

# COMPOSICIÓN FENÓLICA DE LOS VINOS EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE FERMENTACIÓN

**ABRIL, I.; AROZARENA, I.; NAVARRO, M.; VERA, M. y A. CASP**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra

Campus Arrosadía. 31006 Pamplona (España).

Tel.: 00.34. 48. 169139 Fax: 00 34. 48. 169893. E-mail: [acasp@unavarra.es](mailto:acasp@unavarra.es)

## **Resumen**

Los compuestos fenólicos son sustancias que desempeñan un importante papel en enología, siendo los principales responsables del color y sabor de los vinos. Proceden de las partes sólidas del racimo y son extraídas durante la vinificación, en consecuencia las condiciones en que se desarrolle influirán en la composición fenólica final del vino.

El estudio se ha realizado, durante la vendimia del año 2000, con uvas de la variedad Tempranillo de la Denominación de Origen Navarra (España) vendimiadas con distintos grados de madurez. Los vinos se han elaborado con el mismo protocolo de vinificación, introduciendo como única variable la temperatura de fermentación.

Se comprueba que cuando la fermentación se desarrolla a baja temperatura la extracción de los compuestos fenólicos de uva es más lenta, y el contenido final de los vinos es ligeramente menor que cuando la vinificación se conduce a mayor temperatura, particularmente en el caso de los antocianos totales. En consecuencia los vinos elaborados a alta temperatura presentan una intensidad colorante superior, aunque un color rojo menos vivo, con valores inferiores en el porcentaje dA y una mayor tonalidad.

Se observa también que a medida que avanza la fecha de vendimia, se obtienen vinos con mayor contenido de antocianos totales, y un valor más elevado en el índice de polifenoles totales, y la intensidad colorante.

El nivel de copigmentación encontrado en los vinos es bajo, apreciándose un significativo descenso del mismo a lo largo de la fermentación, en favor de las formas libres y polimerizadas de los antocianos.

## **Résumé**

Les composés phénoliques sont des substances qui jouent un rôle important en oenologie, ils sont responsables de la couleur et de la saveur des vins. Ces molécules proviennent des différentes parties de la grappe de raisin et sont extraites pendant la vinification, en conséquence les conditions de cette vinification auront une grande influence sur la composition phénolique du vin.

L'étude a été réalisée, pendant l'année 2000, avec raisins du cépage Tempranillo, cultivés à la A.O. Navarra (Espagne), vendangés avec différent degré de maturité. Les vins ont été élaborés avec le même protocole de vinification, l'unique variable considérée a été la température de fermentation.

Si la fermentation se développe à basse température l'extraction des composés phénoliques de la baie est plus lente et la quantité finale dans les vins est un peu plus basse que si la vinification se produit à température plus haute, particulièrement pour les anthocyanes totaux. Pour tant les vins élaborés à haute température ont une intensité de couleur supérieure, mais sa couleur rouge est moins vive, avec valeurs inférieures du pourcentage dA et une tonalité plus haute.

Au fur et à mesure qu'avance la date de vendange, les vins ont une quantité plus haute d'anthocyanes totaux et aussi une plus haute intensité de couleur et indice de polyphénols totaux.

Le niveau de copigmentation des vins est bas et il se produit une diminution significative pendant la fermentation vers les formes libres et polymérisées des anthocyanes.

## **Introducción**

Los compuestos fenólicos son sustancias que desempeñan un importante papel en enología, siendo los principales responsables del color y sabor de los vinos tintos. Proceden de las partes sólidas del racimo y son extraídas durante la vinificación. En consecuencia la composición fenólica del vino será función, por un lado, del contenido en los diferentes compuestos fenólicos de la uva de partida, el cual dependerá, entre otros factores, del grado de madurez del fruto en la fecha de la vendimia; y, por otro, de la tecnología de vinificación, es decir, de la duración del encubado, del modo en que sea conducida de la maceración de las partes sólidas de la uva, de la temperatura de fermentación, etc.

En este trabajo se pretende analizar el efecto de la fecha de vendimia y de la temperatura de vinificación sobre la composición fenólica de vinos tintos de Tempranillo.

## **Materiales y métodos**

Los resultados presentados corresponden a vinos de Tempranillo, elaborados a partir de uva procedente de una misma parcela perteneciente a las Bodegas Julián Chivite S.A. (Navarra). La uva se recogió en tres fechas distintas en la campaña del año 2000:

- V1: diez días antes de la fecha madurez tecnológica fijada por la bodega (11/9/00).
- V2: en la fecha de madurez tecnológica en dicha fecha (21/9/00)
- V3: ocho días después (29/9/00).

En cada fecha se realizaron dos vinificaciones, fijándose las mismas condiciones en ambas salvo la temperatura: en una de las vinificaciones (A) la temperatura se mantuvo entre 27°C y 30°C y en la otra (B) entre 20°C y 23°C. Se tomaron muestras al final de la fermentación, en el momento de descube (vinos), así como a mitad de la misma (mostos de 5-6°C), salvo en la primera vinificación.

En la tabla 1 se presentan las determinaciones analíticas efectuadas en los mostos, en los mostos de 5-6°, y en los vinos, indicando las referencias correspondientes.

Tabla 1. Variables analizadas

Variable	Código	Unid.	Método	Mosto	Mosto 5-6°	Vino
<i>Parámetros de color</i>						
Intensidad colorante	IC			X	X	X
Tonalidad	Tonal			X	X	X
Densidad óptica a 520 nm	d520		CEE, 1990	X	X	X
Contribución absorbancia a 420 nm a IC	%420	%		X	X	X
Contribución absorbancia a 520 nm a IC	%520	%		X	X	X
% color rojo debido a cationes flavilium	%dA	%	Glories, 1984		X	X
<i>Variables relativas a la composición fenólica</i>						
Antocianos totales	A tot	mg l <sup>-1</sup>	Riber. y Stones., 1965	X	X	X
% antocianos copigmentados	%Copg		Mazza et al., 1999		X	X
% antocianos monoméricos	%Monm		Boulton, 2001		X	X
% antocianos polimerizados	%Polm				X	X
Índice de Polifenoles totales	IPT		Blouin, 1992	X	X	X
Polifenoles totales	P tot	g l <sup>-1</sup>	Sing. y Rossi, 1965	X	X	X

## Resultados y discusión

En la tabla 2 se incluyen los valores medios los parámetros relativos al color de los mostos, mostos de 5-6°, y vinos estudiados, mientras que en las tablas 3 se presentan los correspondientes a la composición fenólica, respectivamente.

Tabla 2. Parámetros relativos al color.

Fecha	Vinificación	IC	Tonal	d520	%420	%520	%dA
Mostos							
11/9/00	--	2.4	1.60	0.8	52.2	32.6	--
21/9/00	--	2.0	1.46	0.7	51.0	34.9	--
29/9/00	--	1.9	1.59	0.6	52.7	33.0	--
Mostos 5-6°							
21/9/00	MV2B	4.3	0.54	2.5	31.9	58.7	64.8
21/9/00	MV2A	5.6	0.48	3.4	29.4	60.6	67.5
29/9/00	MV3B	5.0	0.55	2.9	32.0	58.4	64.3
29/9/00	MV3A	5.2	0.46	3.2	28.4	61.6	68.8
Vinos							
11/9/00	VV1B	7.8	0.66	4.2	35.1	53.2	55.9
11/9/00	VV1A	8.8	0.72	4.5	36.8	51.4	52.6
21/9/00	VV2B	7.9	0.68	4.2	35.7	52.6	54.9
21/9/00	VV2A	8.6	0.75	4.3	37.2	49.5	48.9
29/9/00	VV3B	9.0	0.63	4.9	34.5	54.5	58.2
29/9/00	VV3A	9.8	0.66	5.2	35.3	53.0	55.7

En la tabla 2 se observa cómo, en todos los vinos elaborados a temperatura baja (vinos B) la intensidad colorante y la densidad óptica a 520 nm son inferiores a las correspondientes a los vinos elaborados a alta temperatura (vinos A). Paradójicamente al analizar la contribución de la absorbancia a 520 nm a la intensidad colorante, así como el valor %dA, el porcentaje de color rojo atribuible a los cationes flavilium de los antocianos libres y combinados (Glories, 1984), se observa lo contrario. Esto conduce, evidentemente, a que la tonalidad (d420/d520) de los vinos B sea menor que la de los vinos A. No obstante, al analizar los datos correspondientes a las muestras extraídas mediada la fermentación (mostos 5-6°) se aprecia

cómo las de alta temperatura (mostos A), si bien presentan ya una mayor IC y d520 que las muestras de baja temperatura (mostos B), tienen una menor tonalidad y un valor en %520 y %dA ligeramente superior.

Por otra parte, los vinos obtenidos con la uva recogida en la tercera fecha de vendimia (V3) presentan una intensidad colorante superior a la de los vinos elaborados con la uva vendimiada en las dos fechas anteriores (V1 y V2). Este hecho parece estar relacionado de forma directa con el contenido en antocianos totales (tabla 3) y es coherente con lo observado por Sims y Bates (1994) al analizar la intensidad del color y el contenido en antocianos en vinos de uva muscadina vendimiada en la fecha óptima de madurez y 14 días después de la misma.

En la tabla 3 se observa además cómo los vinos A presentan una concentración en antocianos totales ligeramente superior que los vinos B. Esta diferencia es más acusada a mitad de la fermentación (mostos de 5-6°) por lo que parece que la fermentación a alta temperatura condujo a una aceleración de la extracción de los compuestos antocianicos, si bien el contenido final de los vinos A y B tendió a igualarse en la segunda mitad de la vinificación. En las dos vinificaciones A (MV2A y MV3A) de las que se obtuvo muestra de mosto de 5-6° el contenido final de los vinos en antocianos totales se alcanza en los primeros días de fermentación, observándose incluso un descenso posterior en la vinificación realizada tras la última vendimia (de 0.64 g/l a 0.49 g/l en la vinificación V3A). Gao et al. (1997) obtuvieron resultados semejantes al comparar la vinificación a 30°C y 20°C de mostos de la variedad Pinot noir.

Tabla 3. Parámetros relativos a la composición fenólica

Fecha	Vinificación	A_tot (g L <sup>-1</sup> )	% Copg	% Monm	% Polm	IPT	P_tot (g L <sup>-1</sup> )
Mostos							
11/9/00	--	0.01	--	--	--	11.0	0.31
21/9/00	--	0.02	--	--	--	11.2	0.37
29/9/00	--	0.01	--	--	--	10.3	0.30
Mostos 5-6°							
21/9/00	MV2B	0.20	38.6	44.8	16.6	16.5	0.80
21/9/00	MV2A	0.43	46.0	42.0	12.0	23.0	1.01
29/9/00	MV3B	0.24	39.7	44.7	15.6	16.2	0.76
29/9/00	MV3A	0.64	43.4	45.1	11.5	36.2	1.32
Vinos							
11/9/00	VV1B	0.32	7.5	63.8	28.7	34.6	1.25
11/9/00	VV1A	0.34	9.8	61.5	28.7	38.8	1.71
21/9/00	VV2B	0.35	15.7	58.5	25.8	37.6	1.48
21/9/00	VV2A	0.42	16.2	56.5	27.3	41.0	1.60
29/9/00	VV3B	0.46	10.8	64.8	24.4	40.6	1.71
29/9/00	VV3A	0.49	37.9	39.9	22.2	43.1	1.68

Al analizar el contenido en polifenoles totales (Pol\_tot) y el IPT de los mostos de 5-6° y de los vinos la tendencia observada es similar a la de los antocianos totales. Los vinos A presentan, en general, valores superiores a los vinos B. Se constata además que la diferencia entre el contenido en polifenoles totales de los vinos A y los vinos B es mayor cuanto más temprana es la fecha de vendimia (1.71-1.25 = 0.46 g/l en los vinos del día 11, y 0.12 g/l en los del día 21, mientras que en los vinos de la última vendimia el contenido final es prácticamente el mismo en ambos vinos, 1.71 g/l en el vino B y 1.68 g/l en el vino A). Esto pudo deberse a un aumento de la extractabilidad de los diferentes compuestos fenólicos presentes en la uva conforme avanza la maduración. El ablandamiento de las paredes celulares de la piel de las

bayas pudo haber tenido como resultado que el efecto del incremento de la temperatura sobre la extracción de los compuestos fenólicos fuera progresivamente menos significativo.

En cuanto a la distribución de los antocianos en sus diferentes formas, el porcentaje relativo a los antocianos copigmentados en los vinos es menor al encontrado por Mazza et al. (1999) en vinos de Cabernet franc, Merlot y Pinot noir. Estos autores observaron que la copigmentación era responsable de entre el 35% y el 50% del color de los vinos estudiados, en coherencia con lo señalado por Boulton (2001) para los vinos tintos jóvenes. En nuestro caso, valores del mismo orden aparecen únicamente en los mostos extraídos a mitad de la fermentación, observándose a continuación un acusado descenso del porcentaje de antocianos copigmentados hasta niveles entre el 7 % y el 16 %, con la excepción del vino VV3A que mantiene un nivel de copigmentación del 37.9 %. La disminución del nivel de copigmentación lleva acompañado un incremento de la contribución de los antocianos polimerizados aunque parece estar más relacionada con el significativo aumento del porcentaje de antocianos libres o monoméricos. Este hecho podría ser debido al aumento del contenido de etanol a lo largo de la fermentación, el cual parece interferir en las interacciones antocianos-copigmento implicadas en la copigmentación, aspecto éste sobre el que no existe un consenso completo hasta el momento (Boulton, 2001).

Es bien conocido que la polimerización de los antocianos comienza ya en las operaciones mecánicas de estrujado y despalillado de la uva, avanzando durante el transcurso de la fermentación (Dallas y Laureano, 1994; Mayén et al., 1994). En nuestro caso el porcentaje de antocianos polimerizados en los vinos finales oscila entre un 22-24 % (vinos VV3) y un 29 % (vinos VV1), valores semejantes a los obtenidos por Mazza et al. (1999). No se observan diferencias significativas entre los vinos A y B dentro de una misma fecha de vendimia. No obstante en las muestras de mostos de 5-6° se observa un porcentaje de antocianos polimerizados en los mostos B (15-16%) superior al de los mostos A (11-12 %), en contraposición a lo descrito por Gao et al. (1997), quienes señalan que durante la fermentación a 20°C prácticamente no observaron la formación de antocianos polimerizados, mientras que la misma fue importante en vinos producidos a temperatura relativamente alta (30°C).

Por otra parte, la disminución del nivel de copigmentación, y el aumento de la polimerización a lo largo de la fermentación parecen ser paralelas al incremento del valor de los parámetros tonalidad y % 420, es decir, de la componente “amarilla” del color; así como a la disminución del valor de %520 y % dA (componente “roja”), fenómenos estos últimos que se desprenden también del análisis de los datos suministrados por otros autores (Mazza et al., 1999; Mayén et al., 1994).

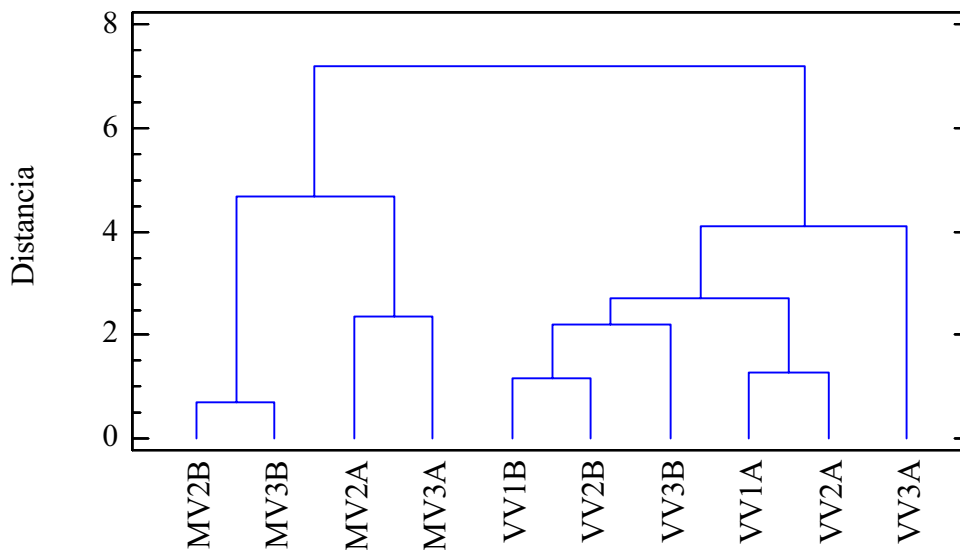
Finalmente, en la figura 1 se presenta el dendograma obtenido al aplicar un análisis cluster (distancia euclídea, método de agrupamiento completo) a los datos correspondientes a los mostos de 5-6° y vinos de las 3 vendimias en las 12 variables analizadas.

El gráfico permite resumir lo descrito previamente. Se observa el previsible agrupamiento de los mostos de 5-6° por un lado y de los vinos finales por otro. Dentro del primer grupo se pueden diferenciar los mostos correspondientes a las vinificaciones realizadas a baja temperatura de las conducidas a mayor temperatura.

En el grupo de los vinos se produce esta misma diferenciación aunque de forma menos evidente. Los vinos obtenidos con la uva recogida en las dos primeras fechas de vendimia y elaborados mediante un mismo protocolo de vinificación muestran una gran similitud entre sí,

mientras que los vinos obtenidos a partir de la uva con un grado de madurez superior al tecnológico, presentan características distintas a los anteriores.

Figura 1. Análisis Cluster (Euclidean distance, Complete Linkage method)



### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con un Proyecto CDTI (CDTI 98 0295) del Ministerio de Ciencia y Tecnología con Bodegas Julián Chivite S.L. (Cintruénigo, Navarra).

### Bibliografía

Blouin, J. (1992). *Techniques d'analyses des moûts et de vins*. Ed. Bujardin-Salleron, Paris.

Boulton R. (2001). Estimation of copigmented anthocyanin content in red wines. Correspondencia personal.

Boulton R. (2001). The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 52 (2), 67-87.

Dallas C., Laureano O. (1994). Effect of SO<sub>2</sub> on the extraction of individual anthocyanins and colored matter of three Portuguese grape varieties during winemaking. *Vitis*, 33, 41-47.

Gao L., Girard B., Mazza G., Reynolds A.G. (1997). Changes in anthocyanins and color characteristics of Pinot Noir wines during different vinification processes. *J. Agric. Food Chem.*, 45 (6), 2003-2008.

Glories, Y. (1984). La couleur des vins rouges. I – les équilibres des anthocyanes et des tanins. *Conn. Vigne Vin*, 18 (3), 195-217.

Glories, Y. (1984). La couleur des vins rouges. II – mesure, origine et interpretation. *Conn. Vigne Vin*, 18 (4), 253-271.

Mazza, G.; Fukumoto, L.; Delaquis, P.; Girard, B. and Ewert, B. (1999). Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet franc, Merlot, and Pinot noir wines from British Columbia. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 4009-4017.

Mayen M., Merida J., Medina M. (1994). Free anthocyanins and polymeric pigments during the fermentation and post-fermentation standing of musts from Cabernet Sauvignon and Tempranillo grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 52 (2), 161-166.

Ribéreau-Gayon, P. y Stonestreet, E. (1965). Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim.*, 9, 119-142.

Singleton U.L., Rossi J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 16, 144-158.

Sims C.A., Bates R.P. (1994). Effects of skin fermentation time on the phenols, anthocyanins, ellagic acid sediment, and sensory characteristics of a Red *Vitis rotundifolia* wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 45 (1), 56-62.

Unión Europea. Reglamento (CEE) nº 2676/90: Métodos de análisis aplicables en el sector del vino. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2/XIII/1990.