

## ADAPTACIÓN DE LA VINIFICACIÓN EN TINTO EN FUNCIÓN DEL POTENCIAL POLIFENÓLICO DE LAS UVAS. EXPERIENCIAS REALIZADAS EN LA VENDIMIA 2001

González Neves, G.<sup>1 y 2</sup>, Ferrer, M.<sup>3</sup>, Carbonneau, A.<sup>4</sup>, Moutounet, M.<sup>4</sup>

Recibido: 24/09/02 Aceptado: 10/04/03

### RESUMEN

En la vendimia 2001 se elaboraron en escala reducida vinos tintos de Tannat, Cabernet-Sauvignon y Merlot, utilizando uvas provenientes de tres viñedos de cada variedad. Se estimaron los contenidos de antocianos extraíbles, potencial total en antocianos y riqueza fenólica de las uvas, de acuerdo con Glories y Augustin (1993). Posteriormente, se hicieron extracciones de los hollejos, con una solución de etanol al 12%, pH 3,2, y se determinaron periódicamente las concentraciones de antocianos y polifenoles totales. Se efectuaron dos vinificaciones por viñedo, con 50 kg de uva en cada una. Los contenidos fenólicos totales y antocínicos de los mostos se determinaron cada 24 horas, desde la molienda hasta el momento del descube. La duración de las maceraciones fue decidida en función de los índices determinados en las uvas y de las extracciones de polifenoles en el laboratorio y en la bodega. Los vinos fueron analizados a los dos meses de finalizada la fermentación, determinando su color y composición fenólica. Las uvas y vinos Tannat tuvieron contenidos significativamente mayores de polifenoles. Se encontró una alta correspondencia entre los contenidos fenólicos de uvas enteras, hollejos, mostos y vinos. La correspondencia de las características de los vinos con los índices determinados en uvas, hollejos y mostos confirma que la estimación del potencial polifenólico de las uvas es un dato esencial para dirigir más adecuadamente la vinificación en tinto.

**PALABRAS CLAVE:** potencial polifenólico, Tannat, vinos tintos.

### SUMMARY

## ADAPTATION OF THE ELABORATION OF RED WINES IN FUNCTION OF THE GRAPE'S POLYPHENOLIC POTENTIAL. EXPERIENCES CARRIED OUT IN THE 2001 VINTAGE

Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot red wines were elaborated, at a reduced scale, in the vintage 2001 using grapes from three vineyards of each variety. Extractable anthocyanins contents, total potential in anthocyanins and phenolic richness of the grapes were estimated, according to Glories and Augustin (1993). After that, skins were extracted separately, with a solution of ethanol 12 % pH 3.2, analysing periodically the anthocyanins and total polyphenols concentrations. Two vinifications by vineyard were carried out using 50 kg of grape in each one. Total phenolic and anthocyanic contents of the musts were determined every 24 hours, from crushing to devatting. The duration of the maceration was decided in function of the indexes determined in the grapes and the polyphenols extraction in the laboratory and the winery. Two months after the fermentation had finished, wines determined their colour and phenolic composition. Tannat wines and grapes had significantly the highest contents of polyphenols. Phenolic contents presented a high correspondence among the whole grapes, skins, musts and wines. The correspondence of the characteristics of the wines with the determined indexes in grapes, skins and musts confirms that the estimation of the phenolic potential of the grapes is essential to manage more adequately the fermentation on skins.

**KEY WORDS:** Polyphenolic potential, Red wines, Tannat.

<sup>1</sup> Laboratorio de Análisis y de Investigaciones. Instituto Nacional de Vitivinicultura (I.NA:VI.). Dr. Pouey 463, Las Piedras, Uruguay.  
E-mail: laboratorio@inavi.com.uy

<sup>2</sup> Unidad de Tecnología de Alimentos.

<sup>3</sup> Dpto. de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía, Av. Garzón 780, Montevideo, Uruguay.

<sup>4</sup> Viticulture-Oenologie. Agro-Montpellier. 2, Place P. Viala 34060 Montpellier Cedex, France.

## INTRODUCCIÓN

La madurez de la uva no se define adecuadamente si se consideran solamente sus contenidos de azúcares y la acidez, que son datos imprescindibles pero no suficientes cuando se pretende explotar el potencial de la materia prima para elaborar vinos de óptima calidad. En la vinificación en tinto es esencial definir una madurez polifenólica de la uva, considerando simultáneamente la concentración de los distintos fenoles y su extractibilidad, que determinan que no siempre las uvas más coloreadas den vinos de mayor color (Glories y Augustin, 1993; Saint-Cricq *et al.*, 1998; Glories, 1999 y 2001; Di Stefano *et al.*, 2000).

Di Stefano *et al.* (2000) definen como madurez fenólica al momento en que se alcanza un estado de combinación particular de los polifenoles de hollejos y semillas, que determina un descenso de la astringencia de estos compuestos y la máxima extractibilidad de los antocianos. Glories (2001) señala que la madurez fenólica se debe definir en función de la concentración de estos compuestos en la uva, y también en función de las estructuras moleculares implicadas y su aptitud para ser extraídas durante la vinificación.

La vinificación en tinto implica una extracción de diversos componentes de las partes sólidas de las uvas, que es variable según la composición de la misma y su grado de madurez, y según las técnicas empleadas en la vinificación. A su vez, la extracción de los diversos componentes fenólicos durante la maceración es diferente, de acuerdo con su solubilidad y la localización en las uvas.

Los antocianos se ubican en las células externas de la hipodermis de los hollejos, libres en las vacuolas, o en estructuras denominadas antocianoplastos (Amrani, y Glories, 1994 y 1995). Los taninos, en cambio, tienen distinta localización en los hollejos y en las semillas, presentan diversas estructuras moleculares y están asociados a otras macromoléculas, como proteínas y polisacáridos. Los taninos de los hollejos se sitúan en las vacuolas, bajo forma de gránulos o conglomerados, y también forman parte de las membranas y de las paredes celulares.

Los taninos de las semillas no son extraíbles si no se disuelve el recubrimiento lipídico de las mismas, y son más o menos solubles según su grado de polimerización, que va aumentando durante la maduración, lo que los hace menos extraíbles (Amrani y Glories, 1994 y 1995; Saint-Cricq *et al.*, 1998).

En correspondencia con su localización, la extractibilidad de los antocianos está fuertemente condicionada por la degradación de las membranas y paredes celulares, en tanto la de los taninos depende menos de este factor (Saint-Cricq *et al.*, 1998; Celotti y Carcereri, 2000; Glories, 2001).

La correspondencia entre la fermentación alcohólica y la maceración también condiciona la extracción de los taninos, ya que estas moléculas son poco solubles en agua y más solubles en alcohol. A su vez, el alcohol tendría el efecto de disgregar las membranas vacuolares y celulares, facilitando la liberación de los taninos ligados (Amrani y Glories, 1994 y 1995; Glories, 2001).

El color de los vinos tintos jóvenes está dado por la interacción entre los pigmentos provenientes de la uva (antocianos, taninos) y los que se forman durante la vinificación. Se debe considerar también que la composición fenólica del vino varía durante su estabilización y conservación, debido a condensación, polimerización, oxidación y precipitación de estas moléculas. Estas variaciones determinan cambios importantes en las propiedades sensoriales de los vinos, como resultado de la interacción de todos los compuestos presentes, y según las condiciones del medio, como pH, anhídrido sulfuroso libre, actividades enzimáticas, oxígeno disuelto, temperatura (Glories, 1984a y b; Liao *et al.*, 1992; La Notte *et al.*, 1995; Dallas *et al.*, 1995 y 1996; Cheynier *et al.*, 1997; Mirabel *et al.*, 1999).

Las condiciones de la vinificación en tinto (duración de la maceración, frecuencia e intensidad de los remontajes, temperatura, etc.) deben ser adaptadas, según el tipo de vino y la composición de la uva, considerando particularmente su madurez fenólica.

Glories (1999 y 2001) señala que con uvas “fenólicamente maduras” hay una liberación rápida de los antocianos de los hollejos, y de los taninos de hollejos y semillas, por lo que no se justifica un encubado largo. En cambio, pueden utilizarse dosis más elevadas de anhídrido sulfuroso y los remontajes serán muy útiles, en las uvas con baja extractibilidad (valores altos del “índice de madurez celular”, EA%), para favorecer la extracción de pigmentos de difícil difusión.

Saint-Cricq *et al.* (1999) indican que cuando se tiene una uva madura desde el punto de vista tecnológico y polifenólico (bajos valores de los índices de “madurez celular” y de “madurez de las semillas”, EA% y Mp% respectivamente) la vinificación debe hacerse con una extracción suave, con remontajes moderados, temperaturas de maceración no muy altas y un encubado corto. Para una uva con antocianos difíciles de extraer (EA% alto), se recomienda realizar remontajes importantes al principio de la fermentación, con una intensidad variable según la riqueza de la uva en antocianos (Aph1). En uvas con muchos taninos de semillas (Mp% elevado), los remontajes al final de la fermentación deben ser limitados, con temperaturas de fin de fermentación y maceración post-fermentativa cercanas a 30°C, para favorecer las reacciones de polimerización de los taninos y evitar excesos de astringencia.

gencia. Por el contrario, si Mp% es bajo se deben hacer remontajes importantes para aportar suficiente estructura al vino.

Es decir que el conocimiento de la riqueza polifenólica de la uva y su extractibilidad permitiría mejorar el control de la vinificación en tinto, definiendo de manera más adecuada el número de remontajes y su intensidad, las temperaturas y la duración de las maceraciones.

La bibliografía reporta relaciones diversas entre los valores de diversos índices de estimación de la extractibilidad de los pigmentos de la uva y la composición de los vinos tintos (Amrani y Glories, 1984; Saint-Cricq *et al.*, 1998; Venencie *et al.*, 1998; Glories, 1999; Celotti y Carcereri, 2000; Díaz-Plaza *et al.*, 2000; Di Stéfano *et al.*, 2000).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la utilidad de diversos índices de estimación del potencial fenólico de las uvas de las variedades Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot, como herramientas a utilizar para mejorar la gestión del proceso de vinificación. Los resultados obtenidos en uvas, hollejos y mostos se correlacionaron con la composición y el color de los vinos, de manera de verificar la correspondencia entre los estimadores de calidad de la materia prima y del producto, una vez adaptado el proceso de elaboración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ensayo de campo

Los ensayos se realizaron en la vendimia del año 2001, a partir de viñedos comerciales de Tannat, Cabernet-Sauvignon y Merlot, ubicados en la región Sur de Uruguay. Se consideraron viñedos que comprendían distintas situaciones productivas, de manera de obtener diversidad en la composición de la uva a vinificar, más allá de las características típicas de cada variedad.

Las parcelas experimentales estaban compuestas por 30 plantas, comprendiendo las siguientes situaciones:

#### Tannat:

1. Conducción en lira, con poda en cordón, plantas injertadas sobre SO4 y plantadas a 3,20 x 0,90 m. El viñedo está situado en la zona de Cuatro Piedras, Departamento de Canelones.
2. Plantas podadas a Guyot, en el viñedo citado precedentemente.
3. Espaldera media, con poda Guyot, plantas injertadas sobre SO4, a 2,0 x 1,0 m. Viñedo situado en la zona de Melilla, Departamento de Montevideo.

#### Cabernet-Sauvignon:

1. Conducción en espaldera y poda a Guyot doble, plantas injertadas sobre 1103P y plantadas a 2,30 x 1,10 m. Viñedo situado en la zona de Progreso, Departamento de Canelones.
2. En el mismo viñedo se consideraron plantas en las cuales se hizo raleo de racimos en enero.
3. Conducción en lira, plantas injertadas sobre SO4 y dispuestas a 3,00 x 1,00 m., con raleo de racimos en enero. Viñedo situado en Santa Lucía, Departamento de Canelones.

#### Merlot:

1. Conducción en espaldera y poda Guyot doble, plantas injertadas sobre SO4, a 2,50 x 1,25 m. Viñedo situado en la zona de Juanicó, Departamento de Canelones.
2. Conducción en lira y poda Guyot doble, plantas injertadas sobre SO4, a 3,00 x 1,00 m. Viñedo situado en la zona de Juanicó, Departamento de Canelones.
3. En el mismo viñedo se consideraron plantas con raleo de racimos.

El manejo de cada viñedo fue realizado por los respectivos productores.

### Análisis de las uvas

En el momento de la cosecha se extrajeron 2 muestras de 200 granos de uva de cada viñedo.

La mitad de las bayas de cada muestra fueron utilizadas para determinar los índices de Glories y Augustin (1993): potencial total en antocianos (A<sub>PH1</sub>), antocianos extraíbles (A<sub>PH3,2</sub>) y riqueza fenólica (A<sub>280UVA</sub>). Los extractos se hicieron por duplicado para cada muestra.

Los restantes 100 granos de cada muestra se utilizaron para determinar las proporciones relativas de hollejos, semillas y pulpa, necesarias para calcular los índices citados precedentemente, y los parámetros de rutina en las uvas (contenidos de sólidos solubles, acidez total y pH).

### Extracciones en el laboratorio

Los hollejos extraídos de las muestras de uvas fueron macerados en una solución de etanol al 12% pH 3,2, de acuerdo con Amrani y Glories (1994). Se determinaron periódicamente los contenidos de antocianos y polifenoles totales, inicialmente cada 3 horas y luego cada 12 h. El seguimiento de la extracción de polifenoles totales de los hollejos de Merlot se hizo durante 72 h, en tanto en Tannat y Cabernet-Sauvignon se hizo durante 144 h. La extracción de antocianos fue seguida en todos los casos durante 144 h. De esta manera se determinaron los contenidos máximos de antocianos (ANTLAB) y de polifenoles totales (A<sub>280LAB</sub>) extraídos en el laboratorio.

## Vinificaciones

Las vinificaciones representativas de cada viñedo se hicieron por duplicado, utilizando 50 kg de uva en cada una. Los mostos fueron encubados en recipientes de acero inoxidable de 100 litros. Se adicionó anhídrido sulfuroso, en una dosis de 5 g cada 100 kg de uvas, y se sembró con 15 g/hl de levadura seca activa. Se hicieron dos remontajes por día, hundiendo el sombrero con bazuqueos.

Los mostos fueron analizados cada 24 horas, desde la molienda hasta el descube, determinando los contenidos máximos de antocianos (ANTBOD) y de polifenoles totales (A280BOD) obtenidos en la bodega, en el curso de cada maceración.

La duración de las maceraciones se decidió en función de los índices determinados en las uvas y hollejos y de las extracciones de polifenoles durante las vinificaciones, considerando los resultados correspondientes a cada variedad. En consecuencia, el encubado fue de 6 días en todas las vinificaciones de Merlot, y de 7 días en las de Tannat y Cabernet-Sauvignon.

Las temperaturas de los mostos en fermentación se controlaron de manera que no superaran los 30°C.

## Análisis de los vinos

Los vinos fueron analizados a los dos meses del final de las fermentaciones alcohólicas. Se determinó su composición fenólica, por los métodos espectrofotométricos descritos por Paronetto (1977): polifenoles totales (A280VINO), antocianos totales (ANTVINO), flavanos (FLAV) y proantocianidinas (PRO).

Las concentraciones de antocianos de uvas, hollejos y mostos se cuantificaron en mg de glucósido de malvidina por litro. Los contenidos de flavanos y proantocianidinas de los vinos se expresan en mg de D-catequina.

El color fue evaluado por el método de Glories (1984a) determinando la intensidad colorante (IC), tonalidad (TON) y porcentajes de amarillo (%AM), rojo (%RO) y azul (%AZ).

Se analizaron dos muestras de cada vino.

Todos los análisis efectuados en uvas, extractos de hollejos, mostos y vinos fueron hechos por duplicado para cada muestra.

## Análisis estadístico

Los datos fueron procesados con Statgraphics Plus, Versión 4.1 (Statistical Graphics Corp., U.S.A., 1999). Se hicieron análisis de varianza entre las variedades, para los distintos parámetros, y separación de medias por Tukey al 5%. Posteriormente, se agruparon los datos correspondientes a las tres variedades y se calcularon las correlacio-

nes lineales entre los índices determinados en uvas, hollejos y mostos, y entre éstos y el color y composición fenólica de los vinos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Índices determinados en las uvas

Los valores medios de riqueza fenólica y potencial total en antocianos de las uvas Tannat fueron significativamente mayores a los de las uvas de las otras dos variedades, en tanto las medias correspondientes a Cabernet Sauvignon fueron estadísticamente superiores a las de las uvas Merlot. En cambio, los contenidos medios de antocianos extraíbles de Tannat y Cabernet-Sauvignon no se diferenciaron estadísticamente, pero fueron significativamente superiores a los de Merlot (Cuadro 1).

De acuerdo con los valores de EA% y Mp% (Cuadro 1), en la vendimia las uvas Cabernet-Sauvignon y Merlot estaban significativamente más maduras desde el punto de vista celular que las uvas Tannat, en tanto las películas de las semillas eran significativamente más maduras en Cabernet-Sauvignon. Según estos resultados la extractibilidad de los pigmentos sería significativamente menor en Tannat, en tanto sus semillas aportarían proporcionalmente más taninos a los vinos de esta variedad que las semillas de las otras.

Los valores medios de EA% obtenidos para Cabernet-Sauvignon y Merlot no se diferenciaron estadísticamente (Cuadro 1), lo que no concuerda con los resultados reportados por Glories (2001), que señala que los EA% correspondientes a Cabernet-Sauvignon son siempre mayores, por tener hollejos más espesos y difíciles de degradar. En cambio, los valores de Mp demuestran que las semillas de Cabernet-Sauvignon son las más pobres en taninos (Cuadro 1), lo que coincide con los resultados de Glories (2001).

### Extracciones en el laboratorio y en la vinificación

Las diferencias verificadas entre los valores máximos de polifenoles totales extraídos en bodega y en laboratorio para cada variedad (Cuadro 1) responden a las diversas condiciones de cada maceración. En las vinificaciones hay un aporte de taninos de las semillas, que van a interactuar con los compuestos extraídos de los hollejos, en tanto en el laboratorio se maceraron exclusivamente los hollejos.

Las cinéticas medias de extracción de polifenoles totales y de antocianos de los hollejos correspondientes a cada variedad se observan en las Figuras 1 y 2, en tanto la evolución de los contenidos medios de polifenoles totales

**Cuadro 1.** Valores medios de los contenidos fenólicos de las uvas, extractos de hollejos y mostos de cada variedad. Los valores con la misma letra no tienen diferencias estadísticas al 5%.

	TANNAT	CAB. SAUV.	MERLOT
A280UVA	62,4 <sup>a</sup> ± 8,8	40,7 <sup>b</sup> ± 6,1	31,9 <sup>c</sup> ± 1,2
ApH1	1458,9 <sup>a</sup> ± 184,6	1078,6 <sup>b</sup> ± 252,6	707,7 <sup>c</sup> ± 29,0
ApH3,2	730,8 <sup>a</sup> ± 84,2	713,4 <sup>a</sup> ± 140,0	475,0 <sup>b</sup> ± 15,5
EA%	49,8 <sup>a</sup> ± 2,8	32,8 <sup>b</sup> ± 3,2	33,3 <sup>b</sup> ± 2,8
Mp%	52,6 <sup>a</sup> ± 6,7	30,3 <sup>c</sup> ± 3,7	40,5 <sup>b</sup> ± 1,1
A280LAB	44,2 <sup>a</sup> ± 8,1	28,7 <sup>b</sup> ± 10,5	22,0 <sup>c</sup> ± 2,5
ANTLAB	968,9 <sup>a</sup> ± 141,0	754,7 <sup>b</sup> ± 199,0	504,6 <sup>c</sup> ± 32,3
A280BOD	57,2 <sup>a</sup> ± 6,8	36,4 <sup>b</sup> ± 7,0	36,7 <sup>b</sup> ± 2,4
ANTBOD	1046,4 ± 156,6	538,2 ± 151,0	437,9 ± 43,5

y de antocianos en los mostos de cada variedad se representan en las Figuras 3 y 4.

Los valores máximos de las concentraciones de polifenoles totales y de antocianos alcanzados en el laboratorio en Tannat fueron inferiores a los determinados en la bodega. En cambio, en Cabernet-Sauvignon y Merlot, si bien los contenidos fenólicos máximos obtenidos en bodega fueron mayores a los del laboratorio, los contenidos antocianínicos máximos extraídos de los hollejos fueron superiores a los obtenidos en los mostos (Cuadro 1). Estos resultados deben considerarse tomando en cuenta la solubilización conjunta de polifenoles de los hollejos y de las semillas en la vinificación y el desarrollo simultáneo con la extracción de fenómenos de insolubilización, oxidación y condensación de los antocianos con otros fenoles (Glories, 1984a; Liao *et al.*, 1992; La Notte *et al.*, 1995; Dallas *et al.*, 1995 y 1996; Cheynier *et al.*, 1997; Mirabel *et al.*, 1999).

Se puede observar que las extracciones en el laboratorio fueron más rápidas, alcanzándose las concentraciones máximas bastante antes que en la bodega (Figuras 1 a 4).

Las concentraciones máximas de polifenoles totales en el laboratorio se alcanzaron con 48 horas de maceración de los hollejos en Merlot, con 96 h en Cabernet-Sauvignon y con 120 h en Tannat (Figura 1). Los contenidos máximos de antocianos en el laboratorio se alcanzaron promedialmente a las 24 horas en Cabernet-Sauvignon y Merlot y a las 96 h en Tannat, aunque en este caso ya a las 36 h se

habían alcanzado concentraciones que no difirieron estadísticamente de la máxima (Figura 2).

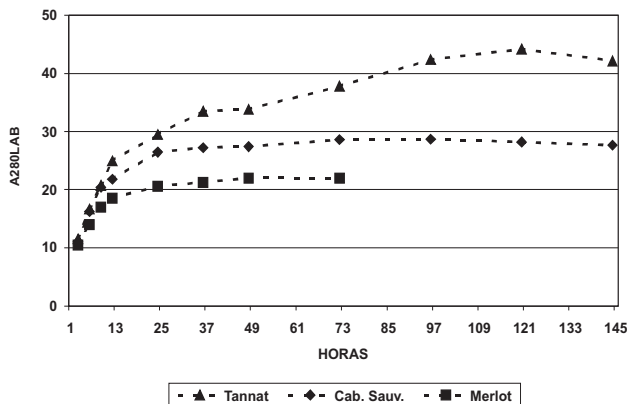
En bodega, los contenidos fenólicos máximos fueron alcanzados a las 72 h (3er. día) en los mostos de Merlot, a las 144 h (6º día) en Cabernet-Sauvignon y a las 168 h (7º día) en Tannat (Figura 3), en tanto los contenidos máximos de antocianos se alcanzaron en promedio con 72 h (3 días) de maceración para Merlot y con 36 h (4 días) para Tannat y Cabernet-Sauvignon (Figura 4).

### Adaptación de las vinificaciones en función de los índices determinados

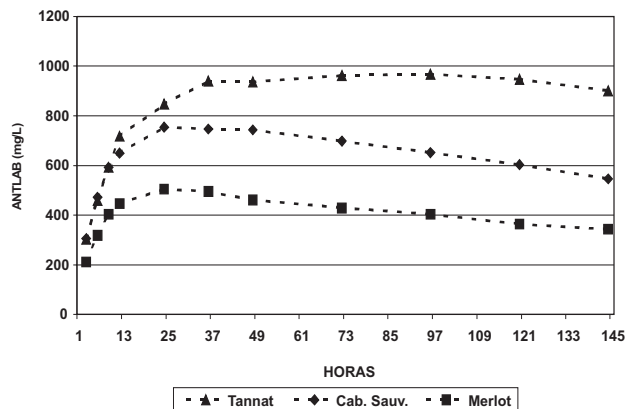
Las cinéticas de extracción y las concentraciones máximas de antocianos y polifenoles totales determinadas en el laboratorio representaron un elemento de apoyo fundamental para el control y la toma de decisiones durante las vinificaciones. La consideración conjunta de estos resultados con los índices obtenidos con las uvas enteras permitió decidir la realización de una maceración diferente para Tannat y Cabernet-Sauvignon (7 días) y para Merlot (6 días), buscando elaborar en todos los casos vinos jóvenes, que maximizaran la expresión de las características de las uvas y fueran aptos para consumir en el primer año.

### Composición de los vinos

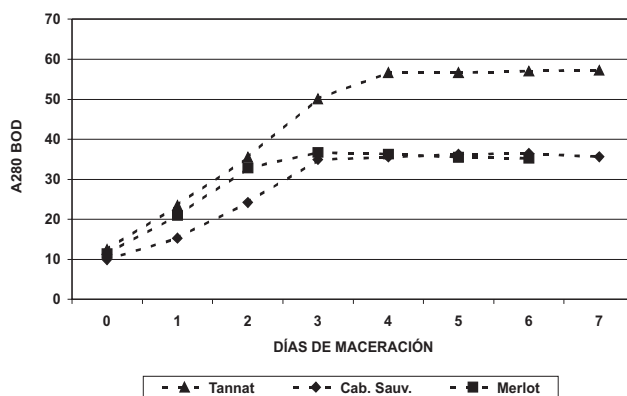
En correspondencia con los resultados obtenidos en uvas, hollejos y mostos, los vinos Tannat tuvieron conte-



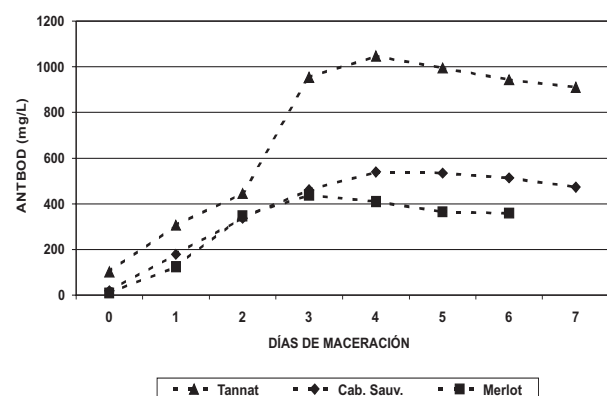
**Figura 1.** Evolución de los contenidos fenólicos totales en los extractos de hollejos (valores medios para cada variedad).



**Figura 2.** Evolución de los contenidos de antocianos en los extractos de hollejos (valores medios para cada variedad).



**Figura 3.** Evolución de los contenidos fenólicos totales en los mostos durante las vinificaciones (valores medios para cada variedad).



**Figura 4.** Evolución de los contenidos de antocianos en los mostos durante las vinificaciones (valores medios para cada variedad).

nidos fenólicos totales, de antocianos y de flavanos, e intensidad colorante significativamente mayores, así como una tonalidad media estadísticamente inferior a los vinos de las otras variedades. En cambio, los contenidos de proantocianidinas de los vinos Tannat y Cabernet-Sauvignon no se diferenciaron estadísticamente (Cuadro 2).

Los vinos Cabernet-Sauvignon tuvieron contenidos antociánicos medios significativamente mayores a los Merlot, pero no se diferenciaron estadísticamente de éstos en los contenidos fenólicos totales, de flavanos y de proantocianidinas, ni en la intensidad colorante (Cuadro 2).

En trabajos previos se han reportado resultados similares, considerando vinos comerciales uruguayos elaborados con estas variedades en diversas añadas (González Neves, 1999; González Neves y Gatto, 2001).

### Correspondencia entre los índices determinados en uvas, hollejos y mostos y la composición de los vinos

Al agrupar todos los datos se verificaron correlaciones muy altamente significativas entre los contenidos de polifenoles totales y de antocianos de las uvas enteras, de los hollejos y de los mostos. Las correlaciones de las distintas variables con el potencial antociánico total fueron mayores que las determinadas con los antocianos extraíbles de las uvas (Cuadro 3).

Los contenidos antociánicos de los vinos se correlacionaron muy significativamente con todos los índices determinados en las uvas, los extractos de hollejos y los mostos (Cuadro 4).

**Cuadro 2.** Valores medios de los contenidos fenólicos y color de los vinos de cada variedad. Los valores con la misma letra no tienen diferencias estadísticas al 5%.

	TANNAT	CAB. SAUV.	MERLOT
A280VINO	48,5 <sup>a</sup> ± 7,5	32,0 <sup>b</sup> ± 6,1	29,3 <sup>b</sup> ± 1,5
ANTVINO	551,7 <sup>a</sup> ± 61,1	348,7 <sup>b</sup> ± 79,0	226,7 <sup>c</sup> ± 30,6
FLAV	1105,8 <sup>a</sup> ± 157,5	902,4 <sup>b</sup> ± 180,9	863,6 <sup>b</sup> ± 63,8
PRO	2089,5 <sup>a</sup> ± 0,4	1718,2 <sup>ab</sup> ± 0,5	1449,7 <sup>b</sup> ± 0,1
IC	10,17 <sup>a</sup> ± 2,5	5,94 <sup>b</sup> ± 2,1	5,58 <sup>b</sup> ± 0,3
TON	0,694 <sup>c</sup> ± 0,1	0,788 <sup>b</sup> ± 0,1	0,858 <sup>a</sup> ± 0,1
%AM	35,7 <sup>c</sup> ± 1,3	38,7 <sup>b</sup> ± 0,8	40,5 <sup>a</sup> ± 0,3
%RO	51,4 <sup>a</sup> ± 1,8	48,8 <sup>b</sup> ± 0,6	47,0 <sup>c</sup> ± 0,6
%AZ	12,9 <sup>ns</sup> ± 0,6	12,4 <sup>ns</sup> ± 0,5	12,7 <sup>ns</sup> ± 0,5

**Cuadro 3.** Coeficientes de correlación entre los índices determinados en las uvas enteras y los determinados con los hollejos y los mostos:  $p < 0,05$  (\*),  $p < 0,01$  (\*\*),  $p < 0,001$  (\*\*\*)

	A280LAB	ANTLAB	ANTBOD	A280BOD
A280UVA	0,907***	0,944***	0,976***	0,938***
ApH1	0,943***	0,960***	0,944***	0,873***
ApH3,2	0,857***	0,834***	0,731***	0,621**

Los polifenoles totales y el potencial total en antocianos de las uvas se correlacionaron muy significativamente con los índices de color de los vinos, en tanto la correspondencia entre éstos y los antocianos extraíbles fue menor (Cuadro 4).

La intensidad colorante de los vinos también se correlacionó muy significativamente con los contenidos de antocianos de los extractos de hollejos y de los mostos (Cuadro 4).

Las correlaciones obtenidas al agrupar todos los datos están condicionadas por las relaciones entre los diversos pigmentos en las uvas y vinos de cada variedad. González Neves (1999) constató que estas relaciones eran diferentes en los vinos de Tannat, Cabernet-Sauvignon y Merlot

elaborados en Uruguay, lo que hace que la significación estadística de los coeficientes determinados en el presente estudio tenga particular relevancia.

## CONCLUSIONES

La adaptación de la vinificación tomando en cuenta los índices polifenólicos obtenidos en las uvas, permite explotar al máximo el potencial de las mismas para producir vinos de óptimas cualidades.

La estimación del potencial polifenólico de las uvas, ya sea considerando uvas enteras o los hollejos exclusivamente, puede ser muy útil para predecir el color y la composición fenólica global de los vinos tintos, permitiendo dirigir la vinificación de una manera más adecuada.

**Cuadro 4.** Coeficientes de correlación entre los índices determinados en uvas enteras, hollejos y mostos, y la composición fenólica y color de los vinos:  $p < 0,05$  (\*),  $p < 0,01$  (\*\*),  $p < 0,001$  (\*\*\*)

	A280UVA	ApH1	ApH3,2	A280LAB	ANTLAB	A280BOD	ANTBOD
<b>A280VINO</b>	0,975***	0,913***	0,681**	0,895***	0,918***	0,984**	0,974***
<b>ANT VINO</b>	0,965***	0,973***	0,811***	0,894***	0,947***	0,912***	0,980***
<b>PRO</b>	0,850***	0,883***	0,800***	0,941***	0,906***	0,869***	0,844***
<b>I.C.</b>	0,923***	0,888***	0,690**	0,888***	0,874***	0,973***	0,946***
<b>TON</b>	-0,801***	-0,847***	-0,728***	-0,694**	-0,773***	-0,704***	-0,844***
<b>% AM</b>	-0,829***	-0,868***	-0,734***	0,731***	-0,801***	-0,753***	-0,880***
<b>% RO</b>	0,709**	0,767***	0,674***	0,580*	0,669**	0,599*	0,750***
<b>% AZ</b>	0,457*	0,387	0,253	0,577*	0,503*	0,574*	0,465*

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las empresas D, E. y G. Pisano, Establecimiento Juanicó, Viña Varela Zarranz, y Viñedos y Bodegas Filgueira, por el apoyo prestado a nuestro trabajo al permitir realizar los ensayos en sus viñedos.

A G. Camussi, D. Charamelo, J. Balado, L. Barreiro, R. Bochicchio, G. Gatto, G. Gil, A. Tessore y G. Bordo por su participación en la realización de los ensayos y en la presentación de este trabajo.

G. González Neves agradece al Ministerio de Educación y Cultura la concesión de la beca PDT S/C/BE/OP/10.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMRANI, K.; GLORIES, Y. 1994. Étude en conditions modèles de l'extractibilité des composés phénoliques des pellicules et des pépins de raisins rouges. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 28 (4): 303-317.
- AMRANI, K.; GLORIES, Y. 1995. Tanins et anthocyanes: localisation dans la baie de raisin et mode d'extraction. *R.F.E.*, 153: 28-31.
- CELOTTI, E. Y CARCERERI, G. 2000. Studio della maturità fenolica delle uve rosse per valorizzare l'area viticola dei Colli Berici. *L'Enologo* 4: 79-84.
- CHEYNIER, V.; SOUQUET, J.; KONTEK, A.; MOUTOUNET, M. 1994. Anthocyanin degradation in oxidising grape musts. *J. Sci. Food Agric.* 66: 283-288.
- DALLAS, C.; RICARDO-DA-SILVA, J.; LAUREANO, O. 1995. Degradation of oligomeric procyanidins and anthocyanins in a Tinta Roriz red wine during maturation. *Vitis* 34 (1): 51-56.
- DALLAS, C.; RICARDO-DA-SILVA, J.; LAUREANO, O. 1996. Interactions of oligomeric procyanidins in model wine solutions containing Maldivin-3-Glucoside and Acetaldehyde. *J. Sci. Food Agric.* 70: 493-500.
- DI STÉFANO, R.; BORSA, D.; BOSSO, A.; GARCÍA, E. 2000. Sul significato e sui metodi di determinazione dello stato di maturità dei polifenoli. *L'Enologo* 12: 73-76.
- DÍAZ-PLAZA, E.; REYERO, J.; PARDO, F. Y SALINAS R. 2000. Aportación al estudio de la maduración de varias viníferas tintas cultivadas en la D.O. Jumilla. *Vitic. Enol. Prof.* 68: 37-46.
- GLORIES, Y. 1984a. La couleur des vins rouges. 1re. Partie: les équilibres des anthocyanes et des tanins. *Conn. Vigne Vin* 18 (3): 195-217.
- GLORIES, Y. 1984b. La couleur des vins rouges. 2e. Partie: Mesure, origine et interpretation. *Conn. Vigne Vin* 18 (4): 253-271.
- GLORIES, Y. 1999. La maturità fenolica delle uve: primo parámetro da controllare per una corretta vinificazione in rosso. *Vignevini* 3: 46-50.
- GLORIES, Y. 2001. Caractérisation du potentiel phénolique: adaptation de la vinification. *Progrès Agricole et Viticole* 118 (15/16): 347-350.



- GLORIES, Y.; AUGUSTIN, M. 1993. Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. Actas Colloque Journée Techn. CIVB, Bordeaux. pp. 56-61.
- GONZÁLEZ NEVES, G. 1999. Color y composición de vinos tintos jóvenes Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot de Uruguay. *Vitic. Enol. Prof.* 64: 43-50.
- GONZÁLEZ NEVES, G.; GATTO, G. 2001. Caracterización de la composición fenólica y el color de vinos tintos uruguayos de las variedades Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot. *Inf. Tecnol.* 12 (3): 9-14.
- LAMADON, F. 1995. Protocole pour l' évaluation de la richesse polyphénolique des raisins. *R.Æ.* 76: 37-38.
- LA NOTTE, E., SANTORO, M.; LIUZZI, V. 1989. La frazione polifenolica nell' elaborazione del vino. Nota I: gli antociani. *Vignevini*, 10: 67-71.
- LA NOTTE, E., LIUZZI, V., ESTI, M.; RINALDI, T. 1995. L' invecchiamento di vini rossi in relazione a tecniche enologiche. Nota 2. Le caratteristiche cromatiche. *Vignevini*, 12: 29-37.
- LIAO, H.; CAI, Y.; HASLAM, E. 1992. Polyphenol interactions. Anthocyanins: co-pigmentation and color changes in red wines. *J. Sci. Food Agric.* 59: 299-305.
- MIRABEL, M.; SAUCIER, C.; GUERRA, C.; GLORIES, Y. 1999. Copigmentation in model wine solutions: occurrence and relation to wine aging. *Am. J. Enol. Vitic.* 50 (2): 211-218.
- PARONETTO, L. 1977. *Polifenoli e tecnica enologica*. Selepress. Milán.
- RIOU, V. Y ASSELIN, C. 1996. Potentiel polyphénolique disponible du raisin. Estimation rapide par extraction partielle à chaud. *Progrès Agric. Vitic.* 113 (18): 382-384.
- SAINT-CRICQ, N.; VIVAS, N.; GLORIES, Y. 1998. Maturité phénolique: définition et contrôle. *R.F.Æ.* 173: 22-25.
- SAINT-CRICQ, N.; VIVAS, N. Y GLORIES, Y. 1999. Maduración fenólica de las uvas tintas. Relación con la calidad de los vinos. Comparación entre los vidueños Merlot y Tempranillo (II). *La Semana Vitivinícola* 2748: 1126-1136.
- VENENCIE, C.; VIDEAU, B.; MICHEL, D. 1998. Contrôle maturité: analyse des pellicules ou des baies entières? *R.F.Æ.* 169: 13-15.