

# Comparación de la capacidad antioxidante de mostos y vinos tintos del valle del Itata, Chile

Tabita Aguilar<sup>1</sup>, Johannes De Bruijn<sup>1</sup>, Cristina Loyola<sup>1</sup>, Leslie Vidal<sup>1</sup>, Pedro Melín<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Agroindustrias, Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, Chillán, Chile, [tabitaaguilar@udec.cl](mailto:tabitaaguilar@udec.cl)

---

**Resumen.** Los antioxidantes poseen la capacidad de neutralizar los radicales libres pudiendo así ayudar en la prevención de algunas enfermedades crónicas no transmisibles. Una fuente de antioxidantes son los frutos de la uva (*Vitis vinifera*), los cuales contienen una alta concentración y gran variedad de ellos. Siendo así, el vino tinto es una rica fuente de compuestos fenólicos que provienen principalmente de las semillas y piel de la uva; sin embargo, los procesos de vinificación producen una evolución de estos. Esta investigación determinó la capacidad antioxidante presente en mostos y vinos de las variedades de uva País, Cabernet Sauvignon y Syrah de una misma cosecha. La capacidad antioxidante por el método DPPH para las variedades País, Cabernet Sauvignon y Syrah en mosto fue de  $6,19 \pm 0,07$ ;  $6,50 \pm 1,34$  y  $7,26 \pm 0,33$  mg L<sup>-1</sup> y en el vino de  $11,62 \pm 1,30$ ;  $19,46 \pm 0,44$  y  $12,62 \pm 0,35$  mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. El método ABTS siguió la misma tendencia demostrando así que la capacidad antioxidante es más alta en vinos que en mostos. En los antocianinos, flavonoides y polifenoles se observó un comportamiento similar. El aumento de los compuestos antioxidantes tiene directa relación con el proceso de maceración.

**Palabras Claves:** antioxidantes, ABTS, DPPH, fenoles, mosto, vino.

**Abstract.** Antioxidants are able to neutralize free radicals and may help to prevent some chronic non transmittable diseases. A source of antioxidants are grapes (*Vitis vinifera*), which contain a high concentration and variety of them. As such, red wine is a rich source of phenolic compounds mainly from the seeds and skin of grapes; however, the vinification process may produce an evolution of them. This investigation assessed the antioxidant capacity in musts and wines from grape cultivars País, Cabernet Sauvignon and Syrah coming from the same harvest. The antioxidant capacity according to the DPPH method for the cultivars País, Cabernet Sauvignon and Syrah in must was  $6.19 \pm 0.07$ ;  $6.50 \pm 1.34$  and  $7.26 \pm 0.33$  mg L<sup>-1</sup> and in wine was  $11.62 \pm 1.30$ ;  $19.46 \pm 0.44$  and  $12.62 \pm 0.35$  mg L<sup>-1</sup>, respectively. The ABTS method followed the same trend demonstrating that the antioxidant capacity is higher in wine than in musts. For the anthocyanins, flavonoids and polyphenols a similar behavior was observed. The increase of antioxidant compounds is directly related to the maceration process.

**Keywords:** antioxidant, ABTS, DPPH, phenols, must, wine.

## 1. Introducción

Los antioxidantes o la capacidad antioxidante contenida en un producto han tomado importancia en la elaboración de alimentos saludables (1). Dentro de los antioxidantes se pueden encontrar los polifenoles. Estos se encuentran en las diferentes partes de la planta y juegan un rol de protección contra enfermedades, plagas y condiciones ambientales adversas. Se generan como una respuesta al estrés. Mientras más tensión se propague en la planta, mayor proporción de polifenoles son sintetizados. Es relevante considerar, que cada variedad o cultivar tiene una composición fenólica determinada, la cual está fuertemente condicionada por factores agronómicos y/o ambientales, como ataque de hongos, déficit de agua, radiaciones ultravioletas o variaciones de temperatura (2). Asimismo, los diversos procesos aplicados a la producción de mosto y vino, influyen de diferente manera en la concentración de antioxidantes que contiene el producto final. De la misma forma que los polifenoles entregan protección y son beneficiosos para la planta o fruto que los contiene, al consumirlos pueden ayudar al tratamiento y prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, que son una de las principales causantes de

muerres a nivel nacional y mundial. Está comprobado científicamente, que la ingesta frecuente de productos que contienen antioxidantes puede ser de gran ayuda para la prevención y/o tratamiento de cáncer (3) una de las principales causas de muerte en todo el mundo (a nivel nacional en el 2008 causó 7,6 millones de defunciones, aproximadamente un 13% del total, y se estima que en los próximos 10 años morirán otros 84 millones), diabetes, hipertensión, entre otras, que afectan a una gran proporción de la población mundial.

Se ha podido comprobar a través de diversos estudios, que *Vitis vinífera* es una de las plantas que presenta altos índices de antioxidantes en sus diferentes partes sólidas. Por ello se plantea que una mejora en el proceso de extracción de polifenoles a través de un mayor contacto entre las fases líquida y sólida aumenta la capacidad antioxidante del jugo de uva, pudiendo tener un producto de mayor valor comercial.

El objetivo de este trabajo es determinar la capacidad antioxidante de vinos tintos y sus respectivos mostos provenientes de uva de las variedades Cabernet Sauvignon, País y Syrah. Además cuantificar la presencia de polifenoles totales, antocianinos totales y flavonoides totales en vinos y sus respectivos mostos, comparar la capacidad antioxidante entre los vinos y sus mostos y determinar si existe correlación entre ellos y proponer una nueva y optimizada metodología de extracción de antioxidantes para mostos.

## **2. Materiales y métodos**

### *2.1 Materia prima*

Las uvas, cosecha de 2014, fueron donadas por la Sociedad Viña Zamora Ltda., ubicada en el valle interior de la comuna de San Nicolás en la Región del Biobío, Chile y corresponden a los cultivares País, Cabernet Sauvignon y Syrah. Éstas fueron procesadas mediante una prensa neumática de la cual se obtuvieron el mosto sin enriquecer con antioxidantes y la piel con semillas que fueron almacenados a  $-22^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis. Paralelamente otra fracción del mosto siguió su proceso fermentativo en la Sociedad Viña Zamora Ltda. hasta obtener el vino final.

### *2.2 Extracción optimizada*

La extracción optimizada se realizó a través de la molienda de la piel con las semillas (1-2 mm) y posterior mezclado con el mosto no enriquecido en una proporción de 1:8 en un sistema con agitación continua a una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  por 6 horas. Luego se filtró para eliminar la mayor cantidad de sólidos suspendidos, obteniendo un jugo rico en antioxidantes provenientes de la piel y semillas, y una torta de residuos.

### *2.3 Índice de polifenoles totales (IPT)*

Los polifenoles están formados por una o más moléculas de fenol y contribuyen a las características organolépticas del vino. Los compuestos fenólicos del vino incluyen los ácidos fenólicos cumarínico, cinámico, cafeico, gentísico, ferúlico y vanílico, entre otros. Estos se oxidan por el reactivo Folin Ciocalteu (mezcla de ácido fosfotúngstico y fosfomolibdico), dando una coloración azul directamente proporcional al contenido de polifenoles y medible a 750 nm (4). Para realizar la determinación se diluyeron las muestras con agua destilada en proporción de 1:10, luego se introdujeron 0,5 mL muestra (vino o mosto, respectivamente), en un matraz aforado de 50 mL. Se agregaron 25 mL de agua destilada, 2,5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu y 10 mL de solución de carbonato

de sodio anhidro al 20% para finalmente aforar con agua destilada, agitar para homogeneizar la mezcla y dejarla 30 minutos en la oscuridad a temperatura ambiente para estabilizar la solución. Posteriormente se midió la absorbancia de las muestras versus el blanco, preparado con agua destilada en lugar de la muestra, en un espectrofotómetro (Specord Plus 200, Analytik Jena) a una longitud de onda de 750 nm. Se repitió el ensayo con estándares de ácido gálico de 0, 100, 150, 200, 300, 400, 500 y 600 mg L<sup>-1</sup> y se realizó una curva patrón donde los resultados se expresan en mg L<sup>-1</sup> de ácido gálico.

#### 2.4 Antocianinos monoméricos

Los antocianinos son un grupo de pigmentos rojos, morados y azules que se forman en la piel de la baya de uvas tintas y son responsables del color (5). Para determinarlos se preparó una solución, tampón pH 1,0, de cloruro de potasio de 0,025 M y una solución tampón, pH 4,5, de acetato de sodio de 0,4 M. Luego se introdujo una muestra de 0,1 mL (vino o mosto, respectivamente) en un matraz de 10 mL, se aforó hasta 10 mL con la solución tampón de cloruro de potasio, pH 1,0 de 0,025 M y se midió la absorbancia a 510 nm y 700 nm mediante espectrofotómetro (Specord Plus 200, Analytik Jena). A continuación se introdujo una muestra de 0,1 mL (vino o mosto, respectivamente) en un matraz de 10 mL, se aforó hasta 10 mL con una solución tampón de acetato de sodio, pH 4,5 de 0,4 M y se midió la absorbancia de la solución a 510 nm y 700 nm mediante espectrofotómetro (Specord Plus 200, Analytik Jena). Los resultados se expresan en mg L<sup>-1</sup> de cianidin-3-glucoside y se calculan mediante la fórmula:

$$\text{Antocianinos} = \frac{(A)(MW)(DF)(10^3)}{(\epsilon)(l)} \quad \text{Ecuación (1)}$$

donde:

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH\ 1,0} - (A_{510} - A_{700})_{pH\ 4,5}$$

MW = peso molecular = 449,2 g mol<sup>-1</sup> para cianidin -3-glucoside.

DF = Factor de dilución.

l = Espesor de la cubeta en cm.

ε = 26900 coeficiente de extinción molar L mol<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> para cyd – 3 – glu.

10<sup>3</sup> = Factor de conversión de g a mg.

#### 2.5 Flavonoides totales

Los flavonoides inciden sobre las características organolépticas del producto, tienen propiedades beneficiosas para la salud humana y otorgan la propiedad de astringencia a los vinos tintos (6). Se tomaron 0,5 mL de mosto sin diluir y 0,5 mL de vino diluido con agua destilada (1:10), cada muestra se introdujo en un matraz de 10 mL. Luego se le añadió 0,3 mL de NaNO<sub>2</sub> 5% p/v al matraz, después de 5 minutos 0,6 mL de AlCl<sub>3</sub> 10% p/v, después de 6 minutos más se agregó 2 mL de NaOH 1M para finalmente aforar con agua destilada. A continuación se determinó la absorbancia de la muestra a 510 nm contra el blanco (agua). Además se realizó una curva patrón utilizando un estándar de catequina en concentraciones de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500 y 1000 mg L<sup>-1</sup>. La concentración se determinó a través de la curva y se expresa en mg L<sup>-1</sup> de catequina.

## 2.6 Test de capacidad antioxidante según el método ABTS

El radical ABTS se genera por una reacción de oxidación del ABTS (2,2'-azino-bis-(3-etil benzotiazolin -6- sulfonato de amonio) con persulfato de potasio. La capacidad antioxidante de las muestras se interpreta como la absorbancia, correspondiente a la disminución del color de la muestra al reaccionar directamente con el radical ABTS (7), para ello se preparó la solución de ABTS puro, tomando 193 mg de ABTS que fueron disueltos en 250 mL de etanol llegando a una concentración de 7 mM. En forma paralela se preparó una solución de persulfato de potasio de concentración de 2,4 mM. A continuación se mezclaron 10 mL de ABTS y 20 mL de persulfato de potasio, para formar el radical ABTS y se dejó reposar durante 16 horas en la oscuridad a temperatura ambiente para producir la reacción completa. Tras obtener el radical ABTS, se diluyó con etanol al 96% hasta obtener una absorbancia de 0,70 ( $\pm 0,02$ ), a una longitud de onda de 734 nm. Se preparó una disolución de Trolox en etanol al 96% de 6,4 mM luego se tomaron las muestras de vino y mosto y se centrifugaron por 10 minutos a 2000 rpm. El Trolox de 6,4 mM fue diluido en etanol (1:50) para poder efectuar las mediciones, posteriormente, se mezclaron 2 mL de radical ABTS con 20  $\mu$ L de Trolox y se procedió a medir su absorbancia al inicio y al cabo de 6 minutos. Se repitió la misma operación, pero esta vez mezclando 2 mL de radical ABTS con 20  $\mu$ L de muestra de vino y mosto respectivamente. Se obtiene la actividad antioxidante total (ATT), mediante la fórmula:

$$ATT = \frac{(6 \text{ mM Trolox}) (\Delta A \text{ blanco} - \Delta A \text{ muestra})}{(\Delta A \text{ blanco} - \Delta A \text{ Trolox})} \quad \text{Ecuación (2)}$$

donde:

$\Delta A$ :  $A_2 - A_1$  del blanco, de la muestra o del Trolox 6,0 mM.

$A_1$ : Absorbancia a 734 nm al inicio de la reacción.

$A_2$ : Absorbancia a 734 nm a los seis minutos de la reacción.

El resultado se expresa en equivalentes Trolox ( $\text{mM L}^{-1}$ ).

## 2.7 Test de capacidad antioxidante según el método de DPPH

El fundamento del método fue desarrollado por Brand-Williams et al. (8), consistiendo en que el radical DPPH tiene un electrón desapareado y presenta un color azul-violeta, que se decolora hacia amarillo pálido por su reacción ante la presencia de una sustancia antioxidante. El procedimiento se realizó según el método descrito por Villaño et al. (9), donde cada muestra de vino y mosto se centrifugó por 10 minutos a 2000 rpm para separar los sólidos en suspensión, a continuación se realizó una dilución de las muestras de vino hasta un 2,5% y de los mostos hasta un 5%. De la muestra diluida se tomaron 0,1 mL y se añadieron a 3,9 mL de solución de DPPH en metanol ( $25 \text{ mg L}^{-1}$ ), esta solución se dejó reaccionar en la oscuridad por 30 minutos. Luego se midió la absorbancia de cada muestra a 515 nm usando metanol como blanco. Todas las mediciones se realizaron en duplicado. Para poder obtener los resultados se generó una curva de calibración, usando Trolox a diferentes concentraciones en reemplazo de la muestra. Las concentraciones de Trolox utilizadas fueron 0, 100, 200, 300, 400 y 500  $\text{mg L}^{-1}$ . Los resultados se expresan en equivalentes de Trolox (TEAC). El valor de TEAC del vino expresa la concentración de una solución de Trolox cuya actividad de antioxidante es equivalente a la presente en la muestra y se obtiene interpolando el decrecimiento en absorbancia (correspondiente a la muestra de vino) en la curva de calibración.

## 2.8 Análisis estadístico

Los resultados se analizaron a través del test ANOVA y prueba de Tukey para determinar el grado de diferencia existente entre los datos obtenidos, utilizando un nivel de significancia de 0,05.

Para establecer si existe o no correlación entre el IPT, antocianinos monoméricos y flavonoides totales con los radicales ABTS y DPPH, se utilizó la prueba bivariada y la prueba de Pearson. Para todos los test se utilizó el programa estadístico, IBM SPSS Statistics 20.

## 3. Resultados y/o Discusión

Según el análisis estadístico para el IPT en el mosto se puede observar que entre las variedades País y Cabernet Sauvignon no existe diferencia significativa, en cambio la variedad Syrah es estadísticamente diferente a las dos variedades anteriores. En el vino hay diferencia significativa entre las tres variedades País, Cabernet Sauvignon y Syrah. Si se comparan los resultados obtenidos entre el mosto y el vino para cada una de las variedades, se puede apreciar que los polifenoles totales, presentan en el mosto valores de  $787 \pm 157$ ;  $613 \pm 55$  y  $1148 \pm 111$  mg L<sup>-1</sup>, los cuales son considerablemente menores que en el vino, con  $3189 \pm 237$ ;  $1885 \pm 37$  y  $2317 \pm 55$  mg L<sup>-1</sup> para las variedades País, Cabernet Sauvignon y Syrah, respectivamente (Tabla 1). La constante evolución de los polifenoles totales ha sido demostrada en numerosos estudios (10, 11), los cuales demuestran que a través del tiempo la concentración de polifenoles totales en vino tinto va en aumento debido al contacto sólido / líquido de la piel y semillas con el mosto.

Tabla 1. Concentración de polifenoles totales, antocianinos monoméricos, flavonoides totales y capacidad antioxidante de mostos y vinos (n=3).

Análisis		País	Cabernet Sauvignon	Syrah
Polifenoles totales [mg L <sup>-1</sup> ]	Mosto	786,6 ± 156,6 <sup>a</sup>	613,0 ± 54,5 <sup>a</sup>	1148,0 ± 111,0 <sup>b</sup>
	Vino	3188,5 ± 237,4 <sup>a</sup>	1884,8 ± 37,3 <sup>b</sup>	2317,1 ± 55,2 <sup>c</sup>
Antocianinos monoméricos [mg L <sup>-1</sup> ]	Mosto	106,9 ± 32,0 <sup>a</sup>	10,6 ± 2,6 <sup>b</sup>	12,8 ± 3,5 <sup>b</sup>
	Vino	97,4 ± 5,9 <sup>a</sup>	178,7 ± 26,0 <sup>b</sup>	59,6 ± 3,9 <sup>c</sup>
Flavonoides totales [mg L <sup>-1</sup> ]	Mosto	368,9 ± 81,7 <sup>a</sup>	172,9 ± 22,5 <sup>a</sup>	415,6 ± 295,6 <sup>a</sup>
	Vino	1262,1 ± 31,1 <sup>a</sup>	1729,4 ± 224,5 <sup>b</sup>	4156,0 ± 2976,3 <sup>c</sup>
DPPH [TEAC]	Mosto	6,2 ± 0,1 <sup>a</sup>	6,5 ± 1,3 <sup>a</sup>	7,3 ± 0,3 <sup>a</sup>
	Vino	11,6 ± 1,3 <sup>a</sup>	19,5 ± 0,4 <sup>b</sup>	12,6 ± 0,4 <sup>a</sup>
ABTS [mM L <sup>-1</sup> ]	Mosto	1,2 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,0 ± 0,9 <sup>b</sup>
	Vino	16,2 ± 2,2 <sup>a</sup>	24,5 ± 3,5 <sup>b</sup>	16,3 ± 0,8 <sup>a</sup>

Valores con letras diferentes en la misma fila indica diferencia significativa ( $\alpha=0,05$ ).

El análisis estadístico para los antocianinos monoméricos de las variedades Cabernet Sauvignon y Syrah no presenta diferencia significativa entre sus datos, en cambio País si la presenta con las variedades mencionadas. En el vino, se aprecia que las variedades País y Syrah no presentan diferencias significativas, en cambio Cabernet Sauvignon si la tiene con las dos variedades anteriores. Si se analiza el mosto y el vino por separado, se observa

que la variedad que presenta una mayor concentración de antocianinos monoméricos, es País para el mosto y Cabernet Sauvignon para el vino. En los antocianinos monoméricos se observa un comportamiento similar a los polifenoles, con excepción de la variedad País, que en lugar de aumentar su concentración al pasar de mosto a vino, disminuyó de  $107 \pm 32 \text{ mg L}^{-1}$  a  $97 \pm 5,9 \text{ mg L}^{-1}$ ; según Vila, (12), luego del sulfitado, los iones  $\text{HSO}_3^-$  se combinan con los antocianinos de forma reversible, lo que provoca la existencia de una decoloración (Tabla 1). Se ha reportado que la mayor tasa de extracción de antocianinas en un vino se encuentra en los primeros cuatro a seis días de fermentación (13), posteriormente la concentración se mantiene prácticamente constante (14).

Los flavonoides totales siguen una tendencia creciente para las tres variedades si se compara cada mosto con su respectivo vino, teniendo valores de  $369 \pm 82$ ;  $173 \pm 22$  y  $416 \pm 296 \text{ mg L}^{-1}$  para las variedades País, Cabernet Sauvignon y Syrah en el mosto y  $1262 \pm 31$ ;  $1729 \pm 225$  y  $4156 \pm 2976 \text{ mg L}^{-1}$  para las mismas variedades en el vino (Tabla 1). En el caso de los flavonoides totales se puede ver que para las tres muestras de mosto, no hay diferencia significativa ocurriendo lo contrario entre las muestras de vino de las tres variedades. La concentración de flavonoides totales refleja la misma tendencia de aumentar su concentración en el vino con respecto al mosto, debido al proceso de maceración, se ha reportado al igual que los antocianinos totales, que la mayor extracción ocurre en los primeros días de maceración (15).

Las grandes diferencias en concentración de polifenoles totales, antocianinos monoméricos y flavonoides totales existentes entre los mostos y los vinos, se explicarían principalmente por los distintos procesos aplicados en su producción debido a que las sustancias antioxidantes se encuentran principalmente en la piel y las semillas de la uva. Además de los polifenoles totales, antocianinos monoméricos y flavonoides totales, dentro de los antioxidantes presentes en la uva existen otros componentes fenólicos en concentraciones reducidas, que de igual forma tienen participación en las funciones vitales del fruto y son un aporte a la nutrición de los consumidores. Los métodos, ABTS y DPPH entregan la capacidad antioxidante total de las muestras y al comparar los resultados de los mostos y los vinos, se observa en ambos la misma tendencia de los compuestos fenólicos donde en los vinos las concentraciones aumentan.

A través del radical DPPH, se puede apreciar que entre las muestras de mosto no existen diferencias significativas. En los vinos entre las variedades País y Syrah tampoco existe diferencia significativa, al contrario de lo que ocurre entre ellas y la variedad Cabernet Sauvignon, que es significativamente diferente respecto a las variedades mencionadas anteriormente.

Es posible comparar los resultados de DPPH obtenidos en los vinos analizados con los provenientes de otras cosechas, según Granato et al. (16), la actividad antioxidante promedio en vinos Cabernet Sauvignon, expresada como % "scavenging activity", es de un 57,00% equivalente a 19,00 TEAC en vinos chilenos, en vinos brasileros es de un 57,92%, equivalente a 19,30 TEAC y en vinos argentinos es de un 59,36%, equivalente a 19,70 TEAC. Por ende, el vino Cabernet Sauvignon analizado ( $19,46 \pm 0,44 \text{ TEAC}$ ) presentó resultados similares de actividad antioxidante a lo reportado en la literatura (Granato et al., 2011), mientras que los vinos País y Syrah presentaron resultados inferiores ( $11,62 \pm 1,30 \text{ TEAC}$ ) y ( $12,62 \pm 0,35 \text{ TEAC}$ ).

Con la metodología del radical ABTS, se establece que en el mosto, entre las variedades País y Cabernet Sauvignon no existe diferencia significativa, en cambio la variedad Syrah si la tiene con las variedades anteriores. Para las muestras de vino se observa que entre las variedades País y Syrah, estadísticamente no existe diferencia significativa, en cambio entre estas y la variedad Cabernet Sauvignon, si la hay, siendo la variedad Cabernet Sauvignon la de mayor capacidad antioxidante.

La capacidad antioxidante por los radicales DPPH y ABTS muestra un aumento desde el mosto al vino para todas las variedades, cuyo cambio se encuentra directamente influenciado por el proceso de maceración del vino.

### 3.1 Correlación entre capacidad antioxidante y concentración de componentes

Los resultados se obtienen tomando en conjunto todos los datos de las tres variedades analizadas, siendo un total de 9 datos.

Según la correlación establecido por el método de Pearson DPPH y polifenoles totales en las muestras de mosto presentan un valor de +0,48 e indica que no existe una correlación significativa, en cambio en el vino se obtiene una correlación de -0,79 que implica que la correlación existente entre ambas variables es significativa, pero inversa, es decir, a medida que aumenta una variable, la otra disminuye. Si se compara los resultados con los obtenidos en literatura, se puede ver que estos no concuerdan, ya que se han encontrado correlaciones positivas (17). Sin embargo, se puede deducir que este resultado no es erróneo, ya que la correlación de ABTS y polifenoles sigue la misma tendencia de una correlación negativa de -0,71 la cual igualmente es significativa.

El radical ABTS y polifenoles totales presentaron una correlación de +0,83 la cual es significativa y positiva, es decir, altos niveles de capacidad antioxidante implican altos niveles de polifenoles totales.

Tabla 2. Correlación entre la capacidad antioxidante y la concentración de polifenoles totales, antocianinos monoméricos y flavonoides totales para mosto y vino (n=9).

Correlación	Coeficiente de correlación de Pearson	
	Mosto	Vino
DPPH – Polifenoles totales	+0,48	-0,79
DPPH – Antocianinos monoméricos	-0,39	+0,85
DPPH – Flavonoides totales	+0,17	+0,97
ABTS – Polifenoles totales	+0,83	-0,71
ABTS – Antocianinos monoméricos	-0,37	+0,79
ABTS – Flavonoides totales	+0,52	+0,85

El análisis entre DPPH y antocianinos en el mosto obtiene un valor de -0,39 el cual muestra una correlación inversa y no significativa, ocurriendo lo mismo entre ABTS y antocianinos, con un valor de -0,37.

En el vino ocurre lo contrario que en el mosto, DPPH y antocianinos presentan una correlación de +0,85, y ABTS y antocianinos una correlación de +0,79, siendo ambas positivas y significativas, lo que significa que a medida que aumentan los antocianinos aumenta la capacidad antioxidante, demostrando que dentro de los antioxidantes presentes en el vino, los antocianinos tienen un mayor aporte.

La correlación existente entre DPPH y flavonoides, en el mosto es de +0,17 y entre ABTS y flavonoides de +0,52; estos valores son positivos pero no representan una correlación significativa entre las variables. Ocurre lo contrario en el vino, que para DPPH y flavonoides tiene una correlación de +0,97; siendo éste un valor muy cercano a +1,00 el cual es altamente significativo y para ABTS y flavonoides se obtiene una correlación de +0,85 que también es positiva y significativa, es decir, a altos niveles de ABTS altos niveles de flavonoides, quedando de manifiesto, que del mismo modo que para los antocianinos, los flavonoides tienen una significativa participación en la capacidad antioxidante que presentan los vinos.

### 3.2 Extracción optimizada

Los resultados de los análisis de la extracción optimizada muestran que para el IPT existen diferencias significativas entre los resultados de las tres variedades de mosto, para antocianinos monoméricos la variedad País es estadísticamente diferente de las otras dos, no así Cabernet Sauvignon con Syrah que prácticamente cuatriplican el resultado de País. En cambio para los flavonoides totales no existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las tres variedades.

Debido a la correlación positiva y significativa encontrada entre ABTS y polifenoles totales (tabla 2) en mostos, se utilizó solo la metodología ABTS para determinar la capacidad antioxidante en el mosto enriquecido, la cual establece que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las tres variedades analizadas.

Tabla 3. Propiedades antioxidantes y fenólicas de mostos con extracción optimizada (n=3).

Análisis	País	Cabernet Sauvignon	Syrah
Polifenoles totales [mg L <sup>-1</sup> ]	1894,8 ± 98,5 <sup>a</sup>	2608,1 ± 83,3 <sup>c</sup>	2184,8 ± 43,6 <sup>b</sup>
Antocianinos monoméricos [mg L <sup>-1</sup> ]	12,0 ± 1,4 <sup>a</sup>	50,0 ± 0,4 <sup>b</sup>	50,3 ± 0,9 <sup>b</sup>
Flavonoides totales [mg L <sup>-1</sup> ]	2211,9 ± 181,0 <sup>a</sup>	2219,0 ± 511,1 <sup>a</sup>	1987,3 ± 181,4 <sup>a</sup>
ABTS [mML <sup>-1</sup> ]	50,8 ± 3,3 <sup>a</sup>	50,7 ± 9,3 <sup>a</sup>	55,7 ± 6,1 <sup>a</sup>

Valores con letras diferentes en la misma fila indica diferencia significativa ( $\alpha=0,05$ ).

En la extracción optimizada se demuestra que el contacto de la piel y semillas con el mosto, y la aplicación de calor a 60°C de temperatura con agitación constante facilita la migración de los diferentes compuestos antioxidantes al mosto, produciendo su enriquecimiento. En otro estudio se logró demostrar (18) que la aplicación de calor a temperatura más baja (60 °C durante 60 min) en comparación con una temperatura más alta y período más corto (80 °C durante 3 min) produce más compuestos fenólicos en el vino, lo que indica que la duración del contacto entre el orujo y el jugo es un factor importante para la extracción de fenoles. Esto indica que el proceso de difusión sería limitante. El aumento de los compuestos fenólicos se puede explicar con el hecho de que el calor destruye las membranas celulares, liberando los pigmentos, taninos y diferentes sustancias fenólicas en el mosto.

La extracción optimizada obtuvo valores más altos de los diferentes compuestos analizados en comparación con el mosto sin enriquecer, alcanzando valores similares y en algunos casos superiores a los logrados en el vino, como queda reflejado en la capacidad antioxidante medida por el radical ABTS.

## 4. Conclusiones

La mayor capacidad antioxidante del vino está relacionada con la mayor concentración de antocianinos y flavonoides en éste, y no por los polifenoles como se puede apreciar en la correlación existente entre ABTS y polifenoles totales, y DPPH y polifenoles totales que son inversamente proporcionales. Es posible mejorar el proceso de extracción de compuestos fenólicos a través del contacto sólido - líquido de la piel con el mosto por un tiempo corto a alta temperatura, impidiendo así la fermentación y obteniendo un producto rico en antioxidantes. Todas las cepas mejoraron su composición fenólica e incluso superaron valores encontrados en el vino, como es el caso de la capacidad antioxidante determinada por el radical ABTS.

## Agradecimientos

Innova Biobío 12.36-EM.TES (12.158) FONDEF VIU 120010 Sociedad Viña Zamora Ltda.

## Referencias

1. Monagas, M., B. Hernández-Ledesma, C. Gómez-Cordovés and B. Bartolomé. Commercial Dietary Ingredients from *Vitis vinífera* L. Leaves and Grape Skins: Antioxidant and Chemical Characterization. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, 54,319-327.
2. Catania, C. y S. Avagnina. Implicancias organolépticas de los polifenoles del vino. Curso Superior de Degustación de vinos. EEA Mendoza. INTA, 2007.
3. Cáncer. Nota descriptiva N°297. Organización Mundial de la Salud [en línea]. Febrero de 2014. [Consultado 28 Diciembre 2014]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/es/>
4. Singleton, V.L., R. Orthofer and R.M. Lamuela-Raventós. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 1999, 299, 152-178.
5. Lee, J., R.W. Durst and R.E. Wrolstad. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *J. AOAC (Asoc. Off. Anal. Chem.) Int.*, 2005, 88(5), 1269-1278.
6. Zhishen, J., T. Mengcheng and W. Jianming. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.*, 1999, 64(4), 555-559.
7. Rebolo-López, S. Estudio de la composición polifenólica de vinos tintos gallegos con D.O.: Ribeiro, Valdeorras y Ribeira Sacra. Universidad de Santiago de Compostela, 2007.
8. Brand-Williams, W., M. Cuvelier and C. Berset. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 1995, 28(1), 25-30.
9. Villaño, D., M.S. Fernández-Pachón, A.M. Troncoso and M.C. García-Parrilla. Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines. *Food Chem.*, 2006, 95(3), 394-404.
10. Burns, J., P. Gardner, D. Matthews, G. Duthie, M. Lean and A. Crozier. Extraction of Phenolics and Changes in Antioxidant Activity of Red Wines during Vinification. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49, 5797–5808.
11. Plavsá, T., N. Jurinjak, D. Antunovic, D. Persuric and K. Kovacevic Ganic. Influence of Skin Maceration on Red Wine Phenolics, *Food Technol. Biotechnol.*, 2012, 50(2), 152–158.
12. Vila, H. Efecto del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malbec. Tesis, Maestría de Viticultura y Enología. Universidad Nacional de Cuyo, 2002.
13. Balík, J. Dynamics of changes in total anthocyanins during the fermentative maceration of grapes. *Hort. Sci. (Prague)*, 2006, 33(3), 103–107.
14. Gómez-Plaza, E., R. Gil-Muñoz, J. López-Roca, A. Martínez-Cutillas and J. Fernández-Fernández. Phenolic Compounds and Color Stability of Red Wines: Effect of Skin Maceration Time. *Am. J. Enol. Vitic.*, 2001, 52(3), 266-270.

15. Ivanova, V., B. Vojnoski, and M. Stefova. Effect of winemaking treatment and wine aging on phenolic content in Vranec wines. *J Food Sci Technol.*, 2012, 49(2), 161–172.
16. Granato, D., F. Uchida and I. Alves de Castro. Phenolic composition of South American red wines classified according to their antioxidant activity, retail price and sensory quality. *Food Chem.*, 2011, 129(2), 366–373.
17. Paixão, N. R. Perestrelo, J. Marqués and J. Câmara. Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rosé and white wines. *Food Chem.*, 2007, 105, 204–214.
18. Atanackovic, M., A. Petrovic, S. Jovic, L. Gojkovic-Bukarica, M. Bursac and J. Cvejic. Influence of winemaking techniques on the resveratrol content, total phenolic content and antioxidant potential of red wines. *Food Chem.*, 2012, 131, 513–518.