

Empleo de taninos enológicos y maceración prefermentativa en frío en una experiencia de elaboración de vinos tintos Tannat

Favre Guzmán¹, Charamelo Darwin², González-Neves Gustavo¹

¹*Tecnología de los Alimentos, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Garzón 780, 12900, Sayago Montevideo, Uruguay. Correo electrónico: gfavre@fagro.edu.uy*

²*Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI). Dr. Pouey 463, 90200 Montevideo, Uruguay.*

Recibido: 29/2/12 Aceptado: 5/11/12

Resumen

La maceración prefermentativa en frío (MPF) y la adición de taninos enológicos (TA) al mosto son alternativas propuestas para aumentar la intensidad y calidad del color de los vinos tintos. Adicionalmente, con la MPF se busca aumentar la relación antocianos/taninos, lo que es importante para la estabilidad del color. Para evaluar la aplicación de estas alternativas en la elaboración de vinos tintos Tannat se realizó un ensayo en escala reducida (70 kg de uva por tratamiento). El testigo fue elaborado con una maceración tradicional (MT), realizada durante ocho días en simultáneo con la fermentación. En la MPF se maceró cinco días a temperaturas inferiores a 15° C, finalizando con una maceración tradicional de ocho días. En la TA fueron agregados 100 mg/L de taninos de semilla, al inicio de una maceración de ocho días. Durante las maceraciones se midieron diariamente intensidad colorante, antocianos y polifenoles totales. Al descube se determinaron la composición general, color y contenidos polifenólicos de los vinos. La extracción de antocianos y polifenoles totales fue más lenta en la MPF, obteniendo los vinos con menores contenidos de antocianos e intensidad y calidad del color, aunque tuvieron los mayores contenidos de proantocianidinas y catequinas. La TA generó vinos con más proantocianidinas y catequinas que la maceración tradicional, pero no aumentó la intensidad colorante. Los vinos con mayores contenidos de antocianos y mejor color se obtuvieron con la MT, gestionada de acuerdo con las características de la variedad y la composición de la uva empleada en el ensayo.

Palabras clave: *Vitis vinifera*, taninos enológicos, antocianos, compuestos fenólicos

Summary

Use of Enological Tannins and Alternative Macerations in a Tannat Red Winemaking Essay

The prefermentative cold maceration (PCM) and the addition of oenological tannins (TA) to the must are alternatives proposed to enhance the intensity and quality of red wine colour. Additionally, the PCM promotes the increase of anthocyanin/tannin quotient, which is important for colour stability. To evaluate the performance of these oenological-alternatives in the winemaking of Tannat red wines, an experiment was performed on a small scale (70 kg per treatment). The control treatment was elaborated with a traditional maceration carried out through eight days simultaneously with fermentation. The PCM was macerated five days at temperatures lower than 15° C prior fermentation, followed by eight days of traditional maceration. In TA 100 mg/L of seed tannins were added at the beginning of eight days maceration. Daily measurements of colour intensity, anthocyanins and total polyphenols were taken during macerations. At devatting, general composition, colour and polyphenols in wines were measured. The slowest anthocyanin and total phenolic extraction was registered in PCM musts, and resulted in wines with the lowest content of anthocyanin, intensity and quality of the colour, although they had the highest contents of catechins and proanthocyanidins. The TA gave wines with more catechins and proanthocyanidins than traditional maceration

(MT) but did not increase colour intensity. The wines with the highest content of anthocyanins and better colour were those elaborated with MT, which was carried on according to the characteristics of the cultivar and grape composition used in the trial.

Key words: *Vitis vinifera*, enology tannins, anthocyanins, phenolic compounds

Introducción

En la vinificación en tinto, las condiciones en que transcurre la maceración tienen un gran efecto en la proporción relativa de antocianos y taninos que pasan de la uva al vino (Fulcrand *et al.*, 2006), determinando entre otros factores, la intensidad y estabilidad del color. Actualmente hay disponibles alternativas de vinificación, como la adición de taninos enológicos al mosto y la maceración prefermentativa en frío, que modificando las condiciones de maceración, buscan obtener mejores resultados que los esperables mediante el proceso de maceración tradicional.

Tannat es una variedad de alto potencial de síntesis de taninos y antocianos (González-Neves *et al.*, 2003), compuestos que tienen incidencia fundamental en el color y demás propiedades sensoriales de los vinos tintos. Sin embargo, es igualmente importante que la vinificación favorezca la formación de pigmentos estables que garanticen la estabilidad del color en el tiempo. En trabajos previos del grupo de investigación se ha avanzado en el estudio de la incidencia sobre las características citadas de la maceración prefermentativa en frío en Tannat. En González-Neves *et al.* (2008) se reporta que la MPF provoca que la acumulación de fenoles totales y antocianos se dé con mayor lentitud durante la maceración en frío con relación a la vinificación tradicional. Los contenidos de estos compuestos en los vinos y sus diferencias con los testigos dependieron de la vendimia considerada (2006 y 2007). Mientras en ambos años de estudio los vinos MPF tuvieron contenidos menores de antocianos a los MT, el IPT fue superior al testigo en la vendimia 2007, donde el nivel de maduración de la uva fue menor. En cuanto al efecto sobre los pigmentos y su evolución, González-Neves *et al.* (2010a, 2010b) exponen resultados que sugieren que la MPF puede incrementar la síntesis de pigmentos estables como las vitisinas en relación a la vinificación tradicional.

Los taninos enológicos son formulaciones comerciales de taninos extraídos de diferentes órganos y especies vegetales (Laghi *et al.*, 2010) que se utilizan principalmente buscando mejorar la intensidad, calidad y estabilidad del color del vino. Los taninos extraídos de las uvas, tienen la propiedad de formar complejos moleculares con los antocianos (Fulcrand *et al.*, 2006) siendo importante contar con

un adecuado contenido de estos desde el comienzo de la fermentación para obtener pigmentos estables en el vino (Sacchi *et al.*, 2005).

Parker *et al.* (2007) trabajando con adiciones de taninos enológicos de semilla de uva en Syrah, no encontraron resultados positivos en relación a los vinos testigo. Resultados similares reportan Delteil *et al.* (2000) en Grenache, Syrah y Merlot. Sin embargo otros autores los consideran una herramienta versátil para la vinificación en tinto. Obradovic (2006), utilizando taninos de uva (hollejos y semillas) en la vinificación de uvas Syrah, y Main y Morris (2007) en agregados postfermentativos de taninos de semilla de uva a vinos de la variedad Cynthiana, obtuvieron resultados favorables en relación a la vinificación tradicional.

En la maceración prefermentativa en frío, las bajas temperaturas impiden el comienzo de la fermentación, determinando un tiempo de maceración en fase acuosa. En dichas condiciones se favorece la extracción de antocianos, al ser moléculas hidrosolubles (Amrani y Glories, 1994).

Varios autores han reportado aumentos de intensidad y estabilidad de color en vinos elaborados con MPF como Álvarez *et al.* (2006) empleando uva Monastrell y Gómez-Míguez *et al.* (2007) con uva Syrah. Otros trabajos han señalado efectos negativos o divergentes con la aplicación de la técnica como Budic-Leto *et al.* (2003) en vinificaciones del cultivar Babić y González-Neves *et al.* (2009) en Tannat.

El presente ensayo fue realizado con el objetivo principal de evaluar los efectos de la maceración prefermentativa en frío y de la adición de taninos enológicos sobre el color y la composición fenólica de vinos tintos Tannat. La maceración tradicional, con una gestión adaptada a las condiciones del ensayo (González-Neves *et al.*, 2003), se utilizó como testigo para evaluar las alternativas empleadas.

Materiales y métodos

Las vinificaciones fueron realizadas en el año 2010, en la bodega experimental de Facultad de Agronomía, a partir de uvas del cultivar Tannat de un viñedo comercial del Departamento de Canelones conducido en espaldera e implantado sobre portainjerto SO4 a la densidad de 3333 plantas por hectárea, sin riego. Las uvas se cosecharon a primeras horas de la mañana e inmediatamente fueron transportadas

a la bodega en cajones de plástico de 20 kg. Las uvas se cosecharon con una acidez de 4,5 g/L en H_2SO_4 , pH de 3,26 y un contenido de azúcares de 201 g/L. El potencial fenólico de la uva (según Glories y Augustin, 1993) fue de 1887 mg/L (potencial total en antocianos: ApH1), 861 mg/L (potencial en antocianos extraíbles: ApH3,2), y un índice de extractibilidad (EA%) de 54,4. A continuación se separaron seis fracciones, de 70 kg de uva cada una, tomando racimos al azar de los diferentes cajones. La uva fue procesada con una descobajadora-moledora Alfa 60 R (Italtom, Italia) de acero inoxidable y rodillos de goma, y el mosto obtenido fue inmediatamente encubado en tanques de acero inoxidable de un hectolitro de capacidad.

Los tratamientos evaluados fueron: maceración tradicional (MT), con ocho días de duración; maceración con adición en el encubado de 100 mg/L de taninos enológicos de semilla (TA) y conducida como MT; maceración prefermentativa en frío (MPF) con agregados de 1,5 kg de $CO_2(S)$ (PRAXAIR) dos veces al día a partir del encubado de forma de mantener la temperatura por debajo de los 15 °C durante cinco días y posteriormente ocho días conducida como MT. En todos los casos la temperatura de fermentación se mantuvo entre 26 y 28 °C.

Luego de la molienda cada tratamiento recibió una dosis de 5 g de anhídrido sulfuroso por cada 100 kg de uva. En los mostos MT y TA se sembraron 20 g de levaduras secas activas por hectolitro (*Saccharomyces cerevisiae* WE372, Anchor, Sudáfrica) comenzando los remontajes y bazuqueos en la mañana siguiente. La siembra de levaduras en los mostos con MPF se hizo una vez finalizado el tratamiento de frío, momento en que se comenzó con los remontajes, realizando ligeros bazuqueos en la fase prefermentativa.

En todos los tratamientos y dos veces al día, luego del remontaje (o del bazuqueo en la etapa prefermentativa de MPF), se hicieron medidas de densidad y temperatura sobre 200 mL de mosto/vino extraído de cada tanque de vinificación. Al mismo tiempo, cada mañana se tomó una muestra de 100 mL de mosto/vino para determinar el contenido de antocianos totales (según Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1965), el índice de polifenoles totales (A280) y la intensidad colorante (de acuerdo con Glories, 1984). Finalizada la maceración se procedió al prensado con una prensa de mano de acero inoxidable. El vino de gota se unió al vino de prensa. Los vinos fueron analizados al descube. Se determinaron los parámetros enológicos clásicos, de acuerdo con OIV (2009). La composición fenólica se evaluó mediante los índices espectrofotométricos clásicos. Los polife-

noles totales se evaluaron utilizando el reactivo de Folin Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965), las catequinas a través del método de Swain y Hillis (1959) y las proantocianidinas por hidrólisis ácida (Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1966). El color fue evaluado mediante los índices propuestos por Glories (1984) y los índices de copigmentación propuestos por Boulton (2001).

El pH se midió con un peachímetro Hanna 8521 (Hanna Instruments, Inglaterra). Las mediciones de absorbancia se realizaron con un espectrofotómetro Shimadzu UV-visible 1240 mini (Shimadzu, Japón) durante las maceraciones y con un espectrofotómetro Shimadzu UV-visible 1800 (Shimadzu, Japón) en los vinos, empleando celdas de cuarzo de 1 cm de recorrido óptico para medir A280, y celdas de vidrio de 1 cm para antocianos totales y de 1 mm para las mediciones del color.

Los polifenoles totales fueron expresados en mg de ácido gálico por litro, los antocianos en mg de malvidin 3-glucósido por litro, las catequinas en mg de D-catequina por litro y las proantocianidinas en mg de cloruro de cianidina por litro. Todos los análisis fueron hechos por duplicado.

Los resultados fueron procesados estadísticamente con el Software Infostat, versión Profesional (2010). Se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias de cada variable entre tratamientos, utilizando el método de comparación múltiple de medias de Tukey con un nivel de significación del 5%.

Resultados y discusión

Seguimiento de las maceraciones

Los contenidos de antocianos totales (AT), índice de polifenoles totales (IPT) y valores de intensidad colorante (IC) registraron un máximo con un posterior descenso (Figuras 1-3) independientemente del tratamiento considerado, como ha sido reportado por otros autores (Amrani y Glories, 1994; González-Neves *et al.*, 2008). Si bien los mostos de la MPF tuvieron los máximos valores más tardíamente que los MT y TA, el comportamiento fue similar al descrito anteriormente. El sexto día de maceración se registró un importante descenso en IPT e IC (Figuras 2 y 3). Los datos referidos corresponden a las primeras mediciones realizadas luego de finalizar el tratamiento térmico y comenzar los remontajes, por lo que la homogenización del mosto, mucho mayor que la obtenida mediante bazuqueos en la etapa prefermentativa, podría explicar estos resultados.

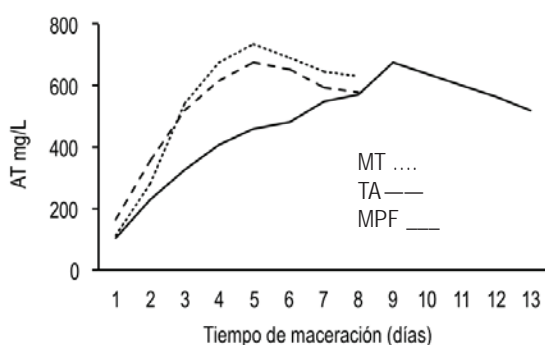


Figura 1. Evolución de los antocianos totales (AT) durante la maceración según tratamiento. Los AT se expresan en mg/L de malvidina-3-glucósido. Maceración tradicional (MT), maceración con adición de taninos enológicos (TA), maceración prefermentativa en frío (MPF).

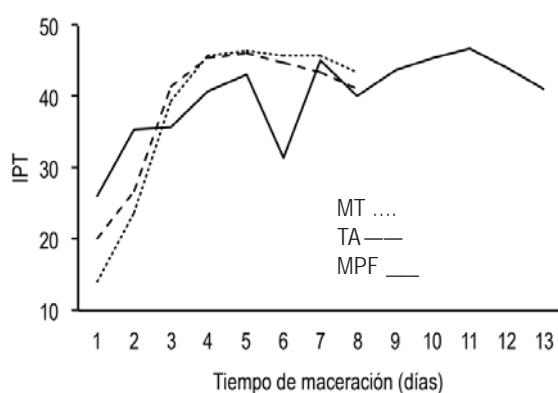


Figura 2. Evolución del índice de polifenoles totales (IPT) durante la maceración según tratamiento. El IPT se midió por espectrofotometría a 280 nm. Maceración tradicional (MT), maceración con adición de taninos enológicos (TA), maceración prefermentativa en frío (MPF).

Los valores de las variables citadas dependen del balance entre la extracción (solubilización y difusión) de los compuestos implicados desde los hollejos, las pérdidas por precipitación, hidrólisis o readsorción, y la posterior transformación en otros compuestos (Amrani y Glories, 1994). Los antocianos evolucionan hacia pigmentos más estables y otras moléculas, sobre todo poliméricas (Cheynier *et al.*, 2006). Adicionalmente, en la IC intervienen las variaciones en el pH del medio durante la maceración ya que de este depende la proporción de antocianos que se encuentre en forma coloreada (Fulcrand *et al.*, 2006). La salificación del ácido tartárico, dada por la extracción de cationes calcio y

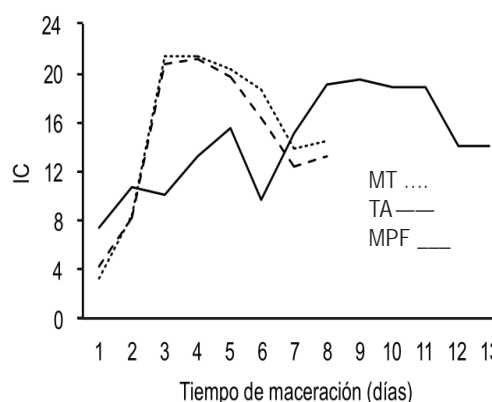


Figura 3. Evolución de la Intensidad Colorante (IC) durante la maceración según tratamiento. La IC es la suma de las medidas espectrofotométricas a 420, 520 y 620 nm. Maceración Tradicional (MT), maceración con adición de taninos enológicos (TA), maceración prefermentativa en frío (MPF).

principalmente potasio desde los hollejos, contribuye al aumento del pH del mosto/vino y al descenso observado en la IC.

Como se puede apreciar en la Figura 2 el IPT también descendió hacia el final de la maceración, a diferencia de lo reportado en otros trabajos (Marais, 2003; González-Neves *et al.*, 2008), indicando que los procesos de degradación de polifenoles predominaron sobre la extracción de estos compuestos verificada en esta etapa.

En las Figuras 1 y 2 se aprecia como en la MPF la acumulación de AT e IPT fue inicialmente más lenta que en los restantes tratamientos. Una cinética similar ha sido reportada por otros autores (Koyama *et al.*, 2007; González-Neves *et al.*, 2008). A su vez, durante el tratamiento de frío la extracción de AT fue más lenta que la de polifenoles totales (Cuadro 1), contrariamente a lo reportado en otros trabajos (Marais, 2003; Koyama *et al.*, 2007; González-Neves *et al.*, 2008). Los antocianos son extraídos principalmente al inicio de la maceración (Amrani y Glories, 1994). Las uvas de la variedad Tannat tienen la característica de presentar bajos niveles de extractibilidad de antocianos (González-Neves *et al.*, 2004), lo que indica que estos compuestos van a ser extraídos con alguna dificultad en la vinificación. En consecuencia, se considera recomendable realizar operaciones mecánicas (remontajes, bazuqueos) más frecuentes o más intensas desde el inicio de la maceración (González-Neves *et al.*, 2010c). Cuando el comienzo de los remontajes ha sido aplazado, por aplicación de técnicas como la extracción diferida de antocianos o la MPF, se han verificado menores concentraciones de antocianos en los

Cuadro 1. Diferencias porcentuales en el contenido de antocianos totales en mg/L de malvidina-3-o-gl (AT) y en el índice de polifenoles totales (IPT) entre la maceración tradicional (MT) y la maceración prefermentativa en frío (MPF), y entre MT y la maceración con adición de taninos enológicos (TA), durante los días de maceración en frío.

Día de maceración	% de AT en TA respecto a MT	% de IPT en TA respecto a MT	% de AT en la MPF respecto a MT	% de IPT en la MPF respecto a MT
1	46	43	-8	84
2	26	12	-17	49
3	-4	5	-40	-9
4	-9	-1	-39	-11
5	-8	0	-38	-7

vinos Tannat que las obtenidas mediante maceración tradicional (González-Neves *et al.*, 2008, 2009, 2010a, 2010b, 2012).

Por otra parte, Sacchi *et al.* (2005) y Pinelo *et al.* (2006) señalan que la presencia de etanol, CO₂ y SO₂, junto con el aumento de la temperatura generado por la fermentación, incrementan la permeabilidad de las membranas, facilitando la extracción de los antocianos en esa etapa en relación con la fase prefermentativa.

Las diferencias encontradas con los resultados de ensayos previos (González-Neves *et al.*, 2008, 2010a, 2010b) podrían deberse a la interacción entre la técnica de vinificación y la composición de la uva empleada en cada caso.

Si bien luego de la etapa de maceración en frío la concentración de AT e IPT continuó aumentando, los contenidos finales de estos compuestos en el vino MPF fueron inferiores a los verificados en el MT.

El vino TA tuvo contenidos de polifenoles totales (IPT) inicialmente superiores a MT (6 UA), seguramente debido al agregado de los taninos enológicos (Figura 2). Sin embargo, las diferencias fueron disminuyendo en el transcurso de la maceración, finalizando con un valor inferior en los TA. Una cinética similar fue observada en la acumulación de antocianos (Figura 1). Vivas *et al.* (2002) y Zamora (2003) indican que los procesos de polimerización pueden conducir a la formación de moléculas suficientemente grandes como para precipitar. A su vez no hay garantías de que los taninos comerciales se integren y comporten en el vino de la misma forma que los que naturalmente difunden de la uva durante la vinificación (Vivas *et al.*, 2002).

La evolución de la intensidad colorante (IC) fue similar en los mostos/vinos de MT y TA (Figura 3), a pesar de que los taninos de semilla han sido reportados como excelentes copigmentos de los antocianos (Obradovic, 2006). La copigmentación provoca un aumento del color del vino (Boulton, 2001), por lo que el vino TA debería haber presentado

mayor IC que el MT, lo que no fue observado. Estos tratamientos tampoco difirieron en tonalidad (Figura 4), lo que implica que no hay evidencia de un efecto de protección de los taninos enológicos agregados en TA ante eventuales procesos oxidativos, en contraste con lo esperable según algunos autores (Sanz *et al.*, 2008).

Los mostos con MPF tuvieron mayor intensidad colorante que los MT y TA en las primeras 48 h, principalmente por las elevadas absorbancias a 420 nm y 620 nm. La absorbancia a 520 nm fue la componente de la IC más afectada negativamente en la etapa prefermentativa (datos no presentados), y en consecuencia la tonalidad fue muy alta en dicho período. En la etapa referida, la relación antocianos/taninos fue muy baja en los mostos MPF en relación a MT y TA (Cuadro 1). Posteriormente durante el proceso de maceración convencional todos los tratamientos tuvieron tonalidades similares entre sí (Figura 4).

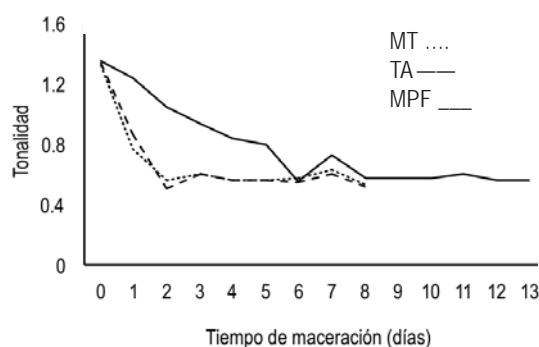


Figura 4. Evolución de la tonalidad durante la maceración según tratamiento. La tonalidad se calculó como el cociente de las medidas espectrofotométricas a 420 y 520 nm (420/520). Maceración tradicional (MT), maceración con adición de taninos enológicos (TA), maceración prefermentativa en frío (MPF).

El máximo de IC en el vino de la MPF se registró al cuarto día de maceración convencional y su valor fue inferior al de la MT.

Al final de las maceraciones los valores de IC fueron similares entre sí en todos los tratamientos (Figura 3). Por lo tanto las técnicas alternativas a MT evaluadas no aumentaron el color del vino durante el encubado.

Análisis de los vinos al descube

Composición general: los resultados analíticos de los parámetros enológicos clásicos (Cuadro 2) muestran que los vinos tuvieron un grado alcohólico similar entre sí, lo que es una constatación de la homogeneidad de la composición de los lotes de uvas destinados a los distintos tratamientos.

Los niveles de acidez volátil fueron muy bajos, indicando que las vinificaciones se dieron en buenas condiciones sanitarias, por lo que no hubo desarrollo de microorganismos de alteración durante las maceraciones.

Los contenidos de azúcares residuales indican que las fermentaciones fueron completas en todos los casos.

Familias polifenólicas: las diferencias en AT fueron significativas entre tratamientos (Cuadro 3). Particularmente los vinos MPF registraron diferencias importantes respecto a los MT (100 mg/L, 16 %) y en menor medida frente los obtenidos con TA (62 mg/L, 9 %).

Por lo tanto, la maceración en frío tuvo un efecto contrario al buscado con la técnica, reduciendo el contenido de antocianos en el vino con relación a los elaborados por maceración tradicional, confirmando lo observado en el seguimien-

to de las maceraciones. Este resultado concuerda con lo observado en experiencias previas realizadas con Tannat (González-Neves *et al.*, 2008, 2010a, 2010b, 2012) y con lo señalado por otros autores (Sacchi *et al.*, 2005), pero es contradictorio con lo reportado en otros estudios (Álvarez *et al.*, 2006; Catania *et al.*, 2006; Gómez-Miguez *et al.*, 2007; Casassa *et al.*, 2008). En estos se trabajó con otras variedades y condiciones de vinificación, haciendo difícil la comparación con nuestros resultados. Como fue expresado, la baja extractibilidad de antocianos (alto EA%) de las uvas Tannat podría explicar los menores contenidos de estos compuestos en los vinos. En el caso de los vinos elaborados con adición de taninos, su posible precipitación incluyendo antocianos podría explicar el menor contenido de los mismos respecto a MT. Ambos tratamientos tuvieron las mismas condiciones de maceración, siendo la adición de taninos en el encubado en TA la única operación que los diferenció. Los vinos TA tuvieron contenidos inferiores a MT de color polimérico (Cuadro 4), por lo que no se puede atribuir el descenso de antocianos a la generación de dicho tipo de pigmentos.

Al analizar las fracciones fenólicas relacionadas a los taninos (polifenoles totales, catequinas y proantocianidinas) se constata que los mayores valores fueron observados sistemáticamente en los vinos obtenidos con MPF, particularmente en las fracciones monoméricas, las catequinas (Cuadro 3).

Amrani y Glories (1994) y Koyama *et al.* (2007) señalaron que los fenoles de bajo peso molecular de los hollejos

Cuadro 2. Análisis de parámetros enológicos clásicos en los vinos al descube según tratamiento. MT = maceración tradicional, TA = maceración con taninos enológicos, MPF = maceración prefermentativa en frío.

	Alcohol	Acidez total	Acidez volátil	pH	Extracto seco	Azúcares
MT	10,84a	5,20a	0,10a	3,44ab	29,65a	1,60a
TA	10,61a	5,30a	0,13a	3,42b	29,70a	1,56a
MPF	10,54a	5,15a	0,11a	3,46a	29,90a	1,46a

Cuadro 3. Familias polifenólicas al descube según tratamiento. MT = maceración tradicional, TA = maceración con taninos enológicos, MPF = maceración prefermentativa en frío.

	Antocianos totales	Polifenoles totales	Catequinas	Proantocianidinas
MT	706 a	1249 b	890 c	1604 c
TA	644 b	1267 b	1042 b	1720 b
MPF	592 c	1400 a	1680 a	1952 a

son los primeros en ser extraídos durante la maceración. En función de los resultados presentados, este pudo haber sido el principal efecto de la MPF sobre la composición de los vinos Tannat elaborados en este ensayo. No obstante el contenido de proantocianidinas también fue significativamente mayor en la MPF, 18% y 12% en relación a MT y TA respectivamente. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Busse-Valverde *et al.* (2011) en estudios de maceración prefermentativa en frío realizada con hielo seco en uva Monastrell. Estos resultados están de acuerdo con lo señalado por Sacchi *et al.* (2005), quienes expresan que el hielo seco también puede afectar las células que contienen los taninos y por lo tanto su extracción. A su vez, se debe tener presente que el vino MPF tuvo cinco días más de maceración que los demás. Es esperable que el mayor tiempo de maceración produzca un aumento del contenido de taninos en el vino, a pesar de las bajas temperaturas y la ausencia de alcohol iniciales (Sacchi *et al.*, 2005).

Finalmente, en oposición a lo buscado con la técnica, MPF dio lugar a los vinos con la menor concentración de antocianos en relación a la de taninos (Figura 5).

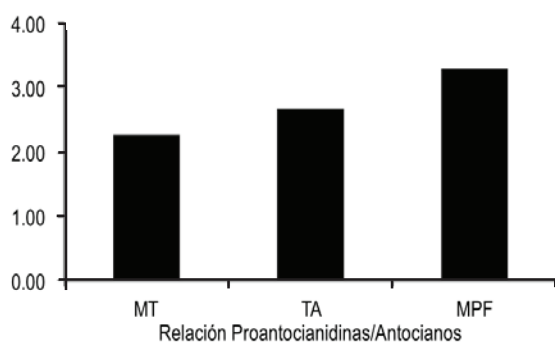


Figura 5. Relación Antocianos/Proantocianidinas al descube según tratamiento. El contenido de antocianos se expresa en mg/L de malvidina-3-o-gl y el de proantocianidinas en mg/L de cloruro de cianidina. Maceración tradicional (MT), maceración con adición de taninos enológicos (TA), maceración prefermentativa en frío (MPF).

El efecto del empleo de taninos enológicos se manifestó en los mayores valores de catequinas y proantocianidinas en el vino TA en relación a MT (Cuadro 3). La principal diferencia fue en el contenido de catequinas, lo que está de acuerdo con lo reportado por Koyama *et al.* (2007) sobre que los taninos de semilla se caracterizan por un bajo grado de polimerización. Estos resultados son contrarios a los

reportados por Harbertson *et al.* (2012), quienes expresaron que el agregado de taninos enológicos a las dosis comercialmente recomendadas implica un incremento en los contenidos de taninos que es menor al requerido para obtener un impacto medible en el vino.

Color: al descube, los vinos elaborados por MT tuvieron una IC superior a los restantes tratamientos (Cuadro 4) producto de mayor absorbancia a 420 nm y particularmente a 520 nm (datos no presentados). Estos resultados son coincidentes con investigaciones de MPF en Tannat realizadas en el 2006 mientras difieren de las llevadas a cabo en 2007 con uva de menor grado de maduración, donde la IC de los vinos MPF fue superior al testigo (González-Neves *et al.*, 2009). En coincidencia, Álvarez *et al.* (2006) hallaron los mejores resultados con esta técnica en vinificaciones de uva inmadura, en tanto otros autores (Ortega-Heras *et al.*, 2012) reportan lo contrario. Por lo tanto, el nivel de maduración de la uva no sería el único factor que incide en los resultados de la vinificación por MPF.

Las diferencias de intensidad colorante de los vinos MT respecto a los TA (9,0 % superior) fueron similares a las observadas a nivel de los antocianos, sugiriendo que el menor nivel de pigmentos en los vinos TA fue la causa del menor color registrado en relación al testigo.

Respecto a la calidad del color, los vinos realizados con MPF tuvieron la mayor tonalidad (Cuadro 4) posiblemente como consecuencia de fenómenos oxidativos en la etapa prefermentativa. Casassa *et al.* (2008) citan resultados similares como consecuencia de oxidaciones en la etapa de maceración en frío. Los vinos elaborados con MT y TA tuvieron valores similares entre sí por lo que no hubo signos de que el agregado de taninos mejorara la calidad del color. Parker *et al.* (2007) y Deltail (2000) no hallaron que el empleo de taninos enológicos mejorara el color del vino en las diferentes variedades y modalidades en que los emplearon. Parker *et al.* (2007) concluyeron que cuando naturalmente existe una concentración adecuada de taninos en el vino no es de esperar que los adicionados se solubilicen en una proporción importante ni que interactúen en forma significativa con los componentes del vino.

En cuanto a los índices de copigmentación (Boulton, 2001), MT dio lugar a los vinos con mayor color debido a pigmentos poliméricos (P) y a copigmentación (C) y, junto a MPF, al mayor color debido a antocianos libres (A) (Cuadro 4). Se aprecia que los mayores valores de estos índices se encontraron en los tratamientos que tuvieron los mayores contenidos de antocianos (Cuadro 3). Versari *et al.* (2008) hallaron que la copigmentación se explicaba casi completamente por los niveles de pigmentos monoméricos

Cuadro 4. Intensidad colorante (IC), tonalidad e índices de copigmentación en el vino al descube según tratamiento. Color debido a antocianos (A), color debido a copigmentación (C), color debido a polímeros (P). Maceración tradicional (MT), maceración con adición de taninos enológicos (TA), maceración prefermentativa en frío (MPF).

	IC	A	C	P	Tonalidad
MT	13,4 a	3,26 a	4,03 a	0,94 a	0,43 b
TA	12,2 b	2,78 b	3,64 b	0,85 b	0,42 b
MPF	12,40 b	3,10 a	3,37 c	0,70 c	0,47 a

(antocianos), lo que coincide con nuestros resultados, y no por el de taninos como citan otros trabajos (Boulton, 2001).

Sacchi *et al.* (2005) expresan que comenzar la fermentación con altos contenidos de antocianos y taninos favorece su estabilización. Sin embargo, parte del fundamento es la rápida estabilización de estas moléculas con metabolitos de fermentación (como ser acetaldehído y ácido pirúvico). Estos no son generados durante la fase prefermentativa y en un medio a bajas temperaturas no sería esperable un aumento del color ni de su estabilidad (Sacchi *et al.*, 2005). En consecuencia, podría pensarse que existen pérdidas de antocianos durante la maceración en frío debido a esta causa. A su vez, los fenómenos de readsorción de antocianos son más importantes y rápidos en ausencia de etanol (Amrani y Glories, 1995).

Conclusiones

Los vinos Tannat obtenidos con MPF tuvieron menor intensidad y calidad de color que los elaborados con MT, mientras fueron superiores en taninos y fenoles totales, contrariamente a lo buscado con la técnica.

El aumento de la concentración de taninos desde el inicio de la maceración en TA no generó resultados que puedan ser evaluados como positivos, a nivel de composición fenólica y color, en relación a MT y a las recomendaciones comerciales de estos compuestos. Por lo tanto, su empleo sistemático en la vinificación de uvas Tannat no se justificaría, en función del elevado contenido natural de estos compuestos en esta variedad.

La maceración clásica o tradicional (MT) permitió obtener los vinos con mayor contenido de antocianos e intensidad y calidad de color.

Los resultados de este ensayo deben ser confirmados por futuras investigaciones, que permitan ampliar el conocimiento de las condiciones que determinan los resultados de aplicar las alternativas de elaboración consideradas.

Agradecimientos

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por su apoyo a través del financiamiento del proyecto PR_FMV_2009_1_2622.

Guzmán Favre agradece a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por su apoyo a través de la beca BE_POS_NA_2010_2338.

Al Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI), y en particular a la Mag. Oca. Graciela Gil y al personal del Laboratorio, por sus aportes para la realización de este trabajo.

A la Empresa Abastecimientos, y particularmente al Enól. Andrés Zecchi, por sus aportes de insumos empleados en este trabajo.

A la Empresa Nortetur, y particularmente al Enól. Gerardo Bartora, por sus aportes de insumos empleados en este trabajo.

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.
- Amrani K, Glories Y. 1995. Tanins et anthocyanes : localisation dans la baie de raisin et mode d'extraction. *Revue française d'œnologie*, 153: 28-31.
- Amrani K, Glories Y. 1994. Étude en conditions modèles de l'extractibilité des composés phénoliques des pellicules et des pépins de raisins rouges. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 28(4): 303-317.
- 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.
- Budic-Leto I, Louric T, Vrhovsek U. 2003. Influence of different maceration techniques and ageing on proanthocyanidins and anthocyanins of red wine cv. Babic (*Vitis vinifera*, L.). *Food Technology and Biotechnology*, 41(4): 299-303.
- Busse-Valverde N, Gómez-Plaza E, López-Roca JM, Gil-Muñoz R, Bautista-Ortín AB. 2011. The extraction of anthocyanins and proanthocyanidins from grapes to wine during fermentative maceration is affected by the enological technique. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (10): 5450-5455.
- Casassa F, Catania C, Sari S, Diaz Sambueza M, Avagnina S, Galat E, Catania C. 2008. Efecto de dos variantes de maceración prefermentativa en

- frio (MPF) sobre la evolución cromática y organoléptica de vinos Malbec. *Revista Enología*, 2.
- Catania C, Avagnina S, Sari S, Casassa F. 2006. Influencia de distintos sistemas de maceración sobre el color, la composición polifenólica y las características organolépticas de vinos cvs. Merlot, Cabernet-Sauvignon y Sangiovese de la zona alta del Río Mendoza. Mendoza: INTA.
- Cheyrier V, Dueñas-Patron M, Souquet MJ, Sarni-Manchado P, Fulcrand H. 2006. Structure and properties of wine pigments and tannins. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3): 298-305.
- Delteil D. 2000. Utilisation de tanins oenologiques sur les raisins et les vins rouges méditerranéens et rhodaniens. *Revue française d'oenologie*, 181: 20-22.
- Fulcrand H, Dueñas M, Salas E, Cheyrier V. 2006. Phenolic reactions during winemaking and aging. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3): 289-297.
- Glories Y, Augustin M. 1993. Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. En: Actas du Colloque Journée Techn. Bordeaux: CIVB. pp. 56-61.
- Glories Y. 1984. La couleur des vins rouges: 1re. Partie: les équilibres des anthocyanes et des tanins. *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 18(3): 195-217.
- Gómez-Miguez M, González-Miret ML, Heredia FJ. 2007. Evolution of colour and anthocyanin composition of Syrah wines elaborated with pre-fermentative cold maceration. *Journal of Food Engineering*, 79(1): 271-278.
- 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, Berriel V, Charamelo D, Favre G. 2010a. Evolución de los pigmentos en el primer año de vinos tintos Tannat elaborados por técnicas alternativas. *Revista Enología*, 3: 1-14.
- González-Neves G, Gil G, Barreiro L, Favre G. 2010b. Pigment profile of red wines cv. Tannat made with alternative winemaking techniques. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23: 447-454.
- González-Neves G, Ferrer M, Gil G, Charamelo D, Balado J, Bochicchio R, Gatto G, Tessore A. 2010c. Estudio plurianual del potencial polifenólico de uvas Tannat en el sur de Uruguay. *Agrociencia*, 14(2): 10-21.
- González-Neves G, Gil G, Barreiro L, Berriel V, Favre G. 2009. Incidencia de distintas técnicas de vinificación sobre el color y los contenidos de pigmentos de vinos tintos jóvenes Tannat. En: Actas de 32 Congreso Mundial de la Vina y el Vino: Zagreb: O.I.V.
- González-Neves G, Favre G, Charamelo D, Balado J, Barreiro L, Bochicchio R, Gatto G, Gil G, Tessore A. 2008. Estudio comparativo de la extracción de polifenoles en la elaboración de vinos Tannat por técnicas alternativas. *Revista Enología*, 1: 1-5.
- González-Neves G, Charamelo D, Balado J. 2004. Phenolic potential of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. *Analytica Chimica Acta*, 513 (1): 191-196.
- González-Neves G, Ferrer M, Carbonneau A, Moutounet M. 2003. Adaptación de la vinificación en tinto en función del potencial polifenólico de las uvas. Experiencias realizadas en el 2001. *Agrociencia*, 7(1): 59-67.
- Harbertson JF, Parpinello PG, Heymann H, Downey MO. 2012. Impact of exogenous tannin addition on wine chemistry and wine sensory character. *Journal of Food Chemistry*, 131: 999-1008.
- 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*). *Journal of Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 71(4): 958-965.
- Laghi L, Parpinello JP, Del Rio D, Calani L, Mattioli AU, Versari A. 2010. Fingerprint of enological tannins by multiple techniques approach. *Journal of Food Chemistry*, 121(3): 783-788.
- Main GL, Morris JR. 2007. Effect of Macerating Enzymes and Postfermentation Grape-Seed Tannin on the Color of Cynthiana Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(3): 365-372.
- Marais J. 2003. 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 of Enology and Viticulture*, 24(2): 70-75.
- Obradovic D. 2006. Grape-derived tannins and their application. *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, 509: 66-73.
- O.I.V. 2009. Récueil des méthodes d'analyse des moûts et des vins. Paris: Organización Internacional de la Viña y el Vino.
- Ortega-Heras M, Pérez-Magariño S, González-Sanjosé M. 2012. Comparative study of the use of maceration enzymes and cold pre-fermentative maceration on phenolic and anthocyanic composition and colour of a Mencia red wine. *LWT - Food Science and Technology*, 48: 1-8.
- Parker M, Smith P, Birse M, Francis I, Kwiatkowski K, Lattey B, Liebich, Herderic M. 2007. The effect of pre- and post-ferment additions of grape derived tannin on Shiraz wine sensory properties and phenolic composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13(1): 30-37.
- Pinelo M, Arnous A, Meyer AS. 2006. Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. *Trends in Food Science and Technology*, 17: 579-590.
- Ribereau-Gayon P, Stonestreet E. 1966. Dosage des tanins du vin rouge et détermination de leur structure. *Chimie Analytique*, 48: 188-196.
- Ribereau-Gayon P, Stonestreet E. 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vins rouge. *Bulletin de la Société de Chimie*, 9: 2649.
- Sacchi K, Bisson L, Adams D. 2005. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *American Journal Enology and Viticulture*, 56(3): 197-206.
- Sanz L, Castro IM, Moreno-Arribas MV. 2008. Identification of the origin of commercial enological tannins by the analysis of monosaccharides and polyalcohols. *Food Chemistry*, 111(3): 778-783.
- Singleton V, Rossi J. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagents. *American Journal Enology Viticulture*, 16: 144-158.
- Swain T, Hillis W. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*: I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of Science and Food Agriculture*, 10: 63-68.
- Versari A, Boulton R, Parpinello JP. 2008. A comparison of analytical methods for measuring the color components of red wines. *Food Chemistry*, 106(1): 397-402.
- Vivas N, Vivas de Gaulejac N, Nonier MF. 2002. Mise au point sur les tanins oenologiques et bases d'une nouvelle définition qualitative. *Bulletin de l'O.I.V.*, 75: 853-854.
- Zamora F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos. Madrid: Mundiprensa. 225p.