

ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONTENIDO FENÓLICO DE VINOS TINTOS COLOMBIANOS E IMPORTADOS

PHENOLIC COMPARISON BETWEEN COLOMBIAN RED WINES AND THOSE IMPORTED

DURÁN O. Daniel S.^{1*}, TRUJILLO N. Yanine Y.²

Recibido: Febrero 22 de 2008 Aceptado: Abril 29 de 2008

RESUMEN

Los compuestos fenólicos tienen un papel muy importante en la calidad de los vinos tintos. Ellos proporcionan características sensoriales como sabor, aroma, color, astringencia, entre otras. En el presente estudio se analizan siete vinos tintos comerciales de diferente origen geográfico, a los cuales se les determina el índice de polifenoles totales (IPT), cantidad de taninos, cantidad de antocianos y las características cromáticas. En el análisis del IPT se observa que en todos los vinos es similar sin importar el origen. Los vinos colombianos presentan valores más bajos de contenido de taninos y de antocianos que los vinos internacionales, mientras que las características cromáticas en todos los vinos presentan un valor medio de intensidad colorante, siendo los vinos colombianos los que menor valor presentan. En cuanto a la tonalidad, los vinos colombianos son similares a los internacionales. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que el IPT en todos los vinos es similar y que estos se encuentran en el rango normal de un vino tinto joven. Sucede lo mismo con las características cromáticas, mientras que el contenido de antocianos de taninos en los vinos colombianos es más bajo que en los importados.

Palabras clave: vino tinto, antocianos, taninos, polifenoles, características cromáticas.

ABSTRACT

The phenolic compounds play an important role in the quality of red wines. They give sensorial characteristics like flavor, aroma, color, astringency, among others. In this study seven (7) red wines on the market were analyzed from different geographic origins of which the total index of polyphenols (IPT) was to be determined; also, to determine the quantity of tanines, quantity of Anthocyanins and the chromatic characteristic. In the IPT analysis among all the wines a similar effect was produced without considering origin. The Colombian wines presented low values in the content of tanines and anthocyanins lower than in the international wines. While all the wines present a medium value of color intensity of the chromatic characteristic, the Colombian wines showed less value. In so far as tone is concerned, the Colombian wines are similar to the international ones. According to the obtained results it is possible to be concluded that the IPT in all the wines is similar and that they are in the normal rank of a young red wine. Also it happens the same to the chromatic characteristics. Whereas the content of tanines and anthocyanins Colombian wines they are lower than in the imported.

-
1. Instituto de Investigaciones en Ciencia, Ingeniería y Tecnología de los Alimentos (ICITAL). Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.
 2. Grupo de investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos (GINTAL). Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia.
- * Autor a quien debe dirigirse la correspondencia: danielduran@unipamplona.edu.co

Keywords: red wine, anthocyanins, tannins, polyphenols, chromatic characteristics.

INTRODUCCIÓN

En la elaboración de los vinos tintos el estado de maduración de las uvas es de gran importancia, pues del contenido de azúcares y ácidos dependerá el desarrollo adecuado de la fermentación y del contenido polifenólico, en especial antocianos y taninos, el color y la capacidad de crianza. Las características de las uvas dependen de la variedad, pero las condiciones edafoclimáticas influyen decisivamente de manera que una misma vinífera, en similar grado de maduración, cultivada en dos zonas diferentes puede dar lugar a vinos diferentes. En este hecho se fundamenta el concepto de terroir para el que la zona de cultivo imprime un sello distintivo a los vinos (1). Los antocianos y taninos son los responsables del color, astringencia y estructura de los vinos, por lo que tienen una considerable incidencia en sus características organolépticas. Con el tiempo, estos compuestos experimentan importantes transformaciones que conducen a cambios notables en la composición de los vinos (2), por ello pueden considerarse el factor que determina su aptitud al envejecimiento.

La composición polifenólica del vino está condicionada por la calidad de la uva de partida y por el método de vinificación empleado (3). A su vez, la calidad de la uva depende de numerosos factores, entre ellos, su grado de maduración (4, 5). Los cambios más rápidos de la composición del color ocurren durante el primer año del envejecimiento (6), cuando el color púrpura-rojo, que es típico de vinos tintos jóvenes, cambia a naranja-rojo. Estos cambios son causados principalmente por la polimerización de los pigmentos monoméricos de las antocianidinas por formas oligoméricas más estables.

El efecto de las técnicas de la vinificación (temperaturas de la maceración y diversos tratamientos de la clarificación), la temperatura y el tiempo de envejecimiento afectan el color y el contenido del compuesto fenólico de un vino tinto joven (7), aunque se sabe que la temperatura de la maceración afecta grandemente la transferencia de polifenoles de los hollejos al vino. Du Pleissis (8) indicó que con el mismo tiempo del contacto, pero un aumento en la temperatura de maceración a partir de 15 a 35 °C puede aumentar el contenido del polifenoles

en unas 300 veces. La maceración desempeña un papel fundamental durante la fermentación alcohólica del vino tinto al favorecer la extracción de los antocianos y los taninos de las partes sólidas de la uva al mosto-vino. La duración de la maceración contribuye al estilo del vino tinto. Así, por ejemplo, los vinos jóvenes de Monastrell muestran mejores características cromáticas con 10 días de maceración que cuando se utilizan tiempos más cortos (9, 10, 11, 12), mientras que 15 días de maceración han resultado suficientes para obtener vinos aptos para ser sometidos a procesos de envejecimiento en barrica (13).

También se ha observado que la práctica del sangrado parcial puede proporcionar distintos estilos de vino, que se van a diferenciar en el contenido de compuestos fenólicos extraídos de las partes sólidas de la uva (14). Un incremento en la relación hollejo/mosto da lugar a vinos con mayor contenido de compuestos fenólicos y color (13, 15), siendo, por tanto, una técnica muy útil para aquellos años en que la uva presente un nivel de madurez insuficiente y también para aquellas variedades pobres en compuestos fenólicos.

La clarificación también afecta la calidad del vino. Se ha demostrado que agentes clarificantes tales como polivinilpirrolidona (PVPP), gelatina, o bentonita reducen los niveles de los compuestos fenólicos y alteran el color y las características sensoriales de los vinos. Los datos hallados en la literatura demuestran que la gelatina tiene poca influencia en los vinos tintos jóvenes, debido a que afecta solamente los compuestos coloidales, mientras que la PVPP elimina compuestos fenólicos de bajo peso molecular (16). La bentonita es una arcilla de aluminio volcánica con silicato y de componentes catiónicos intercambiables que se utiliza principalmente para reducir la turbidez el contenido proteínico de los vinos. La bentonita también absorbe la polifenoloxidasas, algunos fenoles, y otras moléculas cargadas positivamente (17).

Muchos vinos tintos deben parte de su calidad al envejecimiento en barriles de madera (18, 19). Hay hoy un gran interés hacia los vinos madurados en los barriles de madera, pues atraen a los consumidores por sus características sensoriales particulares y peculiares, y el mercado para estos productos está creciendo. En Italia, el envejecimiento del vino en grandes barriles de madera es una operación tradicional en la producción de algunos vinos (Barolo, Brunello y Montalcino),

pero el uso de barriles pequeños del roble (barricas) está aumentando rápidamente (20). La maduración del vino en los barriles de madera modifica su olor y gusto y reduce su astringencia, mientras que se favorecen muchas transformaciones físicas y químicas.

Por otro lado, los polifenoles revisten gran importancia en la salud humana ya que estos compuestos, según estudios epidemiológicos, químicos y biológicos realizados en los últimos años, han aportado considerable evidencia sobre el rol beneficioso de su capacidad antioxidante (CA) en la salud y en la protección en ciertas patologías frecuentes y graves como las oncológicas o las cardiovasculares. Conceptualmente, un antioxidante puede ser definido como aquella sustancia natural o artificial capaz de prevenir la oxidación mediada por radicales libres (RL). Los RL, definidos por poseer uno o más electrones desapareados y ser capaces de existir independientemente, son altamente reactivos y por ello generan daños oxidativos sobre componentes celulares y extracelulares, comprometiendo así la función normal de los tejidos. Los RL se producen fisiológicamente en nuestro organismo, en particular durante la respiración celular, y eventualmente diversas agresiones físicas y químicas son capaces de aumentarlos, llevando a un desequilibrio oxidativo (estrés oxidativo) (21, 22). Parece que un adecuado equilibrio entre la producción de RL y las defensas antioxidantes está relacionado con un estado de buena salud.

Desde 1972 hasta la fecha, estudios epidemiológicos muestran una reducción en la mortalidad por enfermedades coronarias en personas que consumen vino en forma moderada, comparada con personas abstemias (23, 24, 25). Entre estos se encuentran los realizados por Renaud y De Lorgeril (26), quienes detectaron que la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares es menor en Francia que en otros países industrializados como USA y Gran Bretaña. A este fenómeno lo describieron como la “paradoja francesa”, ya que esta diferencia se presenta a pesar de que el consumo de grasas saturadas y colesterol son similares en estos países. La explicación radicaría en el tipo de dieta (mediterránea) de la región, donde se le atribuye un papel clave al consumo moderado y regular de vino (entre 270 y 400 mL/día).

La explicación del efecto beneficioso del vino tinto fue sugerida en un estudio que mostró que la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad

(LDL) era inhibida *in vitro* por la adición de vino tinto (27). La oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados de las LDL mediada por RL parece jugar un papel clave en los procesos de aterosclerosis (28). En base a estos antecedentes se sugirió que las sustancias fenólicas no alcohólicas del vino (también llamados polifenoles) podrían ser las responsables de la “paradoja francesa” y se demostró que estos compuestos inhibían la oxidación de las LDL de manera más potente que la vitamina E (29).

En este estudio se realiza una comparación del contenido de compuestos fenólicos (índice de polifenoles totales, antocianos, taninos y las características cromáticas) de vinos tintos jóvenes colombianos e importados con el fin de establecer las diferencias y poder vislumbrar un poco la competitividad de los vinos colombianos en el mercado internacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de vinos

Se tomaron siete muestras únicas de vino tinto joven monovarietal, obtenidas en almacenes de cadena y en el envase original de vidrio. Se tuvo la precaución de que todas las muestras hubiesen sido elaboradas en el mismo año (2006), de diferente origen geográfico y diferente cepaje o variedad, tal como se describe a continuación.

Vino 1: Variedad Moscatel de origen colombiano, con una graduación alcohólica del 10 % volumen inscrita en la etiqueta.

Vino 2: Variedad Cabernet Sauvignon, de origen chileno, con una graduación alcohólica del 12,5 % volumen, inscrita en la etiqueta.

Vino 3: Variedad Merlot, de origen argentino, con una graduación alcohólica del 12,5 % volumen inscrita en la etiqueta.

Vino 4: Variedad Isabella, de origen colombiano, con una graduación alcohólica del 10 % volumen inscrita en la etiqueta.

Vino 5: Variedad Cabernet Sauvignon, de origen chileno, con una graduación alcohólica del 13,5 % volumen inscrita en la etiqueta.

Vino 6: Variedad Cabernet Sauvignon, de origen francés, con una graduación alcohólica del 12 % volumen inscrita en la etiqueta.

Vino 7: Variedad Merlot, de origen chileno, con una graduación alcohólica del 13 % volumen inscrita en la etiqueta.

Las muestras de vino (botellas) fueron almacenadas a la temperatura del medio (20 ± 2 °C) hasta el momento del análisis, en donde se procedió a la apertura dejando un tiempo de reposo de 30 minutos.

Determinaciones analíticas

Índice de polifenoles totales (IPT): permite clasificar los vinos en función de su riqueza fenólica. Este índice toma en cuenta la absorción característica a 280 nm de los ciclos bencénicos de la mayoría de los fenóles. Los valores del IPT están comprendidos entre 6 y 120, indicando que a mayor valor, mayor será la riqueza fenólica. La medida de la absorbancia a 280 nm se realiza después de diluido el vino en 1/100 bajo un recorrido óptico (PO) de 1 cm, utilizando como referencia el agua. La medida es una estimación de la cantidad global de compuestos fenólicos presentes en el vino tinto (30). El IPT se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IPT} = \text{DO} \times 100 \text{ (dilución del vino)}$$

Contenido de taninos: la determinación de la concentración de taninos se basa en la transformación de proantocianidinas en antiocinidinas por calentamiento en medio ácido. Los taninos en el vino tinto están constituidos por cadenas de flavanoles (procianidinas) más o menos polimerizadas, ya sea de manera homogénea, con un encadenamiento regular, o de manera heterogénea por diferentes uniones. En todos los casos, el calentamiento en medio ácido de esas moléculas conduce a la ruptura de ciertas uniones y a la formación de carbocationes que se transforman parcialmente en cianidina si el medio es suficientemente oxidante (reacción de Bete-Smith). Esta propiedad se utiliza desde hace mucho tiempo con condiciones definidas para dosificar los taninos.

Las muestras fueron preparadas en dos tubos de ensayo, uno para el testigo y el otro para la hidrólisis; en este tubo se adicionaron sucesivamente: 4 ml de vino diluido en agua destilada 1/50, 2 ml de agua destilada y 6 ml de HCl 12N. Posteriormente se colocó el tubo de hidrólisis cerrado en baño maría a 100 °C, durante 30 minutos, y luego se enfrió en un baño de agua helada. Seguidamente se añadió 1 ml de etanol al 95% en los dos tubos para solubilizar el color rojo aparecido y finalmente se midió la absorbancia (Abs) de los dos tubos a 550 nm bajo un recorrido

óptico (PO) de 1 cm, utilizando como referencia el agua (31). Los taninos fueron determinados por la siguiente ecuación:

$$\text{Taninos (g/L)} = 19,33 (\text{Abs Ensayo} - \text{Abs testigo})$$

Contenido de antocianos: los antocianos totales **At**, se encuentran en el vino bajo diversas formas: antocianinas en estado libre, **Al**, y antocianinas combinadas con taninos, **Ac**, de las cuales una fracción es decolorante mediante el SO_2 , y la otra insensible a ese reactivo. El método se basa en la decoloración de las antocianinas por el bisulfito de sodio que reacciona con el catión flavilio, probablemente sobre el carbono 2, formando un producto incoloro.

La técnica del método de decoloración por SO_2 comprende la preparación de una solución A (1 ml de vino, 1 ml de etanol acidificado al 0,1% de HCl (v/v) y 20 ml de HCl al 2% pH 8,0 (v/v) en agua). En los dos tubos de ensayo, añadir sucesivamente: tubo 1 testigo: (10 ml de la solución A y 4 ml de agua destilada); tubo 2, muestra: (10 ml de la solución A; 2 ml de agua destilada y 2 ml de hidrogenosulfito de sodio al 37,5%). Después de 20 minutos, medir la absorbancia de los dos tubos a 520 nm bajo un recorrido óptico (PO) de 1 cm, utilizando como referencia el agua (PO = 1 cm, /agua) (31). Los antocianos fueron determinados por la siguiente ecuación:

$$\text{Antocianos (mg/L)} = 875 (\text{Abs testigo} - \text{Abs muestra})$$

Características cromáticas: la intensidad colorante representa la importancia del color. Varía según los vinos y los celajes (0,3 a 1,8). Si el vino está turbio, debe clarificarse por centrifugación o por filtración a través de una membrana. En los vinos jóvenes o espumosos debe eliminarse la mayor cantidad posible de dióxido de carbono mediante agitación al vacío. La intensidad colorante **IC'** representa la totalidad del color de un vino tinto (**IC' = d420 + d520 + d620**), donde d420, d520 y d620 son las absorbancias del vino no diluido (recorrido óptico de 1 mm/agua), a longitudes de onda respectiva de 420, 520 y 620 nm. La composición del color de un vino tinto está fraccionada en tres componentes principales: d420%, d520%, y d620% siguiendo las ecuaciones.

$$\text{D420\%} = (\text{d420/IC}') \times 100$$

$$\text{d520\%} = (\text{d520/IC}') \times 100$$

$$\text{d620\%} = (\text{d620/IC}') \times 100$$

La tonalidad **T** representa la proporción de color amarillo con relación al color rojo. Es el nivel de evolución del color hacia el naranja; en los vinos jóvenes tienen un valor del orden de 0,3 a 0,7; aumenta durante el añejamiento y alcanzan un límite hacia 1,2 a 1,8. La T se determinó por la ecuación, en donde d420 y d520 fueron determinados anteriormente (32, 33,34).

$$T = d420/d520$$

Para todas las medidas se llevaron a cabo tres repeticiones en un espectrofotómetro (UV – Visible) Hach DR/4000U, utilizando cubetas de 1 cm y 1 mm de recorrido óptico.

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron utilizando el paquete de software estadístico SPSS versión 13.0 a través del análisis de varianza (ANOVA un factor) con agrupamientos y el análisis de clúster.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de polifenoles totales (IPT)

El IPT de los siete vinos es similar (Véase figura 1). Se puede observar que el vino 4, que corresponde al de variedad Isabella de origen colombiano y el vino 6, chileno de variedad Cabernet Sauvignon, son los que presentan mayor valor, mientras que el vino 6, que es de la misma variedad que el chileno pero de origen francés es el que presenta el menor valor del IPT. Los resultados obtenidos son propios de vinos tintos jóvenes, lo cual indica que tienen pocas posibilidades de vida en la barrica y que, por lo tanto, no pueden ser envejecidos por su media riqueza fenólica (35).

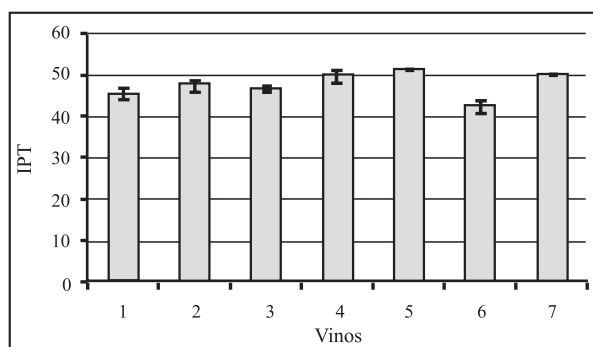


Figura 1. Índice de polifenoles totales (IPT).

El análisis estadístico de la varianza establece que entre los diferentes vinos existen diferencias

estadísticamente significativas a un nivel de significancia del 95% en el IPT. Asimismo en la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) se encontró homogeneidad entre los vinos 1, 2 y 3 y entre los vinos 4, 5 y 7. Estos resultados indican que los vinos colombianos tienen similitud en este parámetro con los importados.

Contenido de taninos

La cantidad de taninos de los vinos colombianos es baja respecto a la de los vinos de origen chileno, francés y argentino (Véase figura 2), siendo el vino 1 el que menor cantidad de taninos presenta. Sin embargo, el vino 4, colombiano de variedad Isabella, es muy similar al vino 3, argentino. Asimismo de acuerdo a los resultados, los vinos colombianos tienden a ser menos astringentes y un poco desequilibrados por su bajo contenido de taninos.

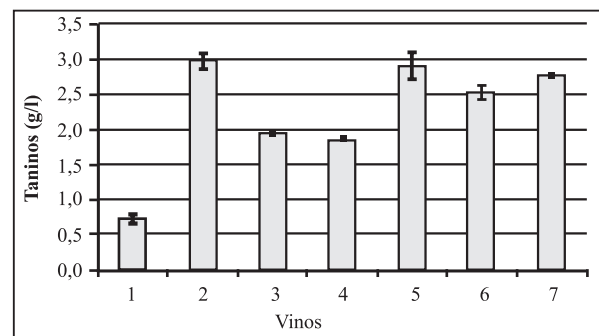


Figura 2. Contenido de taninos (g/l)

Los resultados del análisis de la varianza (Anova un factor) indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de taninos presentes en los vinos a un nivel de significancia del 95%. Según la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS), los vinos se agruparon en cuatro grupos homogéneos: grupo 1: (Vino 1); grupo 2: (Vino 3 y Vino 4); grupo 3: (Vino 2, Vino 5 y Vino 7) y el grupo 4: (Vino 6). Esta agrupación reafirma lo observado en la figura 2 y, además, se puede establecer que en el grupo 3 se encuentran los vinos de origen chileno, sin importar la variedad. Asimismo se puede indicar que el paso de los taninos al vino se debe a la técnica de vinificación usada.

Contenido de antocianos

El contenido de antocianos de los diferentes vinos (Véase figura 3) es muy variado; son los vinos 3 y 4 los que menor contenido de antocianos presentan. Asimismo se puede observar que posiblemente

la técnica de vinificación incide en este parámetro, y los vinos 2, 5 y 6, que son de variedad Cabernet Sauvignon, presentan una cantidad diferente de antocianos, lo mismo que la variedad Merlot (vinos 3 y 7). Por otro lado, la misma región geográfica de producción no incide, como se puede observar con los vinos 2 y 5, que siendo chilenos y de la misma variedad presentan una diferente cantidad de polifenoles.

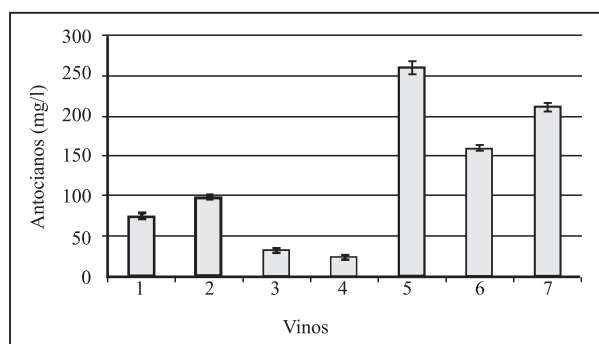


Figura 3. Contenido de antocianos (mg/l)

El análisis de la varianza indicó que todos los vinos analizados presentan diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza en cuanto

al contenido de antocianos y la prueba DMS demostró que cada vino es diferente de otro.

Características cromáticas

Los vinos analizados presentan resultados similares en cuanto a la intensidad colorante (IC), la tonalidad (T) y la composición del color se refiere (Véase tabla 1). Al hacer referencia a la IC se puede notar que el vino 3 presenta el mayor valor, siendo los vinos colombianos y el francés los que presentan los valores más bajos respectivamente, encontrándose en el rango de calidad (0,3 – 1,8) (33). Asimismo el análisis de la varianza indicó que cada vino es diferente frente a la IC al 95% de confianza, mientras que en la tonalidad se puede observar una similitud en algunos vinos, siendo los resultados lógicos ya que obedecen a vinos tintos jóvenes los cuales no han sufrido ningún proceso de envejecimiento que pueda modificar la relación amarillo/rojo. Al igual que en la IC, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la tonalidad de los vinos, pero la prueba DMS mostró que los vinos 1, 3 y 5 son similares, lo mismo que con los vinos 2 y 7.

Tabla 1. Características cromáticas

VINO	IC	T	COMPOSICIÓN DEL COLOR		
			%420	%520	%620
1	0,45±0,001	1,13±0,003 ^a	47,00±0,070 ^a	41,57±0,066	11,44±0,049 ^a
2	0,50±0,003	1,22±0,050 ^b	46,71±1,563 ^a	38,18±0,302	15,11±1,260 ^b
3	0,57±0,001	1,15±0,004 ^a	40,43±0,063	35,29±0,061	24,28±0,004
4	0,48±0,001	1,05±0,002	43,14±0,052 ^{bc}	41,12±0,044	15,74±0,008 ^b
5	0,52±0,001	1,14±0,005 ^a	44,13±0,142 ^{bcd}	38,75±0,059	17,12±0,086 ^c
6	0,40±0,000	1,00±0,000	44,57±0,020 ^{cd}	44,46±0,020	10,96±0,036 ^a
7	0,53±0,000	1,22±0,006 ^b	45,28±0,115 ^d	37,20±0,092	17,52±0,026 ^c
p - valor	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

p - valor ≤ 0,05 diferencia significativa. Letras iguales en columna indican que no hay diferencias estadísticas

En referencia a la composición del color se puede observar (Véase tabla 1) que el color amarillo prevalece sobre el rojo y el azul respectivamente en todos los vinos; es el vino 3, de origen argentino, el que presenta mayor porcentaje de color azul, lo cual indica que puede tener menor tiempo de elaboración. Los vinos 1 y 6 son los que presentan menor porcentaje de este color azul, lo que indica que posiblemente han tenido algún grado de envejecimiento en la botella o que fueron los primeros en ser elaborados y embotellados. Los análisis de la varianza para cada color demostraron que existen diferencias significativas entre los vinos. De igual manera la prueba DMS indicó que entre algunos

vinos hay similitud en el color amarillo y el azul, mientras que para el color rojo cada vino es diferente, lo que concuerda con los resultados obtenidos de los antocianos (Véase figura 3).

Correlación de parámetros analizados

Con el fin de observar qué vinos son más homogéneos en cuanto a las variables analizadas, se procedió a realizar el análisis de cluster utilizando el método del vecino más cercano y las variables IPT, antocianos y las características cromáticas (IC, T y composición del color). Se puede observar en el dendograma (Véase figura 4), que los vinos forman grupos de acuerdo al lugar de origen geográfico sin

tener en cuenta la variedad de uva utilizada para su elaboración. Es decir, los vinos colombianos 1 y 4 forman un grupo; los vinos chilenos 2, 5 y 7 forman otro grupo, y el vino 6 (francés) y el vino 3 (argentino) forman cada uno un grupo diferente. Por otro lado, el grupo conformado por los vinos chilenos se une posteriormente al grupo de los vinos colombianos, lo que indica que estos dos grupos tienen características similares, mientras que los otros vinos (francés y argentino) tienen características muy diferentes.

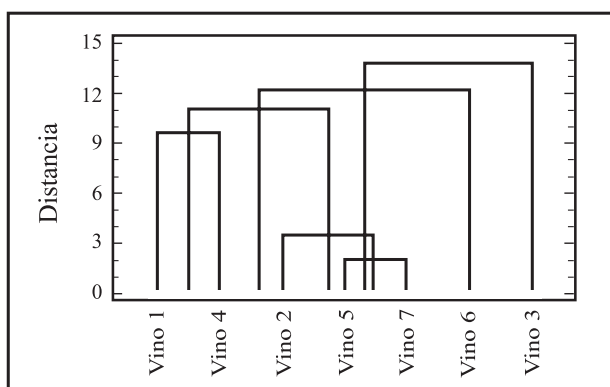


Figura 4. Dendrograma de los vinos

CONCLUSIONES

Aunque el contenido de polifenoles totales en un vino se debe a la cepa, el origen geográfico y la técnica de vinificación, el IPT en todos los vinos es similar, lo que los ubica en el rango de los vinos tintos jóvenes. Sucede lo mismo con las características cromáticas, las cuales son similares en todos los vinos.

Los vinos colombianos presentaron bajos contenidos en taninos y antocianos, lo que les confiere baja coloración y astringencia, características que pueden ser mejoradas con técnicas vinícolas.

En general, al integrar las características fenólicas, los vinos se agruparon de acuerdo al lugar de origen sin importar la cepa con que fueron elaborados. Los vinos colombianos, al mejorar las técnicas de vinificación, pueden tener aceptación en el mercado internacional desde el punto de vista del contenido polifenólico como parámetro de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Reyero JR, Lorenzo C, Pardo F, Alonso G, Salinas MR. Comparación del potencial fenólico de uvas en el momento óptimo de vendimia y características de sus vinos. *Enólogos* 2005; 37: 5-10.

2. Cheynier V, Remy S, Fulcrand H. Mechanisms of anthocyanin and tannin changes during winemaking and aging. En: *The ASEV 50th Anniversary Annual Meeting*. California: ASEV, Davis; 2000; 337-344.
3. Auw JM, Blanco V, O'Keefe SF, Sims CA. Effect of processing on the phenolics and color of Cabernet Sauvignon, Chambourcin and Noble wines and juices. *Am J Enol Vitic* 1996; 47: 279-286.
4. Bautista-Ortín AB, López-Roca JM, Fernández-Fernández JI, Gómez-Plaza E. Colour characteristics of Monastrell wines depending on the date of harvest. En: *Dufosse L. Pigments in food. More than colors*. Quimper, Francia; Université de Bretagne Occidentale; 2004; 300-302.
5. Bautista-Ortín AB, López-Roca JM, Fernández-Fernández JI, Gómez-Plaza E. Influencia del grado de maduración de la uva en el color del vino. *Viticultura y Enología Profesional* 2004; 95: 25-31.
6. Sommers TC, Evans ME. Evolution of red wines. Ambient influences on color composition during early maturation. *Vitis* 1986; 25: 31-39.
7. Gao L, Girard B, Mazza G, Reynolds A. Changes in anthocyanins and color characteristics of Pinot Noir wines during different vinification processes. *J Agric Food Chem* 1997; 45: 2003-2008.
8. Du Pleissis CS. Browning of white wines. *Die Wynboer* 1973; 499: 11-13.
9. Gil-Muñoz R, Gómez-Plaza E, Martínez A, López-Roca JM. Evolution of the CIELAB and other spectrophotometric parameters during wine fermentation. Influence of some pre and postfermentative factors. *Food Res Int* 1997; 30: 699-705.
10. Gil-Muñoz R, Gómez-Plaza E, Martínez A, López-Roca JM. Evolution of phenolic compounds during wine fermentation and post-fermentation: influence of grape temperature. *J Food Comp Anal* 1999; 12: 259-272.
11. Gómez-Plaza E, Gil-Muñoz R, López-Roca JM, Martínez-Cutillas A. Phenolic compounds and colour stability of red wines. Effect of skin maceration time. *Am J Enol Vitic* 2001; 52: 271-275.
12. Gómez-Plaza E, Gil-Muñoz R, López-Roca JM, Martínez-Cutillas A. Maintenance of colour composition of a red wine during storage. Influence of prefermentative practices, maceration time and storage. *Food Sci Technol* 2002; 35: 53-59.
13. Bautista-Ortín AB, Fernández-Fernández JI, López-Roca JM, Gómez-Plaza E. Wine-making of high coloured wines: extended pomace contact and run-off of juice prior to fermentation. *Int Food Sci Technol* 2004; 10: 287-295.
14. Cuinier C. Influence des levures sur les composés phenoliques du vin. *Bulletin de la O.I.V.* 1988; 689-690.
15. Gawel R, Iland PG, Leske PA, Dunn CG. Compositional and sensory differences in Syrah wines following juice run-off prior to fermentation. *J Wine Res* 2001; 12: 5-18.
16. Sims C, Eastridge J, Bates R. Changes in phenols, color and sensory characteristics of Muscadine wines by pre and post-fermentation additions of PVPP, casein and gelatin. *Am J Enol Vitic* 1995; 46: 155-158.
17. Main G, Morris J. Color of Riesling and Vidal wines as affected by bentonite, cufex and sulfur dioxide juice treatments. *Am J Enol Vitic* 1991; 42: 354-357.
18. Singleton VL. Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines and model systems: observation and practical implications. *Am J Enol Vitic* 1987; 38 (1): 69-77.
19. Pontallier P. The intervention of oak wood in the making of great red wines. *J Wine Res* 1992; 3: 241-247.
20. Castellari M, Piermattei B, Arfelli G, Amati A. Influence of aging conditions on the quality of red Sangiovese wine. *J Agric Food Chem* 2001; 49: 3672-3676.
21. Sies H. Oxidative stress: oxidants and antioxidants. New York: Academic Press; 1991.

22. Keher JP. Free radicals as mediators of tissue injury and disease. *Crit Rev Toxicol* 1993; 23:21-48.
23. Klatsky AL, Armstrong MA, Friedman GD. Alcohol and mortality. *Ann Intern Med* 1992; 117:646-654.
24. Leighton F, Castro C, Barriga C, Urquiaga I. Vino y salud. Estudios epidemiológicos y posibles mecanismos de los efectos protectores. *Rev Med Chile* 1997; 25:483-491.
25. Rosenberg L, Slone D, Shapiro S, Kaufman DW, Miettinen OS, Stolley PD. Alcoholic beverages and myocardial infarction in young women. *Am J Public Health* 1992; 71: 82-85.
26. Renaud S, de Lorgeril M. Wine, alcohol, platelets and the paradox for coronary heart diseases. *Lancet* 1992; 339: 1523-1526.
27. Frankel EN, Kanner J, German JB, Parks E, Kinsella JE. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet* 1993; 341:454-457.
28. Esterbauer H, Gebicki J, Puhl H, Jurgens G. The rol of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modification of LDL. *Free Radic Biol Med* 1992; 13: 341-390.
29. Teissedre PL, Frankel EN, Waterhouse AL, Peleg H, German JB. Inhibition of *in vitro* human LDL oxidation by phenolic antioxidants from grapes and wine. *J Sci Food Agric* 1996; 70:55-61.
30. Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D. *Traité d'oenologie: chimie du vin. Stabilisation et traitements. Tome II.* Francia: Dunod; 1998; p. 185-214.
31. Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean, D. *Tratado de enología: química del vino, estabilización y tratamientos.* Buenos Aires: Hemisferio Sur; 2002; 216-219.
32. Glories Y. La couleur des vins rouges 2^a parte: mesure, origine et interpretation. *Connaissance Vigne Vin* 1984; 18 (4): 253-271.
33. Sudraud P. Interpretation des courbes d'absorption des vins rouges. *Annales de Technologie* 1958; 7: 203-208.
34. Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean, D. *Tratado de enología: química del vino, estabilización y tratamientos.* Buenos Aires: Hemisferio Sur; 2002; 224-226.
35. Lagune-Ammirati L, Glories Y. Les gélatines oenologiques: caractéristiques, propriétés. *Revue Française d'Oenologie* 1996; 158: 19-25.