

Nota. Diferenciación de vinos tintos varietales de la Comunidad Valenciana a partir del contenido de alcoholes y polioles

Note. Differentiation of varietal red wines from Comunidad Valenciana (Spain) based on their composition in terms of alcohols and polyols

J.L. Aleixandre*, V. Lizama, I. Álvarez y M.J. García

Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, 14, 46071 Valencia, España

Se ha estudiado la composición de alcoholes y polioles de 44 y 49 vinos tintos de la cosecha de 1994 y 1995, elaborados en la Comunidad Valenciana (España) a partir de las variedades de uva Cabernet Sauvignon, Tempranillo, Monastrell y Bobal. Se utilizó el análisis discriminante para establecer las variables que diferenciaban a los vinos; se obtuvo una clara diferenciación entre el 90 y 98 % de los vinos en las dos cosechas estudiadas. Los componentes que contribuyeron a esta diferenciación fueron principalmente el alcohol isoamílico para la variedad Cabernet Sauvignon, el *cis*-3-hexenol y el alcohol isobutílico para la variedad Tempranillo, el metanol y *cis*-3-hexenol para Monastrell, y el 2,3-butanodiol para Bobal. Con un segundo análisis acotando las 10 variables iniciales a aquellas cinco más significativas, se obtuvieron resultados similares a los anteriores (se observó un 84 y 90 % de correcta clasificación en las dos cosechas respectivamente).

Palabras clave: vinos, alcoholes, análisis discriminante, diferenciación

The composition in terms of alcohols and polyols of 44 and 49 red wines (harvested in 1994 and 1995, respectively) produced in Comunidad Valenciana (Spain) from the grape varieties Cabernet Sauvignon, Tempranillo, Monastrell and Bobal was analyzed. Discriminant analysis revealed differences among wines, and a clear separation of the samples (90 and 98%) was obtained. The most important components in the differentiation of the varieties studied were isoamyl alcohol for Cabernet Sauvignon, *cis*-3-hexenol and isobutyl alcohol for Tempranillo, methanol and *cis*-3-hexenol for Monastrell, and 2,3-butanediol for Bobal. The classification obtained by elimination of the five less significant variables was similar to the one obtained using statistical treatment of all variables (with 84% and 90% in their respective harvests).

Keywords: wines, alcohols, discriminant analysis, differentiation

INTRODUCCIÓN

El consumo de vinos ha descendido en España desde finales de los años 80, sin embargo, esta tendencia se invierte cuando nos referimos a vinos de calidad, es

decir que estén amparados bajo una denominación de origen (D.O.) o de vinos monovarietales.

En la Comunidad Valenciana se ha extendido la replantación de zonas de viñedo con las variedades tintas Cabernet Sauvignon y Tempranillo con la finalidad de que el vino resultante tenga un mercado más amplio. A su vez, se trata de mantener las variedades tintas autóctonas, Monastrell en la D.O. Valencia y Alicante y la variedad Bobal de la D.O. Utiel-Requena. Por ello, el mejor aval para un mercado cada vez más exigente es disponer de datos que contengan los requisitos que deben reunir los vinos de una determinada variedad o lugar de procedencia. En este

*To whom correspondence should be sent

(e-mail: jaleizan@tal.upv.es).

Received 4 April 1998; revised 6 April 1999.

sentido los esfuerzos van dirigidos a la creación de un gran banco de datos sobre las características de los vinos con el fin de dotar al mercado de la máxima transparencia.

En los últimos años, se han incrementado los estudios de caracterización de los vinos por medio de diferentes variables analíticas y por el desarrollo de técnicas estadísticas multivariantes (Kwan y Kowalski, 1980; Scarponi *et al.*, 1982; Moret *et al.*, 1984; Medina y Van Zeller, 1984; Álvarez, 1995).

Los componentes aromáticos de los vinos son los compuestos que más contribuyen a la caracterización varietal (Rapp, 1972; García-Jarés *et al.*, 1995a y b; Ribéreau-Gayon *et al.*, 1975). El aroma de los vinos se debe a una mezcla de numerosos componentes volátiles. Estos compuestos tienen mucha importancia en la tipicidad y calidad del vino, que le confieren características propias. Organolépticamente, estos componentes volátiles o aromas constituyen una fracción también muy importante en el sabor del vino (Gómez *et al.*, 1993). Entre éstos, los alcoholes superiores tienen gran importancia por encontrarse en cantidades elevadas en relación a otros compuestos, y dado que considerados individualmente no representan un factor de calidad, en conjunto contribuyen a reforzar el aroma de los vinos (Rapp y Mandery, 1986).

Las concentraciones de los alcoholes dependen de un gran número de factores, entre ellos, la variedad de la uva (Mesías y Ough, 1984), las operaciones previas a la fermentación (Bertrand, 1978), las condiciones de fermentación (Ribereau-Gayon, 1978); el control de la temperatura de fermentación (Bisson *et al.*, 1980), el tratamiento del mosto (Mesías, *et al.*, 1983) y el tiempo y la temperatura de contacto con los hollejos (Raymed *et al.*, 1986).

Según Palacios *et al.* (1995) la concentración del metanol que se extrae de los hollejos depende de la variedad de uva, de la forma de estrujado y del tiempo de maceración (De Rosa, 1988).

La concentración de 2-feniletanol está directamente relacionada con la variedad de uva utilizada (Houtman y Du Plessis, 1985) y con el grado de madurez alcanzado en la vendimia.

Hay gran controversia en cuanto a la procedencia del 1-propanol, ya que algunos autores consideran que puede proceder del aminoácido treonina, y por tanto tendría carácter varietal, o estar relacionado con el uso de tratamientos con productos azotados (Palacios *et al.*, 1995); mientras que otros autores consideran que ejerce mayor influencia la cepa de levadura y la temperatura de fermentación (Casp *et al.*, 1991). Estos últimos factores también contribuyen a la concentración de los alcoholes isoamílicos, alcohol isobutílico, 1-pentanol y 2-butanol (Palacios *et al.*, 1995).

El alcohol isobutílico, se sintetiza a partir del aminoácido valina (Oreglia, 1978 y Forcén *et al.*, 1989). Algunos autores han demostrado que el contenido en

isobutanol es una variable diferenciadora entre vinos de distinta procedencia (Salinas, 1993).

El cis-3-hexenol, se forma por una reacción enzimática en el momento del estrujado en presencia de oxígeno (Rapp, 1972; Cordonnier, 1971) y su concentración varía con el estado de madurez de la uva (Agustyn *et al.*, 1982). Los isómeros cis y trans hexenol no pueden ser metabolizados por *S. cerevisiae*, por lo que su concentración permanece aproximadamente constante durante la fermentación alcohólica (Cabezudo *et al.*, 1985). Por ello, la concentración de cis-3-hexenol final del vino es propia de la variedad y está directamente relacionado con el tratamiento tecnológico aplicado (Herraiz y Ough, 1993 y Moret *et al.*, 1994).

La glicerina es el segundo componente más abundante en los vinos después del etanol. Se forma en la fermentación gliceropirúvica. Su proporción depende de la cantidad inicial de azúcares, condiciones de la fermentación: temperatura, aireación, acidez, sulfitado, etc. (Peynaud, 1989), del tipo de levaduras que realizan la fermentación, del pH del medio y del sulfuroso utilizado. La producción de glicerina es mayor si los valores de pH y sulfuroso son más altos (Aleixandre, 1987).

La formación del 2,3-butanodiol, depende de la temperatura de fermentación y de la acidez del medio, y también está relacionada con la densidad del mosto, y la especie de levadura y la cantidad de oxígeno presente (Soufleros y Bertrand, 1980; Aleixandre, 1987).

La composición de aminoácidos (fuente de la aparición de varios alcoholes) resulta un buen criterio diferenciador puesto que no está influida por el suelo o las condiciones climáticas sino que viene definida genéticamente (Dizy *et al.*, 1992).

En este trabajo se pretende diferenciar los vinos elaborados a partir de las variedades Cabernet Sauvignon, Tempranillo, Monastrell y Bobal en función de su contenido de los alcoholes y polioles, mediante la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se han utilizado 44 muestras de vinos de la cosecha 1994 (9 elaborados con la variedad Cabernet Sauvignon, 15 con Tempranillo, 10 con Monastrell y 10 con Bobal) y 49 de la campaña 1995 (9 elaborados con la variedad Cabernet Sauvignon, 21 con Tempranillo, 9 con Monastrell y 10 con Bobal), de vinos tintos jóvenes monovarietales. Cada muestra se recogió en las diferentes bodegas de producción, situadas en las distintas zonas vitícolas dentro de las Denominaciones de Origen Valencia (subzona Clariano), Alicante y Utiel-Requena.

Todos los vinos estudiados se embotellaron en el año de su elaboración, y se conservaron a 15 °C hasta su análisis en un plazo no superior a tres meses después de su embotellado.

La determinación de los alcoholes y polioles se realizó mediante cromatografía de gases, en un cromatógrafo Hewlett-Packard 5890A equipado con detector de ionización de llama (FID), empleando nitrógeno como gas portador y un registrador-integrador HP-3395.

Todos los análisis se hicieron por duplicado.

La determinación del metanol, 1-propanol, alcohol isobutílico y alcoholes isoamílicos se realizó por inyección directa de 1 μ L de vino en una columna Carbowax 1500 al 15 % sobre Chromosorb de 80-100 mallas, 4 metros de longitud y 1/8 pulgada de diámetro interno. Se utilizó 4-metil-2-pentanol como patrón interno (Bertrand, 1972) y nitrógeno como el gas portador.

La glicerina y 2,3-butanodiol se determinaron también por cromatografía de gases, mediante inyección directa de 1 μ L de vino en una columna de relleno Chromosorb 101, de 60-80 mallas, 2 m, de longitud y 1/8 de pulgada de diámetro interno. Se utilizó como patrón interno el 1,4-butanodiol (Vialatte, 1976).

Los alcoholes, 2-butanol, 1-pentanol, cis-3-hexenol y 2-feniletanol se extrajeron previamente en continuo líquido-líquido con una mezcla de diclorometano/pentano 2:3 (v/v). Se inyectó 1 μ L de este extracto en el cromatógrafo de gases con una columna capilar Supelcowax 10 de 60 metros de longitud y 0,25 mm de diámetro interno (Romero, 1986) y se utilizó el 1-heptanol como patrón interno.

Se aplicó el análisis discriminante a los datos obtenidos con todas las variables. El poder discriminante de cada variable individual en una función discriminante, se cuantificó a partir del valor absoluto de su coeficiente estandarizado en dicha función. Para ello, se comprobó previamente la normalidad de cada una de las variables, en cada campaña y en cada uno de los cuatro grupos de vinos varietales analizados, considerando que las poblaciones

analizadas siguen distribuciones normales multivariantes, con vectores medios diferentes e idénticas matrices de covarianzas (hipótesis de homocedasticidad multivariante).

Además, para precisar la naturaleza de la discriminación asociada a cada función discriminante, se estudiaron las diferencias entre los valores medios de las tres funciones discriminantes obtenidas, mediante el análisis de la varianza, utilizando en cada caso la función discriminante como variable respuesta, y como variable explicativa cada una de las variedades incluidas en el estudio. A partir de estos últimos tratamientos estadísticos y con el fin de determinar si los distintos grupos de vinos varietales estudiados presentan idéntica o diferente dispersión respecto a cada función discriminante, se realizó un nuevo ANOVA utilizando como variable respuesta el cuadrado de los residuos del análisis anterior de efectos sobre medias.

El análisis se hizo con las dos cosechas por separado, dado que existían variaciones en la composición de estos vinos de una campaña a otra, debido principalmente a las diversas condiciones climatológicas propias de cada año.

Por otro lado, para validar las funciones discriminantes obtenidas, se aplicaron a vino sin tener en cuenta, *a priori*, el grupo al que pertenece dicho vino.

Se utilizó el paquete software Statgraphics Plus versión 2.1 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los resultados del análisis de los 10 alcoholes de las variedades Cabernet Sauvignon, Tempranillo, Monastrell y Bobal se les aplicó un primer análisis discriminante (Tabla 1). En este análisis se obtuvieron tres funciones discriminantes todas ellas estadís-

Tabla 1. Valores medios de los alcoholes y polioles analizados. Cosecha 1994.

Table 1. Average values of alcohols and polyols studied. Harvest, 1994.

Alcoholes y polioles (mg/L)	Variedad			
	Cabernet Sauvignon (n=9)	Tempranillo (n=15)	Monastrell (n=10)	Bobal (n=10)
Metanol	161,98 \pm 39,82	142,39 \pm 29,32	213,9 \pm 64,61	147,0 \pm 27,79
1-propanol	21,088 \pm 4,51	27,25 \pm 5,84	22,50 \pm 3,44	24,09 \pm 4,08
Isobutanol	50,495 \pm 9,04	44,58 \pm 10,05	53,49 \pm 5,55	57,11 \pm 4,13
Isoamílico	337,40 \pm 48,76	225,6 \pm 51,48	305,8 \pm 34,30	246,1 \pm 42,0
2-butanol	3,320 \pm 1,20	2,280 \pm 0,48	3,930 \pm 0,95	1,493 \pm 0,48
Pentanol	0,064 \pm 0,02	0,053 \pm 0,02	0,092 \pm 0,02	0,051 \pm 0,02
Cis-3-hexenol	0,077 \pm 0,04	0,244 \pm 0,11	0,045 \pm 0,02	0,091 \pm 0,04
2-feniletanol	65,88 \pm 16,64	44,93 \pm 14,62	76,55 \pm 8,97	34,78 \pm 12,34
Glicerina	12012 \pm 1105	10145 \pm 1230	10200 \pm 819	8932 \pm 1057
2,3-butanodiol	591,1 \pm 137	684,4 \pm 208	569,7 \pm 75	525,7 \pm 140

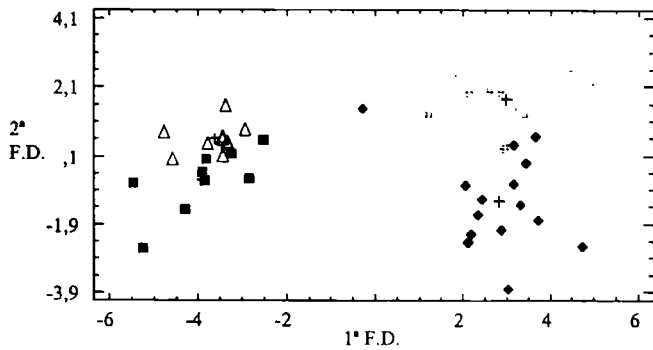


Figura 1. Representación gráfica de los vinos de la cosecha 1994 en el espacio definido por la primera y segunda función discriminante. Variedades: (■) Cabernet, (◆) Tempranillo, (Δ) Monastrell (●) Bobal, (+) Centroides.

Figure 1. Projections according to the first and second discriminant functions for the wines of harvest 1994. Varieties: (■) Cabernet, (◆) Tempranillo, (Δ) Monastrell (●) Bobal, (+) Centroides.

ticamente significativas que explicaban el 82,98, 10,39 y 6,63 %, respectivamente, de la variabilidad total. A partir de los coeficientes estandarizados, se concluyó que la primera función discriminante estaba ligada fundamentalmente a cis-3-hexenol e isobutanol, alcoholes isoamílicos, glicerina y 2-feniletanol, la segunda función al isobutanol, alcoholes isoamílicos y cis-3-hexenol y 2-butanol; y la tercera con el metanol, el 2-feniletanol y con los alcoholes isoamílicos.

A partir de la primera función discriminante se obtuvieron dos grupos bien diferenciados y opuestos, uno formado por las variedades Cabernet Sauvignon y Monastrell y en el otro las variedades Tempranillo y Bobal. La segunda función discriminante no discriminó

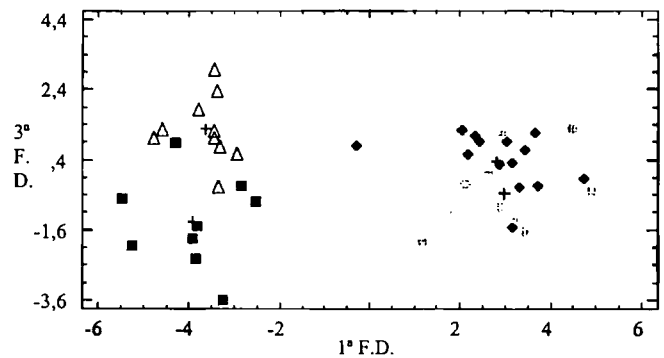


Figura 2. Representación gráfica de los vinos de la cosecha 1994 en el espacio definido por la 1ª y 3ª función discriminante. Variedades (■) Cabernet, (◆) Tempranillo, (Δ) Monastrell (●) Bobal, (+) Centroides.

Figure 2. Projections according to the second and third discriminant functions for the wines of harvest 1994. Varieties (■) Cabernet, (◆) Tempranillo, (Δ) Monastrell (●) Bobal, (+) Centroides.

correctamente pero se observó la diferenciación de la Bobal del resto.

La tercera función discriminante, fue la responsable de la diferenciación de los vinos de Monastrell (Figura 2). La representación gráfica de los vinos en el espacio definido por la segunda y tercera funciones discriminantes no aportó información adicional. La clasificación correcta de los vinos fue del 90 % para las variedades Cabernet Sauvignon, Monastrell y Bobal en cambio con los vinos de Tempranillo sólo se pudieron clasificar correctamente el 80 %.

Con respecto al análisis discriminante realizado con los datos de la cosecha 1995 (Tabla 2) se obtuvieron tres funciones discriminantes muy significativas que

Tabla 2. Valores medios de los alcoholes y polioles analizados. Cosecha 1995.

Table 2. Average values of alcohols and polyols studied. Harvest 1995.

Alcoholes y polioles (mg/L)	Variedad			
	Cabernet Sauvignon (n=9)	Tempranillo (n=21)	Monastrell (n=9)	Bobal (n=10)
Metanol	139,14 ± 32,18	137,9 ± 22,32	193,9 ± 34,36	137,6 ± 24,25
1-propanol	19,48 ± 4,16	25,51 ± 3,82	24,81 ± 2,15	18,98 ± 3,55
Isobutanol	61,47 ± 9,76	54,72 ± 7,46	57,18 ± 8,64	61,09 ± 4,84
Isoamílico	359,2 ± 18,68	245,0 ± 43,52	264,3 ± 38,56	243,3 ± 34,56
2-butanol	2,991 ± 0,85	1,762 ± 0,45	2,418 ± 1,05	1,140 ± 0,58
Pentanol	0,075 ± 0,02	0,038 ± 0,01	0,102 ± 0,03	0,060 ± 0,20
Cis-3-hexenol	0,088 ± 0,06	0,233 ± 0,08	0,062 ± 0,02	0,098 ± 0,02
2-fenil etanol	57,30 ± 13,85	35,07 ± 9,93	48,17 ± 11,96	34,75 ± 8,44
Glicerina	10550 ± 600	10030 ± 1545	11731 ± 769	9118 ± 2001
2,3-butanodiol	594,3 ± 68	663,0 ± 143	672,5 ± 124	573,9 ± 94,76

explicaban el 66,15 el 21,58 y el 12,27 %, respectivamente de la variabilidad total.

La primera función discriminante estaba ligada fundamentalmente a las variables metanol, alcoholes isoamílicos y glicerina; la segunda a los alcoholes isoamílicos y al cis-3-hexenol y la tercera a metanol y 1-propanol, alcoholes isoamílicos y 2,3-butanodiol.

Mediante la primera función discriminante los vinos se separaron en dos grupos, el primero de ellos formado por las variedades Cabernet Sauvignon y Monastrell, y el segundo por las variedades Tempranillo y Bobal. Esta primera función discriminante tenía un comportamiento similar al obtenido en 1994, tal y como se observa en la Figura 3, siendo la segunda función discriminante la que contribuye a diferenciar los vinos de Bobal del resto, tal como sucedía en la cosecha 1994. La tercera función discriminante, opone los vinos de las variedades Cabernet Sauvignon y Monastrell, sin que se diferencien claramente ninguno de los grupos.

Los resultados de este segundo análisis discriminante, aunque similares a los de la cosecha anterior, dieron mejores resultados, posiblemente debido al mayor número de vinos disponibles, ya que se consiguió el 97,96 % de vinos bien clasificados y sólo apareció un vino de Tempranillo confundido con los vinos de la variedad Monastrell.

Las variables con gran peso en la diferenciación de los vino de las dos cosechas fueron cis-3-hexenol, alcoholes isoamílicos, isobutanol, metanol, 2-feniletanol, glicerina y 2,3-butanodiol, de los cuales, el 2-feniletanol sólo contribuyó a la diferenciación de los vinos de la cosecha de 1994 y la glicerina a los de 1995. Los componentes, cis-3-hexenol, alcoholes isoamílicos,

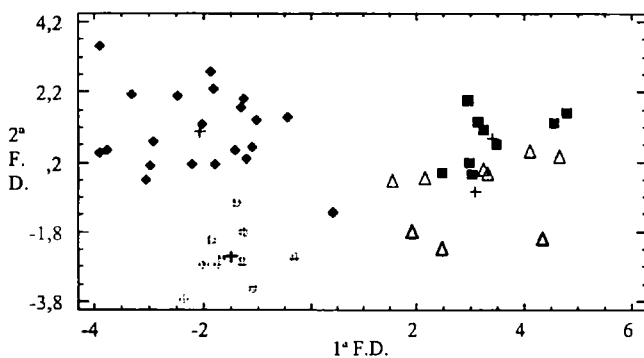


Figura 3. Representación gráfica de los vinos de la cosecha 1995 en el espacio definido por la 1ª y 2ª función discriminante. Variedades (■) Cabernet, (◆) Tempranillo, (Δ) Monastrell (●) Bobal, (+) Centroides.

Figure 3. Projections according to the first and second discriminant functions for the wines of harvest 1995. Varieties (■) Cabernet, (◆) Tempranillo, (Δ) Monastrell, (●) Bobal, (+) Centroids.

isobutanol, metanol y 2,3-butanodiol, fueron los que contribuyeron comúnmente en mayor medida a diferenciar estos vinos en las dos cosechas estudiadas, lo que pone de manifiesto la similitud de los resultados obtenidos en las dos campañas, al mismo tiempo que avala el valor de este tratamiento para caracterizar los vinos varietales estudiados.

Los distintos análisis de la varianza realizados sobre valores medios para las seis funciones discriminantes obtenidas, confirmaron los resultados obtenidos en el análisis discriminante, y se observó un comportamiento similar en los dos años estudiados, mientras que los análisis de la varianza del cuadrado de los residuos no mostraron diferencias significativas en ninguna de las seis funciones discriminantes. La inexistencia de diferencias significativas entre las varianzas de las funciones discriminantes para los cuatro grupos de vinos estudiados, validan la hipótesis de homoceidad de partida.

Con el objeto de acotar el número de variables al mínimo que permita la óptima diferenciación posible de las dos cosechas estudiadas, se realizó un nuevo análisis discriminante para cada una de las campañas con los cinco componentes que tenían un mayor peso en la diferenciación de los vinos de las dos cosechas: cis-3-hexenol, alcoholes isoamílicos, isobutanol, metanol y 2,3-butanodiol, y como resultado se obtuvo la correcta clasificación del 84 y del 90 % de la totalidad de los vinos, para las dos cosechas, respectivamente.

La introducción de la glicerina y el 2-feniletanol no mejoró sensiblemente este análisis, fue necesario la contribución de los 10 componentes inicialmente estudiados para conseguir la óptima diferenciación de los vinos.

A pesar del carácter varietal del 2-feniletanol este compuesto no mostró una relación directa con la variedad, ya que solamente los vinos de Monastrell de la cosecha de 1994, dieron valores superiores claramente diferenciados del resto de los vinos. Tampoco a la glicerina se puede atribuir un valor importante en la diferenciación varietal, ya que se caracterizan por unas altas concentraciones de los vinos de Cabernet Sauvignon en la cosecha 1994, mientras que en la cosecha de 1995 son los vinos de la variedad Monastrell los que alcanzan valores más elevados.

Los vinos de Cabernet Sauvignon se distinguen por un alto contenido en alcoholes isoamílicos, respecto a las otras variedades estudiadas que tienen su origen en el contenido de los aminoácidos valina e isoleucina, muy relacionados con el carácter varietal.

Los vinos de Tempranillo se caracterizaron por los altos contenidos en cis-3-hexenol y bajos contenidos en alcohol isobutílico, compuestos directamente relacionados con la variedad de uva y su estado de madurez.

Los vinos de la variedad Bobal dieron valores claramente inferiores de 2,3-butanodiol con respecto a

los vinos de las variedades Cabernet Sauvignon, Tempranillo y Monastrell.

El contenido en metanol, mucho más elevado en los vinos de la variedad Monastrell, resultó el carácter diferenciador más importante de estos vinos, junto con los bajos contenidos de cis-3-hexenol, en relación a las variedades estudiadas.

La concentración en alcoholes isoamílicos está relacionada con la especie de levadura que llevan a cabo la fermentación, y depende por la variedad de uva en nuestro caso, nos ha permitido diferenciar los vinos de la variedad Cabernet Sauvignon, que dieron los valores mayores de este compuesto.

El 2-butanol, 1-propanol y 1-pentanol, no presentaron un claro comportamiento diferenciador para los vinos de las dos cosechas estudiadas, su presencia puede atribuirse más al tipo de levaduras que llevan a cabo la fermentación y a las condiciones en que ésta se realiza, que al carácter varietal de estos compuestos.

El hecho de que solamente cinco de estos compuestos permitan diferenciar un alto porcentaje de vinos de las cuatro variedades estudiadas, nos permite atribuir a estos compuestos un evidente origen varietal, ya que el factor origen geográfico, importante en la diferenciación de los vinos, no ejerce en este análisis prácticamente ninguna influencia, puesto que a excepción de los vinos de Bobal, en los cuales el carácter varietal va unido a una localización geográfica concreta, el resto de los vinos proceden indistintamente de las tres D. O. de la Comunidad Valenciana. Por otro lado, tampoco entre las prácticas de cultivo y las fermentativas seguidas en la elaboración varietal de estos vinos, se puede encontrar ninguna homogeneidad que nos permita atribuirles las diferencias encontradas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agustyn O.P.H., Rapp A. y Van Wyk C.J. (1982). Some volatile aroma components of *Vitis vinifera* L. c.v. Sauvignon Blanc. *South African Journal for Enology and Viticulture*. 3: 47-51.
- Aleixandre J.L. (1987). Efecto del tipo de vinificación sobre el contenido de glicerina y 2,3-butanodiol en vino blanco seco de Moscatel. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 27: 225-230.
- Álvarez I. (1995). *Caracterización y diferenciación de vinos blancos con Denominación de Origen*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Bertrand A. (1978). Influence du débourage et de la température de fermentation sur les teneurs en substances volatiles des vins blancs. *Annales de Technologie Agricole* 27: 231-233.
- Bisson J., Daulny B. y Chevalier J.P. (1980). Influence de la température de fermentation sur la composition d'un vin. *Connaissance de la Vigne et du Vin* 14: 195-202.
- Cabezudo M.D., Polo M.C., Herraiz M., Reglero G., González-Raurich M., Cáceres I. y Martín-Álvarez P. (1985). Using discriminant analysis to characterize Spanish variety white wines. En: G. Charalambous (ed.), *The Shelf Life of Foods and Beverages*, 4th International Flavor Conference, Amsterdam, Holanda: Elsevier Science Publisher. pp. 86-204.
- Casp A., López M.L. y Romero M.P. (1991). Influencia de la temperatura de fermentación y del tiempo de maceración en la calidad sensorial de los vinos de la variedad Monastrell. *Alimentación, Equipos y Tecnología* marzo: 94-98.
- Cordonnier R. (1971). The aroma of wines and spirits, formation and development. French report. *Bulletin de l'Office International du Vin* 490: 1128-1148.
- Cordonnier R. y Bayonove C. (1981). Etude de la phase prefermentaire de la vinification, extraction et formation de certains composés de l'arome; cas des aldehydes et des alcools en C₆. *Connaissance de la Vigne et du Vin* 15: 269-286.
- De Rosa T. (1988). Tecnología del vino tinto. Madrid: Ed. Mundi Prensa.
- Dizy M., Martín-Álvarez P., Cabezudo M.D. y Polo M.C. (1992). Grape, apple and pineapple juice characterisation and detection of mixtures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 60: 47-53.
- Escobal A., Iriondo C. y Laborra C. (1995). Les composés volatils majoritaires du Txakoli de Bizkaia. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 29: 235-238.
- Forcén M., Berna A. y Mulet A. (1989). Zonas vitivinícolas de Mallorca. Índices bioclimáticos y características de los vinos. *La Semana Vitivinícola* 2260-2261: 5853-5863.
- García-Jarés M.C., García-Martín M.S. Carro-Mariño N. y Cela-Torrijos R. (1995a). GC-MS identification of volatile components of Galician (Northwestern Spain) white wines from wines produced in nearby geographical regions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 69: 175-184.
- García-Jarés M.C., García-Martín S. y Cela-Torrijos R. (1995b). Analysis of some highly volatile compounds of wine by means of purge and cold trapping injector capillary gas chromatography. Application to the differentiation of rias Baixas Spanish White. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43: 764-768.
- Gómez E., Martínez A., Laencina J. y López-Roca J.M. (1993). El aroma del vino. *Vitivinicultura* 1-2: 40-45.
- Herraiz T. y Ough C. (1993). Formation of ethyl esters of amino acids by yeast during the alcoholic fermentation of grape juice. *American Journal of Enology and Viticulture*. 44: 41-45.
- Houtman A.C. y Du Plessis C.S. (1985). Influence du cépage et de la souche de levures sur la vitesse de fermentation et sur la concentration des composants volatils des vins. *Bulletin de l'Office International du Vin* 58: 235-146.
- Kwan W.O. y Kowalski B.R. (1980). Correlation of objective chemical measurements and subjective sensory evaluations. Wines of *Vitis vinifera* variety Pinot Noir from France and the United States. *Analytica Chimica Acta* 122: 215-222.
- Medina B. y Van Zeller A.L. (1984). Differentiation des vins de trois regions de France. *Connaissance de la Vigne et du Vin* 18: 225-235.
- Mesías J.L. y Ough C.S. (1984). Influencia del raspón en la composición organoléptica de los vinos tintos de las variedades Cabernet Sauvignon y Pinot Noir. *La Semana Vitivinícola*. (1993/1994): 3857-3871.
- Mesías J.L., Maynar J.I., Heano F. y Mareca I. (1983). Alcools et aldehydes herbaces (C₆) dans les raisins et les moûts en fermentation alcoolique. *Revue Française d'Enology* 90: 50-55.
- Moret I., Scarponi G. y Cescon P. (1994) Chemometric characterization and classification of five Venetian white wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42 (5): 1143-1153.

- Oreglia F. (1978). *Enología Teórico-Práctica*. Buenos Aires: Ediciones Instituto Salesiano de Artes Gráficas
- Palacios A.T., Vila J., Calderón F., Callejo M.J., Colomo B. y Suárez J.A. (1995). Fracción aromática de vinos tintos con crianza biológica. I. Alcoholes superiores, Metanol, Acroleína y Furfural. *Alimentaria* 264: 57-66.
- Peynaud E. (1989). *Enología práctica. Conocimiento y elaboración del vino*. Madrid: Ed. Mundi Prensa.
- Rapp A. (1972). Les arômes des vins et des eaux-de-vie, leur formation et leur évolution. *Bulletin de l'Office International du Vin* 45: 151-166.
- Rapp, A. y Mandery H. (1986). Wine aroma. *Experientia* 42: 873-884.
- Raymed D., Bertrand A., Ough C.S., Singleton V.L. y Jarders F. (1986). Effects of skin contact temperature on Chardonnay must and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture* 37, 99-106.
- Ribéreau-Gayon P. (1978). Wine flavour. In *Flavours of Food and Beverages. Chemistry and Technology*. Academic Press, New York.
- Romero M.P. Casp A. y Carrasco J.M. (1986). Determinación de componentes volátiles en vinos. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 26(3): 338-348.
- Salinas M.R., Alonso G.L., Esteban-Infantes F.J. y Montero F. (1993). Aplicación del Análisis Multivariante (Componentes Principales) a vinos blancos de distinta procedencia. En: *XV Jornadas de Viticultura y Enología de Tierra de Barros* pp. 763-777.
- Scarponi G., Moret J., Capogaglio G. y Cescon P. (1982). Multiple Discriminant Analysis in the Differentiation of Venetian Wines III. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 30: 1135-1140.
- Soufleros E. y Bertrand A. (1980). Incidences de l'action conjuguée de la température de fermentation et de la acidité du milieu sur les teneurs en substances volatiles formées par les levures. *Connaissance de la Vigne et du Vin* 14: 97-109.
- Vialatte (1976). Dossage du glycerol et du butanediol par chromatographie en phase gazeuse. *O.I.V.* 472/FV: 588.

*

*