

## Efecto de técnicas alternativas de maceración sobre el color y composición de vinos tintos de seis variedades de uva

González-Neves Gustavo<sup>1</sup>, Favre Guzmán<sup>1</sup>, Piccardo Diego<sup>1</sup>, Ferrer Milka<sup>1</sup>, Echeverría Gerardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Garzón 780, 12900 Montevideo, Uruguay.  
Correo electrónico: gustavogn@fagro.edu.uy

Recibido: 27/12/14 Aceptado: 20/4/15

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el color y la composición polifenólica de vinos tintos de seis variedades: Merlot, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Syrah, Marselan y Tannat. Se comparó el efecto de una vinificación por maceración tradicional con el de una vinificación con extracción diferida de antocianos y maceración extendida (EDA+ME). Los vinos fueron elaborados en dos años consecutivos, realizando dos repeticiones de cada técnica por variedad. Se consideraron las dos cosechas en Tannat, Merlot, Cabernet Franc y Marselan (2013 y 2014), y una cosecha (2013) en Syrah y Cabernet Sauvignon. Las técnicas de vinificación modificaron los contenidos fenólicos de los vinos. La vinificación por EDA+ME determinó menores contenidos de antocianos y menor intensidad colorante en la mayoría de los vinos. Sin embargo, la EDA+ME incrementó significativamente la presencia de taninos de bajo peso molecular, lo cual puede tener un impacto relevante en la estabilidad futura del color así como en otras características sensoriales de los vinos. La variedad de uva fue el factor que incidió en mayor medida en las características de los vinos, más allá de las diferencias determinadas por las técnicas de vinificación y por el grado de madurez de las uvas empleadas en cada caso.

**Palabras clave:** polifenoles, antocianos, Tannat, Marselan, Merlot

### Summary

## Effect of Alternative Techniques of Maceration on the Color and Composition of Red Wines of Six Grape Varieties

The aim of this study was to evaluate the color and phenolic composition of the red wines of six varieties: Merlot, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Syrah, Marselan and Tannat. The effects of a winemaking by traditional maceration, and a winemaking by delayed extraction of anthocyanins and extended maceration (EDA+ME) were compared. The wines were produced in two consecutive vintages, performing two replicates of each winemaking procedure for each variety. Tannat, Merlot, Cabernet Franc and Marselan were vinified in both years (2013 and 2014), while Syrah and Cabernet Sauvignon were considered in one year (2013). The winemaking techniques modified the phenolic content of wines. The winemaking by EDA+ME gave lower contents of anthocyanins and less color intensity in most of wines. However, the EDA+ME significantly increased the presence of low molecular weight tannins, which can have a significant impact on the future stability of color and other sensory characteristics of wines. The grape variety was the factor that influenced more on the characteristics of wines, beyond the differences determined by the vinification techniques and the degree of maturity of the grapes used in each case.

**Keywords:** polyphenols, anthocyanins, Tannat, Marselan, Merlot

## Introducción

El color es el primer atributo sensorial percibido por los consumidores, a los que puede predisponer en la valoración de los demás atributos de un vino. El color de los vinos tintos depende de moléculas de naturaleza polifenólica, entre las que se destacan los antocianos, pigmentos característicos de las uvas tintas y derivados de estos. Los polifenoles se producen en el metabolismo secundario y se acumulan en distintos órganos de la planta de vid, siendo extraídos de las bayas durante la vinificación. Estos compuestos determinan el color, astringencia y amargor de los vinos, incidiendo también en otros aspectos relacionados con su sabor y aroma. Participan en múltiples reacciones, que determinan profundos cambios en la composición y propiedades de los vinos durante su conservación y eventual crianza (Cheynier *et al.*, 2006; Fulcrand *et al.*, 2006). Además, los polifenoles son considerados los principales componentes bioactivos de los vinos, debido a sus propiedades nutricionales y farmacológicas (Yang *et al.*, 2009; Rastija, 2011).

La extracción de polifenoles de los hollejos y las semillas de la uva en la vinificación en tinto tradicional se realiza durante la maceración, que se desarrolla en simultáneo con la fermentación alcohólica. El color de los vinos va a depender de los pigmentos extraídos de la uva y de los que se originen durante la vinificación, conservación y crianza. Los antocianos participan en reacciones de condensación y adición con los taninos y con compuestos que se producen en la fermentación alcohólica (como el ácido pirúvico y el acetaldehído), originando nuevos pigmentos, de color diferente al de los antocianos originales. Estas moléculas tienen también mayor estabilidad, por lo que van a ser los pigmentos de los vinos tintos añejos, junto a moléculas poliméricas que se forman a partir de las condensaciones entre antocianos y taninos (Sacchi *et al.*, 2005; Cheynier *et al.*, 2006; Fulcrand *et al.*, 2006). La riqueza en antocianos y taninos favorece las condensaciones entre ambos promovidas por el acetaldehído y la posterior formación de pigmentos poliméricos (Vrhovsek *et al.*, 2002; Canals *et al.*, 2005; Sacchi *et al.*, 2005; Cheynier *et al.*, 2006; Fulcrand *et al.*, 2006).

En las maceraciones cortas, y sobre todo en la fase pre-fermentativa, se prioriza la extracción de los antocianos, que son fácilmente solubles en agua, frente a la de los taninos, poco solubles en medios acuosos y más solubles en presencia de etanol. En las maceraciones largas (extendidas) se prolonga el contacto entre las partes sólidas de la uva y el vino en la etapa post-fermentativa, con lo que se

promueve la extracción de taninos de las semillas, promoviendo sus condensaciones con los antocianos (Vrhovsek *et al.*, 2002; Canals *et al.*, 2005; Sacchi *et al.*, 2005; Cheynier *et al.*, 2006; Fulcrand *et al.*, 2006). Todos estos compuestos pueden volver a fijarse en los hollejos y las semillas, si el contacto con estos es prolongado (Gómez-Plaza *et al.*, 2000; Zimman y Waterhouse, 2002). El pH, la concentración de etanol y la temperatura del mosto son los factores fundamentales que afectan la extracción de polifenoles de hollejos y semillas, y las reacciones en las que los mismos participan (Canals *et al.*, 2005; Sacchi *et al.*, 2005; Koyama *et al.*, 2007; Casassa *et al.*, 2013a).

Considerando el efecto selectivo sobre la extracción de los componentes de la uva determinado por las condiciones de maceración, se han propuesto diversas técnicas alternativas de vinificación. El objetivo procurado en la mayor parte de ellas es modificar las condiciones de extracción de los polifenoles desde la uva y las relaciones entre los distintos tipos de compuestos, intentando incidir en las reacciones en que estos participan (Sacchi *et al.*, 2005). Entre estas técnicas se encuentra la llamada extracción diferida de antocianos, que procura retardar la difusión de los componentes de los hollejos en el mosto y suministrar menores cantidades de oxígeno en las primeras etapas de la vinificación, de manera de proteger particularmente a los antocianos de los fenómenos de oxidación (Bosso *et al.*, 2004). A su vez, el retraso en la extracción de estos compuestos busca promover su participación en las reacciones de adición con metabolitos de las levaduras y de condensación con taninos, que generan pigmentos más estables en el tiempo (Bosso *et al.*, 2004, 2009).

En trabajos precedentes de nuestro grupo se verificó el impacto de la extracción diferida de antocianos en el color y composición de vinos Tannat (González-Neves *et al.*, 2010, 2012). Esta variedad se caracteriza por su gran riqueza polifenólica, con elevados contenidos de antocianos y taninos (González-Neves *et al.*, 2004, 2006; Boido *et al.*, 2011). Esta composición le confiere un potencial muy interesante para la obtención de vinos de muy buen color, con cuerpo y estructura potentes, aptos para ser consumidos como vinos jóvenes pero también para el envejecimiento (González-Neves *et al.*, 2006, 2010, 2012; Boido *et al.*, 2011).

Otras variedades de uva pueden tener un importante rol como alternativas y/o complementarias a Tannat, para la producción de vinos tintos de media a alta gama. Es así que en este trabajo se consideraron las seis principales variedades de *Vitis vinifera* implantadas en Uruguay (INAVI, 2014).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de procedimientos alternativos de vinificación sobre el color y la composición polifenólica de vinos tintos de las variedades Merlot, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Syrah, Marselan y Tannat. Se comparó una maceración tradicional (MT) con una alternativa que procuró modificar las relaciones entre antocianos y taninos, al variar la extracción de componentes de los hollejos en la etapa prefermentativa y primeras fases de la fermentación alcohólica y realizar una etapa de maceración post-fermentativa más larga (EDA+ME).

### Materiales y métodos

Los vinos fueron elaborados en las cosechas 2013 y 2014. Se elaboraron vinos de las variedades Tannat Merlot, Cabernet Franc y Marselan en los dos años, y vinos de Cabernet Sauvignon y Syrah solamente en 2013, ya que el mal estado sanitario de las uvas de estas variedades impidió vinificarlas en el año 2014. Los vinos de cada variedad fueron elaborados mediante una vinificación con extracción diferida de antocianos y maceración extendida (EDA+ME), como alternativa a la vinificación por maceración tradicional (MT).

Se emplearon 70 kg de uva en cada vinificación, que se realizó con dos repeticiones por técnica. Las uvas fueron cosechadas en su madurez tecnológica (valores máximos de azúcares y mínimos de acidez total) y transportadas en

cajones plásticos de 20 kg. En la bodega fueron procesadas con una descobajadota-moledora Alfa 60 R (Italcom, Italia) y se depositaron en tanques de acero inoxidable de 100 litros de capacidad. Se realizó una prueba de homogeneidad de los mostos depositados en los cuatro tanques que se emplearon por ensayo, verificando que las densidades de los mismos no presentaran diferencias. Seguidamente se analizó la composición básica (sólidos solubles, acidez total y pH) de todos los mostos, de acuerdo con los métodos propuestos por OIV (2012). La densidad fue medida con un mostímetro (Dujardin-Salleron, Francia), los sólidos solubles se determinaron empleando un refractómetro Atago N1 (Atago, Japón) y el pH fue medido con un equipo Hanna HI8521 (Hanna instruments, Italia). Los valores promedio obtenidos para los mostos de cada variedad en cada año se expresan en el Cuadro 1.

Posteriormente se sembraron levaduras secas activas Natuferm 804 (OenoBioTech, Francia), en una dosis de 15 gramos por hectolitro. Se agregaron 5 g de anhídrido sulfuroso cada 100 kg de uva. Las temperaturas de fermentación fueron controladas entre 27 y 30°C.

En la maceración tradicional (MT) se definió la duración del encubado en función de las características de las uvas. Las maceraciones se realizaron durante siete días en Merlot, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc y Syrah, y ocho días en Tannat y Marselan. Durante las maceraciones se realizaron dos remontajes por día, seguidos de bazuqueos hasta hundir el «sombbrero». En las elaboraciones

**Cuadro 1.** Composición de las uvas de cada variedad en cada año.

Año	Variedad	Brix	Ac. Total	pH
2013	Syrah	20,0 ± 0,4	3,6 ± 0,1	3,53 ± 0,01
	Cab. Sauv.	19,8 ± 0,2	7,8 ± 0,2	3,40 ± 0,01
	Cab. Franc	22,1 ± 0,4	4,1 ± 0,1	3,48 ± 0,01
	Merlot	21,4 ± 0,2	4,1 ± 0,1	3,54 ± 0,04
	Marselan	21,9 ± 0,1	5,2 ± 0,1	3,47 ± 0,07
	Tannat	22,7 ± 0,1	5,5 ± 0,1	3,14 ± 0,03
2014	Cab. Franc	20,3 ± 0,1	3,4 ± 0,2	3,60 ± 0,03
	Merlot	18,0 ± 0,2	4,6 ± 0,1	3,47 ± 0,02
	Marselan	22,2 ± 0,1	4,3 ± 0,1	3,35 ± 0,02
	Tannat	23,2 ± 0,2	6,0 ± 0,2	3,27 ± 0,04

Medias ± desviaciones estándar. Brix = sólidos solubles (expresados en grados Brix); Ac. Total = acidez titulable (en g/L de ácido sulfúrico).

alternativas (EDA+ME) se postergó el inicio de los remontajes hasta que el mosto en fermentación contenía aproximadamente 5 % de etanol, manteniendo el encubado en la fase post-fermentativa, con una duración total de 15 días en todas las variedades.

En todos los mostos se controlaron la densidad y la temperatura dos veces por día, para verificar el desarrollo de las fermentaciones alcohólicas. Luego del descube, los orujos fueron prensados con una prensa manual de acero inoxidable y se juntaron los jugos de prensa y de gota. Los vinos se guardaron en recipientes de vidrio de 10 litros hasta el momento de su evaluación.

Los análisis de los vinos se hicieron a los tres meses de la vinificación, evaluando su composición básica, color y composición polifenólica. La composición básica se evaluó analizando los contenidos de alcohol, acidez total y volátil, pH y azúcares reductores, empleando un analizador de infrarrojo Winescan TM Autosampler 79000 (Foss, USA) y el software Foss Integrator versión 154 (Foss, Dinamarca).

El color fue evaluado mediante los índices enológicos tradicionales de Glories (1984) y los parámetros del Sistema CIELAB, de acuerdo con Ayala *et al.* (1997). La composición polifenólica global se evaluó empleando los índices espectrofotométricos clásicos. Los polifenoles totales se determinaron con el reactivo de Folin Ciocalteu, según Singleton y Rossi (1965); los antocianos totales según Ribéreau-Gayon y Stonestreet (1965); las catequinas a través del método de Swain y Hillis (1959) y las proantocianidinas de acuerdo con Ribéreau-Gayon y Stonestreet (1966). La reactividad de los taninos fue evaluada mediante el índice DMACH (reacción con el *p*-dimetilamino cinamaldehído), analizado según Vivas *et al.* (1994). El índice de polimerización de los taninos se calculó relacionando el índice DMA-CH con la concentración de proantocianidinas (DMACH/LA), de acuerdo con lo propuesto por Vivas *et al.* (1994).

Se realizaron dos repeticiones de cada análisis por muestra, luego de centrifugar los vinos a 3500 rpm durante tres minutos, empleando una centrífuga CENCOM II (Selecta, España). Todas las determinaciones se hicieron con un espectrofotómetro Cole Parmer S2100UV+ (Cole Parmer, USA), empleando celdas de vidrio de 1 mm de recorrido óptico para los análisis de color y celdas de vidrio de 1 cm para los análisis de polifenoles.

Los datos se analizaron estadísticamente utilizando Statgraphics Centurión XVI.II (StatPoint Technologies, USA). Se hicieron análisis de varianza y separaciones de medias mediante Tukey al 5 %, contrastando los vinos de las distintas variedades en cada año. Los vinos de cada variedad

producidos con cada técnica de vinificación se compararon mediante pruebas *t* de Student, con una significación del 5 %.

Se realizaron dos Análisis Discriminantes, empleando la variedad de uva como factor de clasificación. En uno se emplearon todas las variables analizadas, en tanto el otro se hizo paso a paso, con selección hacia adelante de las variables.

## Resultados y discusión

La composición básica de los vinos de las distintas variedades en los dos años se muestra en el Cuadro 2. No se observó un impacto importante de las dos técnicas alternativas de vinificación en la composición básica de los vinos. En cambio, hubo diferencias significativas entre los vinos de las distintas variedades y entre las dos cosechas de los vinos de algunas variedades.

En los vinos EDA+ME Cabernet Franc del 2013 y Tannat del 2014 se observan ligeros incrementos del pH (significativos estadísticamente), en comparación con los correspondientes MT, lo que estaría justificado por una mayor extracción de cationes desde las partes sólidas de la uva durante las maceraciones extendidas (Cuadro 2). Todos los vinos tuvieron valores de pH elevados, siendo en algunos casos excesivamente altos (Cabernet Franc y Marselan de los dos años, Cabernet Sauvignon del 2013, Tannat del 2014), lo que puede ocasionar problemas de conservación y estabilidad (Cheynier *et al.*, 2006). Las diferencias que se observan entre los valores de pH de los mostos y los de los vinos (Cuadros 1, 2) indican que es posible que se haya dado una importante extracción de cationes durante la maceración (responsable de la salificación parcial del ácido tartárico), y desarrollo de fermentación maloláctica, lo que degradó parcial o totalmente al ácido málico presente en los vinos (datos no mostrados).

La acidez volátil fue baja en todos los vinos, pero en general fue ligeramente más alta en los vinos EDA+ME que en los MT (con diferencias significativas en Syrah, Cabernet Franc, Merlot y Tannat 2013, y Marselan y Tannat 2014), lo cual era esperable en función del manejo inicial del «sombbrero» en cada tipo de vinificación. Los vinos Merlot y Tannat fueron los que presentaron mayores diferencias en su composición básica en los dos años considerados (Cuadro 2).

El grado alcohólico más elevado lo tuvieron los vinos Tannat 2014, en tanto el más bajo lo presentaron los Merlot 2014 (Cuadro 2). Los contenidos de alcohol de estos

**Cuadro 2.** Composición básica de los vinos 2013 y 2014

Variedad	Vinificación	Alcohol	Acidez total	Acidez volátil	pH
<b>Cosecha 2013</b>					
Syrah	MT	11,66 ± 0,16 b	2,7 ± 0,1 ns	0,36 ± 0,03 b	3,63 ± 0,01 b
	EDA+ME	11,91 ± 0,04 a	2,7 ± 0,2 ns	0,41 ± 0,02 a	3,70 ± 0,01 a
Cabernet Sauvignon	MT	11,30 ± 0,08 ns	2,6 ± 0,1 a	0,40 ± 0,01 ns	4,04 ± 0,01 ns
	EDA+ME	11,35 ± 0,18 ns	2,5 ± 0,1 b	0,39 ± 0,02 ns	4,05 ± 0,01 ns
Cabernet Franc	MT	12,63 ± 0,27 ns	2,4 ± 0,1 ns	0,38 ± 0,02 b	3,87 ± 0,01 b
	EDA+ME	12,73 ± 0,06 ns	2,5 ± 0,1 ns	0,44 ± 0,01 a	3,93 ± 0,01 a
Merlot	MT	12,52 ± 0,09 ns	2,6 ± 0,1 ns	0,42 ± 0,03 b	3,81 ± 0,01 ns
	EDA+ME	12,36 ± 0,22 ns	2,7 ± 0,1 ns	0,47 ± 0,01 a	3,83 ± 0,03 ns
Marselan	MT	12,61 ± 0,08 ns	2,7 ± 0,1 ns	0,49 ± 0,02 ns	4,16 ± 0,02 ns
	EDA+ME	12,70 ± 0,02 ns	2,7 ± 0,1 ns	0,51 ± 0,02 ns	4,17 ± 0,02 ns
Tannat	MT	12,68 ± 0,10 ns	3,1 ± 0,1 ns	0,46 ± 0,01 b	3,76 ± 0,07 ns
	EDA+ME	12,56 ± 0,20 ns	3,1 ± 0,1 ns	0,50 ± 0,02 a	3,75 ± 0,03 ns
<b>Cosecha 2014</b>					
Cabernet Franc	MT	12,04 ± 0,02 a	2,4 ± 0,1 ns	0,39 ± 0,01 ns	3,91 ± 0,02 ns
	EDA+ME	11,78 ± 0,11 b	2,5 ± 0,1 ns	0,40 ± 0,01 ns	3,90 ± 0,02 ns
Merlot	MT	10,19 ± 0,03 ns	2,8 ± 0,1 b	0,29 ± 0,01 ns	3,62 ± 0,01 ns
	EDA+ME	10,19 ± 0,12 ns	2,9 ± 0,1 a	0,31 ± 0,02 ns	3,60 ± 0,01 ns
Marselan	MT	12,41 ± 0,06 b	2,7 ± 0,1 a	0,44 ± 0,01 b	4,05 ± 0,01 ns
	EDA+ME	12,60 ± 0,06 a	2,6 ± 0,1 b	0,47 ± 0,01 a	4,03 ± 0,01 ns
Tannat	MT	13,07 ± 0,01 b	3,1 ± 0,1 a	0,43 ± 0,01 b	3,96 ± 0,03 b
	EDA+ME	13,32 ± 0,11 a	2,9 ± 0,1 b	0,47 ± 0,01 a	4,01 ± 0,02 a

Medias ± desviaciones estándar. Alcohol expresado como % v/v; acidez total y volátil como g/L de ácido sulfúrico. Letras diferentes expresan diferencias entre tratamientos en cada variedad, según pruebas t de Student con una significación de 5 %.

últimos vinos son muy bajos, como derivación de los bajos contenidos de azúcares de las uvas de esta variedad en este año (Cuadro 1), indicando una insuficiente maduración de las mismas.

Los vinos de las distintas variedades presentaron diferencias significativas en el color en los dos años considerados. La mayor intensidad colorante fue presentada por los vinos Tannat del año 2014 y la menor por los vinos Merlot 2014 (Cuadro 3). Los vinos más claros fueron los Merlot 2014 y los más oscuros (menores valores de L\*) fueron los Tannat 2014 (Cuadro 3).

Las técnicas de vinificación tuvieron efecto significativo sobre el color de los vinos. La mayoría de los vinos elaborados por EDA+ME tuvieron menor intensidad colorante que los vinos testigo (Cuadro 3), con la excepción de los Cabernet Franc 2014 y Merlot de ambos años. Sin embargo, estas diferencias solo fueron significativas estadísticamente en los Marselan de ambos años. Los vinos EDA+ME fueron en general más claros (mayores valores de L\*, con diferencias estadísticas solamente en los Marselan de ambos años), menos rojos (menores valores de a\*, con diferencias estadísticas en los Syrah, Cabernet Sauvignon y

Merlot 2013, Cabernet Franc y Tannat 2014, y Marselan de ambos años) y más amarillos que los testigos (mayores valores de  $b^*$ , con diferencias estadísticas en los Syrah, y Merlot 2013, Marselan y Tannat 2014, y Cabernet Franc de ambos años). Estos resultados no coinciden con lo expresado por Bosso *et al.* (2004, 2009), que obtuvieron una mejora del color con la extracción diferida de antocianos, pero concuerdan con lo reportado por trabajos previos realizados con Tannat, en los que se verificó que la extracción de estas moléculas fue disminuida cuando no se realizaron movimientos en la masa de urosos desde el principio de la

maceración (González-Neves *et al.*, 2010, 2012). A su vez, numerosos autores verificaron que las maceraciones largas determinan que el color de los vinos tenga menor intensidad y sea más claro que el obtenido con maceraciones cortas (Gil *et al.*, 2012; Casassa *et al.*, 2013a, 2013b).

Los valores de tonalidad de todos los vinos (y particularmente de los EDA+ME Syrah y Cabernet Sauvignon 2013, Merlot y Tannat 2014, y Cabernet Franc de ambos años) fueron demasiado altos para su edad, mostrando una evolución importante del color, que podría atribuirse a procesos de oxidación importantes (Cuadro 3). Este fenómeno po-

**Cuadro 3.** Índices de color de los vinos 2013 y 2014

Variedad	Vinificación	IC	Ton	L*	a*	b*
<b>Cosecha 2013</b>						
Syrah	MT	5,03 ± 0,12 ns	0,77 ± 0,01 b	71,9 ± 0,5 ns	25,3 ± 0,1 a	0,4 ± 0,5 b
	EDA+ME	5,09 ± 0,23 ns	0,88 ± 0,03 a	72,6 ± 0,7 ns	21,8 ± 0,4 b	4,0 ± 1,2 a
Cabernet Sauvignon	MT	4,28 ± 0,16 ns	0,89 ± 0,01 b	76,5 ± 0,7 ns	19,4 ± 0,5 a	4,6 ± 0,6 ns
	EDA+ME	4,05 ± 0,27 ns	0,97 ± 0,01 a	78,1 ± 1,2 ns	15,4 ± 0,4 b	5,4 ± 0,4 ns
Cabernet Franc	MT	5,59 ± 0,52 ns	0,88 ± 0,05 b	71,5 ± 2,9 ns	23,9 ± 3,1 ns	4,4 ± 0,3 b
	EDA+ME	5,04 ± 0,48 ns	0,95 ± 0,02 a	73,7 ± 1,9 ns	20,4 ± 0,5 ns	7,1 ± 1,1 a
Merlot	MT	5,47 ± 0,55 ns	0,87 ± 0,20 ns	69,5 ± 0,7 a	27,7 ± 0,7 a	3,7 ± 0,6 b
	EDA+ME	6,11 ± 0,34 ns	0,82 ± 0,02 ns	68,1 ± 0,9 b	25,4 ± 1,6 b	5,7 ± 0,8 a
Marselan	MT	14,08 ± 0,14 a	0,94 ± 0,02 ns	41,8 ± 0,2 b	36,7 ± 0,4 a	12,1 ± 0,6 ns
	EDA+ME	12,04 ± 0,21 b	0,97 ± 0,01 ns	47,8 ± 0,7 a	34,4 ± 0,4 b	12,5 ± 0,3 ns
Tannat	MT	9,14 ± 0,92 ns	0,71 ± 0,06 ns	54,0 ± 3,9 ns	39,1 ± 5,4 ns	0,5 ± 1,9 ns
	EDA+ME	9,06 ± 0,31 ns	0,67 ± 0,03 ns	54,2 ± 1,0 ns	40,7 ± 0,7 ns	0,5 ± 0,8 ns
<b>Cosecha 2014</b>						
Cabernet Franc	MT	2,91 ± 0,17 ns	1,24 ± 0,03 b	85,5 ± 0,8 ns	9,5 ± 0,8 a	7,8 ± 0,4 b
	EDA+ME	3,01 ± 0,03 ns	1,41 ± 0,01 a	85,7 ± 0,2 ns	7,6 ± 0,3 b	9,9 ± 0,2 a
Merlot	MT	2,31 ± 0,12 ns	1,00 ± 0,01 b	87,2 ± 0,6 ns	9,2 ± 0,1 ns	3,5 ± 0,4 ns
	EDA+ME	2,38 ± 0,15 ns	1,02 ± 0,01 a	86,8 ± 0,9 ns	9,3 ± 0,3 ns	4,0 ± 0,4 ns
Marselan	MT	7,76 ± 0,30 a	0,88 ± 0,03 ns	60,7 ± 1,3 b	29,9 ± 1,8 a	1,9 ± 0,4 b
	EDA+ME	6,78 ± 0,05 b	0,89 ± 0,05 ns	64,3 ± 0,4 a	25,4 ± 0,8 b	3,0 ± 0,4 a
Tannat	MT	15,60 ± 0,83 ns	0,68 ± 0,01 b	34,6 ± 2,2 ns	46,8 ± 0,6 a	-3,1 ± 0,6 b
	EDA+ME	14,97 ± 1,32 ns	0,73 ± 0,02 a	36,2 ± 3,0 ns	43,9 ± 1,9 b	-0,1 ± 1,0 a

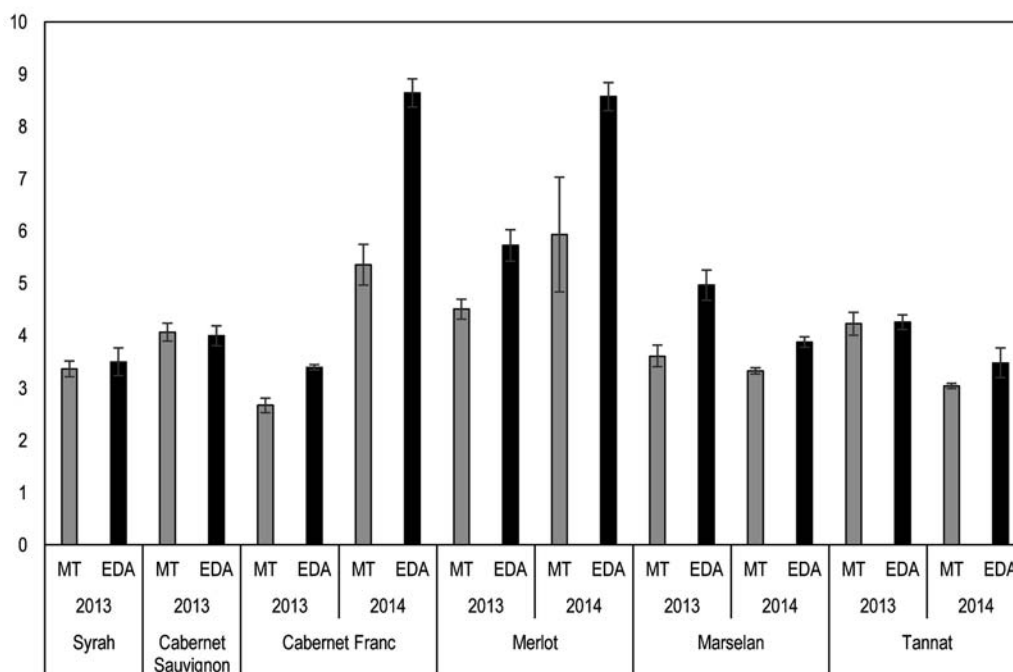
Medias ± desviaciones estándar. IC = intensidad colorante; Ton = tonalidad. Letras diferentes expresan diferencias entre tratamientos en cada variedad, según pruebas t de Student con una significación de 5 %.

dría haberse incentivado por la baja acidez reportada previamente (Fulcrand *et al.*, 2006). El estado sanitario de las uvas de la región presentó problemas en ambos años, por lo que, si bien se trabajó con uvas sanas en todos los casos, podría haber una actividad de polifenoloxidasas (PFO) mayor a la normal.

Las alternativas de vinificación empleadas modificaron significativamente la composición polifenólica de los vinos. Los contenidos de antocianos fueron significativamente menores en los vinos obtenidos por EDA+ME que en los testigos, con la única excepción de los Merlot 2014 (Cuadro 4). Esta menor concentración de antocianos puede estar asociada a su participación en pigmentos poliméricos, ya que según algunos autores la polimerización se da sobre todo en la fase post-fermentativa de la maceración (Casassa *et al.*, 2013a). Sin embargo, la maceración extendida también aumenta las probabilidades de que muchas de las moléculas de antocianos sean retenidas por las partes sólidas de la uva o precipitadas en las borras al ser adsorbidas por las levaduras (Gómez-Plaza *et al.*, 2000; Zimman y Waterhouse, 2002; Gil *et al.*, 2012). Por otra parte, durante las maceraciones se hicieron análisis diarios de los antocianos en todos los mostos (datos no mostrados), constataando que solamente en Syrah 2013, Cabernet Franc 2013

y Marselan 2014 se llegó a contenidos máximos de antocianos superiores en la EDA+ME que en los testigos. En ensayos previos se verificó una menor extracción de los antocianos de uvas Tannat vinificadas por EDA (González-Neves *et al.*, 2010, 2012), atribuyéndose estos resultados a algunas características de esta variedad, como la baja extractibilidad de los antocianos (González-Neves *et al.*, 2004), que justifica realizar operaciones que incentiven la solubilización de estos compuestos desde el inicio de las maceraciones para poder explotar mejor el potencial de las uvas (Glories, 2001; Sacchi *et al.*, 2005).

La extracción diferida con maceración extendida modificó de manera diferente los contenidos de taninos de bajo peso molecular de los vinos y los de taninos poliméricos (Cuadro 4). Durante la extracción diferida habría una actividad pectolítica importante en los hollejos, que incidiría en la extracción posterior de taninos (Bosso *et al.*, 2009). Sin embargo, los contenidos de proantocianidinas fueron mayores en MT en la mitad de los vinos, mostrando que puede haber una refijación importante de los polifenoles en las partes sólidas de la uva durante las maceraciones extendidas. La relación entre taninos poliméricos y antocianos fue significativamente incrementada por la EDA+ME en la mayoría de los vinos (Figura 1). Esta variación fue muy



**Figura 1.** Relaciones promedio ( $\pm$  desviaciones estándar) entre taninos y antocianos de los vinos producidos con cada tratamiento.

**Cuadro 4.** Composición polifenólica en los vinos 2013 y 2014.

Variedad	Vinificación	PT	Antoc.	Cat.	Pro.	DMACH
<b>Cosecha 2013</b>						
Syrah	MT	776 ± 7 ns	275 ± 7 a	363 ± 3 a	899 ± 64 ns	29,7 ± 8,5 b
	EDA+ME	785 ± 9 ns	249 ± 6 b	348 ± 13 b	870 ± 47 ns	44,0 ± 1,9 a
Cabernet Sauvignon	MT	1153 ± 26 ns	367 ± 2 a	986 ± 61 b	1488 ± 65 a	102,9 ± 2,6 b
	EDA+ME	1193 ± 22 ns	332 ± 15 b	1134 ± 43 a	1324 ± 40 b	117,6 ± 2,2 a
Cabernet Franc	MT	803 ± 60 ns	335 ± 11 a	350 ± 68 b	894 ± 75 ns	41,8 ± 4,3 b
	EDA+ME	797 ± 9 ns	271 ± 14 b	544 ± 71 a	923 ± 50 ns	50,8 ± 0,8 a
Merlot	MT	1109 ± 60 ns	307 ± 7 a	796 ± 73 b	1382 ± 25 ns	76,3 ± 5,8 b
	EDA+ME	1170 ± 54 ns	245 ± 3 b	1052 ± 84 a	1401 ± 58 ns	93,6 ± 1,5 a
Marselan	MT	1375 ± 18 ns	476 ± 8 a	675 ± 20 b	1720 ± 82 ns	73,7 ± 4,2 b
	EDA+ME	1365 ± 22 ns	411 ± 10 b	804 ± 36 a	1725 ± 79 ns	92,0 ± 2,0 a
Tannat	MT	1361 ± 87 ns	439 ± 7 a	977 ± 12 ns	1856 ± 133 ns	86,5 ± 1,6 b
	EDA+ME	1402 ± 93 ns	408 ± 5 b	999 ± 27 ns	1735 ± 51 ns	90,8 ± 2,7 a
<b>Cosecha 2014</b>						
Cabernet Franc	MT	682 ± 14 b	136 ± 3 a	359 ± 6 b	725 ± 37 b	41,0 ± 0,9 b
	EDA+ME	755 ± 21 a	109 ± 2 b	626 ± 55 a	942 ± 18 a	60,6 ± 4,6 a
Merlot	MT	632 ± 18 b	118 ± 9 ns	468 ± 55 b	691 ± 75 b	50,9 ± 1,6 b
	EDA+ME	776 ± 39 a	114 ± 9 ns	755 ± 25 a	976 ± 46 a	79,8 ± 6,7 a
Marselan	MT	1109 ± 63 ns	479 ± 30 a	729 ± 21 b	1595 ± 114 ns	118,4 ± 2,4 b
	EDA+ME	1095 ± 16 ns	413 ± 2 b	827 ± 13 a	1595 ± 40 ns	141,1 ± 2,1 a
Tannat	MT	1727 ± 39 b	781 ± 1 a	1171 ± 157 b	2378 ± 42 ns	74,8 ± 2,1 b
	EDA+ME	1859 ± 5 a	697 ± 43 b	1458 ± 91 a	2421 ± 64 ns	80,2 ± 5,8 a

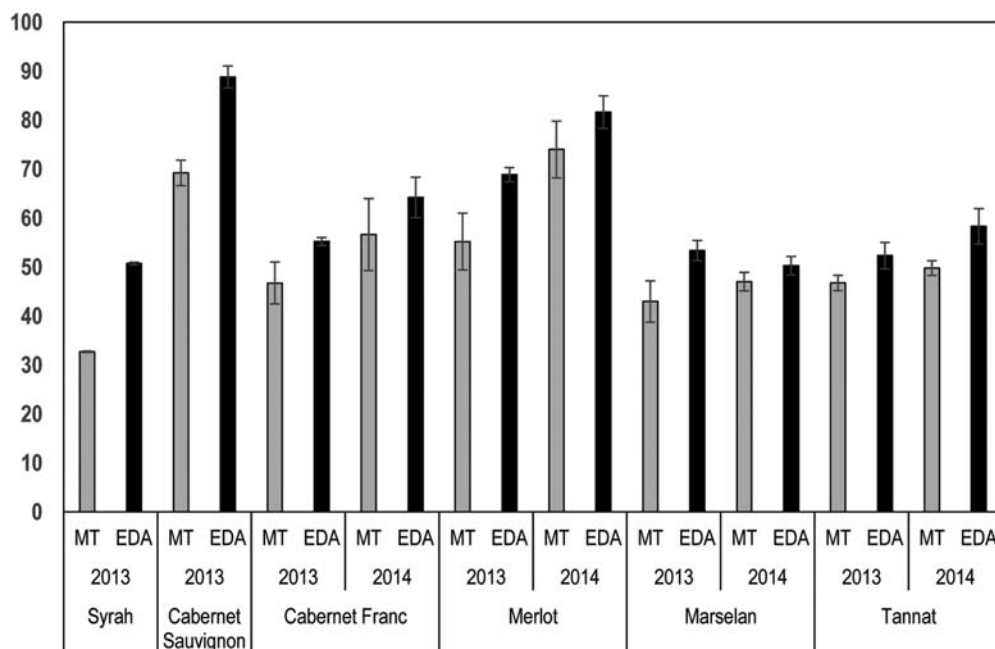
Medias ± desviaciones estándar. PT = polifenoles totales (expresados en mg/L de ácido gálico); Antoc. = antocianos (en mg/L de malvidin-3-glucósido); Cat. = catequinas (en mg/L de D-catequina); Pro. = proantocianidinas (en mg/L de cloruro de cianidina); DMACH = índice de reactividad de taninos. Letras diferentes expresan diferencias entre tratamientos en cada variedad, según pruebas t de Student con una significación de 5 %.

significativa en los vinos más pobres en antocianos y color (Cabernet Franc y Merlot del 2014), en coincidencia con Bosso *et al.* (2009) que indicaron que el efecto de las técnicas alternativas de maceración es más notorio cuanto más inmaduras son las uvas.

La estructura de los taninos predominantes en cada vino fue modificada significativamente por la técnica de maceración. Los contenidos de catequinas fueron significativamente mayores en los vinos EDA+ME que en los testigos, excepto en los vinos Syrah y Tannat 2013 (Cuadro 4). En la

Figura 2 se observa que el empleo conjunto de una extracción diferida de antocianos y un tiempo más largo de maceración incrementó significativamente los valores del índice de polimerización DMACH/LA en la mayoría de los casos. El grado medio de polimerización de las moléculas de taninos es menor cuanto más altos son los valores de DMA-CH/LA (Vivas *et al.*, 1994). Es así que tanto los contenidos de catequinas como el índice de polimerización de los taninos indican una mayor presencia de taninos de bajo peso molecular en los vinos EDA + MT, lo cual puede tener un





**Figura 2.** Índices de polimerización promedio ( $\pm$  desviaciones estándar) de los taninos de los vinos producidos con cada tratamiento.

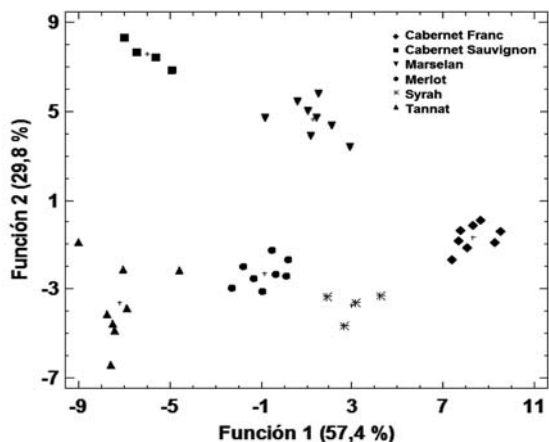
impacto relevante en la estabilidad futura del color así como en otras características sensoriales de los vinos (Cheynier *et al.*, 2006; Fulcrand *et al.*, 2006).

En las primeras horas de la fermentación se extraen sobre todo taninos de bajo peso molecular desde los hollejos, dada su solubilidad en un medio acuoso (Morel-Salmi *et al.*, 2006; Koyama *et al.*, 2007). Las moléculas de taninos de mayor tamaño están ligadas a otras macromoléculas, como polisacáridos y proteínas, por lo que la presencia de etanol es necesaria para su extracción (Morel-Salmi *et al.*, 2006). De esta manera un menor contacto de los hollejos con el líquido en los primeros días de la extracción diferida determinaría que se disolvieran menor cantidad de los taninos hidrosolubles, lo que daría resultados opuestos a los encontrados. Por el contrario, una maceración extendida incrementa la extracción de taninos de las semillas, de menor tamaño que los taninos de los hollejos (Moutounet *et al.*, 1996; Brossaud *et al.*, 2001; Downey *et al.*, 2003), independientemente de la madurez de la uva (Gil *et al.*, 2012; Casassa *et al.*, 2013a). Esto indicaría que el efecto de la maceración prolongada sobre la composición tánica es más relevante que el de la extracción diferida, explicando los resultados obtenidos (Cuadro 3 y Figura 2). En concordancia, diversos autores indican que el grado medio de polimerización de los taninos decrece en las maceraciones extendi-

das (Cadot *et al.*, 2012; Gil *et al.*, 2012), si bien otros autores indican que en las maceraciones muy largas (más de 20 días) también aumentan las concentraciones de los polímeros de cadena más larga, igualmente extraídos desde las semillas (Casassa *et al.*, 2013a, 2013b).

Los taninos menos polimerizados fueron los de los vinos Cabernet Sauvignon 2013 y Merlot 2014 (Figura 2), los que de acuerdo con su composición general (Cuadro 2) se habrían elaborado con uvas con una madurez inferior a las demás. En coincidencia, Gil *et al.* (2012) indican que el grado de polimerización de los taninos aumenta con la madurez de la uva. Llaudy *et al.* (2008) indican que la proporción de taninos extraídos de las semillas es incrementada en las uvas inmaduras, en relación con la proporción de taninos extraídos de los hollejos durante la vinificación. De todos modos, la respuesta a las técnicas de maceración empleadas parece depender de la variedad de uva, ya que la estructura de los taninos de la uva es característica de cada variedad (Moutounet *et al.*, 1996).

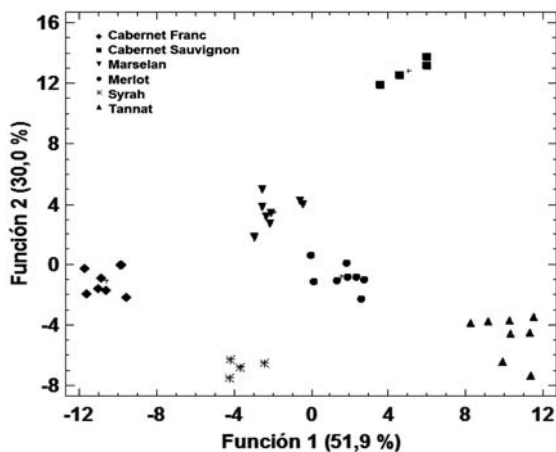
Al realizar un Análisis Discriminante paso a paso, con selección hacia adelante de las variables, se obtuvieron cinco funciones que clasificaron el 100 % de los vinos según la variedad de uva. Las primeras dos funciones (Figura 3) ya muestran una separación importante de las muestras de cada variedad, indicando que este factor incidió en la



**Figura 3.** Biplot del Análisis Discriminante realizado paso a paso.

composición de los vinos de manera importante, independientemente de la técnica de vinificación y el año de cosecha. Las variables retenidas por el modelo fueron la intensidad colorante, claridad ( $L^*$ ), contenidos de polifenoles totales, relación entre taninos y antocianos, grado alcohólico, acidez total y pH de los vinos. Las dos primeras funciones discriminantes incluyen el 87,2 % de la varianza.

Si el Análisis Discriminante se realiza considerando todas las variables analizadas, la separación de los vinos según variedad de uva es gráficamente más notoria (Figura 4), aunque en este caso las dos primeras funciones (definidas sobre todo por el color de los vinos) incluyen el 81,9 % de la varianza total.



**Figura 4.** Biplot del Análisis Discriminante realizado con todas las variables.

Estos resultados muestran que la variedad de uva fue el factor que incidió en mayor medida en las características de los vinos. Coincidentemente, Gil *et al.* (2012) indican que el efecto del tiempo de maceración sobre el color de los vinos parece depender del cultivar.

Algunos autores indican que la extracción de taninos desde hollejos y semillas es diferente según la madurez de la uva (Gil *et al.*, 2012); otros señalan que el grado de madurez de las uvas incide más en la tipicidad de los vinos que el tiempo de maceración (Cadot *et al.*, 2012); finalmente, otros autores indican que la estructura polifenólica de los vinos depende más de la variedad de uva que de la técnica de vinificación (Gambacorta *et al.*, 2011). Los resultados obtenidos indican que en este caso el factor varietal fue el que tuvo mayor incidencia en el color y composición de los vinos, más allá de los efectos determinados por el diverso grado de madurez de las uvas y por las alternativas de vinificación empleadas.

## Conclusiones

Las alternativas de vinificación empleadas determinaron diferencias en la composición fenólica y color de los vinos de las distintas variedades, y sobre todo en la estructura tánica de los mismos. La vinificación por EDA+ME determinó menores contenidos de antocianos y menor intensidad colorante en la mayoría de los vinos. Sin embargo, el empleo conjunto de EDA+ME incrementó significativamente los contenidos de catequinas y disminuyó el grado medio de polimerización de los taninos, lo cual puede tener un impacto relevante en la estabilidad futura del color. De esta manera, la evolución del color de los vinos puede ser condicionada de manera diferente por las alternativas de vinificación empleadas, por lo que sería interesante continuar la evaluación durante un tiempo más prolongado.

Los vinos de las distintas variedades presentaron diferencias importantes en su composición y color. Los vinos de cada variedad elaborados en 2013 y 2014 también tuvieron diferencias significativas de composición y color, debido a diferencias en la madurez de las uvas empleadas en cada año.

La variedad de uva fue el factor que incidió en mayor medida en las características de los vinos, más allá de las diferencias determinadas por las técnicas de vinificación y por el grado de madurez de las uvas empleadas en cada caso.

## Agradecimientos

El presente trabajo fue financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), a través del proyecto FMV\_2\_2011\_1\_6332.

Los autores agradecen a Cecilia Baldi, Natalia Hernández, Sofía Traverso, María José Doderó, Valentina Peirano y Marcelo Breganti, por su participación en distintas etapas de este trabajo.

Se agradece al Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI) por la realización de los análisis básicos de los vinos.

## Bibliografía

- Ayala F, Echávarri JF, Negueruela AI. 1997. A new simplified method for measuring the color of wines: I. Red and Rosé Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48(3): 357 - 363.
- Boido E, García-Marino M, Dellacassa E, Carrau F, Rivas-Gonzalo J, Escribano-Bailón MT. 2011. Characterisation and evolution of grape polyphenols profile of *Vitis vinifera* L. cv. Tannat during ripening and vinification. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17: 383 - 393.
- Bosso A, Guaita M, Panero L, Borsa D, Follis R. 2009. Influence of two winemaking techniques on polyphenolic composition and color of wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60(3): 379 - 385.
- Bosso A, Guaita M, Panero L, Borsa D, Di Stefano R. 2004. Extraction of polyphenolic compounds and colour stabilization during ageing in different red winemaking procedures [CD-ROM]. En: XXVIII Congreso Mundial de la Viña y el Vino, 2004; Viena, Austria. OIV: Viena.
- Brossaud F, Cheynier V, Noble A. 2001. Bitterness and astringency of grape and wine polyphenols. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 7: 33 - 39.
- Cadot Y, Caillé S, Samson A, Barbeau G, Cheynier V. 2012. Sensory representation of typicality of Cabernet franc wines related to phenolic composition: Impact of ripening stage and maceration time. *Analytica Chimica Acta*, 732: 91 - 99.
- Canals R, Llaudy M, Valls J, Canals J, Zamora F. 2005. Influence of ethanol concentration on the extraction of color and phenolic compounds from the skin and seeds of Tempranillo grapes at different stages of ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 4019 - 4025.
- Casassa LF, Beaver CW, Mireles MS, Harbertson JF. 2013a. Effect of extended maceration and ethanol concentration on the extraction and evolution of phenolics, color components and sensory attributes of Merlot wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19: 25 - 39.
- Casassa LF, Larsen R, Beaver C, Mireles M, Keller M, Riley W, Smithyman R, Harbertson JF. 2013b. Impact of extended maceration and regulated deficit irrigation (RDI) in Cabernet Sauvignon wines: characterization of proanthocyanidin distribution, anthocyanin extraction, and chromatic properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61: 6446 - 6457.
- Cheynier V, Dueñas-Paton M, Salas E, Maury C, Souquet JM, Sarni-Manchado P, Fulcrand H. 2006. Structure and properties of wine pigments and tannins. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(2): 298 - 305.
- Downey M, Harvey J, Robinson S. 2003. Analysis of tannins in seeds and skins of Shiraz grapes throughout berry development. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9: 15 - 27.
- Fulcrand H, Dueñas M, Salas E, Cheynier V. 2006. Phenolic reactions during winemaking and aging. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3): 289 - 297.
- Gambacorta G, Antonacci D, Pati S, La Gatta M, Faccia M, Coletta A, La Notte E. 2011. Influence of winemaking technologies on phenolic composition of Italian red wines. *European Food Research and Technology*, 233: 1057 - 1066.
- Gil M, Kontoudakis N, Gonzalez E, Esteruelas M, Fort F, Canals JM, Zamora F. 2012. Influence of grape maturity and maceration length on color, polyphenolic composition, and polysaccharide content of Cabernet Sauvignon and Tempranillo wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 7988 - 8001.
- Glories Y. 2001. Caractérisation du potentiel phénolique: adaptation de la vinification. *Progress Agricole et Viticole*, 118: 15 - 16.
- Glories Y. 1984. La couleur des vins rouges: 2e. Partie: mesure, origine et interpretation. *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 18: 253 - 271.
- Gómez-Plaza E, Gil-Muñoz R, López-Roca J, Martínez A. 2000. Color and phenolic compounds of a young red wine. Influence of wine-making techniques, storage temperature, and length of storage time. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 736 - 741.
- González-Neves G, Gil G, Favre G, Ferrer M. 2012. Influence of grape composition and winemaking on the anthocyanin composition of red wines of Tannat. *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 900 - 909.
- González-Neves G, Gil G, Barreiro L, Boichichio R, Gatto G, Tessore A, Favre G. 2010. Pigment profile of red wines cv. Tannat made with alternative winemaking. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(5): 447 - 454.
- González-Neves G, Franco J, Moutounet M, Carbonneau A. 2006. Différenciation des vins de Tannat, Merlot et Cabernet-Sauvignon de l'Uruguay selon leur composition polyphénolique globale. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 40(2): 81 - 89.
- González-Neves G, Charamelo D, Balado J, Barreiro L, Boichichio R, Gatto G, Gil G, Tessore A, Carbonneau A, Moutounet M. 2004. Phenolic potential of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. *Analytica Chimica Acta*, 513: 191 - 196.
- INAVI. 2014. Registro de viñedos: Datos nacionales 2013 [En línea]. Consultado 26 Diciembre 2014. Disponible en: <http://www.inavi.com.uy/articulos/583-38-datos-nacionales-2013.html>.
- Koyama K, Goto-Yamamoto N, Hashizume K. 2007. Influence of maceration temperature in red wine vinification on extraction of phenolics from berry skins and seeds of grape (*Vitis vinifera*). *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 71(4): 958 - 965.
- Llaudy M, Canals R, Canals J, Zamora F. 2008. Influence of ripening stage and maceration length on the contribution of grape skins and stems to phenolic composition and astringency in wine-simulated macerations. *European Food Research and Technology*, 226: 337 - 344.
- Morel-Salmi C, Souquet JM, Bes M, Cheynier V. 2006. Effect of Flash Release treatment on phenolic extraction and wine composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 4270 - 4276.
- Moutounet M, Rigaud J, Souquet JM, Cheynier V. 1996. Caractérisation structurale des tanins de la baie de raisin. Quelques exemples de l'incidence du cépage, du terroir et du mode de conduite de la vigne. *Bulletin de l'O.I.V.*, 78(3): 433 - 443.
- OIV. 2012. Recueil des méthodes internationales d'analyse des moûts et des vins. Paris: Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. 478p.
- Rastija V. 2011. An overview of innovations in analysis and beneficial health effects of wine polyphenols. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 11(14): 1256 - 1267.

- Ribéreau-Gayon P, Stonestreet E.** 1966. Dosage des tanins dans du vin rouge et détermination de leur structure. *Chimie Analytique*, 48: 188 - 196.
- Ribéreau-Gayon P, Stonestreet E.** 1965. Le dosage des anthocyanes dans les vins rouges. *Bulletin de la Société de Chimie*, 9: 2649 - 2653.
- Sacchi K, Bisson L, Adams D.** 2005. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56(3): 197 - 206.
- Singleton V, Rossi J.** 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144 - 158.
- Swain T, Hillis W.** 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*: I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10: 63 - 68.
- Vivas N, Glories Y, Lagune L, Saucier C, Augustin M.** 1994. Estimation du degré de polymérisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au *p*-diméthylaminocinnamaldéhyde. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 28(4): 319 - 336.
- Vrhovsek U, Vanzo A, Nemanic J.** 2002. Effect of red wine maceration techniques on oligomeric and polymeric proanthocyanidins in wine, cv. Blaufränkisch. *Vitis*, 41(1): 47 - 51.
- Yang J, Martinson T, Liu R.** 2009. Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. *Food Chemistry*, 116: 332 - 339.
- Zimman A, Waterhouse A.** 2002. Incorporation of malvidin-3-glucoside into high molecular weight polyphenols during fermentation and wine aging. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55(2): 139 - 146.