

Extracción de polifenoles y composición de vinos tintos Tannat elaborados por técnicas de maceración prefermentativa

Piccardo Diego¹, González-Neves Gustavo²

¹*Escuela Superior de Vitivinicultura «Presidente Tomás Berreta», Universidad del Trabajo del Uruguay. Ruta 48 km 18, El Colorado, Canelones, Uruguay. Correo electrónico: dpiccardo1@hotmail.com*

²*Facultad de Agronomía, Udelar. Garzón 780, 12900, Montevideo, Uruguay.*

Recibido: 27/12/12 Aceptado: 18/3/13

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de la técnica de maceración sobre la extracción de compuestos fenólicos y la composición del vino al descube, durante la vendimia 2011 se elaboraron vinos tintos Tannat por maceración prefermentativa en frío (MF: mosto sometido cinco días a una temperatura entre 5 y 10 °C con una maceración fermentativa posterior de ocho días), prefermentativa en caliente (MC: mosto sometido seis horas a temperatura entre 60-65 °C previo a una maceración fermentativa de ocho) y tradicional (MT: mosto sometido a una maceración con fermentación de ocho días). Se comparó la extracción de polifenoles totales y de antocianos obtenida con cada técnica de vinificación, realizando análisis diarios de estos compuestos desde el encubado hasta el descube, en donde se determinó además la intensidad colorante, tonalidad y porcentajes de amarillo, rojo y azul para cada técnica empleada. La extracción de polifenoles totales y antocianos en los mostos MF presentó una cinética más lenta durante la maceración, produciendo vinos que no se diferenciaron significativamente de los elaborados por MT. Los mostos MC presentaron mayor extracción de polifenoles totales y antocianos durante la etapa prefermentativa, que se mantuvieron durante la fermentación alcohólica, obteniendo vinos con mayor intensidad colorante y mayor tonalidad respecto a los elaborados por MT. La maceración prefermentativa en caliente es una alternativa tecnológica que permite mejorar la extracción de polifenoles y potenciar el color de los vinos tintos Tannat, incrementando su aptitud para la crianza.

Palabras clave: maceración en frío, maceración en caliente, termovinificación, antocianos, vinificación

Summary

Polyphenols Extraction and Composition of Tannat Red Wines Produced by Prefermentative Maceration Techniques

In order to evaluate the effect of the maceration technique on the extraction of phenolic compounds and the composition of the wine at devatting during 2011 vintage, Tannat red wines were produced by prefermentative cold maceration (MF: must subject to a temperature between 5 to 10 °C for five days, and eight days of fermentation with maceration), prefermentative hot maceration (MC: must subject to six hours at 60-65 °C and eight days fermentation with maceration) and traditional maceration (MT: must under maceration for eight days). The extraction of total polyphenols and anthocyanins obtained with each vinification technique was compared, performing daily analysis of these compounds from barreling through devatting, where color intensity, hue and percentage of yellow, red and blue were also determined for each technique. The extraction of total polyphenols and anthocyanins in musts MF showed a delayed kinetics during prefermentative stage, producing wines that do not differ significantly from MT wines. MC musts showed higher extraction of total polyphenols and anthocyanins during prefermentative stage, which remained during alcoholic fermentation, getting wines with more color intensity and hue compared with MT wines.

The prefermentative hot maceration is a technological alternative that allows to improve the extraction of polyphenols and enhance the color of Tannat red wines, making them suitable for aging.

Key words: cold maceration, hot maceration, thermovinification, anthocyanins, winemaking

Introducción

Tannat es la variedad vinífera tinta de mayor relevancia en Uruguay, debido a la superficie de viñedo implantada, a su adaptación a las condiciones eco-fisiológicas del país y a la tipicidad de sus vinos (González-Neves y Ferrer, 2000). En general, los vinos obtenidos a partir de esta variedad presentan elevados contenidos de polifenoles totales, antocianos, catequinas y proantocianidinas, una intensidad colorante superior y mayores tonalidades rojas que los vinos elaborados a partir de Cabernet Sauvignon y Merlot (González-Neves *et al.*, 2004a, 2004b). La riqueza polifenólica y antocianica de los vinos Tannat está relacionada con el potencial enológico de sus uvas y ha sido reportada en numerosos trabajos (González-Neves y Ferrer, 2000; González-Neves *et al.*, 2006, 2007). Se ha constatado que los vinos elaborados mediante maceraciones tradicionales mantienen el perfil antocianico característico de la uva durante cierto tiempo. Sin embargo, la estabilidad del color de los vinos Tannat es menor a la de los vinos de otras variedades (González-Neves *et al.*, 2005; González-Neves y Ferrer, 2008). En este sentido, se debe recordar que la composición antocianica experimenta cambios radicales en el curso de la conservación y crianza de los vinos tintos, con formación de pigmentos derivados de los antocianos, que pasan a tener un rol primordial en el color (Boido *et al.*, 2006; Fulcrand *et al.*, 2006).

En el proceso de vinificación, durante la maceración, se determinan los contenidos de antocianos y taninos (Glories, 1984; Glories y Galvin, 1990), a la vez que se promueven reacciones de copigmentación y condensación indispensables para la estabilidad futura del color y el suavizado de la astringencia (Glories, 1984). La maceración es un proceso físico-químico complejo que incluye: extracción de las sustancias contenidas en los tejidos de los hollejos y semillas, difusión en el mosto, refijación a diversos sólidos y modificación de los compuestos extraídos. Estas últimas incluyen esencialmente compuestos fenólicos (particularmente antocianos y taninos), pero también sustancias aromáticas y precursores de aromas, sustancias nitrogenadas, polisacáridos (especialmente pectinas), sustancias minerales (como el potasio), etc. (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998).

Varias prácticas alternativas de vinificación han sido propuestas para regular e incrementar la extracción de compuestos de las uvas durante la maceración, así como también promover la aparición en el vino de nuevos compuestos más estables en el tiempo. Entre ellas: la maceración prefermentativa en frío, que consiste en una maceración en ausencia de alcohol, durante un tiempo tal que permita la difusión selectiva de ciertos compuestos hidrosolubles de la uva: principalmente antocianos y taninos de bajo peso molecular (Llaudy *et al.*, 2005; Sacchi *et al.*, 2005; Álvarez *et al.*, 2006). La difusión prioritaria de los antocianos, durante la fase prefermentativa, explica el aumento de color de los vinos obtenidos. Las temperaturas y los tiempos en que se realiza esta práctica son muy variables, citándose entre 3 y 10 °C durante un periodo de tres a siete días (Sacchi *et al.*, 2005; De Beer *et al.*, 2006). Por otra parte, la maceración prefermentativa en caliente se puede definir como el calentamiento de los racimos enteros o estrujados antes de la fermentación alcohólica, con el objeto de obtener mostos o vinos más coloreados (Auw *et al.*, 1996; Boulet, 2003). El calor actúa alterando los tejidos de los hollejos y transfiriendo sus componentes al mosto. Las temperaturas a las que se eleva el mosto durante la etapa prefermentativa varían entre 40 y 80 °C, a la vez que la duración de la maceración es dependiente de la temperatura (entre 12 y 24 h) (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998).

En general, la aplicación de estas técnicas ha permitido incrementar el color de los vinos, aunque no está claro como varía la extracción de los compuestos fenólicos y el color durante el curso de cada tipo de maceración (Vivas, 1993; Sacchi *et al.*, 2005). El objetivo de esta investigación fue evaluar la cinética de extracción de los compuestos fenólicos durante la vinificación mediante maceración prefermentativa en frío y maceración prefermentativa en caliente y su efecto sobre la composición y el color de vinos tintos jóvenes elaborados a partir de uvas de la variedad Tannat.

Materiales y métodos

Protocolos de vinificación

Las uvas del cv. Tannat fueron cosechadas durante la vendimia 2011, de un viñedo comercial ubicado en El Colo-

rado, Canelones, Uruguay. La fecha de cosecha fue determinada a través del seguimiento del contenido de azúcares, la acidez total y el pH de las bayas, así como también de su potencial polifenólico. En cosecha las uvas presentaron 238,2 g/l de azúcar, 4,59 g de H₂SO₄/l de acidez total, pH de 3,41, antocianos totales (ApH1) 2356,64 mg/l de Mv-3-G, antocianos extraíbles (ApH3,2) 1117,94 mg/l de Mv-3-G e índice de polifenoles totales (A280) de 81,19. La uva fue cosechada en cajones de plástico de 20 kg y en bodega fue distribuida de forma aleatoria entre las distintas unidades experimentales.

El diseño experimental fue completamente al azar, con dos repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental consistió en un tanque de acero inoxidable de 100 l de capacidad conteniendo el mosto correspondiente a la molienda de 70 kg de uva. Las uvas fueron procesadas con una descobajadora-moledora Heilbronn (AMOS, Italia) y encubadas en los recipientes para realizar las vinificaciones por maceración prefermentativa en frío (MF), maceración prefermentativa en caliente (MC) y maceración tradicional (MT).

Luego del encubado, se adicionó anhídrido sulfuroso a los tanques vinificados por MF y fueron llevados a cámara de frío durante cinco días, con temperatura controlada entre los 5 y los 10 °C. Posteriormente, la temperatura se elevó hasta 20 °C, momento en el cual los mostos se inocularon con levaduras seleccionadas y fueron sometidos a una maceración fermentativa durante ocho días.

La vinificación por MC consistió en la aplicación, previa a la fermentación alcohólica, de temperaturas comprendidas entre 60-65 °C durante seis horas, utilizando un intercambiador de placas sumergido dentro del mosto en cada tanque, agitando periódicamente de manera manual para homogeneizar. A continuación, se disminuyó la temperatura a 20 °C, se le adicionó anhídrido sulfuroso y se inoculó con levaduras secas activas, realizando ocho días de maceración con fermentación alcohólica.

La vinificación por MT fue utilizada como testigo. Luego del despalillado y estrujado se le adicionó anhídrido sulfuroso y se inoculó con levaduras secas activas, realizando una maceración con fermentación alcohólica de ocho días.

En todos los tratamientos se realizaron dos remontajes diarios, seguidos de bazuqueos, durante todo el período de maceración. Las temperaturas de fermentación fueron controladas entre los 20 y 25 °C y los vinos fueron separados de los orujos a los ocho días de maceración con fermentación alcohólica. Las dosis de anhídrido sulfuroso (Bass,

Alemania) fueron de 5 g/hl y 20 g/hl de levadura seca activa *Saccharomyces cerevisiae* LWUY4 (DSM, Chile) para cada tratamiento.

Análisis fisicoquímicos de los mostos

Los mostos fueron analizados por duplicado desde la molienda hasta el descube. Se extrajo una muestra de cada recipiente cada 24 horas, después de homogeneizar el contenido mediante remontajes. Previo al análisis, los mostos fueron descarboxados durante cinco minutos utilizando una bomba de vacío y centrifugados a 3500 rpm durante cinco minutos. Al momento de molienda se determinó su contenido de azúcares, acidez total y pH, empleando los métodos propuestos por OIV (1990). Durante la maceración se determinó temperatura, densidad del mosto, contenido de fenoles totales (IPT) y antocianos. El IPT fue estimado a través de medidas de la absorbancia a 280 nm (Ribéreau-Gayon, 1970). Los antocianos totales fueron determinados por el método de Ribéreau-Gayon y Stonestreet (1965). Las medidas se realizaron con un espectrofotómetro SHIMADZU, UVmini-1240, empleando celdas de cuarzo de un centímetro de recorrido óptico para medir A280 y de vidrio de un centímetro de recorrido óptico para antocianos.

Análisis fisicoquímicos de los vinos

Dos muestras de vino de cada tratamiento fueron analizadas al descube. Se determinaron parámetros enológicos clásicos (alcohol, acidez total, pH, anhídrido sulfuroso total y libre, acidez volátil) empleando los métodos propuestos por OIV (1990) y la composición fenólica y antocianica por las técnicas anteriormente mencionadas (Ribéreau-Gayon, 1970; Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1965). El color fue evaluado por el método de Glories (1984) determinando la intensidad colorante, tonalidad y porcentajes de amarillo, rojo y azul. Las medidas se realizaron con un espectrofotómetro SHIMADZU, UVmini-1240, empleando celdas de cuarzo de un centímetro de recorrido óptico para medir A280, de vidrio de un centímetro de recorrido óptico para antocianos y de vidrio de un milímetro de recorrido óptico para los parámetros cromáticos.

Análisis estadísticos

Las diferencias estadísticas entre los tratamientos fueron determinadas aplicando análisis de varianza y prueba de comparación de medias por Test de Tukey ($p < 0,05$) a los resultados obtenidos.

Resultados y discusión

Desarrollo de la fermentación

La fermentación alcohólica se llevó a cabo dentro de las temperaturas prestablecidas para todos los tratamientos, desarrollándose sin paradas de fermentación (Figura 1). Los mostos MF presentaron una cinética de fermentación más lenta que los de MT. Según Cuénat *et al.* (1996) y Casassa *et al.* (2007) la maceración prefermentativa en frío favorece el desarrollo de levaduras criófilas indígenas previo a la fermentación alcohólica, consumiendo factores de crecimiento y produciendo metabolitos antagónicos que pueden dificultar el desarrollo de la levadura seca activa inoculada. Los mostos MF se mantuvieron cinco días a una temperatura inferior a los 10 °C, período en el cual no se observó actividad fermentativa. La fermentación alcohólica llevada a cabo por levaduras seleccionadas no se vio afectada al prolongar la fase prefermentativa, alcanzando a una densidad inferior a 1000 g/l a los ocho días de iniciada.

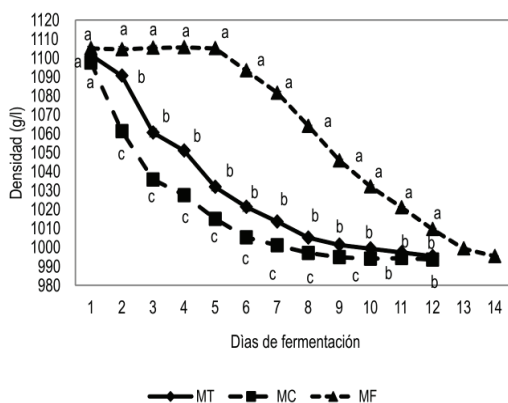


Figura 1. Evolución de la densidad (g/l) desde el encubado hasta fin de fermentación alcohólica según tratamiento. Medias con distinta letra indican diferencias significativas para el Test de Tukey ($p < 0,05$). MT es Maceración tradicional, MF es Maceración prefermentativa en frío, MC es Maceración prefermentativa en caliente.

Luego del tratamiento térmico en caliente, los mostos MC presentaron una cinética de fermentación acelerada respecto a los de MT, obteniendo una densidad inferior a 1000 g/l a los siete días de iniciada la fermentación alcohólica. Con temperaturas superiores a los 40 °C, las poblaciones de bacterias lácticas y acéticas, así como de levaduras, desaparecen (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998). La extracción de factores de crecimiento durante el calentamiento

favorece el desarrollo posterior de las levaduras inoculadas (Hidalgo, 2003), lo cual explica los resultados obtenidos para este tratamiento.

Evolución del índice de polifenoles totales

Los mostos de los tratamientos evaluados presentaron diferencias en el perfil de extracción de polifenoles totales durante la maceración (Figura 2). Los mostos MT presentaron un aumento en el contenido de polifenoles totales desde el encubado hasta el quinto día de maceración donde alcanzaron el valor máximo, con una disminución hacia fin de la fermentación alcohólica. El aumento de la extracción durante la etapa prefermentativa e inicios de la fermentación se debe a la disolución de compuestos hidrosolubles en el mosto, principalmente antocianos, en conjunto con un aumento del contenido de alcohol del medio y de la temperatura, factores que potencian la extracción de los taninos. La refijación de las sustancias extraídas a diversos sólidos y algunas reacciones químicas en las que participan (oxidaciones, degradaciones enzimáticas) ocasionan disminuciones de los contenidos de los compuestos fenólicos hacia fin de fermentación alcohólica (Docco *et al.*, 1996; Boulton, 2001).

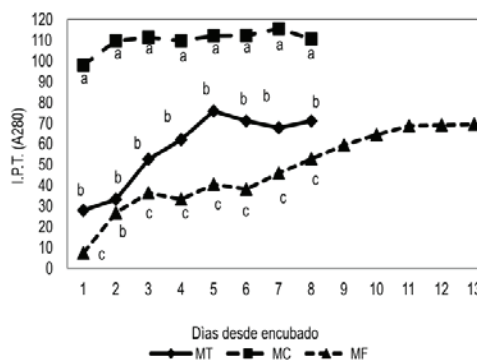


Figura 2. Evolución del IPT (índice de polifenoles totales) durante la maceración según tratamiento. Medias con distinta letra indican diferencias significativas para el Test de Tukey ($p < 0,05$). MT es Maceración tradicional, MF es Maceración prefermentativa en frío, MC es Maceración prefermentativa en caliente.

La extracción de compuestos fenólicos de los mostos MF se vio retrasada respecto a los demás tratamientos. Resultados similares fueron obtenidos por Cuénat *et al.* (1996) y González-Neves y Ferrer (2008) y pueden explicarse debido a la baja temperatura del mosto y a la ausencia de alcohol en el medio. La combinación de estos facto-

res de extracción produce una difusión selectiva de compuestos fenólicos solubles en medio acuoso y limita la extracción de compuestos solubles en medio hidroalcohólico, como los taninos. El alcohol y las bajas temperaturas intervienen rompiendo las estructuras celulares de los tejidos de la baya y solubilizando la capa lipídica de las semillas, acentuando la disolución de los constituyentes polifenólicos de la uva en el mosto (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998; Hidalgo, 2003).

Los mostos MC mostraron los mayores valores de polifenoles totales durante la maceración fermentativa (Figura 2). Durante el tratamiento térmico se observó un aumento brusco en la extracción de polifenoles a medida que aumentaba la temperatura del mosto hasta alcanzar los 60 °C (Figura 3). En las seis horas de maceración a 60 °C, el contenido de polifenoles totales aumentó, pero en menor proporción respecto a la primera etapa, estabilizándose hacia la última hora de maceración prefermentativa. Varios autores han reportado que el calentamiento del mosto por encima de los 40 °C incrementa la extracción de los compuestos fenólicos de la uva (Boulet, 2003). Escudier *et al.* (2008) plantean que dichas sustancias también disminuyen durante la fermentación alcohólica, resultando los vinos al final de la misma con un contenido superior (20-40%) respecto a una vinificación tradicional. En esta investigación no se observó una disminución del índice de polifenoles totales durante la maceración fermentativa; el contenido de polifenoles totales se mantuvo estable durante esta etapa. Cuando se realiza esta técnica de extracción no hay alcohol presente en el medio, por tanto se esperan resultados positivos en el contenido de antocianos, en tanto que el efecto sobre el contenido de taninos es más atenuado (Auw *et al.*, 1996; Boulton *et al.*, 2002). Por otra parte, se ha reportado que no existe ganancia suplementaria en la extracción de polifeno-

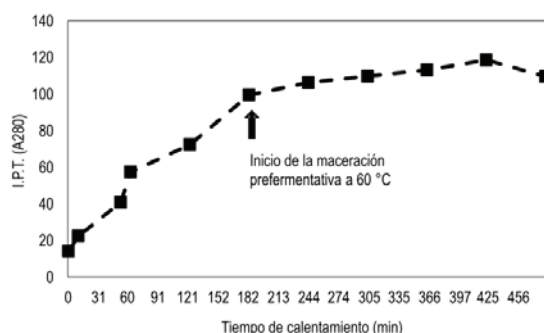


Figura 3. Evolución del IPT (índice de polifenoles totales) durante la maceración prefermentativa del tratamiento maceración prefermentativa en caliente.

les al realizar una maceración prefermentativa en caliente por encima de las siete horas (Cottreau y Desseigne, 2007), resultados que concuerdan con los obtenidos.

Evolución del contenido de antocianos

La evolución de los contenidos de antocianos en los mostos se observa en la Figura 4. Los mostos MT presentaron una extracción importante de los compuestos en los primeros días, alcanzando una concentración máxima, disminuyendo posteriormente sus contenidos, lo que corresponde a lo mencionado por la bibliografía (Marais, 2003a, 2003b; González-Neves y Ferrer, 2008). Dicha disminución se debe a que los antocianos son oxidados, adsorbidos por las levaduras y microcristales de bitartrato de potasio durante el desarrollo de la fermentación alcohólica, refijados en las partes sólidas de la uva o combinados con otros compuestos presentes en el mosto, tal como es reportado por Ribéreau-Gayon *et al.* (1998) y Zamora (2003).

En los mostos MF se observó un retraso en la extracción de antocianos respecto a los demás tratamientos, alcanzando el valor máximo al descube. Dicho contenido máximo de antocianos es menor al máximo obtenido por el tratamiento MT, resultados que no concuerdan con lo esperado, dado que la maceración prefermentativa en frío persigue la extracción prioritaria de estos compuestos (Marais, 2003a, 2003b; Gómez-Migues *et al.*, 2006). Estos resultados podrían deberse a la baja temperatura durante la etapa prefermentativa, que determina una menor solubilización de los antocianos presentes en los hollejos, ocasionando un retraso en su extracción, resultados que también han sido reportados por otros investigadores (Casassa *et al.*, 2007; González-Neves y Ferrer, 2008). A su vez, el rápido incremento obtenido en la extracción de antocianos cuando el mosto fue llevado a temperatura ambiente y en conjunción con el proceso fermentativo, concuerda con las cinéticas de extracción de estos compuestos reportadas (Zamora, 2003; Marota *et al.*, 2005) y se deben fundamentalmente al efecto de la temperatura y del contenido de alcohol del medio, que potencian la extracción de dichos compuestos (Sacchi *et al.*, 2005).

Al inicio de la fermentación alcohólica, los mostos MC, mostraron los mayores contenidos de antocianos respecto a los mostos MT y MF (Figura 4). Si bien se observó una disminución del contenido de antocianos durante la maceración fermentativa, los contenidos fueron significativamente superiores a los obtenidos en los demás tratamientos. El elevado contenido de antocianos al principio de la fermentación alcohólica indica que la extracción de estos compues-

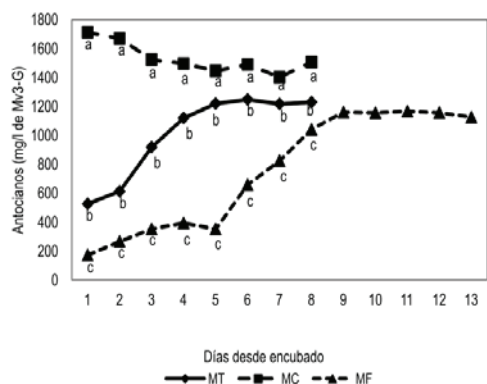


Figura 4. Evolución del contenido de antocianos durante la maceración según tratamiento. Medias con distinta letra indican diferencias significativas para el Test de Tukey ($p < 0,05$). MT es Maceración tradicional, MF es Maceración prefermentativa en frío, MC es Maceración prefermentativa en caliente. Mv3-G es malvidin-3-glucósido.

tos se realizó durante la etapa prefermentativa por efecto de la temperatura. Durante la etapa de calentamiento del mosto y la primera hora de maceración prefermentativa en caliente por encima de 60 °C, se observó un incremento constante en el contenido de antocianos del mosto, manteniéndose durante las restantes cinco horas de tratamiento térmico (Figura 5). Este incremento determinó cambios en el color del mosto, observándose al final de la etapa prefermentativa una elevada intensidad colorante con tonalidades violáceas intensas (datos no presentados). Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por varios investigadores, quienes plantean que la máxima extracción de antocianos se obtiene en las primeras horas de la maceración prefermentativa en caliente (Escudier *et al.*, 2008), siendo tres veces mayor al de una fermentación tradicional (Gao *et al.*, 1997) y disminuyendo rápidamente hacia fin de la fermentación. Al descube se observaron contenidos 1,5

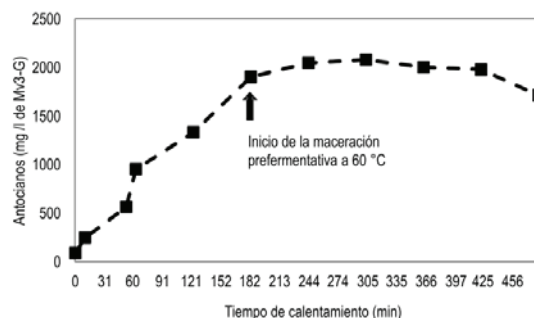


Figura 5. Evolución del contenido de antocianos durante la etapa prefermentativa del tratamiento de maceración prefermentativa en caliente. Mv3-G es malvidin-3-glucósido.

veces mayores respecto a la vinificación tradicional (Girard *et al.*, 1997).

Composición físico-química de los vinos

La composición físico-química de los vinos al descube se muestra en el Cuadro 1. Los vinos MC presentaron mayor contenido de alcohol respecto a los vinos MT y MF. Esto se debe a que en la maceración prefermentativa en caliente hay evaporación de compuestos volátiles así como también de agua, lo que puede contribuir a la concentración de los distintos compuestos presentes en el mosto, entre ellos los azúcares, que serán sustrato de las levaduras (Fischer *et al.*, 2000).

En nuestra investigación no se observaron diferencias significativas en la acidez total ni en el pH entre los vinos MC y MT. Varios autores señalan que durante la maceración prefermentativa en caliente se extraen mayores contenidos de ácido tartárico y málico, que disminuyen durante la fermentación hasta obtener valores que no difieren con los de una vinificación tradicional, debido a la mayor extracción de cationes y a la disminución de estos ácidos por salificación (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998; Hidalgo, 2003). Los vi-

Cuadro 1. Composición físico-química de los vinos al descube. Medias con distinta letra indican diferencias significativas para el Test de Tukey ($p < 0,05$). MT es Maceración tradicional, MF es Maceración prefermentativa en frío, MC es Maceración prefermentativa en caliente.

	Alcohol (%v/v)	Acidez total (gH ₂ SO ₄ /l)	Acidez volátil (gH ₂ SO ₄ /l)	pH	Extracto seco (g/l)	Azúcar residual (g/l)
MT	12,10 ^b	4,57 ^a	0,34 ^a	3,71 ^a	31,90 ^a	1,67 ^a
MF	12,15 ^b	4,97 ^a	0,29 ^a	3,69 ^a	29,07 ^a	1,61 ^a
MC	13,75 ^a	4,67 ^a	0,46 ^a	3,81 ^a	34,54 ^a	1,42 ^a

Cuadro 2. Color y composición polifenólica de los vinos al descube. Medias con distinta letra indican diferencias significativas para el Test de Tukey ($p < 0,05$). MT es Maceración tradicional, MF es Maceración prefermentativa en frío, MC es Maceración prefermentativa en caliente, IPT = Índice de polifenoles totales, IC = Intensidad colorante; Ton = Tonalidad, % Am = Porcentaje de amarillo, % Ro = Porcentaje de rojo, % Az = Porcentaje de azul. Mv3-G es malvidin-3-glucósido

	ITP (A280)	Antocianos (mg/l Mv3-G)	IC	Ton	% Am	% Ro	% Az
MT	60,98 ^b	1227,84 ^b	23,98 ^b	0,43 ^b	23,37 ^b	63,18 ^a	10,43 ^b
MF	60,18 ^b	1124,59 ^b	24,21 ^b	0,43 ^b	26,79 ^b	62,64 ^a	10,57 ^b
MC	96,45 ^a	1484,88 ^a	34,87 ^a	0,60 ^a	30,54 ^a	52,44 ^a	16,02 ^a

nos MC mostraron mayor acidez volátil, no significativa, respecto a los vinos de los demás tratamientos. De acuerdo a lo reportado por Hidalgo (2003) existe un aumento en la producción de ácido acético durante el calentamiento, que contribuye a un aumento en la acidez volátil de los vinos, y que es originario de la reacción de Maillard entre aminoácidos y azúcares, resultados no observados en esta investigación.

Los vinos del MF no se diferenciaron significativamente en cuanto a la composición química respecto a los MT, resultados que concuerdan con los obtenidos por Cuénat *et al.* (1996), Casassa *et al.* (2007) y De Santis y Frangipane (2010).

Color y composición fenólica de los vinos al descube

En el Cuadro 2 se observa el color y la composición polifenólica de los vinos al descube. Los vinos MF no presentaron diferencias significativas en el color (intensidad colorante, tonalidad, porcentaje rojo, porcentaje amarillo y porcentaje de azul) ni en la composición polifenólica (IPT y antocianos) respecto a los obtenidos a partir de una vinificación tradicional (MT). Estos resultados concuerdan con lo propuesto por Feulliat y Peyrono (2003), quienes plantean que el contenido fenólico de los vinos elaborados por maceración prefermentativa en frío no es significativamente mayor, e incluso puede ser menor, al obtenido por vinificaciones tradicionales. Sin embargo, varios autores observaron un incremento en el contenido de antocianos y en la intensidad colorante de los vinos al realizar maceraciones prefermentativas en frío, aunque plantean que este efecto es poco repetible en los años y está determinado por las características genéticas de la variedad utilizada (González-Neves y Ferrer, 2008; De Santis y Frangipane, 2010).

Los vinos MC se diferenciaron significativamente de los elaborados por MT y MF, al presentar mayores contenidos de polifenoles y antocianos, mayor intensidad colorante, to-

nalidad, porcentaje de amarillo y porcentaje de azul. La mayor extracción de antocianos durante la maceración prefermentativa en caliente determinó vinos con mayores concentraciones de estos pigmentos y por lo tanto, con mayor intensidad colorante, resultados que coinciden con los obtenidos por Rizzon *et al.* (1999). La mayor tonalidad registrada debido a un mayor porcentaje de color amarillo en los vinos MC podía indicar oxidación de los antocianos extraídos. Algunos autores reportan vinos obtenidos a partir de maceración prefermentativa en caliente con mayor color y más ricos en antocianos que los obtenidos a partir de una vinificación tradicional, aunque durante su crianza en cubas presentaron una pérdida importante de pigmentos, debido a que los incrementos de las concentraciones de antocianos y taninos no necesariamente conducen a formas coloreadas estables (Boulet, 2003).

Conclusiones

A través de los resultados obtenidos se puede concluir que la técnica de vinificación condiciona fuertemente la extracción de polifenoles y antocianos, modificando las características de los vinos tintos jóvenes.

El perfil de extracción de polifenoles y antocianos de los mostos elaborados por maceración prefermentativa en frío fue diferente respecto a los elaborados por técnicas tradicionales. No obstante, a través de la técnica de maceración prefermentativa en frío no se lograron diferenciar los vinos, respecto a una vinificación tradicional, en cuanto a la composición polifenólica y a las características cromáticas. Dado que esta técnica puede promover la formación de pigmentos estables en el tiempo, se debe realizar un estudio del color debido a antocianos libres, polimerizados y copigmentados, así como la evolución de la composición antocianica del vino durante la conservación, para determinar el efecto de esta práctica sobre la estabilidad del color.

La maceración prefermentativa en caliente se diferenció de los demás tratamientos evaluados, siendo la que presentó vinos con mayor índice de polifenoles totales y contenido de antocianos durante la maceración y al momento del descube, manifestándose como una alternativa promisorio para la elaboración de vinos tintos Tannat.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los Enol. Diego Molinari, Lorena Pascual, Fabiana Rodríguez y Silvana Torchelo por su colaboración en las determinaciones analíticas de los mostos y vinos, así como también a Enol. Verónica Cabrera, Enol. Néstor Camelia, Ing. Agr. Graciela Calero e Ing. Agr. Emilia Pattarino por la colaboración durante el desarrollo de la investigación.

Al Dr. Rodolfo Ungerfeld, por sus aportes en la revisión del manuscrito.

Bibliografía

- Álvarez I, Aleixandre JL, García MJ, Lizama V. 2006. Impact of prefermentative maceration on the phenolic and volatile compounds in Monastrell red wines. *Analytica Chimica Acta*, 563: 109-115.
- Auw JM, Blanco V, O'Keefe SF, Sims CA. 1996. Effect of processing on the phenolics and color of Cabernet Sauvignon, Chambourcin, and Noble wines and juices. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47: 279-286.
- Boido E, Alcalde -Eon C, Carrau F, Dellacasa E, Rivas-Gonzalo JC. 2006. Aging effect on the pigment composition and color of *Vitis vinifera* L. Cv. Tannat Wines : contribution of the main pigment families to wine color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 : 6692-6704.
- Boulet JC. 2003. Termotratamiento de la vendimia. Evoluciones y consecuencias. En: Flanzzy C. Enología: fundamentos científicos tecnológicos. Madrid : Mundi-Prensa. pp. 484 - 489.
- Boulton R. 2001. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52(2): 67 - 87.
- Boulton R, Singleton V, Bisson L, Kukkee R. 2002. Teoría y práctica de la elaboración del vino. Zaragoza: ACRIBIA. 635p.
- Casassa F, Sari S, Avagnina S, Días M, Jofré V, Fanzone M, Catania C. 2007. Influencia de dos técnicas de maceración sobre la composición polifenólica, aromática y las características organolépticas de vinos cv. Merlot. *Revista Internet de Viticultura y Enología*, (4/3): 1-14.
- Cottareau P, Desseigne J. 2007. Chauffage de la vendange et arômes fruités. En: Entretien des vignes Rhône Méditerranée. Narbonne : ITV France. pp. 20-22.
- Cuénat P, Lorenzini F, Breguy R, Zufferey E. 1996. La macération préfermentaire a froid du Pinot noir. Aspects technologiques et microbiologiques. *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture* 4: 259-265.
- De Beer D, Joubert E, Marais J, Manley M. 2006. Maceration before and during fermentation : Effect on Pinotage wine phenolic composition, total antioxidant capacity and objective colour parameters. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 27(2): 137-150.
- De Santis D, Frangipane M. 2010. Effect of prefermentative cold maceration on the aroma and phenolic profiles of a merlot red wine. *Italian Journal of Food Science*, 22(1): 47-54.
- Docco T, Brillouet J, Moutounet M. 1996. Evolution of grape (Carignan noir cv.) and yeast polysaccharides during fermentation and post maceration. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47(1): 108-110.
- Escudier J, Mikolajczak M, Bes M. 2008. Calentamiento de la cosecha: las tecnologías asociadas, métodos de vinificación. *Enología*, 6: 1-19.
- Feuillat M, Peyrono D. 2003. Vinificación con maceración prefermentativa en frío de Pinot noir. En: Flanzzy C. Enología: fundamentos científicos tecnológicos. Madrid : Mundi-Prensa. pp. 467-473.
- Fischer U, Strasser M, Gutzler K. 2000. Impact of fermentation technology on the phenolic and volatile composition of German red wines. *International Journal of Food Science and Technology*, 35: 81-94.
- 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.
- Gao L, Girard B, Mazza G, Reynolds AG. 1997. Changes in anthocyanins and color characteristics of Pinot noir wines during different vinification processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 2003-2008.
- Girard B, Kopp TG, Reynolds AG, Cliff M. 1997. Influence of vinification treatments on aroma constituents and sensory descriptors of Pinot noir wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48: 198-206.
- Glories Y. 1984. La couleur des vins rouges. 1ere. Partie. Les équilibres des anthocyanes et des tannins. *Connaissance de la vigne et du vin*, 18(3): 195-217.
- Glories Y, Galvin C. 1990. Les complexes tannin-anthocyanes en presence d'éthanol : Conditions de leur formation. *Actualités oenologiques*, 859: 408-413.
- Gómez-Migues M, González-Miret L, Heredia F. 2006. Evolution of color and anthocyanin composition of Syrah wines elaborated with pre-fermentative cold maceration. *Journal of Food Engineering*, 79 (1): 271-279.
- González-Neves G, Ferrer M. 2008. Efectos del sistema de conducción y del raleo de racimos en la composición de uvas Merlot. *Agrociencia*, 12(2): 10-18.
- González-Neves G, Ferrer M. 2000. Estudio plurianual de la incidencia de distintas técnicas de manejo del viñedo sobre los parámetros productivos y la composición de vinos tintos de la variedad Tannat. *Viticultura Enología Profesional*, 66: 30-43.
- 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, Barreiro L, Gil G, Franco J, Carbonneau A, Moutounet M. 2005. Estudio de la composición antocianica de uvas y vinos tintos de los cv. Tannat, Cabernet-Sauvignon y Merlot: utilidad de los perfiles obtenidos para la caracterización varietal. *Bulletin O.I.V.*, 887-888: 30-44.
- González-Neves G, Barreiro L, Gil G, Franco J, Ferrer M, Carbonneau A, Moutounet M. 2004a. Anthocyanic composition of Tannat grapes from the South region of Uruguay. *Analytica Chimica Acta*, 513(1): 197-202.
- González-Neves G, Charamelo D, Balado J, Barreiro L, Bochicchio R, Gatto G, Gil G, Tessore A, Carbonneau A, Moutounet M. 2004b. Phenolic potential of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. *Analytica Chimica Acta*, 513(1): 191-196.
- Hidalgo J. 2003. Tratado de Enología. Vol. II. Madrid : Mundi-Prensa. 1423p.
- Llaudy M, Zamora F, Canals R, Canals J, Cabanillas P. 2005. La maceración prefermentativa en frío: efectos sobre la extracción de color y los compuestos fenólicos e influencia del nivel de maduración de la uva [En línea]. ACE Revista

- de Enología. Consultado 10 Octubre de 2012. Disponible en: http://www.acenologia.com/ciencia72_2.htm.
- Marais J.** 2003a. Effect of different wine-making techniques on the composition and quality of Pinotage wine: I. Low-temperature skin contact prior to fermentation. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 24: 70-75.
- Marais J.** 2003b. Effect of different wine-making techniques on the composition and quality of Pinotage wine. II. Juice/skin mixing practices. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 24: 76-79.
- Marota A, Calderon F, Gómez-Cordovés M, Suárez, J.** 2005. Effects of pH, temperatura and SO₂ on the formation of pyranoanthocyanins during red wine fermentation with two species of *Saccharomyces*. *International Journal of Food Microbiology*, 106: 123-129.
- O.I.V.** 1990. *Récueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts*. Paris : Office International de la Vigne et du Vin. 368p.
- Ribéreau-Gayon P.** 1970. Le dosage des composés phénoliques totaux dans les vins rouges. *Chimique Analytique*, 52(6): 627-631.
- Ribéreau-Gayon P, Stonestreet E.** 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bulletin de la Société Chimique de France*, 9: 2649.
- Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D.** 1998. *Traité d'Oenologie : 2. Chimie du vin, Stabilisation et traitements*. Vol. 2. Paris : Dunod. 1184 p.
- Rizzon L, Miele A, Meneguzzo J, Zanuz M.** 1999. Efeito de três processos de vinificação sobre a composição química e a qualidade do vinho Cabernet franc. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(7): 1285-1293.
- 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.
- Vivas N.** 1993. Les conditions d'elaboration des vins rouges destinés à un élevage en barriques. *Revue des Oenologues*, 68: 27-33.
- Zamora F.** 2003. *Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos*. Madrid : Mundi-Prensa. 225p.