

Evaluación de la actividad antioxidante y su relación con el contenido de polifenoles en vinos tintos, rosados y blancos

Antioxidant activity evaluation and its relationship to total polyphenolic content of red, rosé and white wines

V. Fernández¹, M. Berradre¹, B. Sulbarán¹ y J. Ortega²

¹Laboratorio de alimentos. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia (LUZ).

²Departamento de Estadística. Facultad de Agronomía. LUZ.

Resumen

En los últimos años numerosos estudios han indicado que los polifenoles presentan propiedades beneficiosas para el control de enfermedades cardiovasculares, inflamatorias y las derivadas del estrés celular, particularmente algunos tipos de cáncer, al actuar como antioxidantes. En este trabajo se evaluó la actividad antioxidante y contenido de polifenoles de vinos tintos, rosados (*cv.* Tempranillo) y vinos blancos (*cv.* Malvasía) a los cero y tres meses de almacenamiento, empleando el método de decoloración del catión radical 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS^{•+}) y métodos espectrofotométricos UV-Visible. La actividad antioxidante y el contenido de polifenoles en los vinos analizados, decreció en el siguiente orden: tintos>rosados>blancos, siendo mayores a los tres meses de almacenamiento. La correlación entre la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales fue de 0,9679 lo que indica que los polifenoles son una fuente de antioxidante en los vinos.

Palabras clave: vinos, polifenoles, actividad antioxidante.

Abstract

In recent years numerous studies have indicated that they have beneficial properties for the control of cardiovascular diseases, inflammatory and cell stress, particularly some types of cancer by acting as antioxidants. In this work the antioxidant activity and polyphenol content of red wine, rose wine (*cv.* Tempranillo) and white wine (*cv.* Malvasía) to zero and three month of storage, was evaluated by the radical cation decoloring method 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-

sulphonic acid (ABTS^{•+}) and UV-Visible spectrometric methods. The results for the antioxidant activity and phenolic compounds content in wine were in decrement order: red > rose > white. The polyphenol content and antioxidant activity was higher after than three months of storage. The correlations coefficients observed between the antioxidant activity and total polyphenol content was 0.9679, indicating that polyphenol are a source of antioxidant in the wine.

Keywords: wine, polyphenol, antioxidant activity.

Introducción

Los polifenoles son responsables de la mayoría de las propiedades organolépticas de los vinos, en particular el color y la astringencia (Cheynier *et al.*, 1997), se encuentran presentes en el vino y pertenecen a dos grupos principalmente, los no-flavonoides (ácidos hidroxibenceno e hidroxicinámicos y sus derivados, estilbenos y alcoholes fenólicos) y los flavonoides (antocianinas, flavonas, flavonoles y dihidroxiflavonoles) (Monagas *et al.*, 2006).

El alto contenido de flavonoides en los vinos tintos han sido considerado como una explicación de la "paradoja francesa" que indica el hecho de que los franceses tienen la más baja incidencia de enfermedades coronarias a pesar de llevar una dieta con alto contenido de grasas y ser fumadores (Frankel *et al.*, 1993; Aruoma, 1996). Se han propuesto tres mecanismos para explicar la menor incidencia de enfermedad cardiovascular de los consumidores de vino, uno mediado por acción del alcohol sobre niveles de lipoproteínas en sangre y otro mediado por influencia sobre coagulación sanguínea. El tercero es por la capacidad de los componentes antioxidantes del vino de proteger de la oxidación a las LDL, debido a los componentes fenólicos del vino tinto (Frankel *et al.*, 1993).

Introduction

Polyphenols are responsible of the most of the organoleptic properties of wines; particularly the color and astringency (Cheynier *et al.*, 1997) are presented in the wine and belong to two important groups, the non-flavonoids (hydroxybenzene and hydroxycinnamic and their derivatives, stilbenes and phenol alcohols) and flavonoids (Anthocyanins, flavones, flavonols and dihydroxyflavonols) (Monagas *et al.*, 2006).

The high content of flavonoids in red wine have been considered as a French paradox that indicates the fact that French people have the lowest incidence of coronary diseases in spite of having a low-fat content diet and smoke (Frankel *et al.*, 1993; Aruoma, 1996). Three mechanisms for explaining the lower incidence of cardiovascular diseases on wine consumers have been explained, one due to the action of alcohol on the lipoprotein levels in the blood and the other by the influence on the blood coagulation. The third, by the capacity of the antioxidant components of the wine for protecting against LDL oxidation, due to the phenol components of the red wine (Frankel *et al.*, 1993).

The content of polyphenols and the antioxidant activity of red, rose

En este trabajo se evaluó el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante de vinos tintos, blancos y rosados elaborados con uvas tintas *cv.* Tempranillo y blancas *cv.* Malvasía, cultivadas en la región zuliana permitiendo establecer una referencia de dichos parámetros, los cuales se relacionan con la funcionalidad del vino como bebida así con las propiedades organolépticas del producto final.

Materiales y métodos

Muestreo de mostos frescos y hollejo de uvas de las variedades Malvasía y Tempranillo. Se tomaron muestras de mosto fresco y hollejos de uva de vino, especie *Vitis vinifera* variedades Tempranillo y Malvasía, procesados en el Centro Socialista de Investigación y Desarrollo de la Uva ubicado en el municipio Mara del estado Zulia. El muestreo se realizó en envases de polietileno previamente esterilizados y de acuerdo a lo indicado por Sabate *et al.* (2002).

Se obtuvieron 25 L a partir del procesamiento de 30 ± 2 kg de uvas de las variedades Tempranillo y Malvasía, de la segunda cosecha del 2008 y la primera cosecha del 2009, respectivamente. Los mostos empleados presentaron las siguientes características químicas: *cv.* Malvasía: $19,70^\circ$ Brix, densidad $1,094 \text{ g.mL}^{-1}$, pH 3,4 y acidez titulable $4,7 \text{ g.L}^{-1}$ de ácido tartárico y *cv.* Tempranillo: $18,20^\circ$ Brix, densidad $1,086 \text{ g.mL}^{-1}$, pH 3,6 y acidez titulable $5,21 \text{ g.L}^{-1}$ de ácido tartárico. La cantidad de hollejo colectado para realizar la fermentación tinta fue la resultante del proceso de estrujado de las uvas empleadas para la obtención del mos-

and white wine were evaluated on this research elaborated with red grapes *cv.* Tempranillo and white *cv.* Malvasía, sowed in Zulia, establishing a reference of these parameters, which are related to the functionality of the wine as a beverage as well as with organoleptic properties of the final product.

Materials and methods

Sample of fresh wort and skin of grapes of the varieties Malvasía and Tempranillo. Samples of fresh wort and wine skin grapes were taken from the varieties *Vitis vinifera* varieties Tempranillo and Malvasía, processed on the Socialist Center of Research and Development of Grape located on Mara parish, Zulia state. The sample was done in polyethylene glasses which were previously sterilized according to the indicated by Sabate *et al.*, (2002).

25 L were obtained after the process of 30 ± 2 kg of grapes from the variety Tempranillo and Malvasía, of the second 2008 harvest and the first 2009 harvest, respectively. The worts employed presented the following chemical characteristics: *cv.* Malvasía: $19,70^\circ$ Brix, density 1.094 g.mL^{-1} , pH 3.4 and titratable acidity 4.7 g.L^{-1} or tartaric acid and *cv.* Tempranillo: $18,20^\circ$ Brix, density 1.086 g.mL^{-1} , pH 3.6 and titratable acidity 5.21 g.L^{-1} of tartaric acid. The quantity of collected skin to carry the tinted fermentation was the result of the pressing process of the skin of the grapes employed for obtaining the wort, with a wort:skin relation of approximately 70%:30%. The maceration of skin and seeds for elaborating the red wine was done for 72h at a temperature of 18°C , rose wine

to, con una relación mosto:hollejo de aproximadamente 70%:30%. La maceración de los hollejos y semillas para la elaboración del vino tinto se realizó durante 72 h a una temperatura de 18°C, los vinos rosados se elaboraron a partir de mosto tinto sin maceración.

Fermentación espontánea de los mostos de uvas. La fermentación alcohólica del mosto de uvas se realizó de acuerdo a lo indicado por Delanoë *et al.* (2003), para la vinificación de los vinos blancos (cv. Malvasia) y los vinos tintos y rosados (cv. Tempranillo). La microvinificación espontánea de los mostos se realizó a una temperatura controlada de 17°C para vino blanco y rosado y 20°C para vinos tintos, se emplearon 20 L de mosto de cada una de las variedades y para cada estilo de vinificación. En las vinificaciones desarrolladas no se empleó metabisulfito de sodio para el inicio de la fermentación a fin de favorecer la fermentación espontánea de los mostos. Una vez culminada la fermentación alcohólica y maloláctica (solo en los vinos tintos) los vinos fueron clarificados empleando gelatina (5 g de gelatina ·hL) y filtrados por tierras diatomeas. Los vinos fueron embotellados en envases de vidrio de 0,70L de capacidad y almacenados en posición inclinada, en la oscuridad a temperaturas entre 3-5°C hasta alcanzar estabilidad tartárica, la cual ocurrió aproximadamente en 45 días.

Diseño experimental. El modelo estadístico empleado en la investigación fue totalmente aleatorizado con un diseño de mediciones repetidas. El contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante de cada uno de

were done after the red wine without maceration.

Spontaneous fermentation of grapes' wort. The alcoholic fermentation of grapes' wort was done according to the indicated by Delanoë *et al.* (2003), for the winemaking of white wines (cv. Malvasia) and red and rose wines (cv. Tempranillo). The spontaneous micro-winemaking of worts was done at a controlled temperature of 17°C for white and rose wine and 20°C for red wines, 20 L of wort were employed of each of the varieties and for each winemaking style. On the developed wine practices sodium metabisulphite was not employed for initiating the fermentation with the aim of favoring the spontaneous fermentation of worts. Once ended the alcoholic and malolactic fermentation (only in red wines) wines were clarified employing gelatin (5g of gelatin ·hL) and filtered by diatomaceous earth. Wines were glassed in glass bottles of 0.70L of capacity and stored inclined in the dark at temperatures from 3-5°C until reaching tartaric stability, which happened in approximately 45 days.

Experimental Design. The statistical model employed was totally at random with repeated replications. The content of total polyphenols and the antioxidant activity of each of the elaborated wines were evaluated at the beginning of the research and three months after the storage, selecting at random two bottles for each type of wine.

Statistical analysis. The existence of significant differences among each of the studied parameters was verified using the Duncan

los vinos elaborados fue evaluado al inicio y a los tres meses de almacenamiento, seleccionando al azar 2 botellas de cada tipo de vino.

Análisis estadístico. La existencia de diferencias significativas entre cada uno de los parámetros estudiados fue verificada mediante el Test de comparaciones múltiples de Duncan ($P < 0,05$). Se realizó un estudio de correlación de Pearson entre el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante de los vinos en ambos casos se empleó programa estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS 2001).

Evaluación de la composición fenólica y actividad antioxidante. La evaluación del contenido de polifenoles totales se realizó de acuerdo a lo indicado por Amerine y Ought (1976), empleando un espectrofotómetro CaryUV-50 VARIAN (Mulgrave, Victoria, Australia) a una longitud de onda de 765nm y empleando ácido gálico (99% de pureza, Riedel de Haen, Alemania) como patrón de referencia.

La actividad antioxidante total de las muestras analizadas se evaluó por el método ABTS reportado por Miller *et al.* (1996) y Riece-Evans *et al.* (1996). Las muestras de vinos fueron centrifugadas a 3.500 rpm durante 5 min y 8°C de temperatura, posteriormente diluidas (Vino tinto:8X; Vino rosado:4X y Vino blanco:2X) empleando agua desionizada. Al radical $ABTS \cdot +$ generado se le determinó la absorbancia a 750nm (Abs cromóforo radical, t_{0min}), se añadieron 40µL de la muestra de vino y se midió nuevamente la absorbancia a 750nm transcurridos 5min (Abs cromóforo radical + antioxidante, t_{5min}).

multiple comparison test ($P < 0.05$). The Pearson correlation study was done between the polyphenols content and the antioxidant capacity of wines, and for both cases the SAS statistical program 9.1.3 was used (SAS 2001).

Evaluation of the phenolic composition and the antioxidant activity. The content evaluation of total polyphenols was done according to the indicated by Amerine and Ought (1976), employing a spectrophotometer CaryUV-50 VARIAN (Mulgrave, Victoria, Australia) at a wave longitude of 765nm and employing galic acid (99% of pureness, Haen Rieden, Germany) as reference pattern.

The total antioxidant activity of the analyzed samples was evaluated by the ABTS method reported by Miller *et al.* (1996) and Riece-Evans *et al.* (1996). Wine samples were centrifuged at 3.500 rpm for 5 min and 8°C of temperature, and diluted (red wine: 8X, rose wine: 4X and White wine:2X) employing deionized water. To the generated radical $ABTS \cdot +$ was determined the absorbance at 750nm (Abs radical chromofore, t_{0min}), 40 µL of the red sample were added and the absorbance was measured one more time at 750nm 5 min later (Abs radical chromofore + antioxidant, t_{5min}).

The total antioxidant activity (AAT) of the sample was determined according to the equation:

$$AAT: (\text{Abs radical chromofore}) t_{0min} - (\text{Abs radical chromofore} + \text{antioxidant}) t_{5min}$$

Results and discussion

The content of total polyphenols in red, white and rose wines was

La actividad antioxidante total (AAT) de la muestra se determinó de acuerdo a la ecuación:

$$\text{AAT: (Abs cromóforo radical)} t_{0\text{min}} - (\text{Abs cromóforo radical} + \text{antioxidante}) t_{5\text{min}}$$

Resultados y discusión

El contenido de polifenoles totales, en los vinos tintos, blancos y rosados fue evaluado al inicio y a los 3 meses de almacenamiento, los resultados obtenidos son mostrados en el cuadro 1, el mismo decreció en el siguiente orden: Tintos>Rosados>Blancos, los resultados están acordes con los reportados en la literatura (Burns *et al.*, 2000; Landrault *et al.*, 2001; Fernández-Pachón *et al.*, 2006; Rodríguez y García, 2005; Paixão *et al.*, 2007).

El mayor contenido de polifenoles totales en los vinos tintos es debido al mayor tiempo de contacto del mosto con la piel de la uva y las semillas durante el proceso de vinificación, lo cual facilita la extracción de los compuestos fenólicos (Monagas *et al.*, 2003). El contenido de

evaluated at the beginning and 3 months after storing, the results obtained are shown on table 01, and this content decreased on this order: Red>Rose>White, the results agree to those reported on the literature (Burns *et al.*, 2000; Landrault *et al.*, 2001; Fernández-Pachón *et al.*, 2006; Rodríguez and García, 2005; Paixão *et al.*, 2007).

The highest content of total polyphenols in red wines is due to the highest time of the wrot contact to the grape's skin and seeds during the winemaking process, which facilitates the extraction of the phenolic compounds (Monagas *et al.*, 2003). The content of total phenols in red wine was of 356.40-935.76 mg GAE.L⁻¹ these results are over the rank of 732-982 mg GAE.L⁻¹ mentioned by Mazza *et al.* (1999), however, are inferior to the reported by Li *et al.*, (2009), Minussi *et al.* (2003); Paixão *et al.* (2007); Fernández- Pachón *et al.* (2006) and Micelli *et al.* (2003), who report average values of 2.068 mg GAE.L⁻¹, 1.920 mg GAE.L⁻¹, 1.842 mg GAE.L⁻¹, 1.877 mg GAE.L⁻¹ and GAE.L⁻¹ in red wines

Cuadro 1. Contenido de polifenoles totales de los vinos elaborados.

Table 1. Content of total polyphenols in elaborated wines.

Tipo de vino	Polifenoles totales mg ác. gálico.L ⁻¹ (TPC)	
	0 meses	3 meses
Blancos	146,00±0,24 ^c	335,41±0,26 ^c
Tintos	356,40±0,80 ^a	875,56±0,93 ^a
Rosados	298,63±0,35 ^b	348,52±1,19 ^b

a, b, c Índices de Duncan. (P<0,05). Análisis aplicados por separado a cada una de las variables estudiadas y a cada tipo de vino elaborado.

polifenoles totales en vinos tintos fue de 356,40-935,76 mg GAE.L⁻¹ estos resultados se encuentran en el rango de 732-982 mg GAE.L⁻¹ señalado por Mazza *et al.* (1999), sin embargo, son inferiores a los reportados por Li *et al.*, (2009); Minussi *et al.* (2003); Paixão *et al.* (2007); Fernández- Pachón *et al.* (2006) y Micelli *et al.* (2003), quienes reportan valores promedio de 2.068 mg GAE.L⁻¹, 1.920 mg GAE.L⁻¹, 1.842 mg GAE.L⁻¹, 1.877 mg GAE.L⁻¹ y GAE.L⁻¹ en vinos tintos elaborados con uvas de diferentes regiones geográficas y cepajes o variedad, estas diferencias pueden deberse a factores genéticos (variedad de uva, capacidad de fotosíntesis, reacciones de degradación y condensación a partir de precursores de ácido gálico, entre otros) ambientales (clima, humedad, riego, podas, tipo de suelo) y las prácticas enológicas (uso de clarificantes, envejecimiento en barricas, tiempo y temperatura de maceración de los hollejos) los cuales pueden afectar el contenido de polifenoles (González-Sanjosé *et al.*, 1990).

El contenido promedio de polifenoles en los vinos rosados fue 298, 63 mg GAE.L⁻¹, el cual se encuentra en un grupo intermedio, con valores superiores a los obtenidos en los vinos blancos pero inferior a los vinos tintos. Los resultados obtenidos son superiores al valor promedio de 281,1 mg.L⁻¹ reportado por Rodríguez y García (2005), e inferiores al señalado por Minussi *et al.* (2003), quienes reportan un contenido de 1.304 mg GAE.L⁻¹ en vinos blended, los cuales son elaborados con dos ó más variedades de uva, razón por la cual estos contenidos son superiores a los encontrados en este estudio.

elaborated with grapes from different geographic regions and varieties, these differences might be attributed to genetic factors (grape variety, photosynthesis capacity, degradation reactions and condensation after the precursors of galic acid, among others), environmental factors (weather, humidity, irrigation, pruning, type of soil) and the oenological practices (use of clarifiers, aging in barrels, time and maceration temperature of skins) which might be affected by the polyphenols content (González- San José *et al.*, 1990).

The average content of polyphenols in rose wines was 298, 63 mg GAE.L⁻¹, which is on an intermediate group with superior values of the ones obtained in white wines but inferior to the red wines. The results obtained are superior to the average value of 281.1 mg.L⁻¹ reported by Rodríguez and García (2005), and inferior and mentioned by Minussi *et al.* (2003), who report a content of 1.304 mg GAE.L⁻¹ in blended wines, which are elaborated with two or more varieties of grape, reason for which these contents are superior to the ones found on this research.

The content of total polyphenols in the different wines was higher 3 months after the storing, this behavior differs from the one observed in previous researches (Berradre *et al.*, 2007), where is reported a reduction of the content of total polyphenols during the storing, however, the storing conditions of wines also determine the occurrence of these phenomena, thus, the storing in the dark and the low temperatures might limit the enzymatic reactions of the oxidative deterioration (Monagas *et al.*, 2003;

El contenido de polifenoles totales en los diferentes vinos fue mayor a los 3 meses de almacenamiento, este comportamiento difiere del observado en investigaciones previas (Berradre *et al.*, 2007) en las cuales se reporta una disminución del contenido de polifenoles totales durante el almacenamiento, sin embargo, las condiciones de almacenamiento de los vinos también determinan en gran medida la ocurrencia de estos fenómenos, así el almacenamiento en la oscuridad y las bajas temperaturas pueden limitar las reacciones enzimáticas de deterioro oxidativo (Monagas *et al.*, 2003; Monagas *et al.*, 2006, García-Falcón *et al.*, 2007).

Monagas *et al.* (2003) en un estudio realizado con vinos tintos Tempranillo observaron que durante el tiempo de almacenamiento en botellas, el contenido de polifenoles totales en los vinos presentó el siguiente patrón de evolución: un progresivo decrecimiento entre los 9 y 12 meses, seguido por un incremento hasta los 19,5 meses y decrecimiento final a los 26 meses de almacenamiento, el contenido de polifenoles en los primeros meses de almacenamiento fue constante o se incremento ligeramente.

Los resultados de la evaluación de la actividad antioxidante en los diferentes vinos elaborados se muestran en el cuadro 2. Los resultados del análisis estadístico ($P < 0,05$) indicaron que existen diferencias significativas en la actividad antioxidante evaluada en los diferentes tipos de vinos. Los vinos tintos presentaron la mayor actividad antioxidante, entre 2 y 3 veces mayores que en los vinos blancos y rosados, respectivamente.

Monagas *et al.*, 2006, García-Falcón *et al.*, 2007).

Monagas *et al.* (2003) on a research carried out with red wines Tempranillo, observed that during the storing time in bottles, the content of total polyphenols in wines presented the following evolution pattern: a progressive decrease from 9 and 12 months, followed by an increment until 19.5 months and final decrease 26 months of storing, the polyphenols content in the first months of storing was constant and increased slightly.

The evaluation results of the antioxidant activity in the different wines elaborated are shown on table 2. The results of the statistical analysis ($P < 0.05$) indicated that there are significant differences on the antioxidant activity evaluated on the different types of wines. Red wines presented the highest antioxidant activity, 2 to 3 times higher than in white and rose wines respectively.

Rodríguez and García (2005) mention that the antioxidant activity in wines varies according to the following order: white < rose < red, reporting average values of 129 and 223 mg GAE.L⁻¹ for white and rose wines, respectively. These results are similar to the ones obtained on this research.

Minussi *et al.* (2003) report values in the rank of 140-153 mg GAE.L⁻¹ and 758-766 mg GAE.L⁻¹ in white and red wine respectively, and 284 mg GAE.L⁻¹ in rosé wine (blended) from different South America regions (Argentina, Brazil and Chile), Italia, Portugal and different varieties (White: Chardonnay, Riesling, Cabernet Blanc, Greco di Tufo, PinotGrigio and Verdicchio; Red:

Cuadro 2. Actividad antioxidante de los diferentes vinos elaborados.**Table 2. Antioxidant capacity of the different elaborated wines.**

Tipo de vino	milimoles TROLOX.L ⁻¹ (TEAC)		mg ácido gálico.L ⁻¹ (GAE)	
	0 meses	3 meses	0 meses	3 meses
Blancos	0,85±0,01 ^c	1,64±0,20 ^c	67,40±1,76 ^c	117,52±0,30 ^c
Tintos	2,96±0,00 ^a	8,49±0,11 ^a	353,22±0,01 ^a	641,43±7,16 ^a
Rosados	0,76±0,00 ^b	4,34±0,00 ^b	93,61±0,19 ^b	315,76±0,22 ^b

^{a, b, c} Índices de Duncan. (P<0,05). Análisis aplicados por separado a cada uno una de las variables estudiadas y a cada tipo de vino elaborado.

Rodríguez y García (2005), señalan que la actividad antioxidante en vinos varía de acuerdo al siguiente orden: blancos<rosado<tintos reportando valores promedios de 129 y 223 mg GAE.L⁻¹ para vinos blancos y rosados, respectivamente, estos resultados son similares a los obtenidos en este trabajo.

Minussi *et al.* (2003), reportan valores en el rango de 140-153 mg GAE.L⁻¹ y 758-766 mg GAE.L⁻¹ en vino blanco y tinto, respectivamente y 284 mg GAE.L⁻¹ en vino rosado (blended) de diferentes regiones geográficas de Suramérica (Argentina, Brasil y Chile), Italia, Portugal y diferentes variedades o cepajes (Blancas: Chardonnay, Riesling, Cabernet Blanc, Greco di Tufo, Pinot Grigio y Verdicchio; Tintas: Cabernet Sauvignon, Pinot, Barbera y Montepulciano), estos valores se encuentran en el rango de valores determinados en este estudio. Los valores promedios de 429,4 y 891 mg GAE.L⁻¹ reportados por Paixão *et al.* (2007), en vino blanco Malvasía y tintos portugueses (varietales y blended), son lige-

Cabernet Sauvignon, Pinot, Barbera and Montepulciano), these ranks are in the values' rank determined on this research. The average values of 429.4 and 891 mg GAE.L⁻¹ reported by Paixão *et al.* (2007), in Malvasía white wine and Portuguese red wines (varied and blended) are slightly superior to those determined in this current research, maybe due to the antioxidant capacity of a mix, in the case of blended wines, it is not the result of the sum of antioxidant activities of each of the components, however, the interaction of the compounds among them may produce synergic or inhibitor effects (Rodríguez and García, 2005).

The antioxidant activity of wines analyzed on this research is on the ranks reported by Fernández-Pachón *et al.* (2006) (Red: 2.33-7.85 mmol TROLOX.L⁻¹, White: 0.08-1.45 mmol TROLOX.L⁻¹), Rivero-Pérez *et al.* (2008) (Red: 4.28-41.02 mmol TROLOX.L⁻¹) and Villaño *et al.* (2006) (Red: 7.85-2.33mmol TROLOX.L⁻¹, White: 1.45-0.08 mmol TROLOX.L⁻¹).

ramente superiores a los determinados en la presente investigación, esto puede deberse al hecho de que la capacidad antioxidante de una mezcla, como el caso de los vinos de blended, no es resultado de la suma de las actividades antioxidantes de cada uno de sus componentes, sin embargo, la interacción de los propios compuestos entre sí, puede producir efectos sinérgicos o inhibitorios (Rodríguez y García, 2005).

La actividad antioxidante de los vinos analizados en este estudio se encuentran en los rangos reportados por Fernández-Pachón *et al.* (2006) (Tintos: 2,33-7,85 mmol TROLOX.L⁻¹, Blancos: 0,08-1,45 mmol TROLOX.L⁻¹), Rivero-Pérez *et al.* (2008) (Tintos: 4,28-41,02 mmol TROLOX.L⁻¹) y Villaño *et al.* (2006) (Tintos: 7,85-2,33 mmol TROLOX.L⁻¹, Blancos: 1,45-0,08 mmol TROLOX.L⁻¹).

Landrault *et al.* (2001) en un trabajo realizado para evaluar la actividad antioxidante de vinos franceses reportan valores promedio de 18,29 mmol TROLOX.L⁻¹, 3,36 mmol TROLOX.L⁻¹ y 3,2 mmol TROLOX.L⁻¹ para vinos tintos, blancos y rosados, respectivamente, especificando valores de 15,4 mmol TROLOX.L⁻¹ en el caso de vino tinto Tempranillo, estos valores son superiores a los encontrados en este estudio.

Una fuente de importante variabilidad entre estudios previos y los obtenidos en esta investigación puede ser el hecho de que no existe un método estándar ó único para cuantificar la actividad antioxidante lo que limita la comparación. Según Villaño *et al.* (2006) en un estudio realizado en 42 vinos españoles de diferentes cepajes

Landrault *et al.* (2001) in a research done to evaluate the antioxidant activity of French wines report average values of 18.29 mmol TROLOX.L⁻¹, 3.36 mmol TROLOX.L⁻¹ and 3.2 mmol TROLOX.L⁻¹ for red, white and rosé Tempranillo wines, these values are superior to the ones found on this research.

An important variability source between previous researches and this research might be the fact that there is not a standard or unique method for quantifying the antioxidant activity which limits the comparison. According to Villaño *et al.*, (2006) in a research carried out in 42 Spanish wines of different varieties, and with the aim of evaluating the effect of measurement time and dilution on the antioxidant activity of the wine report that this parameters increases from 30-40% when measures are done within 10 minutes and in dilutions of 0.35:10 of adding the antioxidant to the sample, compared to the values obtained within 2 minutes and the relation of the employed dilution (0.1:10).

The results of the Pearson correlation study (r) among the polyphenols content in the wine and the antioxidant activity are shown on table 3, being all significant at a level of 99%. The values obtained on this research for the correlation between the antioxidant capacity and the polyphenol content are similar to the ones obtained by Simonetti *et al.* (1997) (r : 0.9902); Landrault *et al.* (2001), (r : 0,83); De Berr *et al.* (2003), (r _{white wines}: 0.907 and r _{red wines}: 0,935); Minussi *et al.* (2003), (r : 0.9878); Fernández-Pachón *et al.* (2006), (r _{2min}: 0.9012; r _{15min}: 0.8482); Villaño *et al.* (2004), (r : 0.9012); Rodríguez and García (2005), (r : 0.9272)

con el propósito de evaluar el efecto del tiempo de la medición y la dilución sobre la actividad antioxidante del vino reportan que este parámetro se incrementa entre 30-40% cuando las mediciones se efectúan a los 10 minutos y en diluciones de 0,35:10 de realizar la adición del antioxidante a la muestra, en comparación a los valores obtenidos a los 2 minutos y la relación de dilución empleada (0,1:10).

Los resultados del estudio de correlación de Pearson (r) entre el contenido de polifenoles en el vino y la actividad antioxidante se muestran en el cuadro 3, siendo todos significativos a un nivel del 99%. Los valores obtenidos en esta investigación para la correlación entre la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles son similares a los obtenidos por Simonetti *et al.* (1997) (r : 0,9902); Landrault *et al.* (2001), (r : 0,83); De Berr *et al.* (2003), ($r_{\text{vinos blancos}}$: 0,907 y $r_{\text{vinos tintos}}$: 0,935); Minussi *et al.* (2003), (r : 0,9878); Fernández-Pachón *et al.* (2006), ($r_{2\text{min}}$: 0,9012; $r_{15\text{min}}$: 0,8482); Villaño *et al.* (2004), (r : 0,9012); Rodríguez y García (2005), (r : 0,9272) y Paixão *et al.* (2007), (r :

0.9962), which suggest that these constituents are the main antioxidant source in wines.

Conclusions

The content of total polyphenols and the antioxidant activity of wines was red>rosé>white, which increased three months after storing.

The main antioxidant sources in wines are the polyphenols present on these.

Acknowledgement

The authors thank the National Foundation of Science, Technology and Innovation (FONACIT), Science program, LUZ- Project number 2009000482, and the Scientific, Humanistic and Technological Board (CONDES), project number CC-0260-10 by financing this project, also, the Socialist Center for Research and Wine Development (CESID-Vitícola) by the support and supply of samples.

End of english version

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre la capacidad antioxidante de las muestras y los parámetros de composición fenólica evaluados*.

Table 3. Pearson (r) correlation coefficient among the antioxidant capacity of the samples and the evaluated phenolic composition parameters*.

Actividad antioxidante	Contenido de polifenoles totales (mg GAE.L ⁻¹)
Milimoles TROLOX.L ⁻¹	0,92761
mg GAE.L ⁻¹	0,96796

*Número de muestras evaluadas: 96 repeticiones, 33 para cada tipo de vino. (P<0,001).

0,9962), lo que sugiere que estos constituyentes son la principal fuente de antioxidantes en los vinos.

Conclusiones

El contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante de los vinos fue tintos>rosados>blancos, el cual incrementó a los tres meses de almacenamiento.

La principal fuente de antioxidante en los vinos son los polifenoles presentes en los mismos.

Agradecimiento

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) programa Misión Ciencias, LUZ -Proyecto 2009000482, al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CONDES) Proyecto CC-0260-10 por el financiamiento de este proyecto y al Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Vitivinícola (CESID-Vitícola) por el asesoramiento y el suministro de las muestras.

Literatura citada

Amerine, M., y C. Ough. 1976. Análisis de vinos y mostos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 159 p.

Arnous, A., P. Dimitri y K. Panagiotis. 2001. Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant characteristics of aged wines. *J. Agr Food Chem.* 49: 5736-574.

Aruoma, O. 1996. I eat, drink and be healthy. *Chem. Britain*, 32 (4): 29-31

Berradre, M., G. Páez, E. Ramones, Z. Mármol y J. Ferrer. 2007. Control de oxidación de vinos blancos obtenidos

bajo condiciones tropicales. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 24: 89-101.

Burns, J., T. Gardner, J. O'Neil, S. Crawford, I. Morecroft, D. McPhail, C. Lister, D. Matthews, M. MacLean, M. Lean, G. Duthie y A. Crozier. 2000. Relationships among antioxidant activity, vasodilation capacity and phenolic content of red wines. *J. Agr Food Chem.* 48: 220-230.

Cheyrier, V., I. Hidalgo, J. Souquet y M. Moutounet. 1997. Estimation of the oxidative changes in phenolic compounds of Carignane during winemaking. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48 (2):225-228.

De Beer, D., E. Joubert, W. Gelderblom y M. Manley. 2003. Antioxidant activity of South African and white cultivar wines: Free radical scavenging. *J. Agr Food Chem* 51: 902- 909.

Delanoë, D., C. Maillard y D. Maisondieu. 2003. El Vino del análisis a la elaboración. Editorial Acribia. S.A. España. 244 p.

Fernández-Pachón, M., D. Villaño, M. García-Parrilla y M. Troncoso. 2006. Antioxidant activity of wines and relation with their polyphenolic composition. *Anal Chim Acta.*, 513: 113-118.

Frankel, E., J. Kanner, J. Germna, E. Parks y J. Kinsella. 1993. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet.*, 341: 454-457.

García-Falcon, M., L. Pérez, E. Martinez y G. Simal. 2007. Determination of phenolic compounds in wines: Influence of bottle storage of young red wines on their evolution. *Food Chem.*, 105: 248-259.

González- Sanjosé, M., L. Barrón y C. Díez. 1990. Evolution of anthocyanins during maturation of Tempranillo grape variety (*Vitis Vinifera*) using polynomial regression models. *J. Agr Food Chem.*, 51: 337-343.

Li, H., X. Wang, Y. Li, P. Li y Wang, H. 2009. Polyphenolic compounds and antioxidant activity in select China wines. *Food Chem.*, 112: 454-460.

- Landrault, N., P. Poucheret, P. Ravel, F. Gasc, G. Cros y P. Teissedre. 2001. Antioxidant capacities and phenolics levels of French wines from different varieties and vintages. *J. Agr Food Chem.*, 49:3341-3348.
- Mazza, G., L. Fukumoto, P. Delaquis, B. Girard y B. Ewert, B. 1999. Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. *J. Agr Food Chem.*, 47:4009-4017.
- Micelli, A., C. Negro, L. Tommasim y P. De Leo. 2003. Polyphenols, Reveratrol, antioxidant capacity and Ochratoxin A contamination in red table wines, controlled denomination of origin (DOC) wines and wines obtained from organic farming. *J. wine Res.*, 14:115-120.
- Miller, N., C. Rice- Evans, M. Davies, V. Gopinathan, y A. Milner, A. 1996. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci.*, 84:407-412.
- Minussi, R., M. Rossi, L. Bolonga, L. Cordi, D. Rotillo, G. Pastore y M. Duran. 2003. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wine. *Food Chem.*, 82:409-416.
- Monagas, M., C. Gómez- Cordovés y B. Bartolomé. 2006. Evolution of phenolic content of red wines *Vitis vinifera* L. during ageing in bottle. *Food Chem.*, 95:405-412.
- Monagas, M., C. Gómez, B. Bartolomé, O. Laureano y J. Da Silva. 2003. Monomeric, oligomeric, and polymeric flavan-3ol-composition of wine and grapes from *Vitis Vinifera* L. Graciano, Tempranillo, and Cabernet Sauvignon. *J. Agr Food Chem.*, 51:6475-648.
- Paixão, N., R. Perestrelo, J. Marques y J. Câmara. 2007. Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rosé and white wines. *Food Chem.*, 105:204-214.
- Rice- Evans, C., N. Miller y G. Papaganda. 1996. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cationdecolorization assay. *Free Radic Biol Med.*, 26:933-956.
- Rivero-Pérez, M., L. González-Sanjosé., M. Ortega-Herás y P. Muñiza. 2008. Antioxidant potential of single-variety red wines aged in the barrel and in the bottle. *Food Chem.*, 111 (4):957-964.
- Rodríguez, R., y E. García. 2005. Actividad antioxidante y composición fenólica en vinos de Castilla- La Mancha. *Revista de Tecnología Higiene Alimentaria.* 362 (5):128:132.
- Sabate, J., J. Cano., B. Esteve-Zarzoso y J. Guillamón. 2002. Isolation and identification of yeasts associated with vineyard and winery by RFLP analysis of ribosomal genes and mitochondrial DNA. *Microbiol Res.* 157:267-274.
- SAS. 2001. User's Guide. Statistics.SAS Institute Inc, Cary, North Carolina.
- Simonetti, P., P. Pietta y G. Testolin. 1997. Polyphenol content and total antioxidant potential of selected Italian wines. *J. Agr Food Chem.*, 45:1152-1155.
- Villaño, D., M. Fernández-Pachón, A. Troncoso y M. García-Parrilla. 2004. The antioxidant activity of wines determined by the ABTS^{•+} method: influence of sample dilution and time. *Talanta*, 64:501-509.
- Villaño, D., M. Fernández-Pachón, A. Troncoso y M. García-Parrilla. 2006. Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines. *Food Chem.*, 95:394-404.