso de las moléculas de agua, lo que reduce la formación de bases hidratadas incolores (carbinol) y se desplaza el equilibrio hacia la formación de estructuras coloreadas (catión flavilio) (Zamora-Marín, 2003).

En general, los vinos tintos jóvenes tienen mayores concentraciones de antocianinas copigmentadas, monoméricas y totales que los vinos más viejos (Cliff *et al.*, 2007). La importancia de la copigmentación radica no sólo en el aumento de la intensidad de color, sino también en el aumento de la extracción de las antocianinas durante la maceración mediante el incremento de su solubilidad (Eiro & Heinonen, 2002). Los tipos de moléculas que participan usualmente en el fenómeno de copigmentación de las antocianinas son los flavanoles, los ácidos fenólicos, alcaloides o aminoácidos. Aunque también se han descrito interacciones entre las antocianinas y algunos compuestos orgánicos (láctico, galacturónico, pectinas, celulosa, entre otros) (Zamora-Marín, 2003). La magnitud del efecto de la copigmentación depende primordialmente de la naturaleza y de la cantidad de antocianinas y de la molécula de copigmentación, del pH, de la temperatura y de la composición de la matriz acuosa (Mazza y Brouillard *et al.*, 1990).

Boulton (2001) plantea que del 30 al 50 % del color rojo de vinos jóvenes es dependiente del desarrollo y concentración de antocianinas copigmentadas. Por otro lado, Brouillard *et al.* (1991) demostraron cuantitativamente que el mayor efecto de la copigmentación se da cuando el pH se encuentra en un rango de entre 3 y 5, dependiendo del par “pigmento-copigmento” en estudio. Por ejemplo, en el caso de la malvidina copigmentada con ácido clorogénico, el mayor aumento de color se encontró a pH de 3.6.

- Combinación entre antocianos y flavanoles

Zamora-Marín (2003) indica que las combinaciones entre antocianos y flavanoles presentan un equilibrio entre las diferentes formas en función del pH, como en el caso de los antocianos libres. No obstante indica que las constantes de equilibrio son diferentes, lo que se traduce en que a un mismo pH, exista una mayor proporción de formas coloreadas, por lo que la formación de estos compuestos representará un incremento en la estabilidad del color del vino.

- Condensación directa antocianos-flavonoles

Alcalde-Eon *et al.* (2006) al evaluar un vino tinto de la variedad *Tempranillo* durante su etapa de envejecimiento, evidenciaron la formación de compuestos producto de la condensación directa antocianos-flavonoles, pudieron detectar 34 diferentes compuestos, siendo los más abundantes, Malvidin-3-glucósido-galocatequin (Mv---glc-GC) y Malvidin-3-glucósido-catequin (Mv-3-glc-C). Dichos compuestos pudieron ser identificados a los ocho meses.

- Formación de piranoantocianinas

Durante la etapa de envejecimiento de los vinos, además de las reacciones que se llevan a cabo entre las antocianinas y los flavanoles, también ocurre la formación de nuevos pigmentos (Rentzsch *et al.*, 2006). Las piranoantocianinas son unos de estos compuestos y consisten en pigmentos color naranja, que no están presentes originalmente en las frutas y vegetales, sino que se forman durante el procesamiento y envejecimiento de jugos y vinos por la reacción de antocianinas genuinas y compuestos que tienen un

enlace doble polarizable. Tienen la característica de un anillo “pirano” adicional entre la posición C4 y el grupo hidroxil adjunto a la posición C5 de la mitad de la antocianina. Las piroantocianinas derivadas de la misma antocianina difieren únicamente en el patrón de sustitución del nuevo anillo pirano formado. Los patrones más comunes de reacción de las antocianinas para formar piroantocianinas son el ácido pirúvico y los ácidos hidroxicinámicos.

La primera piroantocianina derivada de vino tinto fue aislada y completamente caracterizada estructuralmente por un grupo Francés (Fulcrand *et al.*, 1998; Benabdeljalil *et al.*, 2000). Se encontró que esta piroantocianina era el producto de la reacción de malvidin 3-glucósido y el ácido pirúvico, por lo que fue llamada “vitisina A”. El mismo grupo de investigación reportó el aislamiento de 4-vinilfenol sustituyendo a malvidin-3-glucósido y postularon la formación de 4-vinilfenol vía la descarboxilación del ácido cumárico por la actividad enzimática de la levadura.

Otras piroantocianinas han sido recientemente identificadas en vino tinto. El 4-vinilcatecol sustituyendo a malvidin-3-glucósido fue llamado “Pinotin A”, después de que fue aislado de la variedad sudafricana *Vitis vinífera* L. cv. Pinotage. Se demuestra que la formación de Pinotin A y otras piroantocianinas que poseen un sustituto hidroxifenil anillo pirano, no depende únicamente de la reacción de antocianinas con la descarboxilación enzimática de los ácidos cinámicos. Para esta reacción, es necesaria la presencia de sustituyentes del electrón donante (hidroxi, metoxi o grupos amino) en el anillo aromático de los ácidos hidroxicinámicos.

Todas las piranoantocianinas tienen su máximo de absorbancia a longitudes de onda más bajas que las antocianinas, lo cual explica que confieran los tonos naranja a los vinos (Alcalde-Eon *et al.*, 2006). Otras investigaciones sobre el aislamiento de piranoantocianinas adicionales de vinos tintos han sido realizadas, encontrando que son producto de la reacción de diferentes antocianinas genuinas y cuatro ácidos hidroxycinámicos que ocurren naturalmente (ácido cumárico, ácido ferúlico, ácido ceféico y ácido sinápico). Por tanto, los nuevos compuestos encontrados son; malvidin 3-0- (6''-acetilglucósido)-4-vinilfenol (2), malvidin 3-0-(6''-cumaril-glucósido)-4-vinilcatecol (4), malvidin 3-0-(6''cumaril-glucósido)-4-vinilcatecol (5), peonidin 3-0-glucósido-4-vinilcatecol (6). Malvidin 3-0-(6''-acetilglucósido)-4-vinilguyacol (7), malvidin 3-0-(6''-acetilglucósido)-4-vinilsrilgol (8), peonidin 3-0-(6''-acetilglucósido)-4-vinilcatecol (9) y peonidin 3-0-(6''-acetilglucósido)-4-vinilfenol (10) (Morata *et al.*, 2007).

2.8 Evaluación de la calidad en vinos tintos

Con base en el enfoque propuesto por Peri (2006), la evaluación de la calidad puede ser realizada desde el punto de vista de los consumidores, para quienes la calidad representa el correcto desempeño de un conjunto de atributos presentes en un producto, en este caso un alimento. En el área de vinos, los consumidores expresan la calidad a través de los atributos, que pueden agruparse de manera general dentro de tres categorías; visuales, olfativas y gustativas. Por su parte, los procesadores se encargan de lograr tecnológicamente que esos atributos estén presentes en los productos que ofertan. Por tanto, la calidad es evaluada durante los procesos de producción mediante parámetros fisicoquímicos con atributos sensoriales.

2.8.1 Evaluación de color

La Organización Mundial de la Viña y el Vino (O.I.V.) ha establecido un método de referencia para la determinación de color en vinos, sin embargo se ha demostrado que dicho método carece de precisión en la medición de vinos fuertemente coloreados (Heredia & Guzman-Chozas, 1991). En las empresas vinícolas, los análisis colorimétricos de control y evaluación de vinos tintos se han realizado mediante los parámetros establecidos en los métodos de Glories y Sidrau (Nogueruela *et al.*, 1995).

El método de Glories incluye los parámetros: índice de color (obtenido mediante la medición de la absorbancia a 420, 520 y 620 nm y resulta de la suma de las mismas). Por otro lado, el índice de Sidrau define el “matiz” como la relación entre la absorbancia a 420 /520 nm. Ambos parámetros son ampliamente usados en las bodegas por ser de fácil evaluación e interpretación (Nogueruela *et al.*, 1995).

Uno de los métodos más ampliamente usado en la evaluación de color en alimentos fue desarrollado por la “Comision Internationale de L’ Eclairage” (CIE) (Comisión Internacional de Iluminación) con base en la determinación de valores triestímulo para la evaluación del color en alimentos a partir de los cuales se definía un espacio tridimensional llamado espacio CIE-xy. Dichos valores triestímulo se calculan a partir de la toma de 81 medidas de absorbancia espectrofotométricas de la muestra, entre 380 y 780 nm (rango del espectro visible), a intervalos de 5 nm, utilizando en los cálculos un observador estandarizado de 10 grados de campo visual y el iluminante D65. Para el año de 1986, esta comisión adoptó un nuevo sistema llamado Cielab, como una medida más

objetiva del color, y que define cada color a partir de unas coordenadas denominadas L^* (luminosidad), a^* y b^* . A partir de estas coordenadas se calculan tres atributos psicofísicos básicos del color (luminosidad, índice de saturación y ángulo de tono). No obstante, el sistema Cielab es usado actualmente sólo en el ámbito de la investigación, debido a la relativa complejidad en los cálculos además de que existe una falta de relación entre las coordenadas cromáticas y los parámetros de color clásicos, especialmente en el caso de los vinos con cierto añejamiento (Zamora-Marín, 2003).

Cassasa y Sari (2006) determinaron la correlación existente entre los diferentes parámetros Cielab (L^* , a^* , b^* , ángulo de tono e índice de saturación) con los parámetros de color tradicionalmente usados en el análisis de vinos; índice de color (I.C) y matiz, sólo encontraron altas correlaciones entre la luminosidad y el índice de color, lo cual se debe a que en el análisis de color tradicional, se determinan lecturas de absorbancia a longitudes de onda puntuales, mientras que mediante el sistema Cielab se realiza un cálculo que incluye lecturas a lo largo de todo el espectro visible.

La evaluación del color en vinos se ha realizado siguiendo diversas metodologías. Una de las más ampliamente usadas es la de Glories (1984), que consiste en la determinación de la absorbancia (A) de la muestra a diferentes longitudes de onda y el posterior cálculo de los parámetros de intensidad de color ($IC = A_{420} + A_{520} + A_{620}$), color tinto (A_{420}/A_{520}), porcentaje de pigmentos amarillos ($100 * A_{420}/IC$), rojos ($100 * A_{520}/IC$) y azules ($100 * A_{620}/IC$). Sin embargo, a nivel de investigación también se ha estudiado el uso de la escala CIEL $^*a^*b^*$ para la determinación de color.

Cotidianamente se usa la palabra color para indicar si un producto es “rojo, azul, verde”, etc. No obstante, lo correcto es expresar el color a través de tres atributos; luminosidad, ángulo de tono e índice de saturación. Al respecto, Almela *et al.* (2005) realizaron la medición de distintos parámetros relacionados al color aplicando el método de Glories (1984), evaluaron el contenido total de antocianinas, antocianinas ionizadas e índice de edad química (I y II) por el método de Somers y Evans (1977), las coordenadas Yxy por el método de la OIV (1978), así como L^* a^* b^* C^* y h^* por el método de la CIE (1986). Al realizar la correlación de los diferentes parámetros evaluados, encontraron un valor de $R^2 = 0.865$ entre la intensidad de color y el contenido de antocianinas ionizadas, mientras que el contenido de IC con el total de antocianinas fue más bajo (0.755). Por otro lado, el índice de edad química I (porcentaje de pigmentos poliméricos al pH del vino) mostró valores altos (67-76 %), lo cual indica un alto grado de condensación de las antocianinas monoméricas, a pesar de que se trataba de vinos de 6 meses de envejecimiento. Al realizar una comparación respecto de los parámetros que contempla el método de Glories (1984) con los valores del CIELab, se encontraron correlaciones altas sólo entre L^* e IC (-0.957), a^* e IC (0.994), C^* e IC (0.994), más bajas para C^* y antocianinas ionizadas (0.866) y C^* y antocianinas totales (0.772). Asimismo, al comparar el sistema Yxy (OIV., 1978) con el método (CIEL*a*b*) (CIE., 1986), encontraron que éste último arrojó valores que permitieron diferenciar los vinos estudiados.

2.8.2 Evaluación del contenido de compuestos fenólicos

Para la evaluación del contenido de compuestos fenólicos, entre las principales técnicas usadas se encuentra la espectofotometría y técnicas de Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (HPLC). Vivar-Quintana *et al.* (2002) mediante la aplicación de cromatografía líquida de media presión (LC) en el análisis de un vino tinto, colectó tres fracciones que fueron estudiadas por cromatografía líquida con detector de arreglo de diodos y espectofotometría de masas. El material colorante de la fracción 1 se caracterizó por la presencia de antocianinas no aciladas de la uva (Dp-3g, Cy-3g, Pn-3g, Pt-3g y Mv-3g). Con respecto a la fracción 2, los tres principales picos correspondieron a Mv-3g y sus correspondientes ésteres acético y cumárico. Asimismo identificaron como una piroantocianina al producto de la reacción de Mv-3g y ácido pirúvico, también conocida como vitisina A. Otro pico que se expresó a la longitud de onda de 498 nm, correspondiente a la piroantocianina vitisina B, que resulta de la reacción de Mv-3g y acetaldehído. García-Falcón *et al.* (2006) al analizar 10 distintos vinos comerciales de la región de Murcia, España, encontraron que los vinos con el más bajo contenido de compuestos fenólicos eran también los que tenían el más bajo nivel de de antocianinas ionizadas y la menor intensidad colorante. Por otro lado, Kallithraka *et al.* (2006) al evaluar el contenido de compuestos fenólicos en 20 vinos elaborados a partir de diferentes variedades de uva, encontraron contenidos de polifenoles totales de 621.7 hasta 3 200.3 mgL⁻¹. Alcalde-Eon *et al.* (2006) al estudiar detalladamente la composición de un vino variedad tempranillo, lograron identificar 129 compuestos fenólicos diferentes.

2.8.3 Evaluación sensorial

2.8.3.1 Generalidades

El ser humano día con día usa sus sentidos para percibir atributos en alimentos, lo que constituye un criterio fundamental en la aceptación o rechazo los mismos. Para las empresas de alimentos es importante conocer las expectativas sensoriales y la percepción que los consumidores tienen de sus productos, así como los que afectan su calidad sensorial. En el caso de los vinos, factores como la variedad de uva, las condiciones edafoclimáticas y factores culturales (conducción y poda, densidad de plantación, abonado y riego) y las condiciones de proceso (vinificación y envejecimiento, según sea el caso) influyen en sus características sensoriales (Lenoir, 2000; Zamora-Marín, 2003).

Tradicionalmente, la industria del vino ha utilizado y sigue utilizando enólogos como sus expertos. El catador experto es la persona que actúa como juez de las características sensoriales de un producto, de su calidad final, y basa sus decisiones en su experiencia, entrenamiento y datos de tipo analítico (composición química y propiedades físicas de los vinos). Aunque estos datos son útiles, únicamente aportan información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al ingerirlo (De la Presa, 2008). En este sentido, la evaluación sensorial abarca un conjunto de técnicas que, aplicadas de una manera científica, permiten obtener resultados fiables sobre las respuestas humanas a productos e ingredientes (Hernández-Montes, 2007; De la Presa, 2008). La evaluación sensorial abarca pruebas discriminativas, descriptivas y afectivas. Las pruebas descriptivas en específico permiten

caracterizar las propiedades sensoriales de los productos y medir las intensidades percibidas. Dentro de los métodos descriptivos se encuentra el perfil de sabor, el perfil de textura, el análisis descriptivo cuantitativo, el método de spectrum, entre otros (Hernández-Montes, 2007).

El Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA, por sus siglas en inglés) fue desarrollado por *Tragon Corp* (Stone, 1998). Es un método que emplea panelistas entrenados que identifican y cuantifican en orden de ocurrencia, las propiedades sensoriales de un producto o de un ingrediente. Se basa en la instrospección, para desarrollar atributos sensoriales. Los panelistas a través del consenso desarrollan un vocabulario para describir las diferencias sensoriales entre las muestras y generan la definición para cada descriptor. Asimismo, proponen el uso de referencias. Se usan escalas de intervalo para medir las intensidades percibidas de los atributos sensoriales individuales. Una vez que el facilitador constata el correcto desempeño del panel, se lleva a cabo una evaluación final cuyos resultados son analizados mediante un análisis de varianza.

2.8.3.2 Aplicación de las técnicas descriptivas en vinos

En los vinos, las técnicas sensoriales descriptivas pueden ser usadas para determinar sus atributos (positivos o negativos). Preys *et al.*, (2006) mediante la aplicación de un análisis descriptivo para vinos tintos reportaron la presencia de seis atributos (intensidad de color, hue o tono, astringencia, amargor, acidez y dulzor). Falqué *et al.* (2004) estudiaron los vinos Touriga Nacional (norte de Portugal), el identificó 16 atributos, encontrando que los vinos en estudio se caracterizaban por los aromas "brandy de ciruelo, mora, cereza, frutas salvajes y pasa seca".

Sin embargo, la información obtenida mediante el análisis descriptivo también se puede correlacionar con las características de la materia prima y de las condiciones de proceso. Vilanova *et al.* (2008) evaluaron el efecto de la vendimia sobre los atributos sensoriales de los vinos Albariño (Galicia, España), encontrando como descriptores comunes los aromas a manzana, albaricoque, plátano, cítrico, floral, pasto, láctico, durazno, piña, fruta madura y fruta tropical. Delteit (1998), al evaluar las características sensoriales de tres vinos obtenidos de uva procedente de la misma parcela pero con diferentes fechas de vendimia, encontró que al retrasar la cosecha y por tanto, al aumentar el nivel de madurez de la uva, se produce un incremento de sensación de volumen en la boca y de la sensación de tanicidad o astringencia, sin embargo, se disminuye la acidez, la astringencia y el sabor amargo.

Chapman *et al.* (2005) estudiaron la dependencia de las propiedades sensoriales del vino en función del régimen de irrigación la vid (cv. *Cabernet Sauvignon*); irrigación mínima, estándar y doble. Mediante la aplicación del análisis descriptivo de los vinos demostró que los déficits de agua en la vid permiten la obtención de vinos con mayores aromas frutales y menos aromas vegetales. Los vinos con mínima irrigación presentaron un mayor aroma a zarzamora, mermelada de frutas y frutas secas, que los vinos con mayor irrigación. La irrigación estándar generó vinos con valores significativamente más altos en aroma vegetal, aroma a chile pimienta a pimienta y astringencia.

Por otro lado, los estudios también se pueden enfocar a determinar el origen de posibles defectos. Durante la fermentación maloláctica, las bacterias lácticas pueden inducir cambios sensoriales muy importantes en los vinos, indirectamente mediante la hidrólisis de precursores aromáticos glicosilados (Ugliano *et al.*, 2003), o directamente mediante la formación de compuestos volátiles con influencia positiva o negativa en el aroma. Por ejemplo, uno de los compuestos más importantes del aroma asociados a la FML, es el diacetilo (2,3-butanodiona) que se produce a partir del metabolismo del ácido cítrico por las bacterias lácticas, y que se ha relacionado con la nota aromática de mantequilla de los vino así obtenidos (Bartowsky y Henschke, 2004). Durante la crianza de los vinos también se llevan a cabo procesos que influyen en las propiedades sensoriales. La microoxigenación natural produce cierta estabilización de color y una suavización de la astringencia (Zamora-Marín, 2003).

Además de la identificación de atributos, el análisis descriptivo ha sido usado para realizar correlaciones con evaluaciones de calidad. Varela y Gámbaro (2006) encontraron que altos valores en los descriptores de aroma (levadura, quemado y terroso) arrojaron bajos valores de calidad, mientras que altas intensidades en aromas a fruta seca, fenólicos y bayas eran deseables en el vino de la variedad en estudio. Con respecto al sabor, la astringencia influyó positivamente en la evaluación de calidad. La información generada mediante un análisis descriptivo, es a menudo correlacionada con datos químicos.

Al respecto, Preys *et al.* (2006) y Vidal *et al.* (2004) mediante análisis multivariado encontraron que los atributos de astringencia, intensidad de color y hue son explicados por la composición fenólica, mientras que en los atributos de amargor y dulzor no encontraron la misma relación. Encontraron una positiva y elevada correlación entre la astringencia y la cantidad total de taninos, porcentaje de galoilación y grado medio de polimerización. Asimismo, Preys *et al.* (2006) encontraron que los ácidos fenólicos no se correlacionan con la acidez pero pueden incrementar la astringencia (excepto los ácidos caféico y gálico). Además de que el contenido de ácido gálico puede reflejar el grado de hidrólisis de los taninos galiolados, los cuales contribuyen a la astringencia.

3. BIBLIOGRAFÍA

Achnine, L., Blancaflor, E.B., Rasmussen, S. and Dixon, R.A. 2004. Colocalization of L-phenylalanine ammonia-lyase and cinnamate 4-hidroxilasa for metabolic channeling in phenylpropanoid biosynthesis. *The Plant Cell* 16:3098-3109.

Alcalde-Eon, C., Escribano-Bailón, M. T., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo J. C. 2006. Changes in the detailed pigment composition of red wine during maturity and aging. A comprehensive study. *Analytica Chimica Acta* 563: 238-254.

Almela, L., Javaloy, S., Fernández-López, J. A., and López-Roca, J. M. 1995. Comparision between the tristimulus measurements Yxy and L* a* b* to evaluate the color of Young red wines. *Food Chemistry* 53:321-327.

Asociación Nacional de Vitivinicultores (ANV). 2007. Sitio electrónico. Consultado en diciembre de 2007. Disponible en <http://www.uvayvino.org/index2.htm>.

Badui, D. S. 1999. Química de los alimentos. 3ed.: Pearson Educación, México. 648 p.

Bakker, J., Bridle, P. Honda, T., Kuwano, H., Saito, N., Terahara, N. and Timberlake, C. F. 1997. Identification of an anthocyanin occurring in some red wines. *Phytochemistry* 44 (7):1375-1382.

Bakker, J. and Timberlake, C. F. 1997. Isolation, identification and characterization of new color-table anthocyanins occurring in some red wines. *Journal Agriculture Chemistry*. 45:35-43.

Bartowsky E.J., Henschke P.A. 2004. The “buttery” attribute of wine diacetyl desirability, spoilage and beyond. *Int. Food Microbiol.* 96, 235-252.

Bautista, O. A. B. 2005. Técnicas enológicas para la obtención de vinos de Monastrell de alto contenido polifenólico. Departamento de tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Murcia, España. 312 p.

Benabdeljalil, C., Cheyneier, V., Fulcrand, H., Hakiki, A., Mosaddak, M. and Moutounet, M. 2000. Mise en evidence de nouveaux pigments forms par reaction des anthocyanes avec des metabolites de levure. *Sci. Des Alim.* 20:203-220.

Berente, B., De la Calle, G. D.; Reichenbacher, M. and Danzar, K. 2000. Method development for the determination of anthocyanins in red wines by high performance liquid chromatography and classification of geran red wines by multivariate statistical methods. *Journal of Chromatography*. 871:95-103.

Borkowski, T., Szymisiak, H., Gliszynska-Swiglo, A. and Tyrakowska. 2005. The effect of 3-O- β -glucosylation on structural transformations of anthocyanidins. *Food Research International* 38: 1031-1037.

Bartowsky E.J. and Henschke P.A. 2004. The "buttery" attribute of wine diacetyl desirability, spoilage and beyond. *Int. Food Microbiol.* 96, 235-252.

Boss, P. K., Davies, C. and Robison, S. P. 1996. Analysis of the expression of anthocyanin pathway genes in developing *Vitis vinifera* c.v. Shiraz grape berries and the implications for pathway regulation. *Plant physiol.* 111: 1059-1066.

Boulton, R. 2001 The copigmentation of anthocyanins and its role in the color red wine. A critical review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52:67-87.

Brouillard, R., Wigand, M-C., Dangles, O. and Cheminat, A. 1991. pH and solvent effects on the copigmentation reaction of malvidin with polyphenols, purine and pyrimidine derivatives. *J. Chem. Soc. Perkin Trans.*, 2:1235-41.

Brouillar, R. and Dangles, O. 1994. Anthocyanin molecular interactions: the first step in the formation of new pigments during wine aging? *Food Chemistry*. 51: 365-374.

Calderwood, M., Faesler, C. y Cerón, R. 2003. El vino mexicano; raíz, sarmiento y frutos. México D. F., México. Editorial Revimundo. Pp. 173.

Cantos, E., J.C. Espin and Tomás-Barberán. 2002. Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC-DAD-MS. *J. Agric. Food Chem*, 50: 5691-5696.

Casassa, F. y Sari, S. 2006. Aplicación del sistema Cie-Lab a los vinos tintos. Correlación con algunos parámetros tradicionales. *Enología* No. III. Noviembre-Diciembre.

Castillo-Sánchez, J.X., García-Falcón, M. S., Garrido, J., Martínez-Carballo E., Matins-Dias and Mejuto, X.C. 2007. Phenolic compounds and color stability of Vinhao wines: Influence of wine-making protocol and fining agents. *Food Chemistry*. Article in press.

Chalker-Scott, L. 1999. Environmental significance of anthocyanin in plant stress responses. *Photochem. Photobiol.* 70: 1-9.

Chapman, D. M., Roby, G., Ebeller, A. E., Guinard, J., and Matthews, M. A. 2005. Sensory attributes of Cabernet Sauvignon wines made from vines with different water status. *Journal of Sensory Studies* 21 (2): 203 – 21.

Chatonnet, P., Dubourdieu, D. Boidon, J. N. and Pons, M. 1992. The origin of ethylphenols in wines. *J. Sci. Food Agric.* 60: 165-178.

Cliff, M. A., King, M. C. and Schlosser, J. 2007. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. *Food Research International* 40: 92-100.

Dallas, C., Ricardo-da-Silva, J. M. and Laureano, O. 1996. Products formed in model wine solutions involving anthocyanins, procyanidin B2 and acetaldéide. *J. Agric. Food Chem.* 44:2402-2407.

Delteit, D. 1998. Estado de maduración de la uva y su influencia en la vinificación. *Jornada Técnica de Enología. Aspectos Técnicos Científicos del color del vino.* Tarragona, 2-3 de julio de 1998.

De la Presa, O. 2008. Aplicaciones del análisis sensorial en la industria vitivinícola. *ACE Revista de Enología.* Consultado el 15 junio 2008. Disponible en http://www.acenologia.com/ciencia60_02.htm.

Del Valle, G. L., González-León, A. and Baáez-Sañudo, R. 2005. Antocianinas en uva (*Vitis vinífera* L.) y su relación con el color. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28, 4:359-368.
Dixon R. A., Xie, D. Y. and Sharma, S. B. 2005. Proanthocyanidins- a final frontier in flavonoid research? *Transley review. New Phytol*, 165: 9-28.

Dixon, R. A. 2005. Engineering of plant natural product pathways. *Curr. Op. Plant Biol.* 8: 329-336.

Dominé, A. 2003. *El vino.* 1ª Edición. España. Konemann. 925 p.

Eiro, M. J. & Heinonen, M. 2002. Anthocyanin color behaviour and stability during storage: effect of intermolecular copigmentation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 7461-7466.

Escribano-Bailón, T., Dangles, O. and Brouillard, R. 1995. Copling reactions between flavylum ions and catequina. *Phytochemistry*. 41(6): 1583-1592.

Falqué, E. Ferreira, A. C. Hogg, T. and Guedes-Pinho, P. 2004. Determination of aromatic descriptors of Touriga Nacional wines by sensory descriptive analysis. *Flavour and Fragrance Journal*. 19 (4): 298-302.

FOCIR. 2005. Boletín Quincenal de Información Agroindustrial. Número 11. Vol. Pp1-5. Consultado el 01 de diciembre de 2007. Disponible en www.infocir.gob.mx.

Freitas, V.A.P, Glories, Y., Bourgeois, G. and Vitry, C. 1998. "Characterisation of oligomeric and polymeric procyanidins from grape seeds by liquid secondary ion mass spectrometry". *Phytochemistry* 49 (5): 1435-1444.

Fulcrand, H., Benabdeljalil, C. Rigaud, J., Cheynier, V. and Mouounet, M. 1998. A new class of wine pigments generated by reaction between pyruvic acid and grape anthocyanins. *Phytochemistry*. 47(7): 1401-1407.

Galsworthy, B. E. 2003. El vino Mexicano. Primera Edición. Revimundo. México D. F. 173 p.

García-Falcón, M. S., Pérez-Lamela, C., Martínez-Carballo, E. and Simal-Gándara, J. 2006. Determination of phenolic compounds in wines: Influence of bottle storage of young red wines on their evolution. *Food Chemistry*. Food Chemistry. Article in press.

Glories, Y. 1984. La couleur des vins rouges. Mesure, origine e interprétation. Partie I-II *Connaiss. Vigne Vin*. 18: 195-217.

Gomez- Cordovés, C., Bartolomé, C., Mónagas, M., Suárez, R., Núñez, V., Morata, A. and Suárez, J. A. 2005. Respuesta del color a variaciones puntuales durante el proceso vitivinícola en los vinos tintos. X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. Consultado en marzo de 2007. Disponible en <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/anais/cbve10/cbve10-cyted2.pdf>

González-San José, M. L., Barrón, L. and Díaz, C. 1990. Evolution of anthocyanins during maturation of Tempranillo grape variety (*Vitis vinifera*) using polynomial regression models". *J. Sci. Food. Agric*, 51: 337-343.

Goyenechea M.T. 1989. El vino en México. *Revista Industria. CONCAMIN*. 1 (7): 43-47.

Guzmán-Peredo M. 2002. Vinos mexicanos premiados por su calidad. Rev. Bebidas Mexicanas 10 (6):7-9.

Heredia, F., and Guzman-Chozas, M. 1991. Reliability of the Spanish official method for colour of red wines in comparison with the CIE 1931 (x, y) method. Food Chemistry, 39: 167-174.

Hermosín-Gutiérrez, I.; Sánchez-Palomo Lorenzo, E. and Vicario-Espinosa, A. 2005. Phenolic composition and magnitude of copigmentation in Young and shortly aged red wines made from the cultivars, Cabernet Sauvignon, Cencibel, and Syrah. Food Chemistry 92:269-283.

Hernández, T., Estrella, I., Carlavilla, D. Martín-Álvarez, P. J. and Moreno-Arribas, M. V. 2006. Phenolic compounds in red wine subjected to industrial malolactic fermentation and ageing on lees. Analytica Chimica Acta 563: 116-125.

Hernández-Montes, A. 2007. Evaluación Sensorial de Productos Agroalimentarios. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. 192 p.

Ibar, L. 2002. Cómo se hace un buen vino. Editorial de Vecchi. Barcelona, España. 191 p.

Jackson, R. S. 2008. Wine Science. Principles and Applications. Third Edition. Academic Press. 719 p.

Kallithraka, S., Tsoutsouras, E., Tzourou, E. and Lanaridis, P. 2006. Principal phenolic compounds in Greek red wines. Food Chemistry 99: 784-793.

Kalt, K., Lawand, C., Ryan, D. A. J., McDonald, J. E., Donner, H. and Forney, C. F. 2003. Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L) during ripening and storage. J. Am. Soc. Hort. Sci. 128:917-923.

Kaur, C. H. and Kapoor, H. C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables- the millenium's health. Int. J. Food Sci. 36:703-725.

Keil, C., Petermann, E., and Oei, S. L. 2004. Tannins elevate the level of poly (ADP-ribose) in HeLa cell extracts. Archives of biochemistry and biophysics. 425:115-121.

Kennedy, J. A., Matthews, M. A. and Waterhouse, AL. 2000. "Changes in grape seed polyphenols during fruit ripening". *Phytochemistry* 55: 77-85.

Kong, J. M., Chiam, L.S., Goh, N. K., Chia, T. F. and Brouillard, R. 2003. Analysis and biological activities of anthocianins. *Phytochemistry* 64: 923-933.

Leighton, F. y Urquiaga, I. 2000. Polifenoles del vino y salud humana. Antioxidantes y calidad de vida. 7:5-13.

Maga, J. A. and Rousseff, R. L. (Ed).1990. Bitterness in Foods and Beverages, Elsevier Amsterdam. P.35.

Mazza, G., and Brouillard, R. 1990. "The mechanism of co-pigmentation of anthocyanins in aqueous solutions". *Phytochem.* 29:1097-1102.

Meilgaard, M. D., Vance, C. G. and Carr, B. T. 1991. Sensory Evaluation Techniques. Second Edition. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida USA. Pp 59-98.

Meré P. Pilar. 2006. El vino, bebida mexicana de clase mundial. Revista Bebidas Mexicanas diciembre 2005/enero 2006: 36-38.

Michaud, J. 2007. El vino. Conocimientos básicos (gastronomía-dieta y nutrición). Editorial Everest. Pp. 127.

Moreno-Arribas, M.V. and Polo, C. 2005. Winemaking Biochemistry and Microbiology: Current Knowledge and Future Trends *Cr. Rev. Food Sc. Nutr.*, 45, 265-286

Muñoz-Rodríguez, M. 1986. La vitivinicultura mexicana, un enfoque global". Tesis de Licenciatura. Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo. Pp 115.

Noble, A., Waterhouse, A. L., and Eberler (Eds). 1998. Wine Flavor, American Chemical Society, Washington, DC.156p.

Nogueruela, A., Echávarri, J., Pérez, M. 1995. A study of correlation between enological colorimetrix indexes and CIE colorimetric parameters in red wines. *Am J. Enol. Vitic.* 46: 353-356.

Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). 2004. Reporte de la situación de la vitivinicultura mundial. Consultado el 15 de octubre de 2007. Disponible en <http://www.oiv.int/es/accueil/index.php>.

Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). 2007. Reporte de la situación de la vitivinicultura mundial. Marzo 2007. Consultado el 15 de octubre de 2007. Disponible en <http://www.oiv.int/es/accueil/index.php>.

Organización Mundial de la Viña y el Vino (OIV) 2001. Informe Estadístico. Consultado el 15 de octubre de 2007. Disponible en <http://www.oiv.int/es/accueil/index.php>.

Peña-Neira, A. 2006a. El color de los vinos (II parte). Informe técnico. Vendimia. Enero/Febrero.

Peña-Neira, A. 2006b. En la calidad de uvas y vinos. Los taninos y su importancia. Informe Enológico. Vendimia. Abril. 18-20.

Perí, C. 2006. The universe of food quality. *Food Quality and Preference* 17 (2006) 3-8.

Preys, S., Mazerolles, G., Courcoux, P., Samson, A., Fisher, U., Hanafi, M. Bertrand, D. y Cheynier, V. 2006. Relationship between polyphenolic composition and some sensory properties in red wines using multiway analyses. *Analytica Chimica Acta* 563:126-136.

Ratola, N.; Luis-Farías, J. and Alves, A. 2005. Analysis and quantification of Trans-resveratrol in wines from Alentejo Region (Portugal). *Food Technol Biotechnol*, 42 (2):122-130.

Rentzsch, M., Schwarz, M., Hillebrand, S. and Winterhalter, P. 2006. Occurrence and formation of pyranocyanins in fruit juices and wines. Sección 1. Analysis and chemistry of pigments. 4th International Congress on Pigments in Food, 9-12 2006.

Ricardo da Silva, J. M., Belchior, A. P., Spranger, M. I., and Bourzeix, M. 1992. "Oligomeric procyanidins of three grapevine varieties and wines from Portugal". *Sciences des Aliments*, 12:223-237.

Robichaud, J. L. and Noble, A. C. 1990. Astringency and bitterness of selected phenolics in wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 53 (3): 343 – 353.

Rubio, R. 2007. Guía de Viñedos de México. Edición 2007-2008. México D. F.

Sánchez-Zepeda, L. 2007. Aproximación a la incidencia de la industria vinícola en el desarrollo económico del Valle de Guadalupe (México) y la Manchuela (España). Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. Albacete, España. 186 p.

Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). 2007. Frutos comestibles; cortezas de agrios o melones. Uvas frescas o secas incluidas las pasas. Consultado el 25

de noviembre de 7. Disponible en <http://www.economia-snci.gob.mx:8080/siaviWeb/subPartidaAction.do?tigie=080620&paper=null>

Somers, T. C. 1971. The polymeric nature of wine pigments. *Phytochemistry* 10: 2175-2186.

Souquet, JM; Cheynier, V; Brossaud, F; Moutounet, M. (1996). "Polymeric proanthocyanidins from grape skins". *Phytochemistry*, vol43, nº2: 509-512.

Steyn, W. J., Holcroft, D. M., Wand, S. J. E., Cooks, N. C. and Jacobs, G. 2000. Dating Rosemaire: How to make her blush? Proceedings of the Cape Promological Association Symposium. South Africa. Pp: 52-62.

Stone, H. y Sidel, J. L. 1998. Quantitative Descriptive Analysis: Developments, applications, and the future. *Food Technology*. 52(8): 48-52.

Terahara, N., Konezak, I., Ono., H., Yoshimoto, M. and Yamakawa, O. 2004. Characterization of acylated anthocianin in callus induced from storage root of purple-fleshed sweet potato, *Ipomoea batatas* L. J. Biomed. Biotech. 5:279-276.

Ugliano, M., Genovese, A. and Moio L. 2003. Hydrolysis of Wine Aroma Precursors during Malolactic Fermentation with Four Commercial Starter Cultures of *Oenococcus oeni*. *Food Chem.*, 51, 5073-5078.

Valls, J., Lampreave, M., Nadal, M., y Arola, L. 2000. Importancia de los compuestos fenólicos en la calidad de los vinos tintos de crianza. *Enología. Alimentación Equipos y Tecnología. Cataluña. España*. P. 119-124.

Valls, J.F. 2004. Composició fenólica en en varietats negres de *Vitis vinífera*. Tesis Doctoral. Universitat Rovira i Virgili. Facultat D'Enología. Departament de Bioquímica i Biotecnologia. 301p.

Varela, P. and Gámbaro, A. 2006. Sensory descriptive analysis of Uruguayan Tannat wine: correlation to quality assessment. *Journal of Sensory studies* 21(2) 203-217.

Vidal, S., Francis, L., Noble, A., Kwiatkowski, M., Cheynier, V. and Waters, E. 2004. Taste and mouth-feel properties of different types of tannin-like polyphenolic compounds and anthocyanins in wine. *Analytica Chimica Acta* 513:57-65.

Vilanova, M., Tardáguila, J. and Masa, A. 2008. Descriptive analysis of wines from *Vitis vinífera* cv. Albariño. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88 (5): 819-823.

Vivar-Quintana, A.M., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. C. 2002. Anthocyanin-derived pigments and color of red wines. *Analytica Chimica Acta*. 458:147-155.

Vivas de Gaulejac, N., Nonier, M. F., Guerra, C. and Vivas, N. 2001. "Anthocyanin in grape skins during maturation of *Vitis vinifera* L. cv. *Cabernet Sauvignon* and *Merlot* noir from Bordeaux terroirs". *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*; 35 (3) 149-156.

Von Elbe y Schwartz. 2000. Colorantes. Química de los alimentos. (Fennema, O. R) ed. Editorial Acribia. Pp. 773-850.

Winkel, B. S. J. 2004. Metabolic channeling in plants. *Annual Review Plant Biology*. 55:85-107.

Zamora-Marín, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. Primera edición. AMV Ediciones. Mundi-Prensa. 225 p.

Zhang, W., Cutin, C. and Franco, C. 2002. Towards manipulation of postbiosynthetic events in secondary metabolism of plant cell cultures. *Enzyme Microbiol. Technol.* 30:688-696.

CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ANTOCIANINAS Y TANINOS DURANTE LA ELABORACIÓN Y CRIANZA DE UN VINO TINTO

CHARACTERIZATION OF ANTHOCYANIN AND TANNIN COMPOSITION DURING WINE MAKING AND AGING OF A RED WINE

Quintero-Salazar L.¹, D. Rubio-Hernández² y Salinas-Moreno, Y.²

RESUMEN

Las antocianinas y taninos son importantes en los vinos tintos por relacionarse con atributos como el color y la astringencia. Se estudio el perfil de antocianinas mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), contenido de antocianinas totales (AT), taninos totales (TT), color, así como parámetros fisicoquímicos (acidez, pH y SO₂) durante la elaboración, y envejecimiento en bodega (40 semanas) y en botella (20 semanas) de un vino tinto de las variedades *Malbec* y *Cabernet sauvignon* (1:1 v/v). El objetivo fue determinar los cambios de las antocianinas y taninos y su impacto sobre el desarrollo del color. Se dió seguimiento a la elaboración y crianza del vino tinto cosecha 2006 producido por la empresa Freixenet de México muestreando 500 mL por triplicado cada 5 semanas. Tanto el contenido de antocianinas como de taninos totales fue bajo en los vinos de ambas variedades, sin embargo, lo fue aún más en *Cabernet sauvignon* (190.8 mgL⁻¹ y 1.48 g de cianidinaL⁻¹). El perfil de antocianinas en la mezcla de los vinos mostró la presencia de cuatro antocianinas monoglucosiladas; delphinidina 3-glucósido, petunidina 3-glucósido, peonidina 3-glucósido y malvidina 3-glucósido; también se encontraron antocianinas aciladas y cinco nuevos pigmentos pertenecientes a las piranoantocianinas. Las AT disminuyeron 37.1 % durante el envejecimiento en bodega y 10.9 % durante el envejecimiento en botella. Los TT también disminuyeron, pero de manera más ligera. No se encontró relación directa entre el porcentaje de disminución del contenido de antocianinas y los parámetros de color.

Palabras clave: Antocianinas, Taninos, Color.

ABSTRACT

The anthocyanins and tannins are important in red wines because of they are related with sensory characteristics like colour and astringency. In this work, the anthocyanin profile, anthocyanin and tannin content, colour, pH, acidity and SO₂ were evaluated during the winemaking and ageing (40 weeks in barrels and 20 weeks in bottle) of a wine made from *Malbec* and *Cabernet sauvignon* grapes (1:1 v/v) with the objective of characterizing the main changes of the anthocyanins and tannins and their influence on colour development. The winemaking and aging of a red wine from the Freixenet de México S. A. de C. V. Company was monitored and independent samples were taken every five weeks (500 mL by triplicate). The anthocyanin and tannin content (AC and TC, respectively) was low in the wines from both varieties; nevertheless, this content was lower in *Cabernet sauvignon* wine (190.8 mgL⁻¹ and 1.48 g cyaniding L⁻¹). The anthocyanin profile showed the presence of four monoglucosylated anthocyanins; delphinidin 3-glucoside, petunidin 3-glucoside, peonidin 3-glucoside and malvidin 3-glucoside, and also acylated anthocyanins and five new pigments that belong to the pyranoanthocyanin group. The AC diminished 37.1 % during the barrel ageing and 10.9 % during the bottle ageing. The TC diminished although remained more stable. No direct relationship was found between the decrease in anthocyanin content and the color parameters.

Key words: Anthocyanin, Tannin, Colour.

¹ Autor

² Director de tesis

¹ Author

² Thesis director

1. INTRODUCCIÓN

El vino tinto es uno de los productos de mayor complejidad debido a la gran cantidad de compuestos químicos que lo conforman. El agua, los azúcares, las pectinas, gomas y polisacáridos relacionados, los alcoholes, los ácidos, los aldehídos, las cetonas y los compuestos fenólicos, son sólo algunos de los tantos compuestos que lo integran (Jackson, 2008). En especial, los compuestos fenólicos tienen importantes funciones en la bioquímica vegetal, desde la coloración de flores y frutos hasta la impregnación de lignina de las paredes pecto-celulósicas (Von Elbe y Schwartz, 2000), mientras que en los productos industrializados (jugos, vinos tintos, entre otros), son importantes desde las perspectivas tecnológica, sensorial y nutricional (García-Falcón *et al.*, 2006; Jackson, 2008; Tomera, 1999), además de que se relacionan directamente con atributos de calidad demandados por los consumidores (Bautista, 2005).

Sobre la clasificación de los compuestos fenólicos existen diferentes planteamientos. Según su estructura química, se pueden subdividir en flavonoides y no flavonoides, según sean o no derivados de la estructura básica del fluoroglucinol (Valls *et al.*, 2000). Dentro de todos los compuestos fenólicos, las antocianinas y taninos son de especial importancia en los vinos tintos (Peña-Neira, 2006b).

Las antocianinas son pigmentos que le confieren a los frutos, flores y hojas los colores azul, rojo y violeta (Kong *et al.*, 2003). En los frutos de *Vitis vinífera*, se acumulan principalmente en las vacuolas de las tres o cuatro primeras capas celulares

hipodérmicas de las bayas (Cantos *et al.*, 2002) y son extraídas mediante las operaciones de maceración y fermentación. Dichos pigmentos se pueden encontrar como monoglucósidos o bien, unidas a residuos de ácido acético, p-cumárico o caféico (Valls, 2004). Tal acilación produce la estabilización de la molécula y de su capacidad colorante en el vino, debido a fenómenos de autocopigmentación (Hoshino *et al.*, 1980). Estudios recientes (Alcalde-Eón *et al.*, 2006) demostraron en vinos *Tempranillo*, a nivel de trazas, la presencia de 3,5 y 3, 7 diglucósidos, así como la ocurrencia de la reacción de esterificación de la función glucosa de las antocianinas con ácido láctico y p-cumárico, dando origen a nuevas antocianinas aciladas, que no estaban presentes originalmente en la uva. El contenido de antocianinas en las uvas es variable y muy dependiente de la variedad y condiciones edafoclimáticas, en este sentido, Valls *et al.* (2000) reportan un contenido de 829 µg/g baya en uvas de *Tempranillo* y de 1488 µg/g baya en *C. sauvignon*. La concentración de antocianinas en la uva se verá reflejada en la extractabilidad de las mismas durante la vinificación (Romero-Cascales *et al.*, 2005). Adicionalmente, el perfil antociánico de una misma variedad puede variar de acuerdo con el año climático (Cacho *et al.*, 1992), la exposición lumínica del viñedo y ciertas prácticas culturales como la fertilización nitrogenada (Keller y Hrazdina, 1998) y el raleo de racimos (Guidoni *et al.*, 2002).

Los taninos en los vinos pueden ser de dos tipos; condensados e hidrolizables. Los primeros derivan de las uvas y son flavanoles polímeros (formados por las diferentes formas isoméricas de la catequina), mientras que los segundos, provienen de las barricas (Cheyner *et al.*, 2000). Los taninos condensados (TC) se encuentran principalmente en las capas que recubren a las semillas de las uvas así como en vacuolas tánicas presentes

en la zona del hollejo, predominando la catequina sobre la epicatequina. Las antocianinas son de las moléculas más reactivas presentes en mostos y vinos (Alcalde-Eón *et al.*, 2005) y junto con los taninos experimentan importantes modificaciones durante las etapas de fermentación, maduración y envejecimiento de los vinos tintos (Jackson, 2008). Dichos cambios son especialmente influenciados por factores como el pH, niveles de SO₂, temperatura y oxígeno disuelto (Peña-Neira 2006a).

El conocimiento de la evolución de las antocianinas y taninos en cuanto a concentración y estructura es de gran importancia para las industrias vinícolas porque permite conocer el efecto de las diferentes condiciones de proceso sobre la calidad final del producto. En los países con gran tradición vinícola se han realizado estudios relacionados con la ciencia del vino (Vivar-Quintana *et al.*, 2002; Gómez-Córdoves *et al.*, 2003; Joze *et al.*, 2004; McDougall *et al.*, 2005; García-Puente Rivas *et al.*, 2006), sin embargo, el estudio de vinos mexicanos es aún incipiente. Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la evolución del contenido de antocianinas y taninos durante la elaboración y añejamiento de un vino tinto de crianza y su impacto en el desarrollo del color.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Elaboración del vino

Uvas (*Vitis vinifera*) de las variedades *Malbec* y *Cabernet sauvignon* fueron procesadas para la obtención de vino tinto en el año 2006 por la empresa Freixenet de México (Ezequiel Montes, Querétaro, México). Las operaciones de despalillado, prensado, maceración y fermentación se llevaron a cabo por separado para cada variedad. En el caso del mosto de la variedad *Malbec*, se realizó tanto fermentación alcohólica (FA) como fermentación maloláctica (FML), mientras que para el caso del mosto de *Cabernet sauvignon*, sólo se realizó por separado la FA. Una vez obtenidos los vinos de las dos variedades, se realizó la mezcla 1:1 v/v y fue transferida a tanques de acero inoxidable y posteriormente a barricas de roble francés de 225 L de capacidad. El tiempo de maduración en barricas fue de cuarenta semanas y posteriormente se realizó el embotellado, al cual se le dio seguimiento por veinte semanas.

2.2 Muestreo

El muestreo se realizó desde la etapa de obtención de cada mosto, al final de las fermentaciones, una vez transcurrido un mes de la mezcla en tanque y, cada 5 semanas a partir de que el vino se transfirió a las barricas. La muestra consistió en 500 mL de vino y se tomó por triplicado. Durante la etapa de obtención de mosto y desarrollo de fermentaciones, se muestreó directamente del tanque que contenía todo el lote del producto. A partir del inicio de la maduración, se marcaron tres barricas con el objetivo de controlar la variación.

2.3 Análisis

A cada muestra se le determinó el pH, acidez, anhídrido sulfuroso, color, contenido total de antocianinas, perfil de antocianinas y contenido de taninos totales. Para los análisis de acidez y anhídrido sulfuroso se siguieron las técnicas establecidas en el manual de laboratorio de la empresa Freixenet de México. Los análisis fisicoquímicos y de taninos se realizaron en el laboratorio de Bioquímica del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, mientras que los análisis de antocianinas se realizaron en el Laboratorio de Maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

2.3.1 Determinaciones fisicoquímicas

Acidez total. Se tomaron 5 mL de muestra y se colocaron en un matraz, se adicionaron 3 gotas de azul de bromotimol y se valoró con solución alcalina de NaOH 0.05 N, hasta el cambio de color. El cálculo de acidez total se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$g/L = \frac{(\text{mL gastados})(\text{Normalidad})(\text{miliequivalente})(1000)}{\text{mL de muestra}}$$

Donde:

Normalidad = Normalidad del NaOH utilizado (0.05 N)

Miliequivalentes = Miliequivalentes del ácido predominante en la muestra a analizar (0.075, correspondiente al ácido tartárico).

Anhídrido Sulfuroso (SO₂). Se realizó la determinación de anhídrido sulfuroso libre, combinado y total. Para el análisis de SO₂ libre, se tomaron 50 mL de muestra y se adicionaron 2 mL de almidón y 1 mL de H₂SO₄ 3 N y se valoró con una solución de yodo (I₂) hasta el cambio del color azul-violeta. El cálculo se realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{SO}_2 \text{ libre (mg L}^{-1}\text{)} = N_1 * 10$$

Donde N_1 = mL de I_2 consumidos.

Posteriormente se adicionaron 10 mL de KOH 2.5 N dejando la muestra en reposo durante seis minutos, después se adicionaron 10 mL de H_2SO_4 3 N y se valoró con I_2 hasta el cambio del color azul-violeta. El valor del SO_2 combinado se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{SO}_2 \text{ combinado (mg L}^{-1}\text{)} = N_2 * 10$$

Donde: N_2 = mL de I_2 consumidos

Finalmente, la determinación de SO_2 total se obtuvo al sumar los valores de SO_2 libre y SO_2 combinado.

2.3.2 Determinación de color

El color se midió mediante un espectrofotómetro Mini Scan™ XE Modelo 45/0-L Serie 5348 (HunterLab, Hunter Associates Laboratory, EUA). Se usó la escala CIE $L^* a^* b^*$ empleando un ángulo del observador de 10° y el iluminante D_{65} . Se obtuvieron las dimensiones “L”, “a” y “b” a partir de las cuales se calculó el ángulo de tono ($\text{arc tangente } (b^*/a^*)$), índice de saturación ($\sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$) y luminosidad (Valor directo de L^*).

2.3.3 Análisis de antocianinas

Antocianinas totales. Se realizó a través del método colorimétrico de Salinas-Moreno *et al.* (2005) con adaptación para medición de vinos. La muestra de vino se centrifugó por 20 minutos a 4000 rpm en una centrífuga K (International Equipment Co. Damon /IEC Division, EUA) y después se filtró mediante filtros Whatman No. 1. En un tubo de ensaye se colocó vino diluido 1:20 (solución metanol-ácido acético-agua 10:1:9 v/v). La

mezcla se homogeneizó y posteriormente se midió la absorbancia en un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 25 a una longitud de onda de 520 nm, utilizando como blanco el disolvente. La concentración de antocianinas totales se obtuvo mediante una curva estándar de pelargonidina clorada (Sigma Chemical, EUA).

Perfil de antocianinas. Con la finalidad de optimizar al máximo la lectura en cromatografo de líquidos, se realizó la purificación de las muestras. El método de purificación consistió en hacer pasar 20 mL de vino, previamente centrifugado, a través de una columna de Amberlita XAD-7 (tamaño de partícula 20-60 mesh, Sigma Chemical, EUA). La amberlita se activó previamente en metanol (por 24 horas bajo condiciones de refrigeración), posteriormente, en un vaso de precipitados se colocaron 40 mL de la misma eliminando el exceso de metanol y se añadieron 20 mL de la muestra de vino (previamente centrifugado y filtrado) y un poco de agua destilada acidificada. La resina y la muestra se colocaron en una bureta de 50 mL. La columna se lavó con ácido acético al 5 % hasta obtener un líquido incoloro. La elusión de los pigmentos se realizó con metanol acidificado al 5 % con ácido acético. Se reguló el flujo de salida del eluyente a una gota cada 10 segundos. El líquido con la mayor intensidad colorante fue recuperado, desechando previamente las primeras 20 gotas, recuperando posteriormente las siguientes 50 gotas en viales color ámbar. Los viales se colocaron bajo condiciones de congelación hasta su análisis por HPLC.

El perfil de antocianinas se obtuvo por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) mediante un equipo Perkin- Elmer series 200, que consta de una bomba cuaternaria con degasificador, un detector UV-Visible y un inyector automático,

acoplados a un programa de adquisición y tratamiento de datos. La separación se llevó a cabo usando una columna analítica ODS-Hypersil C18 (200 x 4.6 mm) con un tamaño de partícula de 5 μm en fase reversa, la cual se mantuvo a una temperatura de 25 ° C. El análisis se realizó de acuerdo con la técnica descrita por Fossen *et al.* (2001) usando como fases móviles: (A) Ácido fórmico/Agua ($\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}$) (1:9) y (B) Ácido fórmico/Agua/Metanol ($\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}/\text{MeOH}$) (1:4:5). El flujo fue de 1.2 mL/min y la detección se realizó a 520 nm. Todos los reactivos usados en la evaluación del perfil, a excepción del ácido fórmico, fueron grado HPLC (ácido fórmico 88 % Baker USA, agua Sigma Aldrich Germany y metanol Baker México).

2.3.4 Determinación de taninos totales

La medición de taninos totales se realizó a través del método propuesto por Zamora-Marín (2003). A dos tubos de ensayo con tapón de rosca (tubos A y B) se les añadieron 2 mL de vino diluido (1:50), 1 mL de agua destilada y 6 mL de HLC 12 N (Baker, EUA). Ambos tubos se cerraron herméticamente y se protegieron de la luz, posteriormente, el tubo A se colocó en baño María durante 30 minutos mientras que el B se dejó a temperatura ambiente. Después de los 30 minutos de ebullición, se sacó el tubo A del baño María y se enfrió rápidamente. Posteriormente, a ambos tubos se les añadió 1 mL de etanol y se midió la absorbancia a 550 nm en un espectofotómetro Génesis 5 (Milton Roy Company, EUA). La concentración de taninos totales en gL^{-1} se obtuvo al multiplicar la diferencia de absorbancias por el coeficiente de extinción molar de la cianidina (19.33).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Determinaciones fisicoquímicas

Anhídrido sulfuroso (SO_2). El vino estudiado presentó un patrón ascendente en la concentración de SO_2 (libre, combinado y total) (Cuadro 1). Dicho comportamiento resulta, por un lado, del metabolismo de las levaduras y por otro, por la adición durante el proceso de vinificación (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2000). Al respecto, Jackson (2008) indica que el SO_2 es un constituyente normal del vino, que ocasionalmente se acumula entre 12 y 64 mg L⁻¹ como resultado del metabolismo de las levaduras. No obstante, la mayoría de las levaduras producen menos de 10 mg L⁻¹, por lo que niveles de SO_2 por arriba de los 30 mg L⁻¹ usualmente resultan de la adición durante o después de la vinificación. Los resultados previos al embotellado fueron de 44 para el SO_2 libre, 118 para el combinado y 162 para el total, los cuales coinciden con lo reportado en la literatura (Jackson, 2008) que indica que niveles de SO_2 libre antes del embotellado deben estar en un rango de entre 15 y 40 mg L⁻¹, debido a que el SO_2 libre es el que determina el SO_2 molecular, que es el que tiene propiedades antimicrobianas.

Acidez y pH. El papel de los ácidos en mantener valores de pH bajos es crucial para la estabilidad del color de los vinos tintos. La mayoría de los vinos de mesa tiene valores pH se encuentra entre 3.3 y 3.6 y valores de acidez de entre 5.5 a 8.5 mg L⁻¹ y a medida que el pH aumenta, las antocianinas pierden su color rojo (Jackson, 2008). Por otro lado, la acidez afecta la ionización de los compuestos fenólicos, lo que causa una oxidación más rápida (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2000). En el vino estudiado se obtuvo un valor de pH de 3.9 y una acidez de 6.0 mg L⁻¹ (Cuadro 1).

De acuerdo con lo reportado por Jackson (2008) y la aseveración de Singleton (1987), que indica que los vinos con valores de pH mayor o igual a 3.9 son más susceptibles a la oxidación y pierden el color característico de los vinos jóvenes, se tendría que el color del vino de estudio podría presentar modificaciones en sus parámetros de color.

Cuadro 1. Medias de SO₂ (combinado y total) (mg L⁻¹), Acidez (volátil y total) (g L⁻¹) y pH durante el proceso de envejecimiento en barrica y botella de un vino tinto *Malbec/Cabernet sauvignon* (1:1 v/v).

Tiempo	SO ₂ Libre	SO ₂ Combinado	SO ₂ Total	AVR	AT	pH
5sT	23	39	62	0.40	7.05	3.65
5sB	35	60	95	0.54	6.22	3.51
40sB	29	91	120	0.68	5.62	3.68
Embotellado	44	118	162	0.78	6.0	3.93

5sT: cinco semanas en tanque; 5sB-40sB: cinco semanas en barrica hasta 40 semanas en barrica, SO₂ (anhídrido sulfuroso), AVR: Acidez volátil real y AT: Acidez total

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

3.2 Taninos y antocianinas totales

Al finalizar la fermentación alcohólica, el contenido de taninos totales mostró un mayor valor en el vino de la variedad *Malbec* que en el de *Cabernet sauvignon* (1 966 y 1 480 mg de cianidina L⁻¹, respectivamente). Estos valores son similares a los informados por Pérez-Lamela *et al.* (2007) en vinos jóvenes de tres variedades de *Vitis vinífera* (*Sousón*, *Mencia* y *Brancellao*) del noreste de España, quienes encontraron valores para taninos totales de 1700-2200, 1400-2200 y 2900 a 3800 mg de cianidina L⁻¹, respectivamente. La mezcla de los dos vinos dio una concentración de 1560 mg de cianidina L⁻¹. Cuando los taninos se expresan en función de otros fenólicos como la catequina, los valores cambian, así, Cliff *et al.* (2007) encontraron valores promedio de 414.2, 266.2, 382 y 331.1 mg de catequina L⁻¹ en 173 vinos jóvenes comerciales de las variedades *Cabernet sauvignon*, *Cabernet Franc*, *Merlot* y *Pinot noir*, respectivamente, provenientes de siete

vendimias y 13 viñedos. No se encontró reportado algún trabajo sobre un vino que haya sido elaborado bajo las condiciones que el vino en cuestión. Lo anterior se debe a: (1) los vinos tintos pueden ser elaborados a partir de una gran cantidad de variedades, (2) el contenido de taninos totales en las uvas es el resultado de la interacción de factores edafoclimáticos, genéricos y culturales (3) aunque existe un proceso genérico o normas establecidas a nivel internacional para la producción de vinos, durante su proceso de elaboración se pueden hacer modificaciones, conforme el enólogo lo considere pertinente. Todo lo anterior dará como resultado productos con características muy diferentes.

Durante el añejamiento en barrica y botella, el contenido de taninos totales en el vino presentó ligeros cambios (Figura 1). Zamora-Marin (2003) señala que el intervalo habitual de taninos totales para vinos que serán destinados para crianza en barricas es de 1000 a 5000 mg L⁻¹ de cianidina. Con base en este criterio, el vino estudiado está dentro del rango, sin embargo, su concentración se ubica hacia el límite inferior lo cual indica que aunque los vinos obtenidos de *Cabernet sauvignon* y *Malbec* pudieran destinarse a barrica, el tiempo de permanencia en ella sería corto debido a su susceptibilidad a la degradación.

Con respecto al contenido de antocianinas totales, el vino de la variedad *Malbec* fue el que presentó al final de la fermentación alcohólica, un contenido de antocianinas totales de 268.56 mg L⁻¹, mientras que en el de *Cabernet sauvignon*, fue de sólo 190 mg L⁻¹. Después de la fermentación maloláctica (FML), el vino de *Malbec* tuvo un valor de antocianinas totales de 276.47 mg L⁻¹. La mezcla de los dos vinos dio una concentración de 239.6 mg L⁻¹.

Los datos que existen en la literatura sobre el contenido de antocianinas totales para vino tinto son muy variados ya que depende mucho de la variedad de uva usada y del proceso de elaboración del vino. Sin embargo, los vinos de *Cabernet sauvignon* son los que presentan mayor contenido (Kallitraka *et al.*, 2006; Cliff *et al.*, 2007). En el presente estudio el vino de *C. sauvignon* mostró un contenido de antocianinas totales inferior al de *Malbec*. Este resultado puede ser atribuido a un bajo contenido de antocianinas totales en la uva (materia prima) debido a las condiciones del ambiente de producción o también a que la fermentación alcohólica/maceración no se realizó de manera eficiente, pues es en esta etapa en la que se extraen los pigmentos de la cáscara que contribuyen al color del vino (Kelebeck, 2005). Existen una gran cantidad de variedades de uva usadas para vinificación, por lo que es posible encontrar un amplio rango de valores de antocianinas totales. Pérez-Lamela *et al.* (2007) reportaron concentraciones de 59-191, 230-301 y 671-809 mg de malvidina-3-glucósido L⁻¹ para las variedades Españolas *Brancellao*, *Mencia* y *Sousón*. Es importante mencionar que una de las variedades sobre las que existen más estudios es la variedad *Tempranillo*, sin embargo, no se encontraron reportes sobre el contenido de antocianinas en la variedad *Malbec*.

3.2.1 Evolución de taninos y antocianinas totales

Durante la etapa de envejecimiento en barrica el contenido de antocianinas totales mostró un patrón descendiente, sobre todo durante las primeras 20 semanas, disminuyendo 33.2 % con respecto al valor inicial. A partir de la semana 25 y hasta el final de esta etapa de envejecimiento (semana 40), se presentó una tendencia hacia la estabilidad (Figura 1).

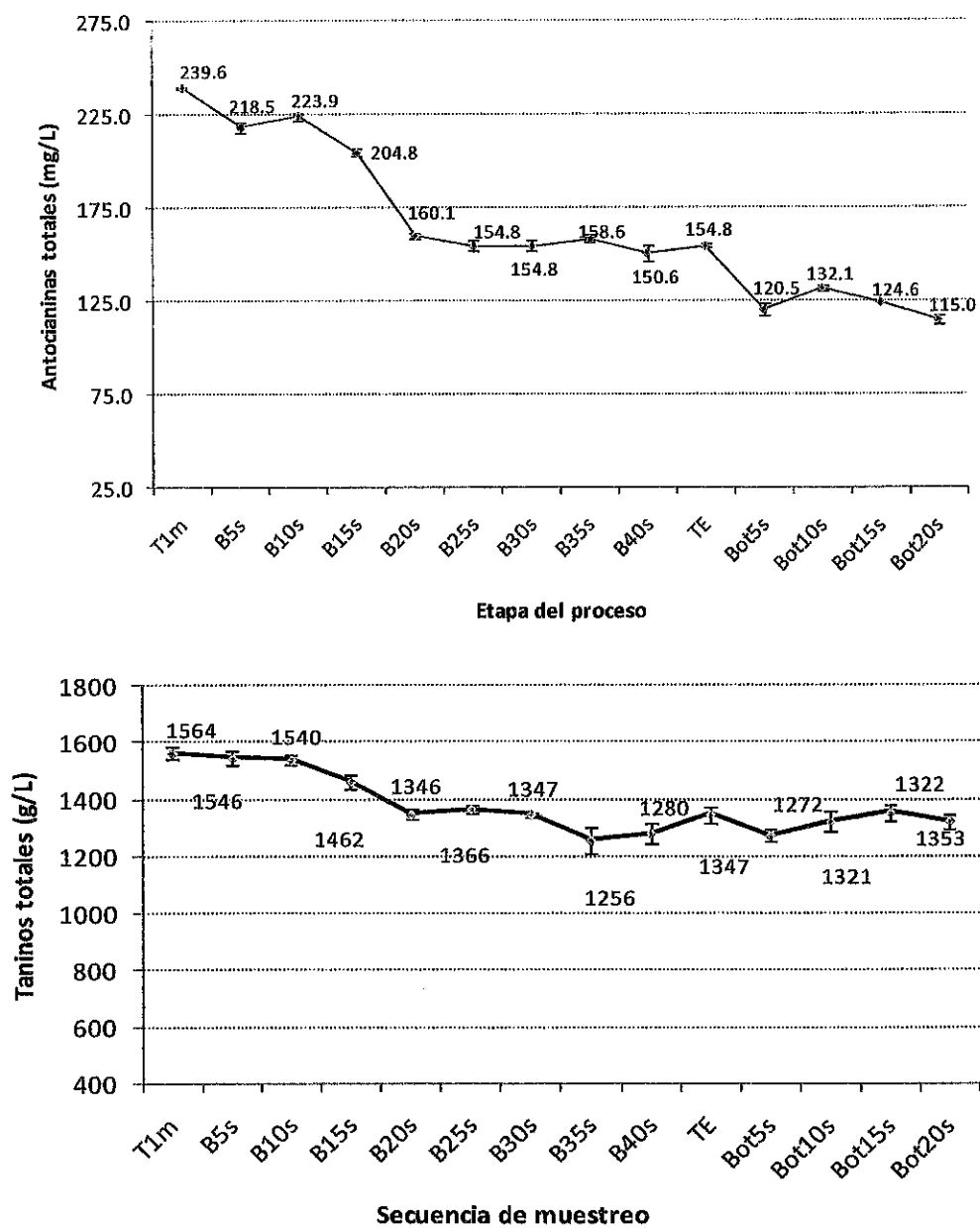


Figura 1. Evolución del contenido de antocianinas y taninos totales en vino de *Malbec* y *Cabernet sauvignon* (mezcla 1:1 v/v) cosecha 2006 durante su envejecimiento en barrica y en botella.

T1m: 1 mes en tanque de acero inoxidable; B5s...B40s: 5 semanas en barrica...40 semanas en barrica;
TE: Estabilización en tanque; Bot5s...Bot20s: 5 semanas en botella...20 semanas en botella.

Cuando el vino se trasladó de las barricas hacia tanques de acero inoxidable para realizar su estabilización, se presentó un ligero incremento en el contenido de antocianinas totales, debido, probablemente, a la homogeneización del volumen de todas las barricas en un solo tanque. Posteriormente, durante la etapa de maduración en botella, de nuevo se presentó un patrón decreciente, con una disminución del 25.4 % al final de las 20 semanas. La tendencia que mostró el contenido de antocianinas totales, durante todo el proceso de elaboración, coincide con lo reportado por Alcalde-Eón *et al.* (2006), quienes al evaluar un vino de variedad Tempranillo (almacenado por 16 meses en barrica y 7 meses en botella) encontraron que, conforme el vino empieza a envejecer el porcentaje de antocianinas disminuye.

El contenido de taninos totales mostró una ligera disminución desde el inicio de la mezcla hasta la semana 20 de almacenamiento en barrica, comportamiento que coincide con la etapa de mayor disminución del contenido de antocianinas. Posteriormente y hasta el final del almacenamiento en barrica se tuvo un contenido más o menos constante, que se incrementó cuando el vino fue trasladado al tanque de acero inoxidable para su estabilización. No obstante, una vez que el vino se embotelló, la concentración de taninos fue menor, debido fundamentalmente a que durante las operaciones clarificación y filtración (previas al embotellado), los taninos condensados se acomplexan con las proteínas y precipitan (Molina-Úbela, 2000). Durante el envejecimiento en botella, la concentración de taninos presentó estabilidad (Figura 1).

La disminución del contenido de antocianinas totales y de los taninos durante la maduración y envejecimiento de los vinos se explica por la gradual formación de pigmentos oligoméricos y poliméricos más estables (Bautista, 2005), mediante mecanismos de condensación entre antocianinas y taninos directamente o por mediación del acetaldehído u otros compuestos (García-Puente Rivas *et al.*, 2006), generando un efecto batocrómico en el máximo de absorción visible, confiriendo tonos rojo azulados en el vino. Asimismo pueden unirse a las antocianinas otros compuestos fenólicos por cicloadición dando origen a las piranoantocianinas, disminuyendo el máximo de absorción y dando tonalidades naranja (Cassasa y Catania, 2006).

3.1.2 Perfil de antocianinas

El análisis por HPLC de los mostos dio un total de 11 picos en la variedad *Malbec* y 10 en *Cabernet sauvignon* (*Cs*). Su identificación se realizó por comparación con estándares y con datos reportados en la literatura (Vivar-Quintana *et al.*, 2002; Gómez-Córdoves *et al.*, 2003; Joze *et al.*, 2004; McDougall *et al.*, 2005; García-Puente Rivas *et al.*, 2006). En la variedad *Malbec*, los picos 1 al 5 se identificaron como antocianinas monoglucosiladas; ((1) Delfinidina 3-glucósido (D3g), (2) Cianidina 3-glucósido (C3g), (3) Petunidina 3-glucósido (Pt3g), (4) Peonidina 3-glucósido (Pn3g) y (5) Malvidina 3-glucósido (Mv3g)) mientras que en *Cs* se encontraron cuatro (D3g, Pt3g, Pn3g y Mv3g) (Figura 2).

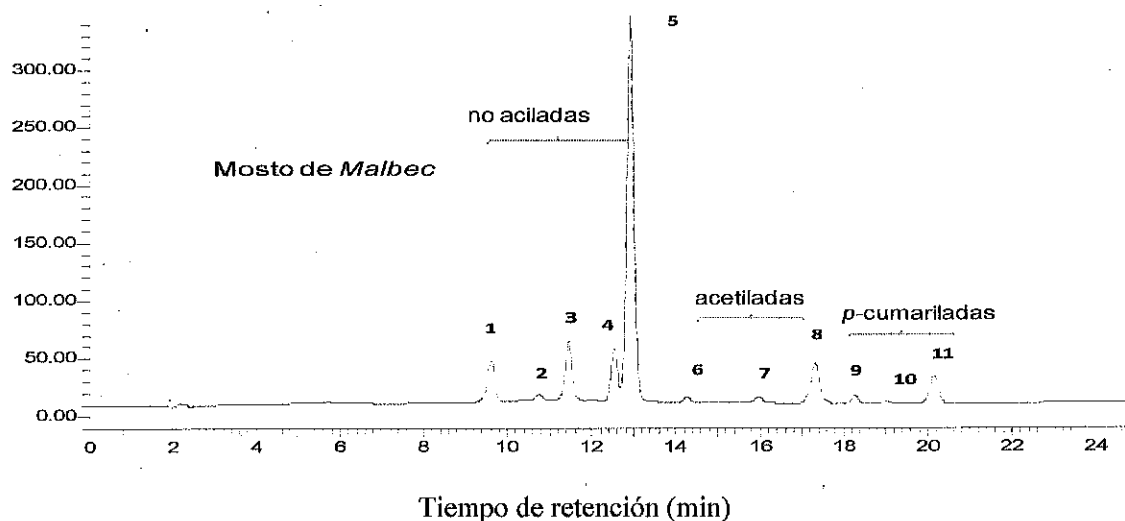


Figura 2. Perfil cromatográfico de antocianinas en *Vitis vinifera* var. *Malbec* cosecha 2006.

Asignación de picos: (1) Delfinidina 3-glucósido, (2) Cianidina 3-glucósido, (3) Petunidina 3-glucósido, (4) Peonidina 3-glucósido, (5) Malvidina 3-glucósido, (8) Malvidina 3-acetilglucósido y (11) Malvidina 3-cumarilglucósido.

La principal diferencia en el perfil de antocianinas de ambos mostos fue la presencia de Cianidina 3-glucósido sólo en el vino de *Malbec* y el porcentaje relativo de cada antocianina. Valls *et al.* (2000) al estudiar las antocianinas de la piel de las uvas de las variedades *Tempranillo* y *Cs.*, encontraron que a menor tiempo de retención eluían las antocianinas no aciladas, después las acetiladas y finalmente las *p*-cumariladas, siendo dicho comportamiento el resultado del número y grado de metilación de los grupos hidroxilo del anillo aromático. Lo anterior coincide con lo encontrado en el presente estudio, al menos en lo correspondiente a las antocianinas monoglucosiladas no aciladas, ya que para la identificación del resto (aciladas) no existen estándares comerciales. No obstante, debido a que el mosto es el zumo de la uva obtenido mediante las operaciones de estrujado y prensado (Jackson, 2008) y que además contiene las antocianinas que originalmente se encuentran en la uva (salvo aquellas que sean muy inestables) los picos 6, 7 y 8 fueron identificados como antocianinas acetiladas y los picos 9, 10 y 11 como *p*-cumáriladas (Figuras 2 y 3).

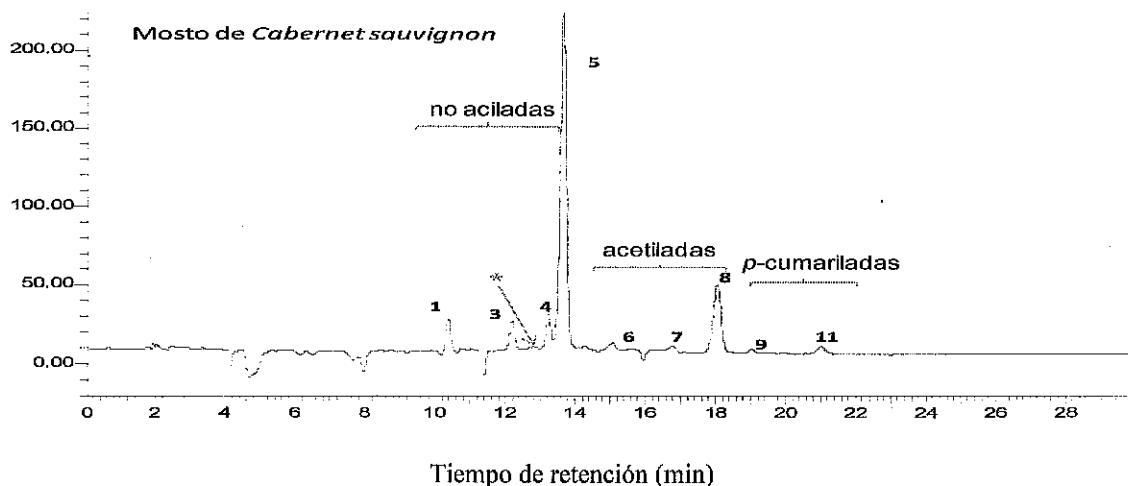


Figura3. Perfil cromatográfico de antocianinas en *Vitis vinifera* var. *Cabernet sauvignon* cosecha 2006. Asignación de picos: (1) Delfinidina 3-glucósido, (3) Petunidina 3-glucósido, (4) Peonidina 3-glucósido, (5) Malvidina 3-glucósido, (8) Malvidina 3-acetilglucósido y (11) Malvidina 3-cumarilglucósido.

Por comparación con la literatura (Vivar-Quintana *et al.*, 2002; Gómez-Córdoves *et al.*, 2003; Joze *et al.*, 2004; McDougall *et al.*, 2005; García-Puente Rivas *et al.*, 2006), se determinó que los picos 8 y 11 corresponden a malvidina 3-acetilglucósido y malvidina 3-*p*-cumarilglucósido. En el mosto de *Cs* se observó un pico que no estuvo presente en el mosto de *Malbec* (*). Respecto de los porcentajes relativos de área de cada antocianina, se encontró que tanto para la variedad *Malbec* como para *Cabernet sauvignon*, la antocianina mayoritaria fue Malvidina 3-glucósido, con 61 % y 64 % del total de área, respectivamente, lo que coincide con otros estudios (Valls *et al.* 2000; Hermosín-Gutierrez *et al.*, 2005; Alcalde-Eón *et al.*, 2006; García-Falcón *et al.*, 2006; Castillo-Sánchez *et al.*, 2007). El resto de las antocianinas mostraron variaciones de porcentaje relativos entre las dos variedades, mientras que en *Malbec*, la segunda antocianina mayoritaria fue petunidina 3-glucósido, en *Cabernet sauvignon*, lo fue la antocianina con un tiempo de retención de 18.1 min, que parece corresponder a malvidin 3 acetil-glucósido (Figura 4).

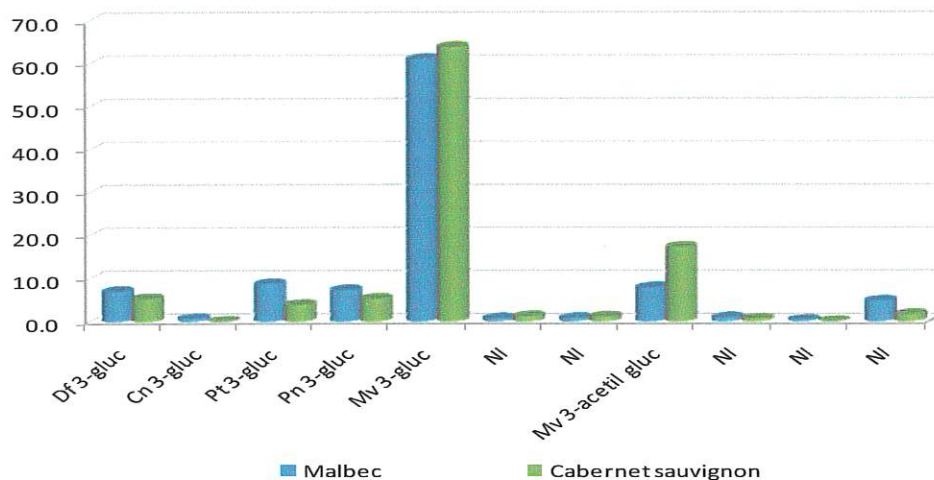


Figura 4 . Porcentaje relativo de áreas del total de picos detectados por HPLC a 520 nm en los mostos de *Vitis vinífera* c.v. *Malbec* y *Cabernet sauvignon* cosecha 2006.

Df3-gluc: Delfinidina 3-glucósido, Pt 3-gluc: Petunidina 3-glucósido, Pn 3-glu: Peonidina 3 glucósido, Mv3-glu: Malvidina 3 glucósido, Mv 3-acetil glu: Malvidina acetilglucósido. NI: No identificado.

El perfil cromatográfico de los vinos obtenidos de la fermentación alcohólica (FA) de ambas variedades y la maloláctica (FML) (en el caso de *Malbec*) mostró seis nuevos picos (a, b, c, d, e y f) con respecto a los mostos. Sólo en el caso de la FML de *Malbec* ya no se detectó el pico “a” que había eluido su FA ni el monoglucósido de cianidina. (Figura 5). En el vino de *Cs*, en comparación con su respectivo mosto, no se detectó a Delfinidina-3-glucósido.

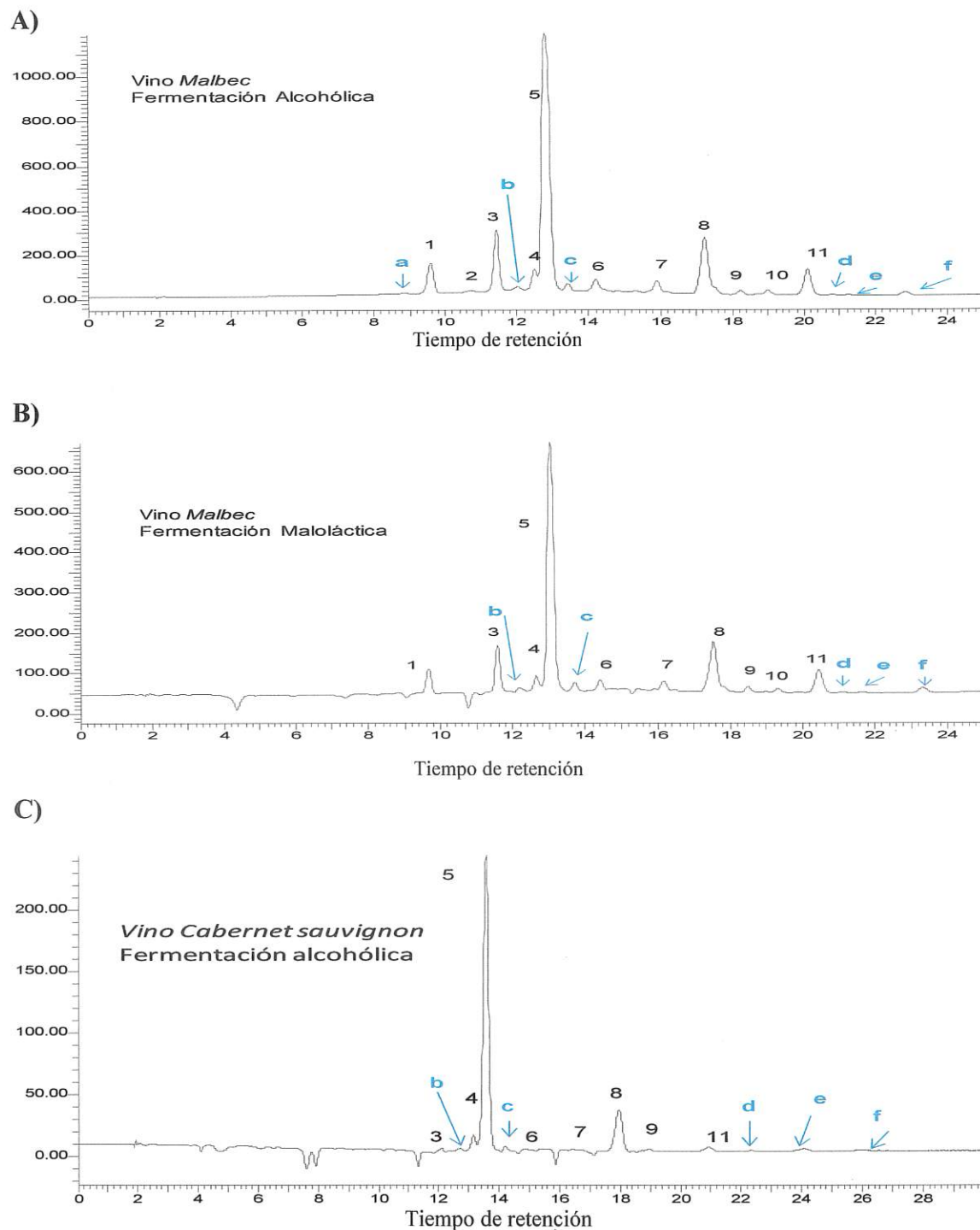


Figura 5 . Perfil cromatográfico de los vinos de *Vitis vinífera* cv. Malbec y Cabernet sauvignon cosecha 2006. (A) y (C) Final fermentación alcohólica, (B) Final fermentación maloláctica. Asignación de picos: (1) Delfinidina 3-glucósido, (2) Cianidina 3-glucósido, (3) Petunidina 3-glucósido, (4) Peonidina 3-glucósido y (5) Malvidina 3-glucósido, (8) Malvidina 3-acetilglucósido y (11) Malvidina 3-cumarilglucósido.

La mezcla de los vinos mostró un perfil cromatográfico ligeramente diferente al obtenido del análisis individual. Se detectaron 10 de los 11 picos identificados desde los mostos (faltó cianidina 3-glucósido) y de los “nuevos picos” detectados previamente, se obtuvieron cinco (b, c, d, e y f) (Figura 6).

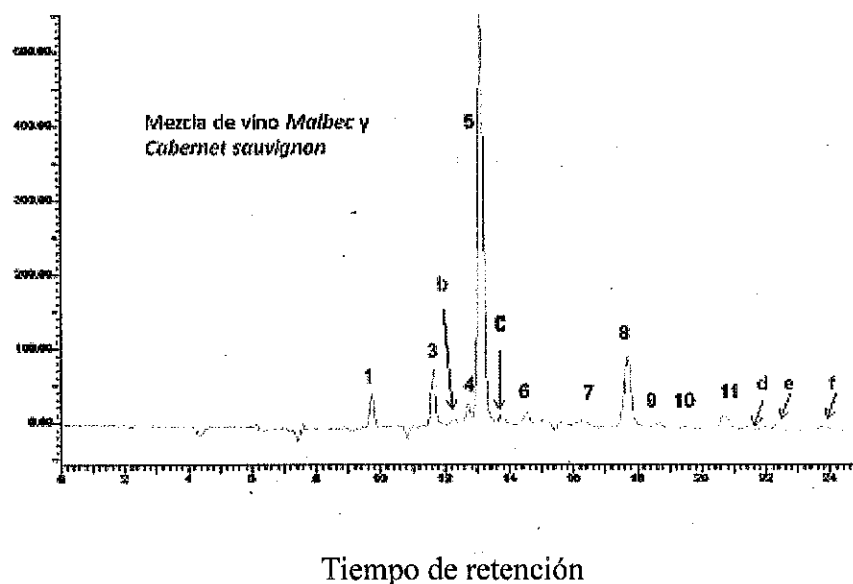


Figura 6. Cromatograma de la mezcla (1:1 v/v) de vinos de *Vitis vinifera* cv. *Malbec* y *Cabernet Sauvignon*.
Asignación de picos: (1) Delfinidina 3-glucósido, (2) Cianidina 3- glucósido, (3) Petunidina 3-glucósido, (4) Peonidina 3-glucósido y (5) Malvidina 3-glucósido.

De los perfiles cromatográficos de los vinos *Malbec* y *Cs*, sólo fue posible comparar con la literatura el de *Cs* debido a que no se encontraron reportes para la variedad *Malbec*. Dicha comparación mostró que entre una misma variedad, sólo existe similitud en las antocianinas monoglucosiladas y las aciladas (malvidin-3-acetilglucósido y malvidin-3 *p*-cumarilglucósido), ya que el resto (aciladas o derivados) presentan grandes variaciones (Gómez-Cordovés *et al.* 2003; Joze *et al.*, 2004).

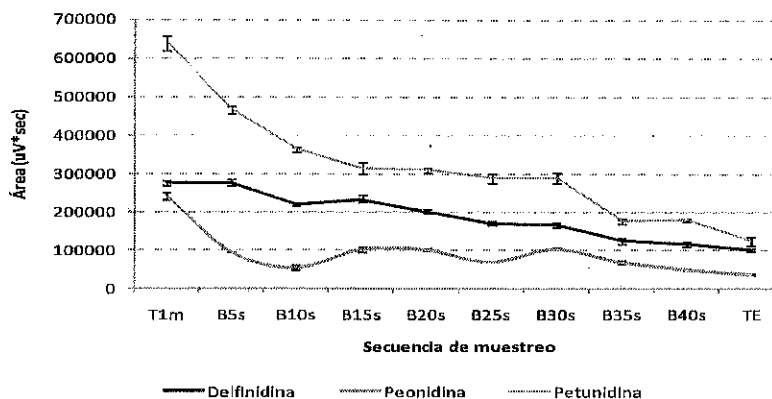
La formación de “nuevos pigmentos” se atribuye a reacciones entre las antocianinas y compuestos fenólicos (Rentzsch *et al.*, 2006). Dichas reacciones son condensaciones entre antocianinas y taninos, así como uniones de cicloadición de otros compuesto fenólicos a las antocianinas. El tiempo de formación de los nuevos compuestos en el presente estudio coincidió con la etapa de fermentación alcohólica. Al respecto, Morata *et al.* (2007) detectaron pigmentos vinilfenólicos al tercer día del inicio de la fermentación en mostos suplementados con ácidos hidroxicinámicos y en el testigo, un aducto vinilfenólico (malvidin-3-O-glucósido-4-vinilguayacol, en concentraciones $<0.1 \text{ mgL}^{-1}$), que es producto de pequeñas cantidades de ácidos hidroxicinámicos que normalmente se encuentran en la uva. Otro pigmento detectado en el mismo estudio fue identificado como malvidin-3-O-glucósido-4-vinilguayacol a una concentración de $0.38 \pm 0.03 \text{ mgL}^{-1}$ mientras que en el mosto fue de $0.08 \pm 0.01 \text{ mgL}^{-1}$.

En el vino obtenido en Cs., así como en la mezcla, fue detectado el pico “b” (Figuras 5 y 6). De acuerdo con el orden de elución obtenido por Vivar-Quintana *et al.* (2002) en un vino tinto (*Vitis vinifera* cv. Tinta del país) de nueve meses de envejecimiento, el pico “b” puede corresponder a una piranoantocianina derivada de la reacción entre Pt-3g y el ácido pirúvico. Con respecto al pico “c”, puede corresponder a una piranoantocianina producto de la reacción entre malvidina 3-glucósido y el ácido pirúvico, la cual ya ha sido identificada como “vitisina A” por Bakker y Timberlake (1997). Los picos d, e y f se clasificaron dentro de la categoría de piranoantocianinas ya que eluyeron después de malvidina 3-cumarilglucósido (García-Puente Rivas *et al.*, 2006). La importancia de la formación de los nuevos pigmentos radica en que cada uno de ellos confiere propiedades de estabilidad colorante al vino. Las piranoantocianinas presentan cambios

en su longitud máxima de absorción, lo cual generará efectos en el color del vino, sin embargo, se caracterizan por ser pigmentos con mayor estabilidad que las antocianinas monoglucosiladas (Rentzsch *et al.*, 2006). La formación de nuevos pigmentos se da de forma natural entre compuestos contenidos en los vinos, sin embargo, también puede ser inducida. Recientemente, una familia de pigmentos rojo azulados han sido descritos, de entre los cuales vinilpiranomalvidina-3-o-glucósido-fenol es de particular interés por la alta estabilidad de su color rojo azulado (Mateus *et al.*, 2003). Teóricamente, la producción de pigmentos se puede favorecer mediante el uso de levaduras que produzcan altas concentraciones de ácido pirúvico, lo cual favorece la formación de vitisina A (Morata *et al.*, 2003) y que también posea actividad hidroxycinamato descarboxilasa que ayuda a la liberación de vinilfenoles (Morata *et al.*, 2007).

Respecto de la evolución de las antocianinas detectadas inicialmente, durante la etapa de almacenamiento en barrica, delphinidina, petunidina, peonidina y malvidina 3-glucósido, presentaron un porcentaje de disminución del 67.3, 80.6, 84.5 y 80 %, respectivamente (Figura 7). Alcalde-Eón *et al.* (2006), al estudiar vinos de la variedad *Tempranillo* que permanecieron 16 meses en barrica y 7 meses en botella, encontraron que durante el primer año de maduración en barrica, el contenido total de pigmentos había disminuido fuertemente. Asimismo observaron cambios en el perfil de los pigmentos, particularmente una disminución en las antocianinas provenientes de la uva, siendo malvidin 3-glucósido la más afectada. La disminución en las antocianinas originales se debió, sobre todo, a la formación de nuevos pigmentos, principalmente los derivados de malvidin 3-glucosido.

a)



b)

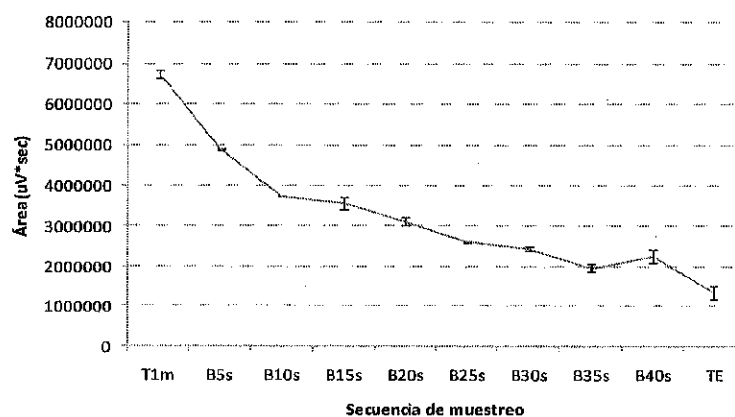


Figura 7. Evolución del área total de (a) Delfinidina, peonidina y petunidina 3-gluc y (b) Malvidina 3-glucósido de vino *Malbec* y *Cabernert sauvignon* (1:1 v/v) durante envejecimiento en barrica. T1m: 1 mes en tanque de acero inoxidable; B5s...B40s: 5 semanas en barrica...40 semanas en barrica; TE: Estabilización en tanque; Bot5s...Bot20s: 5semanas en botella...20 semanas en botella.

Por último, es importante mencionar que los nuevos compuestos detectados en el presente estudio resultaron de las reacciones de las antocianinas con otros compuestos naturalmente contenidos en las uvas. Sin embargo, se ha reportado que la suplementación de los mostos, con ácidos fenólicos previo a la fermentación, puede favorecer la formación de nuevos pigmentos, cuya concentración puede incrementarse considerablemente durante dicha etapa. Asimismo, ha sido demostrado que la selección de levaduras con alta actividad hidroxycinamato descarboxilasa puede incrementar el

contenido de pigmentos estables, lo cual puede ser de interés en la producción de vinos tintos, especialmente cuando se destinan al envejecimiento por largos periodos de tiempo o bien, cuando se usan variedades de uva con problemas de síntesis o estabilidad del color o cuando las condiciones climáticas afectan la producción y estabilidad de los pigmentos (Morata *et al.*, 2007).

3.3 Color

En el análisis de color, tanto la luminosidad como el ángulo de tono mostraron un patrón ligeramente ascendente durante el envejecimiento en barrica. Al inicio, ambos parámetros descendieron, lo que se atribuye a la disminución del pH, favoreciendo así el desplazamiento hacia el catión flavilio, que confiere las tonalidades rojas (Brouillard *et al.*, 2003). Una vez que el vino fue embotellado, la luminosidad se incrementó, pudiendo ser el resultado de las operaciones de clarificación y filtración (Molina-Úbela, 2000). Durante el envejecimiento en botella el ángulo de tono presentó un ligero descenso, tendiendo hacia la estabilización. El índice de saturación mostró un comportamiento constante durante el envejecimiento en barrica, teniendo un mayor incremento durante el envejecimiento en botella (Figura 8).

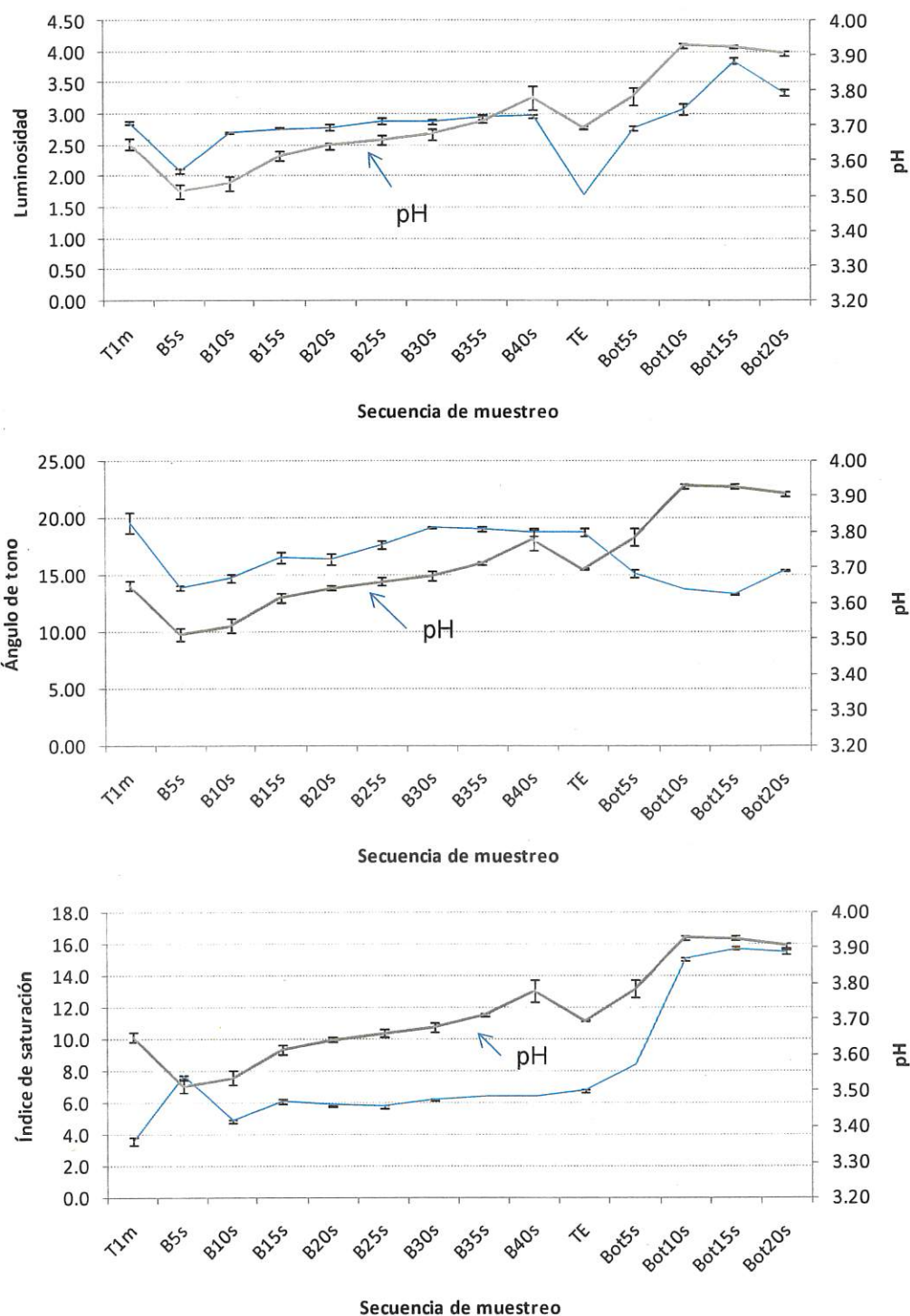


Figura 8.1. Evolución de los valores de luminosidad, ángulo de tono e índice de saturación durante el envejecimiento en barrica y botella de un vino tinto *Malbec* y *Cabernet sauvignon* (1:1 v/v) cosecha 2006.
T1m: 1 mes en tanque de acero inoxidable; B5s...B40s: 5 semanas en barrica...40 semanas en barrica;
TE: Estabilización en tanque; Bot5s...Bot20s: 5 semanas en botella...20 semanas en botella.

Los valores iniciales de los parámetros de color se deben principalmente a las antocianinas libres, a su autoasociación, así como al fenómeno de copigmentación (Hermosin-Gutierrez *et al.*, 2005). Sin embargo, factores como el pH, el nivel de anhídrido sulfuroso, la temperatura, el nivel de oxígeno, la presencia de etanal o acetaldehído, de ácido glioxílico y vinilfenoles, entre otros, afectan la estabilidad y coloración del mismo (Peña, 2006a).

El comportamiento mostrado durante el envejecimiento es el resultado de las reacciones de las antocianinas con diferentes compuestos fenólicos, modificando así el equilibrio de sus estructuras base y desplazando el máximo de absorción hacia los 420 nm, incrementando el ángulo de tono (coloraciones menos rojas) y la luminosidad. Es importante recordar que las antocianinas libres, tal como se encuentran en los vinos al inicio del envejecimiento, son altamente dependientes del pH (Heredia *et al.*, 1998). En este sentido, conforme se incrementa el pH, malvidina-3-glucósido rápidamente pierde su color (incrementando los valores de L*), mientras que vitisina A y vitisina B lo mantienen entre el rango de pH de 2 y 5; arriba de este pH disminuyen su luminosidad. Algo similar pasa con el ángulo de tono de las soluciones con vitisina el cual se mantiene constante entre el rango de pH de 2 a 4 y posteriormente se comienza a hacer azul conforme el pH se incrementa hacia la neutralidad, lo que indica la formación de bases quinooidales estables y una menor formación de bases carbinol decoloradas (Bakker y Timberlake, 1997).

El color es uno de los principales atributos de calidad de los vinos tintos (Mónagas *et al.*, 2006), por tanto, su adecuada evolución durante el envejecimiento es fundamental para el éxito del producto final. Los resultados del vino estudiado muestran que durante el envejecimiento de los vinos, a pesar de la fuerte disminución del contenido de antocianinas monoméricas, los parámetros de color no disminuyen en la misma proporción, lo que se explica por formación de los nuevos compuestos. En cuanto al envejecimiento en botella, a pesar de la aparente estabilidad mostrada al menos en el ángulo de tono y en la saturación, se considera que el tiempo de seguimiento fue corto y no refleja por completo su evolución real.

Finalmente, la obtención de un producto de calidad requiere el control y optimización de todas las fases del proceso productivo. Factores como el grado de madurez de la uva, cepa de levadura, uso de enzimas pectinolíticas, maceración prefermentativa, incremento de la proporción de hollejos, tiempo y temperatura de maceración, frecuencia y volumen de remontado, material y dimensiones de la cuba, sistemas de remontado, termovinificación y maceración final en caliente, crianza en bodega y la microoxigenación, han sido demostrados como factores que tienen influencia real sobre la extracción del color y de los compuestos fenólicos en general (Díaz-Cortines *et al.*, 1999; Zamora-Marín, 1999; Casassa y Sari, 2006).

5. BIBLIOGRAFÍA

Alcalde-Eon, C., Escribano-Bailón, M. T., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. C. 2006. Changes in the detailed pigment composition of red wine during maturity and aging. A comprehensive study. *Analytica Chimica Acta* 563: 238-254.

Bakker, J. and Timberlake, C. F. 1997. Isolation, identification and characterization of new color-table anthocyanins occurring in some red wines. *J. Agric. Chem.* 45: 35-43.

Bautista, O. A. B. 2005. Técnicas enológicas para la obtención de vinos de Monastrell de alto contenido polifenólico. Departamento de tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Murcia, España.

Broillard R., Chassaing, S. and Fougerousse, A. 2003. Why are grape/fresh wine anthocyanins so simple and why is it that red wine color lasts so long? *Phytochemistry* 64:1179-1186.

Cacho, J., Fernández, P., Ferreira, V., and Castells, J. 1992. Evolution of five anthocyanidin-3-glucosides in the skin of the Tempranillo, Moristel and Garnacha grape varieties and influence of climatological variables. *Am. J. Enol. Vitic.* 43:244-248.

Cantos, E., Espín, J. C. and Tomás-Barberán, F. 2002. Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grapes cultivars studied by LC-DAD-MS. *J. Agric. Food Chem.* 50: 5691- 5696.

Casassa, F. y Catania, C. 2006. Piranoantocianinas, nuevos pigmentos en los vinos tintos. *Enología* 3- Juli-Agosto.

Cheyner, V., Moutounet, M. y Sarni-manchado, P. 2000. Los compuestos fenólicos. En "Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos". Ed. C. Flancy, AMV Ediciones, Madrid. Pp 114-136.

Cliff, M. A., King, M. C. and Schlosser, J. 2007. Anthocianin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. *Food Research International* 40: 92-100.

Díaz-Cotines, M. J. Rodríguez-Hernández, P. Herrera-García, P., Arteaga-Martínez, C., Suberviola, J. Santamaría-Aguirre, P., López, R. Gutiérrez, A. R. Martínez-García, J. y Palacios-García, A. T. 1999. Influencia de las levaduras en el color del vino tinto. 17-19 mayo. Elaboraciones a escala piloto con levaduras seleccionadas en España. Jornadas Científicas 99. Grupos de Investigación Enológica. Zaragoza España.

Fossen, T., Slimestad, R. and Andersen, O.M. 2001. Anthocyanins from maize (*Zea mays*) and reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*). J. Agric. Food Chem. 49:2318-2321.

Fulcrand, H., Benabdeljalil, C. Rigaud, J., Cheynier, V. and Mouounet, M. 1998. A new class of wine pigments generated by reaction between pyruvic acid and grape anthocyanins. Phytochemistry. 47(7): 1401-1407.

García-Falcón, M. S., Pérez-Lamela, C., Martínez-Carballo, E. and Simal-Gándara, J. 2006. Determination of phenolic compounds in wines: Influence of bottle storage of young red wines on their evolution. Food Chemistry. Food Chemistry. Article in press.

García-Puente, Rivas E., Alcalde-Eon, C., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J.C. and Escribano-Bailón, M. T. 2006. Behaviour and characterization of the color during red wine making and maturation. Analytica Chimica Acta. 563:215-222.

Gómez-Córdoves, C., Bartolomé, B. Mónagas, M., Suárez, R., Núñez, V., Morata, A. y Suárez, J. A. 2003. Respuesta del color a variaciones puntuales durante el proceso vitivinícola en los vinos tintos. Actas X Congreso Brasileiro de Viticultura e Enología. 19-41.

Guidoni, S., Allara, P., and Schubert, A. 2002. Effect of cluster thinning on berry skin anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. Am. J. Enol. Vitic. 53: 224-226.

Heredia, F. J., Francia-Aricha, E. M., Rivas-Gonzalo, J. C., Vicario, I.M. and Santos-Buelga, C. 1998. Chromatic characterization of anthocyanins from red grapes. pH effect. Food chemistry 63 (4):491-498.

Hermosín-Gutiérrez, I.; Sánchez-Palomo Lorenzo, E. and Vicario-Espinosa, A. 2005. Phenolic composition and magnitude of copigmentation in Young and shortly aged red wines made from the cultivars, Cabernet Sauvignon, Cencibel, and Syrah. Food Chemistry 92:269-283.

Hernández, T., Estrella I., Carlavilla, D., Martín-Álvarez, P. J., and Moreno-Arribas, M. V. 2006. Phenolic compounds in red wine subjected to industrial malolactica fermentation and aging on lees. *Analytica Chimica Acta* 563:116-125.

Hernández-Montes, A. 2007. Evaluación Sensorial de Productos Agroalimentarios. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. 192 p.

Hoshino, T., Matsumoto, U., y Goto, Y. 1980. The satbilizing effect of the acyl group on the copigmentation of acyled anthocyanins with c-glucosylflavones. *Phytochem.* 19: 663.

Jackson, R. S. 2008. Wine Science. Principles and Aplications. Third Edition. Academic Press. 719 p. EUA.

Jozé, K. I., Lapornik, B., Andresek, S., Golc, W.A., Vrhovsek, U. and Kidric, J. 2004. Identification of anthocyanins in wines by liquid chromatographic, liquid chromatograohy-mass spectrometry and nuclear magnetic resonance. *Analytica Chimica Acta.* 513:277-282.

Kallithraka, S., Tsoutsouras, E., Tzourou, E. and Lanaridis, P. 2006. Principal phenolic compounds in Greek red wines. *Food Chemistry* 99: 784-793.

Kelebek, H., Canbas, A., Selli, S., Saucier, C., Jourdes, M. and Glories, Y. 2006. Influence of different maceration times on the anthocyanin composition of wines made from *Vitis vinífera* L. cvs. Bogazkere y Öküzgözü. *Journal of Food Engineering* 77:1012-1017.

Keller, M., and Hrazdina, G. 1998. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* 49: 341-349.

King, A. and Young, G. 1999. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal of the American Dietetic Association.* 99 (2):213-218.

Kong, J. M. L., Chiam, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F. and Broulliard, R. 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* 64: 923-933.

Mateus, N., Silva, A. M. S., Rivas-Gonzálo, J. C., Santos-Buelga, C. and De Freitas, V. 2003. A new class of blue anthocyanin-derived pigments isolated from red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 1919-1923.

McDougall, G. J., Fyffe, S., Dobson, P. and Stewart, D. 2005. Anthocyanins from red wine-Their stability under simulated gastrointestinal digestion. *Phytochemistry*.66:2540-2548.

Molina-Úbela, R. 2000. Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas. AMV ediciones. MundiPrensa. 317 p.

Mónagas, M., Gómez-Córdoves, C., and Bartolomé. 2006. Evolution of the phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. during ageing in bottle. *Food Chemistry* 95: 405-412.

Morata, A., Gómez-Cordovés, M. C., Colombo, B., and Suárez, J.A. 2003. Pyruvic acid and acetaldehyde productions by different strains of *Saccharomyces cerevisiae*: relationship with vitisin A and B formation in red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 7402-7409.

Morata, A., González, C., and Suárez-Lepe, J. A. 2007. Formation of vinylphenolic pyrananthocyanins by selected yeast fermenting red grape must supplemented with hydroxycinnamic acids. *International Journal of Food Microbiology*.116:144-152.

Peña-Neira, A. 2006a. El color de los vinos (II parte). Informe técnico. Vendimia. Enero/Febrero.

Peña-Neira, A. 2006b. En la calidad de uvas y vinos. Los taninos y su importancia. Informe Enológico. Vendimia. Abril. 18-20.

Pérez-Lamela, C., García-Falcón, M. S., Simal-Gándara, J. and Orriols-Fernández, I. 2007. Influence of grape variety, vine system and enological treatments on the color stability of Young red wines. *Food Chemistry* 101: 601-606.

Rentzsch, M., Schwarz, M., Hillebrand, S. and Winterhalter, P. 2006. Occurrence and formation of pyranocyanins in fruit juices and wines. Sección1. Analysis and chemistry of pigments. 4th International Congress on Pigments in Food, 9-12 2006.

Ribéreau-Gayon, P. Dubourdieu, D., Doneche, B. and Loncaud, A. 2000. Handbook of enology Volume 1. The microbiology of wine and vinifications. John Wiley & Sons, LTD. 453p.

Ricardo da Silva, J. M., Belchior, A.P., Spranger, M. I. and Bourzeix M.1992. "Oligomeric procyanidins of three grapevine varieties and wines from Portugal". *Sciences des Aliments*, 12:223-237

Romero-Cascales, I., Ortega-Regules, A., López-Roca, J., Fernández-Fernández, J. and Gómez-Plaza, E. 2005. Differences in anthocyanin extractability from grapes to wines according to variety. *Am. J. Enol. Vitic.* 56:212-219.

Salinas-Moreno, Y., Salas-Sánchez, G., Rubio-Hernández, D. and Ramos-Lobato, N. 2005. Characterization of anthocyanin extracts from maize kernels. *Journal of Chromatographic Science* 43:1-6.

Salinas-Moreno, Y., Soto-Hernández, M. Martínez-Bustos, F., González-Hernández, V. and Ortega-Pazkla, R. 1999. Análisis de antocianinas en maíces de grano azul y rojo provenientes de cuatro razas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 22:161-174.

Singlenton, V. L. 1987. Oxygen with phenols and related and related reactions in must, wines and model systems, observations and practical implications. *Am. J. Enol. Vitic.* 38:69-77.

Tomera, J. F. 1999. Current knowledge on the health benefits and disadvantages of wine consumption. *Food Science & Technology* 10:129-138.

Valls, J., Lampreave, M., Nadal, M., y Arola, L. 2000. Importancia de los compuestos fenólicos en la calidad de los vinos tintos de crianza. *Enología. Alimentación Equipos y Tecnología. Cataluña. España.* P. 119-124.

Valls, J.F. 2004. Composició fenòlica en en varietats negres de *Vitis vinífera*. Tesis Doctoral. Universitat Rovira i Virgili. Facultat D'Enología. Departament de Bioquímica i Biotecnologia. 301p.

Vivar-Quintana, A.M., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. C. 2002. Anthocyanin-derived pigments and color of red wines. *Analytica Chimica Acta.* 458:147-155.

Von Elbe y Schwartz. 2000. Colorantes. *In: Fennema, O. R. Química de los alimentos.* Editorial Acribia. Pp. 773-850.

Zamora-Marín, F. 1999. La vinificación en tinto: aspectos tecnológicos destinados a la obtención de color. Elaboraciones a escala piloto con levaduras seleccionadas en España. *Jornadas Científicas 99. Grupos de Investigación Enológica.* Zaragoza España.

Zamora-Marín, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. Primera edición. AMV Ediciones. Mundi-Prensa. 225 p. Madrid, España.

CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE DOS VINOS TINTOS DE CRIANZA

SENSORY CHARACTERIZATION OF TWO AGED RED WINES

L. Quintero-Salazar L¹., D. Rubio-Hernández² y Y. Salinas-Moreno²

RESUMEN

En la empresa Freixenet de México (ubicada en Querétaro, México), en el 2006 se inició la producción del vino tinto de crianza "Viña Doña Dolores", se realizaron las operaciones correspondientes a la vinificación y crianza en barrica, no obstante, al finalizar esta última etapa y después de un análisis por parte del enólogo, el vino fue envasado para que se comercializara como un vino joven. El presente trabajo tuvo como objetivo el identificar los atributos que limitaron que el vino de la cosecha 2006 pudiera ser comercializado como un vino de crianza. Para ello se realizó un Análisis Descriptivo Cuantitativo para el vino tinto 2006 y el vino de crianza 2005 el cual permitió identificar 16 características entre aroma, apariencia y sabor. El análisis estadístico de los resultados indicó que dichos vinos se diferencian en los atributos positivos de aroma (alcohol, regaliz y frutillas) y en el atributo negativo aroma a hongo. En cuanto a los atributos de apariencia, las diferencias fueron significativas en el tono rojo, contorno superior naranja, cuerpo y rapidez de lágrimas y finalmente, en cuanto al sabor, se encontraron diferencias en la astringencia, el amargor y el equilibrio. El vino cosecha 2006 presentó mayor valor en los atributos de aroma (alcohol y frutillas) y de sabor (astringencia, amargor y persistencia). Lo anterior indica que la permanencia en barrica no logró el correcto desarrollo de los atributos del vino, por lo que fue una etapa innecesaria.

Palabras Clave: Vino tinto, atributos sensoriales, QDA.

¹ Autor

² Director

ABSTRACT

In 2006, the Freixenet company (located in Querétaro, Mexico) started the production of the aged red wine "Viña Doña Dolores," beginning with the winemaking and ageing in barrels processes. However, at the end of the ageing process, the wine was bottled and marketed as a young wine. In light of this, this research was undertaken with the objective of identifying the characteristics that precluded the 2006 vintage wine from being marketed as an aged wine. Therefore, a Quantitative Descriptive Analysis (QDA) was made of the 2006 vintage red wine and the 2005 vintage aged red wine. The statistical analysis of the results indicated that the aforesaid wines are different in positive aroma characteristics (alcohol, liquorice, and berries) and in the negative "truffle" aroma characteristic. Regarding the appearance characteristics, the differences were significant in the red tone, superior orange contour, body and rapidity of tears. Finally, in terms of flavor, differences were found related to astringency, bitterness and balance. The 2006 red wine vintage showed the greatest values in terms of aroma characteristics (alcohol and berries) and flavor (astringency, bitterness and balance), but it also presented the lower "body" values. These results indicate that during the time the wine was ageing in the barrel stage, the correct development of red wine characteristics did not occur. As a result, this stage is considered unnecessary.

Key words: red wine, sensory characteristics, QDA.

¹ Author

² Director

1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista del consumidor, una de las formas de medir la calidad de un producto es a través del grado en que los atributos sensoriales satisfacen sus requerimientos (Peri, 2006). Características como la astringencia y el color, han sido establecidas como atributos altamente relacionados con la calidad sensorial que el consumidor demanda (Preys *et al.*, 2006).

En la fabricación de ciertos alimentos se aplican fórmulas de ingredientes que permiten su estandarización y por tanto, independientemente de la época y lugar de compra, para el consumidor, los atributos de este producto siempre serán los mismos y en la misma intensidad. No obstante, en los productos altamente dependientes de la calidad de la materia prima, tal estandarización no es posible. Lo anterior se presenta en la elaboración de vinos tintos, donde la calidad de la uva es un factor determinante y susceptible de variación ante factores edafoclimáticos, genéticos y culturales (Zamora-Marín, 2003). Al respecto, Chapman *et al.* (2005) demostró que los déficits de agua en la producción de vid inciden en la obtención de vinos con mayores aromas frutales y menos aromas vegetales. Pese a lo anterior, las industrias mediante estrategias adecuadas de abasto y comercialización pueden asegurar el abasto de materia prima con la calidad que le permita elaborar los vinos que el consumidor demanda.

Una vez que las industrias vinícolas cuentan con la materia prima de la calidad deseada, es fundamental que en todas las etapas posteriores se controlen los puntos críticos relacionados con la calidad sensorial del producto. Una forma en como las industrias pueden obtener información objetiva respecto de las características sensoriales de sus productos, es a través de la aplicación de pruebas descriptivas (De la Presa, 2008). En la evaluación de vinos tintos, el análisis sensorial a través de técnicas descriptivas ha sido ampliamente estudiado. Preys *et al.*, (2006) mediante la aplicación de un análisis descriptivo para vinos tintos reportaron la presencia de seis atributos (intensidad de color, hue o tono, astringencia, amargor, acidez y dulzor). Vilanova *et al.* (2008) evaluaron el efecto de la vendimia sobre los atributos sensoriales de los vinos Albariño (Galicia, España), encontrando como descriptores comunes los aromas a manzana, albaricoque, plátano, cítrico, floral, pasto, láctico, durazno, piña, fruta madura y fruta tropical.

Gordner y Zamora (2006) al caracterizar sensorialmente vinos de la variedad *Malbec*, encontraron los atributos de aroma (frutal, floral, miel, fresa ciruela, herbal, picante, y pimiento dulce), la persistencia (referente a la duración de la sensación global de sabor), los gustos (dulce, salado, amargo) y las sensaciones táctiles (astringencia y cuerpo).

La información obtenida mediante las técnicas descriptivas puede relacionarse con condiciones de la materia prima y del proceso, y de esta forma identificar posibles errores. Cada una de las etapas del proceso tiene un efecto específico. La etapa de despalillado es de gran importancia para evitar conferir notas herbáceas al vino (Ibar, 2002). Durante la fermentación/maceración la temperatura y tiempo son factores

fundamentales para la obtención de color (Jackson, 2008). En la etapa de la fermentación maloláctica (FML) (descarboxilación del ácido málico dando lugar a ácido L-láctico) se mejora la estabilidad microbiológica del vino y lo hace más complejo desde el punto de vista sensorial (Moreno-Arribas y Polo, 2005). En esta etapa se produce el diacetilo (2,3-butanodiona) a partir del metabolismo del ácido cítrico por las bacterias lácticas, y que se ha relacionado con la nota aromática de mantequilla de los vino así obtenidos (Bartowsky y Henschke, 2004). Sin embargo, una de las implicaciones negativas de la FML en el aroma del vino es la de favorecer la producción de “*off-flavors*”, que los catadores describen como un olor similar a “olor a cuadra”, “sudor” “caballo”, etc. Por último, durante el envejecimiento de los vinos, fenómenos como la microoxigenación natural producen cierta estabilización de color y una suavización de la astringencia (Zamora-Marín, 2003).

En México, la industria vitivinícola se localiza principalmente en Baja California, sin embargo, existen otras microrregiones con condiciones favorables para el desarrollo de la vid. Tal es el caso de Ezequiel Montes, en el estado de Querétaro, donde se localiza la vinícola Freixenet de México S. A. de C. V. Dicha empresa cuenta con la línea de vinos de autor “Viña Doña Dolores”, al cual pertenece el “Vino Tinto Crianza”. Este vino se caracteriza por tener una crianza de 8 meses en bodega de roble y 8 meses en botella. Hasta el año 2005 la empresa venía produciendo este tipo de vino, sin embargo, la producción correspondiente al 2006, a pesar de haber sido sometida al mismo proceso de crianza en bodega, después de ser evaluada por el enólogo, fue destinada para comercializarse como un vino Joven (“Vino Vivante Joven cosecha 2006”) al considerar que el vino no cumplía con las características de un vino de crianza.

Por lo anterior, esta segunda fase del trabajo, el objetivo fue identificar los atributos que limitaron que el vino de la cosecha 2006 pudiera continuar su crianza en botella y ser comercializado como un vino de crianza. Para ello, se recurrió a la técnica sensorial conocida como Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) (Stone y Sidel, 1998) que permite obtener información objetiva que no es posible obtener tan sólo con medir instrumentalmente parámetros de proceso (pH, % de alcohol, acidez, entre otros).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización sensorial se realizó mediante la aplicación del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) modificado, que incluyó la selección de un panel, su respectivo entrenamiento y monitoreo y la evaluación final de los productos de estudio.

2.1 Características de los productos de estudio

Los productos de estudio fueron dos vinos tintos comerciales elaborados por la empresa Freixenet de México S.A. de C. V. El primer producto fue un vino tinto de crianza denominado “Viña Doña Dolores”, elaborado con uvas de las variedades *Malbec* y *Cabernet sauvignon* (1:1 v/v), con 8 meses de envejecimiento en barrica y 8 meses de envejecimiento en botella. El otro vino, fue elaborado con las mismas variedades de uva y sometido a 40 semanas de envejecimiento en barrica, sin embargo, fue comercializado como un vino tinto joven. No obstante, para efecto de este estudio, posterior al embotellado, se dio un seguimiento de envejecimiento por 20 semanas.

2.2 Selección de panel

La selección del panel se realizó a través la evaluación de la habilidad discriminativa de los jueces. Para la determinación del número de pruebas necesarias se aplicó la metodología establecida por Meilgard (1991). Se estableció la realización de pruebas triangulares con $\alpha=0.05$ (probabilidad de aceptar una diferencia, cuando en realidad no existe), un $\beta=0.1$ (probabilidad de aceptar que no existen diferencias, cuando en realidad existen) y una proporción de discriminadores del 40 %. Con lo anterior se obtuvo un valor de la habilidad mínima aceptable de 16, es decir, se aplicaron 16 juicios por panelista para seleccionar a los jueces.

Se aplicaron las pruebas a 30 panelistas durante tres sesiones (seis pruebas en las dos primeras y 5 en la última). Las muestras de vino fueron servidas en copas de vidrio (20 mL por copa) identificadas con números aleatorios de tres dígitos, asimismo se realizó una aleatorización de las muestras para su presentación ante los jueces. Se usó un total de 38 botellas de 750 mL de dos vinos tintos comerciales. Agua y galletas de sabor neutro (Habaneras, Gamesa ®) les fueron proporcionadas a los panelistas para contrarestar la fatiga.

A los resultados obtenidos de estas pruebas se les realizó un análisis secuencial, que permitió seleccionar a ocho panelistas (Figura 1). Además de los resultados obtenidos, para la selección de panelistas, se consideró la disponibilidad de tiempo y el entusiasmo para formar parte del panel. El panel finalmente quedó constituido por cuatro hombres y cuatro mujeres (seis de ellos de edades entre 20 y 25 años y dos entre 50 y 55 años).

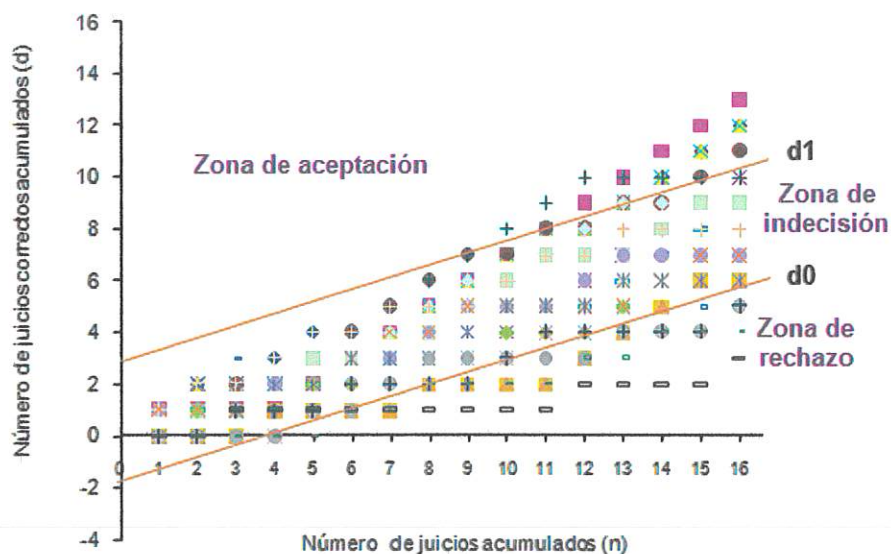


Figura1. Análisis secuencial para selección de jueces para un panel sensorial para Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA).

2.3 Entrenamiento

Se estableció un tiempo de reunión de panel de dos horas por sesión dos veces por semana. Si bien, en la metodología para el QDA se establece que una vez constituido el panel se inicia con la identificación de atributos, en el presente estudio se prefirió iniciar con sesiones de entrenamiento a manera de incentivar el desarrollo de vocabulario para una mejor descripción de los vinos. El tiempo de entrenamiento fue de 30 horas. Durante las primeras siete sesiones, se realizó la explicación del funcionamiento de los sentidos y de la secuencia de cata (Unión Española de Catadores), se realizaron ejercicios de evocación mediante identificación de aromas (Le Nez du Vin” de la casa Faïences de Quimper, Francia), se revisó vocabulario para vinos, se identificaron y ordenaron soluciones para evaluación de astringencia, amargor y acidez, se evaluaron vinos tintos y vinos con desviaciones y se practicó en el uso de la escala para QDA (escala de intervalo de 15 cm con puntos de anclaje de 1.25 cm a partir de cada terminación).

En las siguientes tres sesiones el panel realizó la descripción formal de los vinos de estudio, el consenso de atributos, la propuesta de referencias y la validación de las mismas. Posteriormente se realizó el primer monitoreo de desempeño de los panelistas. Para ello se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) usando un solo tratamiento, con el cual se obtuvo una gráfica que permitió ubicar a todos los panelistas y sus respectivas repeticiones. Se detectó cierta dispersión en general de un panelista con respecto a otro y se identificaron tres panelistas con inconsistencia en sus juicios. Lo anterior dio la pauta para establecer como acciones correctivas la modificación de las

referencias usadas para aroma a alcohol, que fueron las mismas usadas para cuerpo, formación de lágrimas y rapidez de lágrimas, también se modificó la referencia de amargor. Asimismo se programó una sesión de revisión de definición de atributos y de evaluación de los vinos con las nuevas referencias. Posteriormente se realizó un segundo monitoreo de desempeño, cuyos resultados fueron favorables y permitieron planear la evaluación final.

Para la sesión final, cada panelista evaluó por triplicado cada una de las muestras. Para lo cual los vinos les fueron servidos en copas de vidrio identificadas con números de tres dígitos. Se presentaron pares de muestras aleatorizadas (AB o BA). Previo a la evaluación, a cada panelista se le entregaron 15 mL de cada vino con la finalidad de realizar un “calentamiento”. Para contrarrestar la fatiga, se les provió agua y galletas (Habaneras marca Gamesa®).

2.4 Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza utilizando un diseño en bloques al azar balanceado con un arreglo en parcela dividida, siendo los vinos la parcela mayor, los panelistas la parcela menor y las repeticiones se consideraron como bloques (Hernández-Montes, 2007). La comparación de medias se realizó mediante la aplicación de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) y el monitoreo de panelistas se realizó mediante un análisis de componentes principales (ACP) (SAS versión 9.1 SAS Institute INC).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El panel generó 16 atributos; cinco relacionados al aroma, seis a la apariencia y cinco al sabor. Para cada atributo el panel acordó una definición y las referencias a usar. Una vez evaluadas estas últimas, les fueron asignados valores de intensidad y se les ubicó sobre la escala de medición (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descriptores sensoriales, definiciones y referencias para la evaluación de vino tinto de crianza.

Descriptor	Definición	Referencia (s)	Intensidad
Alcohol	Aroma asociado con bebidas destiladas (tequila, aguardiente).	(1) Tequila José Cuervo Especial (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL). (La Rojeña, S.A. de C.V, México) (2) Destilado de caña (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL). (Charanda Uruapan. Comercializadora Pame, México).	3.0 9.0
Frutillas	Aroma dulce asociado a la combinación de frambuesa, cereza y zarzamora.	Mezcla de extractos de aroma frambuesa, cereza y zarzamora (Le Nez du Vin, Fañences de Quimper, Francia). (1) 0.1 mL de cada aroma (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL). (2) 0.2 mL de cada aroma (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL).	3.5 10
Hongo	Aroma asociado a humedad	Aroma a trufa (Le Nez du Vin, Fañences de Quimper, Francia). (1) 0.1 mL (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL). (2) 0.3 mL (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL).	4 10.5
Pimiento	Aroma herbal relacionado con el chile pimiento crudo	Aroma a pimiento verde (Le Nez du Vin, Fañences de Quimper, Francia). (1) 0.1 mL (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL). (2) 0.3 mL (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL).	2.5 10
Regaliz	Aroma dulce asociado con la melaza	Aroma a regaliz (Le Nez du Vin, Fañences de Quimper, Francia). (1) 0.1 mL (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL). (2) 0.3 mL (sobre un algodón colocado en un vial de 20 mL).	4.0 9.0
Tono rojo	Color asociado a frutos como cereza, manzana, ciruela (menor intensidad= tonos violeta, mayor intensidad= tonos rojo rubí).	Cartas de color para vinos * (1) Violeta Burdeos (2) Rojo violeta (3) Rojo rubí	5 8 11
Limpidez	Ausencia de partículas que generan turbidez	(1) Partículas de corcho en vino (2) Partículas de cordo en vino	7 14.5
Contorno superior naranja	Color del anillo superior del disco que se observa en el vino contenido en la copa inclinada a un ángulo de 60° con respecto al catador	Chips de color de discos en vinos tintos (www.osamayor.com) (1) Vino tinto gran reserva (2) Vino tinto muy viejo (3) Vino blanco amontillado, dulce abocado	2 7 11
Cuerpo	Formación de un anillo adherido a las paredes de la copa desarrollado al girar el vino y previo a la formación de lágrimas	(1) Destilado de caña (Charanda Uruapan. Comercializadora Pame, México). (2) Tequila José Cuervo especial (La Rojeña, S.A. de C.V, México)	1.5 13.2

Formación de lágrimas	Formación de gotas a partir del anillo que se forma al girar el vino en la copa	(1) Difusión (1:2 destilado caña/agua) (destilado Charanda Uruapan. Comercializadora Pame, México).	1.5
		(2) Tequila José Cuervo especial (La Rojeña, S.A. de C.V, México)	9.0
		(3) Destilado de caña (Charanda Uruapan. Comercializadora Pame, México).	14.0
Rapidez de lágrimas	Velocidad con que se desplazan en forma vertical las lágrimas en la copa	(1) Vino tinto (Marques del Valle, vinícola Cetto, México)	2.4
		(2) Tequila José Cuervo especial (La Rojeña, S.A. de C.V, México)	10.9
Astringencia	Sensación de sequedad, dureza y fricción entre la lengua y el paladar	Ácido tánico (ACS, Sigma-Aldrich, USA)	
		1) 0.04 % (solución en agua)	2.2
		2) 0.06 % (solución en agua)	7.3
		3) 0.08 % (solución en agua)	11.8
Acidez	Sensación básica de sabor que causa la producción de saliva y se percibe en las partes laterales de la lengua	Ácido cítrico granulado (Mallinckrodt Chemical works)	
		(1) 0.1 % (solución en agua)	1.5
		(2) 0.2 % (solución en agua)	5.7
		(3) 0.3 % (solución en agua)	11.0
Amargor	Sensación básica de sabor que se percibe en la parte posterior de la lengua	Cafeína	
		(1) 0.04 % (solución en agua)	5.1
		(2) 0.06 % (solución en agua)	12.1
Equilibrio	Sensación gustativa que permite percibir los componentes del vino en la misma intensidad	(1) Vino <i>Malbec</i> y <i>Cabernet Sauvignon</i> al final de FA (cosecha 2006, Freixenet de México S. A. de C. V.)	4.0
Persistencia	Sabor o sensación gustativa que permanece en la boca después de ingerir el vino	(2) Vino vivante cosecha 2006 (Freixenet de México S. A. de C. V.)	13.2

*Cartas de color para vinos (<http://websvino.nireblog.com/blogs1/websvino/files/cartadefinitiva.jpg>).
FA=Fermentación alcohólica

Cada uno de los atributos detectados sensorialmente se relaciona con características de la materia prima, de la etapa de vinificación y de la etapa de envejecimiento (Jackson 2002; Jackson, 2008). Respecto a los atributos de apariencia, la detección de aquellos relacionados con el color (tono rojo y contorno superior naranja) se debe a que en general, los alimentos tienen la capacidad de reflejar o emitir diferentes cantidades de energía a longitudes de onda que estimulan la retina del ojo (von Elbe y Schwartz, 2000). En los vinos en específico, la longitud de onda que reflejan está en función de la presencia de antocianinas (Von Elbe y Schwartz, 2000; Alcalde- Eón *et al.*, 2006; Castillo-Sánchez *et al.* 2007).

Por otro lado, la limpidez es un atributo definido en relación a la cantidad de partículas suspendidas. La mayoría de los vinos se encuentran inicialmente supersaturados con sales de tartrato, durante la maduración, la isomerización fisicoquímica reduce la solubilidad del tartrato y el almacenamiento refrigerado favorece la cristalización (Jackson, 1998). Los atributos “cuerpo, formación de lágrimas y rapidez de lágrimas” están relacionados con la cantidad el contenido de azúcar y alcohol (Burns y Noble, 1985).

En cuanto a las sensaciones olfativas percibidas por el panel (alcohol, frutillas, hongo, pimienta y regaliz), Shinohara y Watanabe (1986) reportan que el descriptor alcohol se asocia con la molécula odorante isopentanol, siendo su origen la fermentación y su umbral de percepción 300 mg L^{-1} . Por su parte Darriet *et al.* (1999) indica que el descriptor trufa (descrito en este estudio como hongo) tiene como molécula odorante el sulfuro de dimetilo con origen en el envejecimiento y umbral de percepción de $5 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, lo cual coincide con lo reportado por Seguel *et al.* (2004) difiriendo sólo en el umbral de percepción ($27 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$). En cuanto al descriptor pimienta es asociado con la molécula odorante 3-isobutil-2-metoxipiracina de origen varietal (Catania y Avagnina, 2007).

Las sensaciones olfativas en los vinos se clasifican de acuerdo a su origen en; (1) varietales o primarias (originadas en la uva), 2) secundarias producidas por la levadura (durante la fermentación alcohólica), 3) las producidas por las bacterias durante la fermentación maloláctica, 4) las producidas por la crianza en barricas de roble, 5) las de envejecimiento producidas a partir de los precursores de aroma por vía enzimática o hidrólisis ácida y 6) sensaciones olfativas defectuosas producidas por contaminación,

oxidación o alteraciones microbiológicas (Catania y Avagnina, 2007). De acuerdo con esta clasificación, los descriptores de los vinos del presente estudio son en su mayoría de origen primario y secundario, sólo a excepción del aroma a hongo.

Con respecto a los atributos de sabor, la astringencia, frecuentemente reportada en la evaluación sensorial de los vinos (Kontkanen *et al.*, 2005; Cliff *et al.*, 2007) es una sensación táctil que corresponde al grado de pérdida de lubricación de la cavidad bucal por la precipitación que los taninos provocan a la mucina y proteínas ricas en prolina (macromoléculas responsables de lubricar la boca) generando de esta forma una sensación de aspereza y sequedad (Peña-Neira, 2006b).

Vidal *et al.* (2004) demostraron, en soluciones modelo, que la percepción de la astringencia de los taninos se incrementa con el grado de polimerización y el porcentaje de galoilación. El amargor detectado en los vinos, corresponde a uno de los cuatro gustos presentes en los alimentos. Robichaud y Noble (1990) al estudiar la presencia del amargor en compuestos fenólicos, encontraron que la catequina y el ácido gálico fueron más amargos que astringentes, sin embargo, Maga y Rousseff (1990) indican que no ha sido encontrada una relación entre la estructura molecular y el amargor. Por otro lado es importante mencionar que aunque los compuestos fenólicos del vino no presentan el atributo de dulzor, ha sido reportado que su presencia, así como la de la acidez, la viscosidad y el contenido de etanol, afectan la percepción de la astringencia y el amargor (Bartoshuk, 1993).

Por otro lado, la acidez es uno de los cuatro gustos presentes en los alimentos y bebidas, y se percibe en las papilas filiformes ubicadas en los costados de la lengua (Moller, 2003). Los principales ácidos del vino que influyen en la percepción de la acidez son el tartárico, málico y láctico. Otros ácidos también están presentes en los vinos, pero a excepción del ácido acético, ellos no se encuentran en concentraciones suficientes para influenciar la acidez (Jackson, 2008).

Lenoir (2000) señala que en los vinos jóvenes de *Cabernet sauvignon* es posible detectar sensaciones olfativas como frutos del bosque (grosella negra, frambuesa y arándanos) y notas a pimienta verde, mientras que en vinos con cierto añejamiento, se pueden presentar notas como mermelada de zarzamora y grosella negra y algunas veces, pimienta y trufa, aunque ésta última más frecuente en vinos Merlot.

En análisis de los resultados de la primera evaluación por triplicado con presentación en pares, mostró la presencia de interacciones panelista*tratamiento en los atributos de tono rojo, limpidez, contorno superior naranja, astringencia y amargor. Ante esto, se realizó una sesión de revisión de definiciones y evaluación de muestras. Asimismo se trabajó con soluciones de diferentes concentraciones de ácido tánico y cafeína a fin de corregir las desviaciones encontradas de astringencia y amargor. Una vez trabajadas tales desviaciones, se planeó la evaluación final. Los resultados mostraron interacciones panelista*tratamiento para los atributos aroma a alcohol, gusto amargo, equilibrio y persistencia, se realizaron los gráficos para determinar el tipo de interacción y se logró identificar a dos panelistas que eran los que causaban la interacción, ante esto, se decidió omitir sus juicios para el análisis de estos atributos y usar sólo los de los otros seis panelistas.

El análisis estadístico de los atributos mostró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los vinos 2005 y 2006 para los atributos de aroma (alcohol, frutillas, hongo y regaliz), apariencia (tono rojo, contorno superior naranja, cuerpo, rapidez de lágrimas) y sabor (astringencia, amargor y equilibrio (Cuadro 2, Figura 2).

Cuadro 2. Valores de intensidad de los descriptores identificados en vinos de crianza.

Descriptor		Vinos	
		Cosecha 2005	Cosecha 2006
Aromas	Alcohol	6.4b	7.2a
	Frutillas	6.1b	7.1a
	Hongo	6.9a	5.3b
	Pimiento	4.9a	5.4a
	Regaliz	5.9a	5.2b
Apariencia	Tono rojo	9.2a	6.8b
	Limpidez	11.5a	12.0a
	Contorno superior naranja	6.1a	3.4b
	Cuerpo	9.9a	7.6b
	Formación de lágrimas	8.5a	7.8a
	Rapidez de lágrimas	7.5a	6.6b
Sabor	Astringencia	7.3b	8.5a
	Acidez	5.7a	6.5a
	Amargor	8.4b	9.4a
	Equilibrio	6.9a	5.3b
	Persistencia	8.6a	8.6a

Medias con letras diferentes en fila son diferentes ($P \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Con respecto a los atributos en los cuales hubo diferencia significativa ($P \leq 0.05$), se tiene que en las características de aroma a alcohol y aroma a frutillas, el vino 2006 presentó los valores más altos, lo cual indica que aunque el vino se sometió a barrica, resaltan más sus notas primarias, las cuales se asocian más con vinos jóvenes (Lenoir, 2000). En lo que corresponde al descriptor aroma a hongo, el cual se origina durante el envejecimiento en barrica (Darriet *et al.* 1999; Segurel *et al.*, 2004), su mayor valor se presentó en el vino cosecha 2005. Por último, el atributo de aroma regaliz fue también mayor en el vino cosecha 2005.

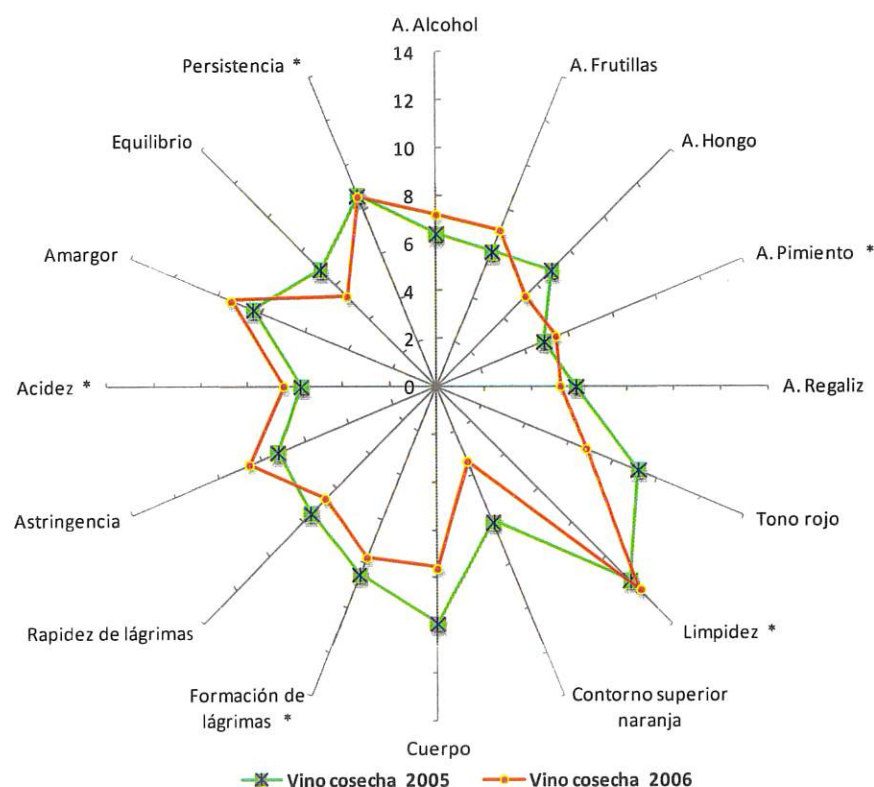


Figura 2.1. Atributos de apariencia, aroma, sabor y sensaciones gustativas percibidas por un panel de análisis descriptivo cuantitativo para vino tinto.
A: Aroma, * Atributos que no presentaron diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

En los atributos de apariencia, específicamente en la evaluación del atributo “tono rojo” los resultados mostraron un menor valor para el vino 2006, lo cual indica la presencia de tonos violeta, característicos de los vinos jóvenes (Jeckson, 2002). Estos resultados indican que aunque los vinos sean sometidos al mismo tiempo de almacenamiento en barrica, el almacenamiento en botella tendrá un efecto sobre el color (Peña-Neira, 2006). Otro atributo relacionado con el color es el disco (Jackson, 2002) o bien, contorno superior naranja (como fue descrito en el presente estudio). Los resultados mostraron que el vino 2005 tuvo el mayor valor, lo cual nuevamente pone de manifiesto que durante el almacenamiento en botella, también se producen importantes cambios en el

luminosidad) se deben principalmente a reacciones entre las antocianinas y los taninos así como otros compuestos fenólicos, confiriendo tonalidades naranja, como resultado de la modificación del equilibrio de las bases de formación de las antocianinas, disminuyendo aquellas que confieren tonos rojos brillantes y violetas (Bakker y Timberlake, 1997; Brouillard *et al.*, 2003). En la evaluación instrumental de color llevada a cabo durante el envejecimiento del vino 2006, la luminosidad como el ángulo de tono mostraron un patrón ligeramente ascendente durante el envejecimiento en barrica. Estos ligeros cambios pueden deberse, por un lado, a la formación de nuevos pigmentos que confieren estabilidad (Morata *et al.*, 2007). Pero también puede ser que el tiempo de estudio haya sido corto.

En cuanto a cuerpo y rapidez de lágrimas, el vino 2005 obtuvo los mayores valores. Al respecto, Jakson (2008) señala que las lágrimas se forman después de que el vino se hace girar en la copa y una película de vino cubre la superficie interna, debido a que el alcohol se evapora de dicha película más rápido que del volumen principal del vino, la tensión superficial en los lados de la copa se incrementa y se empiezan a formar gotas, las cuales, conforme su tamaño se incrementa, resbalan hacia abajo formando las lágrimas.

Respecto de los atributos de sabor, la astringencia y el amargor fueron más altos en el vino 2006 y de igual forma, presentó un menor equilibrio. Girard *et al.* (2001) indica que los principales componentes del vino asociados con el amargor son los monómeros de los taninos, las catequinas. Por otro lado, los asociados a la astringencia son los taninos (polímeros de catequinas y sus isómeros) (Cliff *et al.*, 2007). En los vinos tintos el amargor de los taninos es a menudo confundido o enmascarado por la sensación de

astringencia (Jackson *et al.*, 2008). Durante el envejecimiento de los vinos, se desarrolla un gusto más suave debido a que los taninos se polimerizan y pueden precipitar, resultando en una eventual disminución del amargor y la astringencia, sin embargo, si pequeñas cantidades de fenólicos permanecen en solución, o los taninos de cadena larga se hidrolizaran, la percepción del amargor puede incrementar con la edad. Lo anterior podría ser asociado con lo detectado en el vino 2006, el cual, a pesar de haber sido sometido a envejecimiento en barrica, presentó valores mayores y significativamente diferentes con respecto al vino 2005.

Cliff *et al.* (2007) al evaluar vinos provenientes de diferentes vendimias, variedades y viñedos, encontraron que los vinos con la menor astringencia eran los vinos más viejos. De las variedades estudiadas (*Cabernet sauvignon*, *Cabernet Franc*, *Merlot* y *Pinot Noir*), los mismos autores encontraron que los vinos de *Cabernet sauvignon* eran los más astringentes.

Los resultados de la presente investigación indican que los aromas provenientes de la uva y la fermentación (aroma a frutillas, alcohol, regaliz), los tonos violeta, los mayores valores de astringencia y amargor, y el menor equilibrio del vino cosecha 2006 corresponden a características de un vino joven, lo cual explica que a pesar de que había sido sometido a un envejecimiento en barrica, finalmente su destino comercial fue como un vino tinto joven.

4. CONCLUSIONES

Los vinos evaluados presentaron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en los atributos: tono rojo, contorno superior naranja, cuerpo, rapidez de lágrimas, aroma a alcohol, aroma a frutillas, aroma regaliz, astringencia, amargor y equilibrio. El vino cosecha 2006 presentó los mayores valores en cuanto a los atributos de aroma "alcohol, frutillas y regaliz". Asimismo, presentó los mayores valores de astringencia y amargor, y el menor equilibrio. Por lo cual, la crianza del vino cosecha 2006 no favoreció en desarrolló aromas terciarios ni la disminución en la percepción de los atributos de sabor.

5. BIBLIOGRAFÍA

Alcalde-Eon, C., Escribano-Bailón, M. T., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. C. 2006. Changes in the detailed pigment composition of red wine during maturity and ageing. A comprehensive study. *Analytica Chimica Acta* 563: 238-254.

Bakker, J. and Timberlake, C. F. 1997. Isolation, identification and characterization of new color-table anthocyanins occurring in some red wines. *J. Agric. Chem.* 45: 35-43.

Bartoshuk, L.M. 1993. The biological basis of food perception And. *Food Quality and Preference*. Essex, England : Elsevier Science Publishers Ltd. v. 4 (1/2) p. 21-32.

Bartowsky E.J. and Henschke P.A. 2004. The "buttery" attribute of wine diacetyl desirability, spoilage and beyond. *Int. Food Microbiol.* 96, 235-252.

Bautista, O. A. B. 2005. Técnicas enológicas para la obtención de vinos de Monastrell de alto contenido polifenólico. Departamento de tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Murcia, España.

Brouillar, R. and Dangles, O. 1994. Anthocyanin molecular interactions: the first step in the formation of new pigments during wine aging? *Food Chemistry* 51: 365-374.

Burns, D. J. W. and Noble, A. C. (1985) Evaluation of the separate contributions of viscosity and sweetness to perceived viscosity, sweetness and bitterness of vermouth. *J. Texture Stud.* 16, 365-381.

Castillo-Sánchez, J.X., García-Falcón, M. S., Garrido, J., Martínez-Carballo E., Matins-Dias and Mejuto, X.C. 2007. Phenolic compounds and color stability of Vinhao wines: Influence of wine-making protocol and fining agents. *Food Chemistry*. Article in press.

Chatonnet, P., Dubourdieu, D. Boidon, J. N. and Pons, M. 1992. The origin of ethylphenols in wines. *J. Sci. Food Agric.* 60. 165-178.

Cliff, M. A., King, M. C. and Schlosser, J. 2007. Anthocianin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. *Food Research International* 40: 92-100.

Darriet, P. 1999. Los aromas varietales y las formas precursoras de algunos cepajes de calidad. Seminario Internacional "Hacia la enología del siglo XXI". 3 al 7 de mayo Mendoza, Argentina.

Girard, B., Yuksel, D., Cliff, M. A., Delaquis, P. and Reynolds, A.G. 2001. Vinification effects on the sensory, color and GC profiles in Pinot noir wines from British Columbia. *Food Research International* 34: 483-499.

Goldner, C. M. and Zamora, M. C. 2007. Sensory characterization of *Vitis vinifera* cv. *Malbec* wines from seven viticulture regions of Argentina. *Journal of Sensory Studies* 22: 250-532.

Hernández-Montes, A. 2007. Evaluación Sensorial de Productos Agroalimentarios. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. 192 p.

Jackson, R. S. 2008. *Wine Science. Principles and Applications*. Third Edition. Academic Press. 719 p.

Jackson, R.S. 2002. *Wine Tasting. A professional Handbook*. Food Science and Technology. International Series. Elsevier Academic Press. 291 p.

Kontkanen, D., Reynolds, A. G., Cliff, M. A. y King, M. 2005. Canadian terrior: sensory characterization of Bordeaux-style red wine varieties in the Niagara Peninsula. *Food Research international* 38: 417-425.

Lenoir, J. 2000. *Le Nez du Vin. Les Vins Rouges*. Faïences de Quimper. Francia.

Maga, J. A. and Rousseff, R. L. (Ed).1990. *Bitterness in Foods and Beverages*, Elsevier Amsterdam. P.35.

Meilgaard, M. D., Vance, C. G. and Carr, B. T. 1991. *Sensory Evaluation Techniques*. Second Edition. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida USA. Pp 59-98.

Moller, A. R. 2003. *Sensory systems Anatomy and physiology*. Academic press. U.S.A.

Mónagas, M., Gómez-Córdoves, C., and Bartolomé. 2006. Evolution of the phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. during ageing in bottle. *Food Chemistry* 95: 405-412.

Moreno-Arribas, M.V. and Polo, C. 2005. Winemaking Biochemistry and Microbiology: Current Knowledge and Future Trends *Cr. Rev. Food Sc. Nutr.*, 45, 265-286.

Noble, A., Waterhouse, A. L., and Eberler (Eds). 1998. *Wine Flavor*, American Chemical Society, Washington, DC.156p.

Peña-Neira, A. 2006a. El color de los vinos (II parte). Informe técnico. Vendimia. Enero/Febrero.

Peña-Neira, A. 2006b. En la calidad de uvas y vinos. Los taninos y su importancia. Informe Enológico. Vendimia. Abril. 18-20.

Peri, C. 2006. The universe of food quality. Food Quality and Preference 17 (2006) 3-8.

Preys, S., Mazerolles, G., Courcoux, P., Samson, A., Fisher, U., Hanafi, M. Bertrand, D. and Cheynier, V. 2006. Relationship between polyphenolic composition and some sensory properties in red wines using multiway analyses. Analytica Chimica Acta 563:126-136.

Robichaud, J. L. and Noble, A. C. 1990. Astringency and bitterness of selected phenolics in wine. Journal of the Science of Food and Agriculture 53 (3): 343 – 353.

Segurel, M. A., Razungles, A. J., Riou, C., Salles, M. and Baumes, R. L. 2004. Contribution of dimethyl sulfide to the aroma of Syrah and Grenache noir wines and estimation of its potential in grapes of these varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52:7084-7093.

Shinohara, T. y Watanabe, M. 1986. Gas chromatographic analysis of higher alcohols and ethyl acetate in table wines. Agric. Biol. Chem., 40: 2475-2477.

Stone, H. y Sidel, J. L. 1998. Quantitative Descriptive Analysis: Developments, applications, and the future. Food Technology. 52(8): 48-52.

Ugliano, M., Genovese, A. and Moio L. 2003. Hydrolysis of Wine Aroma Precursors during Malolactic Fermentation with Four Commercial Starter Cultures of *Oenococcus oeni* Food Chem., 51, 5073-5078.

Vidal, S., Francis, L., Noble, A., Kwiatkowski, M., Cheynier, V. and Waters, E. 2004. Taste and mouth-feel properties of different types of tannin-like polyphenolic compounds and anthocyanins in wine. Analytica Chimica Acta 513 (2004) 57–65.

Vilanova, M., Zamuz, S., Tardaguila, J. and Masa, A. 2007. Descriptive analysis of wines from *Vitis vinifera* cv. Albariño. Journal of the Science of Food and Agriculture. 88:819 – 823.

Von Elbe y Schwartz. 2000. Colorantes. In: Fennema, O. R. Química de los alimentos. Editorial Acribia. España. Pp. 773-850.

Zamora-Marín, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. Primera edición. AMV Ediciones. Mundi-Prensa. 225 p.



Ezequiel Montes, Qro. 06 de Septiembre de 2006

M.C. David Rubio Hernandez
Coordinador de Posgrado del
Departamento de Ingeniería Agroindustrial
Universidad Autónoma Chapingo
P R E S E N T E

Por medio del presente me es grato saludarle y a la vez hacer de su conocimiento que el alumno(a) **Leticia Quintero Salazar** de la Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria impartida en esa institución ha sido aceptado para que realice el proyecto de investigación: "Evaluación del color, contenido de antocianinas y taninos durante la elaboración y maduración de un vino Tinto Crianza elaborado por Freixenet de México".

Sin mas por el momento reciba un cordial saludo.

Atentamente

Ing. Javier Nieto Flores
Director de Producción.

