



Se ha evaluado efecto de la aplicación de dosis deficitarias de riego en la composición química de la baya madura durante 7 años consecutivos en dos variedades contrastadas por su adaptación a condiciones de estrés hídrico: Tempranillo, variedad de amplia distribución y Manto Negro variedad local, bien adaptada a la sequía. Los datos obtenidos muestran globalmente un efecto positivo del riego aplicado en ciertos parámetros de calidad, sobre todo en años de estricta sequía, aunque dentro de esta tendencia se mantiene una clara variabilidad entre años y marcadas diferencias entre variedades. La variedad Manto Negro, mostró ser más sensible al riego aplicado, sobre todo en cuanto al contenido y naturaleza de los componentes de la piel responsables del color. Así, la aplicación del riego modifica de manera importante la cantidad, proporción y grado de acilación de las diferentes antocianidinas presentes en el hollejo, lo que implica un efecto en la estabilización del color de los vinos producidos.

Efecto del riego deficitario en el color y otros parámetros de calidad de la baya en dos variedades tintas de vid cultivadas en Mallorca

J. Escalona

Institut de Recerca i Formació Agrària i
Pesquera (IRFAP) Conselleria d'Agricultura i
Pesca del Gobierno de las Islas Baleares
Palma de Mallorca (Balears)

1. Introducción

La vid es una planta de amplia distribución en climas mediterráneos con notable importancia económica. En Mallorca el viñedo ha sido y es uno de los cultivos más relevantes dada su importancia tanto agrícola, cultural como económica. Aún siendo un cultivo tradicionalmente de secano, el aporte de agua al viñedo se realiza de forma generalizada desde su aprobación, sobre todo en años de excepcional déficit hídrico. Sin embargo, el riego plantea una serie de incógnitas que engloban aspectos técnicos (establecimiento de sistemas y calendarios de riego), así como al comportamiento, previsiblemente diferente, que las distintas variedades de viña tendrán frente al aporte hídrico deficitario y la repercusión de ello sobre la cantidad y calidad de la cosecha en lo que al contenido en azúcares, ácidos orgánicos, polifenoles, antocianos, etc., así como sobre el producto final, el vino [4, 6, 10 y 12].

La vid completa su ciclo biológico en pleno estío, por lo que la incidencia de las sequías sobre su crecimiento y sobre la formación del fruto es máxima, y de hecho, las oscilaciones interanuales en la cosecha pueden atribuirse, en gran parte, a las

variaciones en las precipitaciones estivales. La limitación en la producción por el déficit hídrico queda patente al contrastar el efecto del riego sobre la cosecha. Este efecto ha sido estudiado en diferentes aspectos agronómicos, como la dosis de riego, época de aplicación, respuesta varietal, interacción con la dosis de abonado, etc., cuantificándose sus efectos sobre el crecimiento y producción de la planta y sobre la calidad de la cosecha [7 y 10].

Un parámetro de calidad fundamental de las variedades tintas de vinificación es el contenido en compuestos fenólicos que fundamentalmente se encuentran en la piel de la baya y que son responsables de sensaciones táctiles, visuales y gustativas del vino. Diferentes estudios reflejan un efecto negativo del riego en la riqueza polifenólica tanto en el mosto como en extractos de hollejo, y hacen notar que los polifenoles no flavonoideos (ácidos fenólicos y otros compuestos) son particularmente sensibles a las variaciones en estatus hídrico de la planta [12 y 13].

Las diferentes variedades de *Vitis* poseen además perfiles antocianicos propios, la mayoría descritos por diferentes autores [1, 3, 8, 9 y 11]. El perfil de color de una variedad viene defi-



nido por la diferente riqueza y proporción en la que se encuentran las cinco antocianidinas presentes en la piel tanto en forma libre (monoméricas, dímeros, etc. pero, siempre glucosiladas) como aciladas (unidas a un ácido, p-cumárico, acético y en menor medida al ácido cafeico). Estas antocianidinas son la malvidina 3-glucósido, cianidina, 3-glucósido, petunidina-3-glucósido peonidina-3-glucósido y delphinidina 3-glucosido (Fig. 1). Cada una de ellas, debido a su espectro de absorción característico, son responsables de una tonalidad de color que va desde tonos púrpura, pasando por tonos rojos y por tonalidades anaranjadas. Es previsible pensar que la disponibilidad hídrica de la planta afecte a la síntesis y acumulación de estos compuestos en la baya durante todo el período de maduración. Efectivamente, estudios previos muestran que el déficit hídrico puede inducir la síntesis de antocianos, así como su acilación [5], aunque no se conoce suficientemente en qué medida se ven afectados por el estrés hídrico cada uno de los pigmentos presentes en la piel, de los que destaca la malvidina-3-monoglucósido como principal

compuesto antociánico de las uvas tintas.

Las interacciones entre las distintas variables ambientales y la formación y maduración del fruto conforman un complejo que se entiende como añada y frente al que la calidad del fruto es particularmente sensible. La valoración del efecto del riego moderado sobre la cosecha y su calidad está fuertemente afectado por este complejo. A fin de discernir los distintos efectos del riego sobre la calidad se ha estudiado con detalle y durante un total de 7 años, la evolución de cada uno de los parámetros que la conforman.

2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en dos variedades de *Vitis vinifera* L., bajo condiciones de campo en el viñedo de Herederos de Ribas, S.A., Mallorca, Tempranillo (T), variedad muy común en España, y Manto Negro (MN), variedad local adaptada a las condiciones de Mallorca, durante los años 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997 y 1998 (Fotos 1 y 2). La parcela experimental presentan un marco de plantación de 1,4 x 2,6 m. Las plantas de veinte años de edad, estuvieron sometidas a operaciones culturales tradicionales. El sistema de conducción es diferente

para cada una de las variedades, en cordón doble para "T" en vaso tradicional mallorquín para MN.

El diseño del experimento consistió en cuatro parcelas: en dos de ellas se instaló el sistema de riego, dejando las otras dos sin riego. Cada parcela consta de cinco filas de 70 plantas por fila. Cada una de las variedades estudiadas ocupan dos parcelas (con y sin riego). Las plantas utilizadas para las distintas medidas correspondieron a las tres filas centrales, evitando de esta forma el posible "efecto borde". Las plantas no fueron regadas hasta el año 1992, momento en que comenzaron los primeros experimentos. Se utilizó el goteo como sistema localizado de riego, instalando un gotero por planta. Las dosis aplicadas correspondieron al 30% de la evapotranspiración potencial en cubeta de tipo A, a la que se aplicó una reducción del 25% correspondiente a un coeficiente de cubeta de 0,75 (Tabla I). El calendario de riego se fijó para los meses de junio, julio y agosto, a razón de dos riegos semanales.

El estado hídrico de las plantas se determinó mediante la medida del potencial hídrico al amanecer en seis hojas de plantas diferentes de cada variedad,

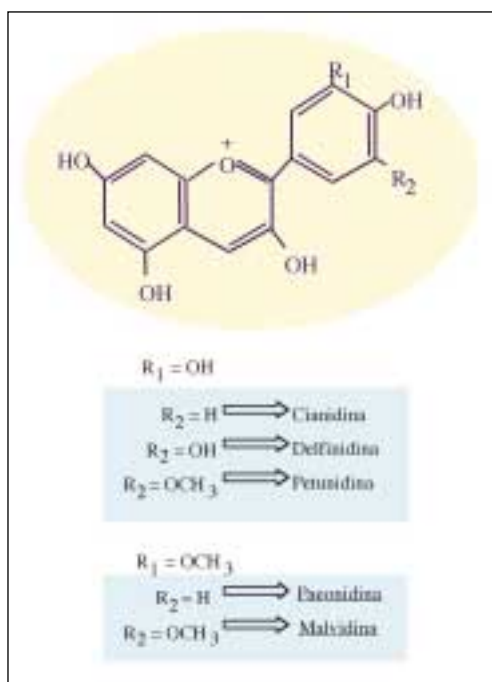


Figura 1. Estructura química de las antocianidinas presentes en la uva.



Foto 1. Vista general del viñedo experimental situado en Consell, municipio integrado en la Denominación de Origen de Binissalem (Mallorca).



Foto 2. Aspecto de los racimos de la variedad Manto Negro (izquierda) y Tempranillo (derecha).

Tabla I. Valores promedio de las temperaturas máximas y mínimas mensuales (Tmax y Tmin), lluvia, evapotranspiración potencial (ETP) y dosis de riego en los meses de junio, julio y agosto de los años 1992 al 1998

	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Lluvia (L m ⁻²)	ETP (L m ⁻²)	Riego (L m ⁻²)
Junio	27,9 ± 0,7	15,3 ± 0,4	23,2 ± 9,3	141,7 ± 11,0	49,4 ± 8,2
Julio	31,7 ± 0,4	17,5 ± 0,3	1,6 ± 0,5	152,9 ± 11,0	56,1 ± 6,7
Agosto	32,1 ± 0,6	17,9 ± 0,5	10,3 ± 5,1	147,0 ± 8,4	50,9 ± 6,8

tanto de plantas regadas como no regadas, mediante una cámara de presión a lo largo del ciclo vegetativo de la planta.

El análisis químico de las bayas se realizó a lo largo del período de envero y maduración. Se tomaron de seis a ocho racimos al azar por muestreo, (el número de muestreos fue variable según los años, oscilando entre 4 y 14), de diferentes plantas y situados en diferentes posiciones de la planta, para cada una de las variedades y tratamientos. Los racimos se procesaron en el laboratorio, separando con cuidado las bayas del raspón y tomando al alzar tres réplicas de 100 bayas del total de bayas de la muestra. Se determinó el peso fresco de cada réplica. Además se determinó el pH, acidez total y sólidos solubles en el mosto obtenido a partir de la fracción restante del total de cada muestra. Las muestras de 100 bayas conge-

das a -76°C, se liofilizaron durante 48 horas. Se determinó el peso seco de la muestra. Una vez separadas las semillas, la muestra se conservó en ambiente seco. Posteriormente se analizaron de forma individualizada los ácidos y azúcares mayoritarios así como las antocianidinas [9] por cromatografía líquida (HPLC). El contenido en polifenoles totales fue determinado mediante el método de Folin-Ciocalteu [14].

Tabla II. Valores promedio del potencial hídrico medido al amanecer (MPa). M1, M2 y M3 son los días de medida de corresponden a finales de junio (tamaño guisante), mediados de julio (envero) y mediados de agosto (maduración) respectivamente durante los años 1992 al 1998

MUESTREO	MANTO NEGRO		TEMPRANILLO	
	Riego	No riego	Riego	No riego
M1	-0,09 ± 0,031	-0,18 ± 0,091	-0,12 ± 0,049	-0,28 ± 0,139
M2	-0,11 ± 0,068	-0,33 ± 0,154	-0,20 ± 0,091	-0,43 ± 0,163
M3	-0,15 ± 0,064	-0,43 ± 0,137	-0,25 ± 0,107	-0,55 ± 0,235

3. Resultados y discusión

3.1. Condiciones climáticas y relaciones hídricas

Las condiciones ambientales se correspondieron con las típicas de veranos de clima Mediterráneo con elevadas temperaturas y radiación y escasa o nula precipitación (Tabla I). De los tres meses de verano, es durante el mes de julio cuando se registraron las temperaturas, radiación y evapotranspiración más elevadas. En general, la precipitación fue muy escasa durante los años de estudio, con nula incidencia en el experimento, salvo en 1996 en que se registraron precipitaciones de 100 mm durante los meses de julio y agosto (Tabla I). La radiación registrada durante los meses de julio y agosto fue bastante elevada. Los años con unas condiciones más drásticas de sequía correspondieron a 1994 y 1998.

Considerando los valores promedio de los siete años de potencial hídrico para cada uno de los tres muestreos, se observa que, para el primer muestreo, ambas variedades presentan valores semejantes de potencial en las plantas regadas y ligeramente más negativas en T que en MN en plantas no regadas (Tabla II). Durante el envero (M2), el riego aportado a las plantas de Manto Negro hace posible mantener valores de potencial semejantes a los observados para el muestreo 1 (mediados de junio). Sin embargo, T muestra una disminución del 40%. Los



valores del último muestreo (mediados de agosto) indican una caída del potencial de hasta un 30% en el caso de MN y de un 20% en el de T.

No obstante, el riego moderado permitió un mantenimiento del estado hídrico de la planta con valores de potencial hídrico de un 65% y un 55% superiores a los encontrados en plantas no regadas de MN y T respectivamente.

3.2 Efectos del riego en la producción

El efecto positivo del riego en la producción es obvio. Se han observado incrementos de entre 30 y 200% en la cosecha, que han sido habitualmente y en promedio mayores en T (70-250%) que en MN (30-80%) (Tabla III). El incremento de la producción puede deberse a un aumento del número de racimos por planta, un mayor número de bayas por racimo y un mayor peso de cada baya.

En nuestras condiciones experimentales se ha observado un claro incremento en el peso fresco y el peso seco de 100 bayas por efecto del riego. En Tempranillo, el incremento en el peso de la baya no justifica

completamente el incremento de la cosecha por lo que el número de racimos por planta y el número de bayas por racimo deben estar afectados por la aplicación de riego (datos no mostrados). Sin embargo, los incrementos de cosecha de MN parecen estar más determinados por el incremento del peso fresco de la baya. Además, esta variedad muestra una mayor estabilidad interanual en la producción.

3.3. Efectos del riego en la composición química de la uva

El contenido en azúcares del mosto parece depender de la disponibilidad de agua en el suelo, mostrando variaciones a veces positivas y a veces negativas [6]. Estos resultados contradictorios suelen asociarse a la fuerte influencia de las variaciones ambientales, varietales y de cultivo, y en particular a las variaciones en las dosis de riego. En nuestras condiciones experimentales y para las dos variedades estudiadas el contenido en azúcares del mosto, expresado como sólidos solubles, varía a lo largo del período de maduración de la baya al mismo ritmo que se incrementa el peso fresco de la baya. El riego causa un cierto retardo en la acumulación

de azúcares durante el envero. En la fase de maduración, este retardo se compensa y en el momento de cosecha, el contenido en azúcar es similar en ambos tratamientos para las dos variedades estudiadas (Tabla III).

La evolución de la acidez total del mosto durante el período de envero y maduración de la baya, no se ve afectada por la aplicación de dosis moderadas de riego. Sin embargo, si se analizan por separado los dos ácidos orgánicos más importantes presentes en el mosto (ácido tartárico y ácido málico), se evidencian respuestas contrastadas entre las dos variedades. MN presenta un incremento del contenido en ácido málico superior al 50% por efecto del riego en correspondencia a lo descrito anteriormente por otros autores [4 y 13] para ciertas variedades (Tabla III). La dependencia del pH del mosto respecto a la disponibilidad de agua en el suelo es más común en cultivares adaptados a condiciones de sequía como por ejemplo la variedad Cariñena [6]. En nuestras condiciones experimentales, el pH del mosto apenas se ve modificado por el riego (Tabla III).

3.3.1. COMPOSICIÓN FENÓLICA

Un parámetro de calidad fundamental de las variedades tintas de vinificación es el contenido en compuestos fenólicos, que fundamentalmente se encuentran en la piel de la baya y que son responsables de sensaciones táctiles, visuales y gustativas del vino. El riego deficitario puede reducir de forma importante al contenido de compuestos fenólicos desde el período de envero y maduración de la baya, hasta el momento de la cosecha [5 y 6]. Sin embargo, el efecto del riego sobre el contenido en polifenoles de la baya presenta una gran variabilidad interanual, lo que explica que trabajos realizados en período de tiempo cortos (de uno a tres años), presenten resultados contradictorios tanto en el sentido como en la mag-

Tabla III. Valores medios del peso fresco de 100 bayas (g), peso seco de 100 bayas (g), acidez valorable (g ácido tartárico/l), pH, sólidos solubles (^oBrix), glucosa, fructosa, ácido tartárico, ácido málico, polifenoles totales y antocianos totales (mg/g peso seco) obtenidos a partir del análisis de muestras de uva madura de los años 1992 al 1998

MUESTREO	MANTO NEGRO		TEMPRANILLO	
	Riego	No riego	Riego	No riego
Peso fresco	256,6 ± 3,72*	215,4 ± 3,54	232,7 ± 3,40*	219,9 ± 3,40
Peso seco	68,4 ± 1,02*	57,5 ± 0,97	55,48 ± 0,83*	51,09 ± 0,83
Sólidos solubles	21,96 ± 0,20	21,55 ± 0,20	19,89 ± 0,23	19,54 ± 0,21
pH	3,80 ± 0,03*	3,63 ± 0,03	3,56 ± 0,09	3,64 ± 0,09
Acidez valorable	7,32 ± 0,35*	6,37 ± 0,33	9,07 ± 1,04	8,45 ± 1,04
Glucosa	364,5 ± 7,35	372,2 ± 7,00	399,9 ± 8,46	383,6 ± 8,46
Fructosa	351,9 ± 6,52	355,4 ± 6,21	360,0 ± 9,50*	329,03 ± 8,95
Ácido tartárico	14,83 ± 0,49*	16,45 ± 0,47	19,18 ± 0,66	19,49 ± 0,69
Ácido málico	8,25 ± 0,18*	3,73 ± 0,17	8,33 ± 0,29	8,33 ± 0,35
Polifenoles totales	8,12 ± 0,26*	7,31 ± 0,25	7,94 ± 0,55	8,58 ± 0,55
Antocianos totales	1,13 ± 0,09*	2,02 ± 0,09	3,47 ± 0,15	3,50 ± 0,15
kg uva por cepa	3,72 ± 0,44*	2,87 ± 0,48	5,83 ± 0,63*	2,47 ± 0,32

* Significación estadística p<0,005.

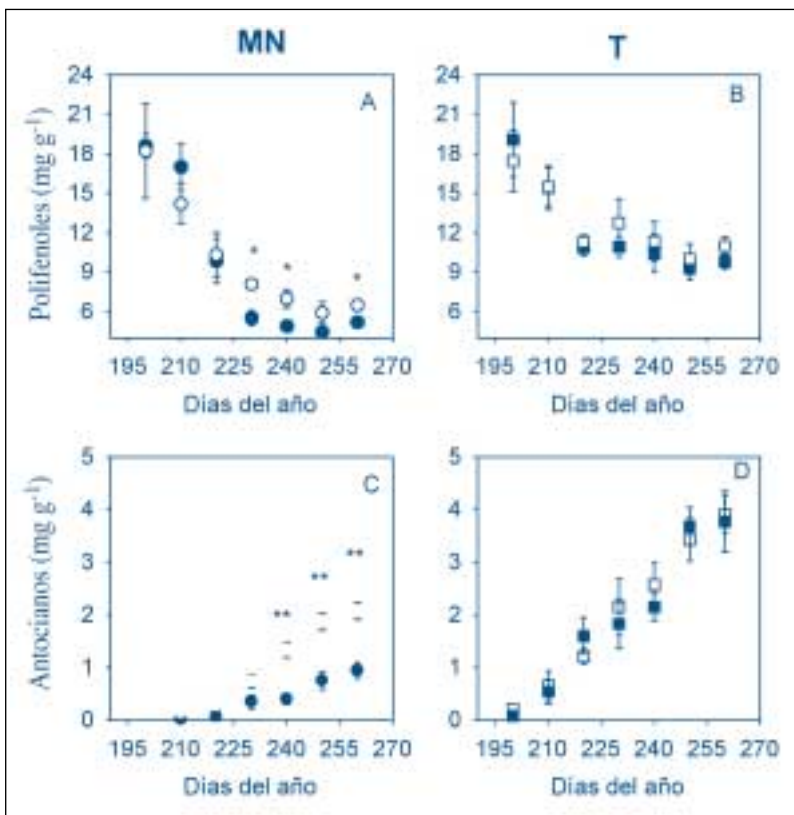


Figura 2. Cambios en el contenido polifenoles (A y B) y antocianos de la piel (C y D), desde fase guisante hasta cosecha en uvas de las variedades Manto Negro (MN) y Tempranillo (T). Riego (símbolos llenos); Sequía (símbolos vacíos). Los datos son valores promedio de siete años para intervalos de 10 días.

nitudo de variación. En general, el riego disminuye el contenido en compuestos fenólicos de la baya. Nuestros resultados muestran una reducción significativa en el contenido de compuestos fenólicos en MN de hasta un 20% como promedio de los siete años considerados. Este hecho, se presenta desde las primeras fases de maduración de la baya (Fig. 2). Esta re-

ducción no se debe a una “dilución” del contenido de la baya puesto que en todos los casos se ha referido al peso seco de la misma. Por tanto, la mayor disponibilidad de agua en suelo provoca una disminución en la síntesis y acumulación de estos compuestos. Sin embargo, el riego no tiene un efecto tan importante en la variedad Tempranillo (Tabla III).

Una de las características varietales más importantes es la intensidad y tonalidad del color de la piel que viene determinada por el perfil antocianico [3, 4, 8 y 9]. La cantidad y forma química de estos componentes de la piel en el momento de cosecha puede estar condicionada por las condiciones climáticas, de cultivo y del tipo de suelo en que se desarrolla la planta [2]. Así el régimen de lluvias o la aplicación de riego puede afectar de forma importante al contenido final de antocianos [5]. Sin embargo este efecto presenta importantes variaciones en relación con la variedad y la dosis y el calendario de riego [13].

Para nuestras condiciones experimentales, la aplicación de dosis deficitarias de riego tienen un efecto negativo en el contenido en antocianos solamente en la variedad Manto Negro, con una disminución de un 44% respecto a las bayas de plantas no regadas (Tabla III). Este efecto aparece ya desde los primeros estadios de la fase de maduración de la baya (Foto 2). Resultados similares se han encontrado en otras variedades, que, como Manto Negro, parecen estar mejor adaptadas a condiciones de sequía. Tal es el caso de la variedad Cariñena [6]. Sin embargo, la variedad Tempranillo, no presenta diferencias significativas en el contenido en antocianos para los dos tratamientos.

Tempranillo, además de presentar contenidos superiores de antocianos que Manto Negro, muestra menor variabilidad interanual, lo que marca de nuevo una clara diferencia de patrón de respuesta frente a dosis moderadas de riego entre estas dos variedades.

El análisis pormenorizado de las diferentes antocianidinas-3-glucósido presentes en la piel de la baya (delfinidina, petunidina, malvidina, peonidina y cianidina), demuestra que para ambas variedades, la antocianidina mayoritaria es la malvidina-3-glucósido (entre un 60 y un 70% del

Tabla IV. Valores medios de las diferentes antocianidinas en estado libre y aciladas así como los antocianos totales (mg/g peso seco) determinados en muestras de uva madura de los años 1992, al 1998.

MUESTREO	MANTO NEGRO		TEMPRANILLO	
	Riego	No riego	Riego	No riego
Delfinidina-3-G	0,066 ± 0,005*	0,115 ± 0,011	0,372 ± 0,022	0,335 ± 0,020
Cianidina-3-G	0,032 ± 0,004	0,040 ± 0,004	0,057 ± 0,003*	0,041 ± 0,003
Petunidina-3-G	0,071 ± 0,006*	0,126 ± 0,009	0,274 ± 0,018	0,279 ± 0,019
Peonidina-3-G	0,103 ± 0,014*	0,166 ± 0,019	0,205 ± 0,039	0,139 ± 0,033
Malvidina-3-G	0,502 ± 0,027*	0,954 ± 0,041	1,339 ± 0,061	1,292 ± 0,052
Antocian. libres	0,776 ± 0,044*	1,404 ± 0,076	2,247 ± 0,116	2,079 ± 0,099
Antocian. aciladas	0,316 ± 0,016*	0,623 ± 0,024	1,229 ± 0,112	1,427 ± 0,156
Antocianos totales	1,092 ± 0,049*	2,027 ± 0,089	3,476 ± 0,111	3,506 ± 0,123

*Significación estadística p<0,005



total) y la cianidina-3-glucósido la minoritaria. El riego provoca cambios en la proporción en la que se encuentran las diferentes antocianidinas así como su grado de acilación para formar acetatos y p-cumaratos de antocianidinas. Estos cambios están asociados a cambios en estabilidad, intensidad y tonalidad del color de la baya. Así, los resultados muestran que en condiciones de riego moderado, Tempranillo mantiene una mayor presencia de antocianidinas tri-sustituídas (malvidina, petunidina y delphinidina-3-glucósido) respecto a las bisusbtuídas (peonidina y cianidina-3-glucósido), así como un mayor grado de acilación de las antocianidinas que la variedad Manto Negro, lo que le proporciona una mayor estabilidad de color.

4. Conclusiones

El riego moderado aplicado a la vid no solo repercute positivamente en la cantidad de la cosecha sino también en ciertos parámetros que definen la calidad del fruto. El peso de la baya así como el contenido en ácido málico del mosto y de antocianos en el hollejo, son los parámetros que parecen verse más afectados por el riego. El riego provoca además cambios en la proporción en la que se encuentran las diferentes antocianidinas así como su grado de acilación para formar acetatos y p-cumaratos de antocianidinas. Todos estos cambios producidos por el aporte de agua a la planta no tienen un carácter universal sino que dependen de la variedad. En este sentido, los resultados muestran dos patrones de respuesta al riego radicalmente diferentes en función de la variedad estudiada. Además, el efecto añada juega un papel importante en la calidad y producción de uva.

5. Bibliografía

[1] J. Bakker, y C.F. Timberlake, "The distribution of anthocyanins in grape skin extracts of Port wine cultivars as determined by high performance liquid chromatography" J. Sci. Food Agric. 36:1315-1324 (1985).

[2] J. Cacho, P. Fernández, V. Ferreira, y J.E. Castells, "Evolution of five anthocyanidin-3-glucosides in the skin of the Tempranillo, Moristel, and Garnacha grape varieties and influence of climatological variables" Am. J. Enol. Vitic. 43:244-248 (1992).

[3] J.M. Escalona, "Aportaciones al conocimiento de la composición flavonoidea de algunas variedades cultivadas de *Vitis vinifera* L. destinadas al consumo en fresco". Bulletin de l'OIV 67:763-764 (1994).

[4] M.A. Esteban, M.J. Villanueva, y J.R. Lissarrague, "Effect of irrigation on changes in berry composition during maturation. Sugars, organic acids, and mineral elements" Am J. Enol. Vitic. 50: 418-434 (1999).

[5] M.A. Esteban, M.J. Villanueva, y J.R. Lissarrague, "Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of cv Tempranillo (*Vitis vinifera* L) grape berries during ripening" J. Sci. Food Agric. 81:409-420 (2001).

[6] B.M. Freeman, y W.M. Kliewer, "Effect of irrigation, crop lefel and potassium fertilization on carignane vines. II. Grape and wine quality". Am. J. Enol. Vitic. 34:197-207 (1983).

[7] E. García-Escudero, "Influencia de la dosis y del momento de aplicación del riego sobre la producción y desarrollo vegetativo, calidad del mosto, y nutrición mineral de la vid". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica. Madrid. (1991).

[8] E. García Beneitez. E. Revilla, y F. Cabello, "Anthocyanin pattern of several red grape cultivars and wines made from them" Eur. Food Res. Technol, 215: 32-37 (2002).

[9]. M.L. Gonzalez-San José, G. Santa-Maria., y C. Diez "Anthocyanins as parameters for differentiating wines by grape variety, wine-growing region and wine-making methods". J. of Food Composition and Analysis. 3:54-66 (1990).

[10] J.R. Lissarrague, "Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid (*Vitis vinifera* L.)". Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. (1986).

[11] N. Mateus, J.M. Machado, y V. Freitas, "Development changes of anthocyanins in *Vitis vinifera* grapes grown in the Douro Valley and concentration in respective wines" J. Sci. Food Agric. 82:1689-1695 (2002).

[12] M.A. Matthews, R. Ishii, M.M. Anderson, y M. O'Mahony, "Dependence of wine sensory attributes on vine water status" J. Sci. Food Agric. 51:321-335. (1990).

[13] M.A. Matthews, y M.M. Anderson, "Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: Responses to seasonal water deficits" Am. J. Enol. Vitic. 39:13-320 (1988).

[14] V.L. Singleton, y J.A. Rossi, "Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents" Am.J. Enol. Vitic. 43:63-73 (1965).

Agradecimientos:

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos ALI 91-1122-CO3-03, AGF94-0687 y AGF97-1180 del Plan Nacional. Quiero agradecer a "Herederos de Ribas S.A. (Mallorca)" por el mantenimiento del viñedo experimental así como a todas las personas que han contribuido a la recogida de muestras y su proceso. Finalmente quiero expresar mi gratitud a la Dra C. Diez de Bethancourt y al Dr. Medrano por su encarecido apoyo en la consecución de este trabajo.

