

Efectos del sistema de conducción y del raleo de racimos en la composición de uvas Merlot

González-Neves, G.^{1,2}; Ferrer, M.³

¹Laboratorio de Análisis y de Investigaciones. Instituto Nacional de Vitivinicultura. Dr. Pouey 463. Las Piedras. Uruguay. Correo electrónico: laboratorio@inavi.com.uy

²Unidad de Tecnología de Alimentos. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.

³Dpto. de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay

Recibido: 2/4/08 Aceptado: 30/12/08

Resumen

La conducción del viñedo y el raleo de racimos pueden emplearse para controlar el equilibrio entre hojas y frutos, de manera de obtener uvas con una composición adecuada para elaborar vinos de buena calidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del sistema de conducción y del raleo de racimos sobre la composición de uvas de la variedad Merlot. Los ensayos fueron realizados entre 2002 y 2004, en viñedos del Sur de Uruguay conducidos en lira y en espaldera. En ambos casos se hizo raleo de racimos en envero, dejando 50 % de los racimos que tenían las plantas testigo. En la vendimia se pesaron los racimos de cada planta y se realizaron muestreos de uvas, determinando sus contenidos de sólidos solubles, acidez total y pH, el peso de la baya, y las proporciones de hollejos, semillas y pulpa. El potencial polifenólico se estimó según Glories y Augustin (1993) y González Neves (2005). La producción fue significativamente superior en la lira, incluso con raleo de racimos. Sin embargo, esta conducción permitió obtener uvas con contenidos similares o superiores de componentes de calidad (azúcares, antocianos, taninos de hollejos) a los obtenidos en la espaldera. El raleo de racimos determinó una mejora de la calidad enológica de las uvas, si bien este efecto fue diverso según los viñedos y el año considerado. Esta práctica determinó mayores contenidos fenólicos en la mayoría de los casos, con incrementos en las concentraciones de antocianos y taninos en las uvas.

Palabras clave: antocianos, calidad enológica, espaldera, lira, taninos

Summary

Effects of training system and cluster thinning on the composition of Merlot grapes

The vineyard training and the cluster thinning were employing for the control of the equilibrium between the leaves and the fruits, thus produced grapes with adequate composition for the elaboration of wines with good quality. The aim of this work was to evaluate the effects of training system and cluster thinning on the composition of Merlot grapes. The assays were conducted in commercial vineyards of the south of Uruguay trained in lyre and trellis, in 2002, 2003 and 2004. Cluster thinning was done in veraison, at 50% of bunches relating to the control plants. At the harvest, the grape production was weighted per plant and grapes samples were taken. They were analyzed determining the soluble solids contents, total acidity, pH, berry weight and the proportions of skins, seeds and pulp. Polyphenolic potential was analysed according to Glories and Augustin (1993) and González-Neves (2005). Grape production was significantly higher in lyre, including the cluster thinning treatment. However, the lyre allow to obtain grapes with similar or superior contents in quality components (sugars, anthocyanins, skin tannins) that those obtained with trellis. The cluster thinning determined an improvement in the oenological quality of the grapes, although this effect was diverse according to the vineyards and the vintage. This practice determined total polyphenolic contents significantly higher in the majority of the situations, with increments in the contents in anthocyanins and tannins of the grapes.

Key words: anthocyanins, lyre, oenological quality, tannins, trellis

Introducción

Los compuestos de «calidad enológica» de las uvas son aquellos que tienen mayor incidencia en las características sensoriales y en el valor nutricional de los correspondientes vinos. Estos compuestos son producidos en el metabolismo primario (azúcares) y secundario (antocianos, taninos) de la vid y su concentración en las uvas está condicionada de manera primordial por el clima, con efectos diversos según la variedad y las prácticas culturales aplicadas en el viñedo (Haselgrove *et al.*, 2000; Bergqvist *et al.*, 2001; González-Neves *et al.*, 2002; Spayd *et al.*, 2002; González-Neves, 2005).

La síntesis de metabolitos primarios y secundarios y su acumulación en los distintos órganos de la vid está fuertemente influenciada por los equilibrios fisiológicos en la planta, que dependen de las relaciones entre fuentes y destinos y de la expresión vegetativa del viñedo (Carbonneau, 1990; Iacono *et al.*, 1991; Ferrer, 2007).

La arquitectura de las plantas determina la disposición espacial del follaje y de los racimos, modificando el microclima e incidiendo de manera fundamental en la regulación del potencial hídrico, el potencial fotosintético, los rendimientos y la composición de la uva (Carbonneau, 1990; Katerji *et al.*, 1994; Ferrer *et al.*, 2007).

Para un sistema de conducción determinado, la relación entre la vegetación y la fruta puede modificarse efectuando raleo de racimos. Esta práctica puede emplearse como medida correctiva cuando las condiciones medio-ambientales determinan rendimientos excesivos, procurando mejorar el equilibrio de las plantas (Bertamini *et al.*, 1991; Campostrini *et al.*, 1991; Corino *et al.*, 1991; Amati *et al.*, 1995; Bucelli y Gianetti, 1996; González-Neves *et al.*, 2001 y 2002; Ferrer y González-Neves, 2002; Matus *et al.*, 2006).

El raleo determina mayores concentraciones de azúcares en las uvas, como consecuencia de la disminución de la cantidad de frutos en relación a un idéntico follaje, y puede determinar incrementos en las concentraciones de otros componentes de calidad enológica de las uvas, como los antocianos y otros polifenoles. Estos efectos han sido verificados por numerosos autores, pero las respuestas han sido diversas según el momento del raleo, las variedades y las cosechas (Bertamini *et al.*, 1991; Campostrini *et al.*, 1991; Corino *et al.*, 1991; Amati *et al.*, 1995 y 1997; Dokoozlian y Hirschfeld, 1995; Bucelli y Gianetti, 1996; González-Neves *et al.*, 2001 y 2002; Ferrer y González-Neves,

2002; Guidoni *et al.*, 2002 y 2008; Matus *et al.*, 2006; Prajitna *et al.*, 2007).

Sucesivos ensayos realizados en nuestro país permitieron constatar que el raleo de racimos tiene un impacto significativo sobre la composición de las uvas de la variedad Tannat, determinando incrementos en sus contenidos de componentes de calidad enológica y modificaciones significativas de las características de los vinos correspondientes (González-Neves *et al.*, 2001 y 2002; Ferrer y González-Neves, 2002).

El presente trabajo fue realizado con el objetivo de verificar la respuesta del cv. Merlot al raleo de racimos en dos sistemas de conducción alternativos, predominantes en el Sur de Uruguay.

Materiales y métodos

Los ensayos fueron realizados en los años 2002, 2003 y 2004 en viñedos comerciales situados en la localidad de Juanicó, en el sur de Uruguay. Se compararon 4 tratamientos, considerando dos sistemas de conducción (lira y espaldera), con y sin raleo de racimos. El dispositivo experimental incluyó 30 plantas por tratamiento, dispuestas al azar en la parcela.

Las características generales de los viñedos se indican en el Cuadro 1.

En cada conducción se evaluó una alternativa de raleo de racimos en enero, dejando en las plantas raleadas el 50 % de los racimos que tenían las plantas testigo.

En la vendimia se cosecharon y pesaron las uvas de cada planta y se calculó la correspondiente producción para cada tratamiento.

Previo a la cosecha se extrajeron muestras de uva, con dos repeticiones por tratamiento. Cada muestra se conformó con fracciones de racimos, con tres a cinco bayas, extraídas de la zona media de los cordones y alternativamente de las mitades inferiores y superiores de los racimos (Carbonneau *et al.*, 1991), hasta totalizar 250 bayas por muestra.

Se analizó la composición general de las uvas (azúcares, acidez total y pH), el peso de las bayas, las proporciones de cada parte de la baya y el potencial polifenólico. Los análisis se realizaron subdividiendo cada muestra de uvas en dos partes iguales.

En una de las submuestras se determinó el peso medio de las bayas, empleando una balanza Ohaus Scout (Ohaus Corp., USA). Luego las uvas se prensaron manualmente en un mortero, para separar los hollejos, las semillas y la pulpa. Los hollejos y las semillas se lavaron con agua, para separarlos completamente de la pul-

Cuadro 1. Características de los viñedos.

Año de plantación de la viña	Porta-injerto	Distancia de plantación (m)	Densidad de plantación (plantas/ha)	Sistema de conducción	Tipo de poda
1996	SO4	2,50 x 1,25	3200	Espaldera	Cordón Royat
1994	SO4	3,00 x 1,00	3333	Lira	Cordón Royat

pa y disolver los azúcares residuales, se secaron con papel de filtro y se pesaron.

El peso de la pulpa fue estimado por diferencia entre el peso de la baya y los pesos de los hollejos y semillas. Las proporciones de cada parte de la baya (hollejos, semillas y pulpa) fueron calculadas a partir de sus pesos y del peso de la baya.

Los análisis de rutina se hicieron empleando los métodos propuestos por O.I.V. (1990), juntando el jugo obtenido a partir del prensado manual de las bayas con el proveniente de la trituración de la pulpa con un extractor de jugo centrifugo Phillips HR2290 (Phillips, Holanda).

La densidad de cada mosto fue calculada a partir de sus contenidos de azúcares, que fueron determinados con un refractómetro Atago N1 (Atago, Japón). El pH fue medido con un equipo Hanna HI8521 (Hanna Inst., Italia).

Las estimaciones del potencial polifenólico se realizaron en la segunda submuestra de uva, mediante la metodología propuesta por Glories y Augustin (1993), calculando los índices de acuerdo con lo propuesto por González-Neves (2005).

Los análisis se realizaron a partir de dos maceraciones de la uva entera triturada, realizadas durante 4 horas, con soluciones de pH 1 y 3,2 respectivamente. Los macerados fueron filtrados y luego centrifugados durante 3 minutos a 3000 r.p.m., empleando una centrífuga MSE Mistral 2000 (Sanyo-Gallenkamp, Gran Bretaña). Las medidas se hicieron con un espectrofotómetro Shimadzu UV-1240 MINI, empleando celdas de cuarzo y de vidrio de un centímetro de recorrido óptico.

Se determinaron la riqueza polifenólica total (A280), el potencial total en antocianos (ApH1) y el potencial en antocianos extraíbles (ApH3,2). La riqueza polifenólica se determinó midiendo la absorbancia, a 280 nm, mientras que los antocianos fueron cuantifica-

dos utilizando el método de Ribéreau-Gayon y Stonestreet (1965).

Los índices fueron calculados considerando las diluciones respectivas, a partir de la densidad del mosto, el peso de la baya y el porcentaje de pulpa (González-Neves, 2005). A esos efectos se consideró:

$$F = (50 + VM) / VM$$

Donde:

F = Factor de dilución;

50 = mL de solución de pH 1 o pH 3,2;

VM = volumen de mosto.

$$VM = (50 \cdot P\%) / D$$

Siendo VM = volumen de mosto en mL;

50 = gramos de uva triturada;

P% = % de pulpa;

D = densidad del mosto.

Los contenidos de taninos de hollejos (dpell) y de semillas (dTpep) fueron calculados de acuerdo con Glories y Augustin (1993):

$$dpell = (ApH3,2 \cdot 40) / 1000$$

$$dTpep = A280 - dpell$$

Todos los análisis fueron realizados con dos repeticiones por muestra.

Los análisis estadísticos de los datos obtenidos fueron realizados con Statgraphics Plus versión 4.1 (1999). Se hicieron análisis de varianza para todos los parámetros determinados, con separación de medias por Tukey al 5 % en cada año. Se hicieron también análisis multifactoriales de la varianza, a efectos de determinar el peso de cada factor en la variabilidad de los datos.

Resultados y discusión

La producción de uva fue significativamente diferente en los dos sistemas de conducción estudiados. Los rendimientos obtenidos en la lira, aún con raleo de ra-

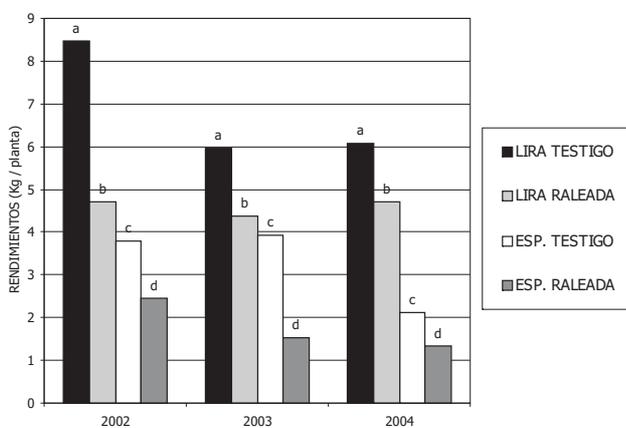


Figura 1. Producción media de uva por planta en cada año, según sistema de conducción y raleo. Las barras con la misma letra, en cada año, corresponden a valores que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí de acuerdo al test de Tukey al 5 %.

cimos, fueron significativamente superiores a los de la espaldera en todos los años (Fig. 1). Las diferencias estuvieron comprendidas entre un 36,4 % y un 66,3 %, siendo similares a las reportadas por Murisier *et al.* (2004) y superiores a las indicadas por Carbonneau (1990).

Las diferencias de rendimiento entre la lira y la espaldera no tuvieron un impacto relevante sobre la composición de la uva, que en general presentó diferencias menos importantes entre las modalidades de cultivo que entre los distintos años considerados. De todos modos, se constató que la acidez total de las uvas de la espaldera fue significativamente mayor en todos los años. En cambio, los contenidos de azúcares solo presentaron diferencias estadísticas entre los testigos en 2003, año en que fueron significativamente superiores en la lira con respecto a la espaldera. Los valores de pH no presentaron diferencias estadísticas entre la lira y la espaldera testigos en ningún año (Cuadro 2).

El potencial total en antocianos y los contenidos de taninos de hollejos de las uvas de la lira y la espaldera testigos no tuvieron diferencias estadísticas (Fig. 2 y 3). Los contenidos de taninos de semillas fueron significativamente superiores en las uvas de la espaldera en todos los años (Fig. 4).

La lira, así como otros sistemas de canopia dividida, permite aumentar de manera significativa la superficie foliar, por lo que pueden obtenerse mayores producciones de uva sin detrimento de su calidad (Carbonneau,

Cuadro 2. Valores medios de los pesos de baya, contenidos de azúcares, acidez total, pH y riqueza polifenólica de las uvas de cada tratamiento en cada año.

	2002				2003				2004			
	LIRA		ESPALDERA		LIRA		ESPALDERA		LIRA		ESPALDERA	
	TEST.	RALEO	TEST.	RALEO	TEST.	RALEO	TEST.	RALEO	TEST.	RALEO	TEST.	RALEO
Peso baya	1,61 b	1,66 a	1,50 c	1,60 b	1,93 a	1,86 ab	1,76 ab	1,59 b	1,58 ab	1,45 b	1,63 a	1,53 ab
Azúcares	213 ns	218	215	213	202 a	205 a	186 b	200 a	211,5 ab	215,55 a	206,1 bc	198 c
Ac. total	3,5 b	4,0 b	4,5 a	4,7 a	3,4 b	3,4 b	3,8 a	3,8 a	3,4 b	3,4 b	3,7 a	3,9 a
pH	3,42 ns	3,46	3,47	3,46	3,55 b	3,57 b	3,56 b	3,65 a	3,71 a	3,61 b	3,67 ab	3,68 ab
A280	51,3 c	55,2 b	55,1 b	60,4 a	46,1 b	47,5 ab	47,8 ab	50,7 a	36,8 b	39,6 a	39,0 a	40,1 a

El peso de baya se expresa en gramos, los contenidos de azúcares y la acidez total en g/L, la riqueza polifenólica en unidades de absorbancia. Los valores seguidos por la misma letra, en cada año, no presentan diferencias estadísticas por el test de Tukey al 5 %. ns = diferencias estadísticamente no significativas.

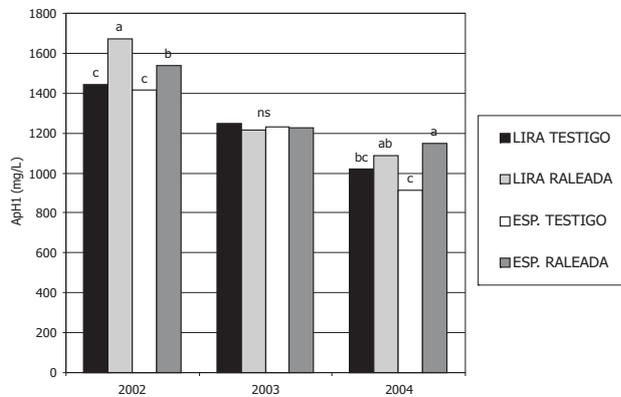


Figura 2. Potencial total en antocianos (Aph1) de las uvas en cada año, según sistema de conducción y raleo.

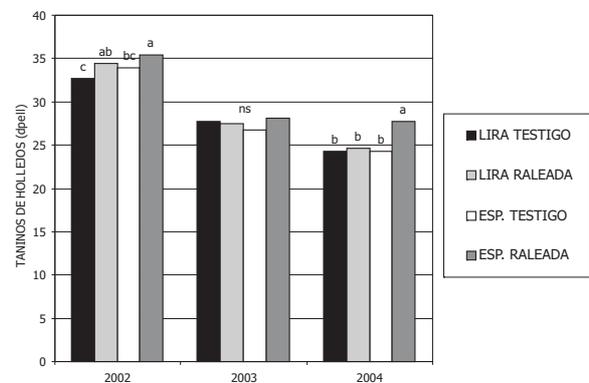


Figura 3. Contenidos de taninos de hollejos (dpell) en las uvas en cada año, según sistema de conducción y raleo.

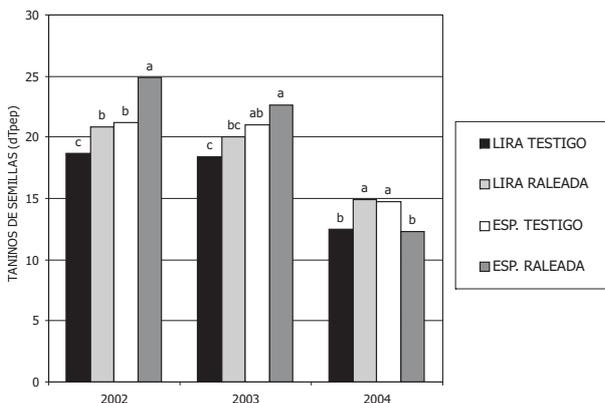


Figura 4. Contenidos de taninos de semillas (dTpep) en las uvas en cada año, según sistema de conducción y raleo.

1990; Katerji *et al.*, 1994). En una publicación previa (Ferrer *et al.*, 2007) se presentaron los valores de superficie foliar expuesta de los viñedos incluidos en el presente trabajo, constatándose que fueron significativamente mayores en la lira en todos los años.

La otra diferencia relevante entre los sistemas de conducción se relaciona con el microclima de los racimos y las hojas, que incide de manera importante en la composición de la uva. La conducción en lira mantiene generalmente los racimos fuera del follaje, favoreciendo la acumulación de componentes de calidad en la uva (Carbonneau, 1990).

El raleo determinó una reducción significativa de rendimientos por hectárea; en el caso de la lira fue 33,9 % en 2002, 26,4 % en 2003 y 22,6 % en 2004; en la espaldera fue 35,4 % en 2002, 60,9 % en 2003 y

36,6 % en 2004 (Fig. 1). Sin embargo, el raleo produjo incrementos estadísticos en el peso de las bayas solamente en 2002, no habiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos testigos y los tratamientos raleados en 2003 y 2004 (Cuadro 2).

El raleo de racimos modificó la composición mayoritaria de manera significativa solamente en la espaldera en 2003, determinando un aumento en la concentración de azúcares y en el pH (Cuadro 2). En este caso se obtuvo la mayor disminución de rendimiento con respecto al testigo, coincidiendo con el año menos propicio para la maduración de la uva. En numerosas citas se indica que el raleo determina mejores resultados en los años más desfavorables para la maduración de las uvas (Bucelli y Gianetti, 1996; González-Neves *et al.*, 2001 y 2002; Ferrer y González-Neves, 2002; Guidoni *et al.*, 2002; Prajitna *et al.*, 2007).

Las uvas obtenidas en la lira tuvieron una disminución significativa del pH como consecuencia del raleo en 2004. En este año se verificaron las temperaturas más elevadas durante la maduración, lo que determinó una mayor disminución de la acidez, probablemente relacionada con la combustión del ácido málico por respiración de las células de la baya.

Los efectos del raleo de racimos sobre la composición ácida de las uvas son ampliamente variables. En muchos casos se reporta que el raleo ha determinado descensos de la acidez de titulación y mayores pH (Corino *et al.*, 1991; Iacono *et al.*, 1991; Amati *et al.*, 1995; Bucelli y Gianetti, 1996; Prajitna *et al.*, 2007), pero en otros no se reporta un efecto significativo sobre estos parámetros (Campostrini *et al.*, 1991).

La riqueza polifenólica de las uvas (A280) fue modificada por el raleo de racimos y por el sistema de conducción en la mayor parte de las situaciones estudiadas. Las uvas de la espaldera tuvieron mayor riqueza fenólica que las procedentes de la lira. A su vez, los incrementos de la riqueza polifenólica obtenidos con el raleo fueron más significativos en la espaldera que en la lira (Cuadro 2).

Los potenciales totales en antocianos (ApH1) no presentaron diferencias estadísticas en función del sistema de conducción. En cambio, el raleo de racimos determinó aumentos notables en las concentraciones de antocianos en 2002 y 2004, con efectos más importantes en la lira en el año 2002 y en la espaldera en el 2004 (Fig. 2). La síntesis de antocianos (verificada a través de las concentraciones por baya) fue incrementada por el raleo de racimos en la espaldera en 2002 y 2004, y en la lira en 2002 (Fig. 5).

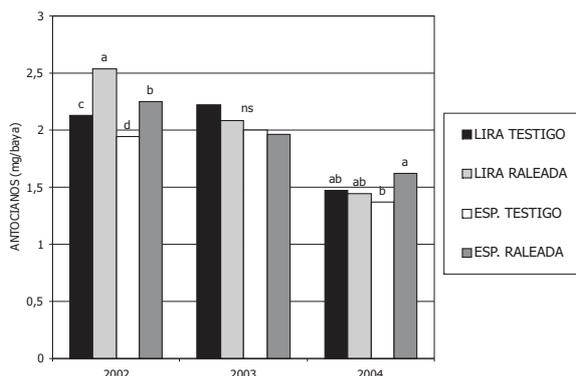


Figura 5. Contenidos de antocianos por baya en las uvas en cada año, según sistema de conducción y raleo.

La bibliografía reporta numerosas situaciones en las que se constataron incrementos significativos en las concentraciones de antocianos en las uvas provenientes de viñas raleadas (Dokoozlian y Hirschfeldt, 1995; Bucelli y Gianetti, 1996; Amati *et al.*, 1997; Guidoni *et al.*, 2002; González-Neves *et al.*, 2004; Prajitna *et al.*, 2007), si bien en algunos casos no se verificaron diferencias con los testigos o el efecto fue opuesto (González-Neves, 2005; Matus *et al.*, 2006; Guidoni *et al.*, 2008). Keller *et al.* (2005) señalan que el efecto del raleo depende de las condiciones en que se encuentra el viñedo, remarcando que esta práctica no tiene efecto sobre la composición de la uva en climas cálidos, con estrés hídrico y plantas vigorosas.

Los contenidos de taninos de hollejos fueron incrementados por el raleo en la espaldera en todos los

años y en la lira solamente en 2002. En 2003 no hubieron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Fig. 3). Los contenidos de taninos de semillas fueron incrementados por el raleo de racimos en todos los casos, con la única excepción de la espaldera en el año 2004 (Fig. 4).

El raleo de racimos tuvo un impacto sobre los contenidos de antocianos y taninos de las uvas diferente al verificado sobre los contenidos de azúcares, ya que el mayor efecto sobre los metabolitos secundarios se obtuvo en el año más favorable para su síntesis y acumulación (2002).

Los análisis multifactoriales de la varianza muestran el efecto de cada factor sobre los distintos componentes de la uva (Cuadros 3 y 4). Se verifica una incidencia muy importante del año de producción sobre el peso de grano y sobre todos los componentes de la uva, indicando el efecto prioritario de las condiciones climáticas. El sistema de conducción incidió sobre todo en la acidez total, los contenidos de azúcares (Cuadro 3), los contenidos fenólicos totales y los contenidos de taninos de semillas. El raleo tuvo incidencia muy significativa en la riqueza polifenólica, el potencial total en antocianos y los contenidos de taninos de semillas (Cuadro 4).

Las interacciones entre «año» y «raleo» fueron muy significativas para el pH y los contenidos de azúcares y de antocianos. En cambio, la interacción entre «año» y «conducción» solamente fue muy significativa para los contenidos de taninos de semillas (Cuadros 3 y 4). En consecuencia, puede concluirse que las condiciones climáticas condicionaron en mayor medida el efecto del raleo sobre la composición de la uva que el efecto del sistema de conducción sobre la misma.

El efecto «año» está determinado fundamentalmente por las condiciones climáticas durante el período de maduración de las uvas. La consideración de diversos índices bioclimáticos permitió a Ferrer (2007) definir al año 2002 como templado cálido, de noches templadas y con sequía moderada; el 2003 se definió como sub-húmedo, cálido y de noches templadas; el 2004 como templado cálido, de noches frías y con sequía moderada.

Entre enero y cosecha, en el año 2002 las plantas sufrieron un estrés hídrico débil, éste fue moderado en la espaldera y fuerte en la lira en 2004, en tanto no se registró estrés en 2003 (Ferrer, 2007).

La maduración de las uvas se realizó con temperaturas diurnas más frescas en 2002 que en 2003 y 2004. La cantidad de días en que se superaron los 27° C durante el período comprendido entre enero y marzo fue de

Cuadro 3. Análisis multifactorial de la varianza para los análisis básicos.

FUENTE	GL	ACIDEZ TOTAL	pH	AZÚCARES (g/litro)
AÑO (A)	2	111,1 ***	90,6 ***	42,5 ***
CONDUCCIÓN (C)	1	147,0 ***	4,5 *	24,9 ***
RALEO (R)	1	1,5	0,2	4
A X C	2	4,5 *	0,7	3,6 *
A X R	2	2	9,5 ***	5,9 **
C X R	1	3,8	2,6	0,3
A X C X R	2	0,9	3,4 *	8,3 **

Se indican los valores de F y su significación estadística ($p < 0.001 = ***$; $p < 0.01 = **$; $p < 0.1 = *$)

Cuadro 4. Análisis multifactorial de la varianza para los índices polifenólicos.

FUENTE	GL	A280	ApH1 (mg/litro)	ANTOCIA NOS (mg/baya)	dpell	dTpep
AÑO (A)	2	358,9 ***	172,9 ***	106,5 ***	103,9 ***	164,4 ***
CONDUCCIÓN (C)	1	32,1 ***	3,1 *	7,4 *	3,4 *	21,5 ***
RALEO (R)	1	35,8 ***	27,2 ***	7,5 *	9,2 **	13,6 ***
A X C	2	2,9 *	1,3	3,5 *	1,7	7,6 **
A X R	2	2,3	12,2 ***	7,8 **	1,2	3,9 *
C X R	1	0,1	0,6	1,1	2,3	1,6
A X C X R	2	1,3	3,8 *	1,3	0,9	5,5 **

Se indican los valores de F y su significación estadística ($p < 0.001 = ***$; $p < 0.01 = **$; $p < 0.1 = *$).

A280 = Riqueza polifenólica total; dpell = contenidos de taninos de hollejos; dTpep = contenidos de taninos de semillas.

37 en 2002, 51 en 2003 y 52 en 2004 (datos de la Estación agroclimática de Las Brujas; INIA, 2008). Por encima de estas temperaturas se daría una inhibición de la biosíntesis de antocianos en las uvas, independientemente de otros factores climáticos y de cultivo (Haselgrove *et al.*, 2000; Bergqvist *et al.*, 2001; Spayd *et al.*, 2002).

En la mayoría de los tratamientos (lira, con y sin raleo, y espaldera raleada) los mayores rendimientos se obtuvieron en el año 2002 (Fig. 1), pero igualmente las uvas tuvieron mayor riqueza en componentes de calidad (azúcares, antocianos y taninos de hollejos) que las obtenidas en los otros años (Cuadro 2, Fig. 2 y 3). Los contenidos de taninos de semillas (Fig. 4) en las uvas del 2002 fueron similares a los del 2003 (salvo en la espaldera raleada) y superiores a los del 2004.

La síntesis de los antocianos (expresada por su concentración por baya e indicada en la Fig. 5) en los viñedos testigo de la lira y de la espaldera fue superior en 2002 y 2003 a la constatada en 2004; en los tratamientos raleados fue superior en 2002 a la verificada en los otros años.

Las diferencias entre los contenidos de antocianos de los extractos (expresados en mg por litro) y la síntesis antociánica (expresada en mg por baya) están determinadas por el tamaño de las bayas. Los pesos de las bayas fueron significativamente menores en 2002 y 2004 que en 2003 (Cuadro 2), lo que implica una menor cantidad de jugo y una mayor concentración de los antocianos en comparación con bayas de mayor tamaño, aunque la síntesis de estos compuestos haya sido similar.

Las uvas del año 2003 tuvieron contenidos de azúcares inferiores a las de los otros años (Cuadro 2), lo que indica que éste fue un año más desfavorable para la maduración, al menos en lo que se relaciona con la fotosíntesis.

Las uvas del año 2004 tuvieron los menores contenidos de antocianos y de taninos (Fig. 2 a 5), la menor riqueza polifenólica global y el pH más elevado (Cuadro 2). Estos resultados son consecuencia del clima de este año, que fue menos favorable para la síntesis y acumulación de metabolitos secundarios y que determinó una mayor degradación de los ácidos durante la maduración.

En síntesis, puede considerarse que en el año 2002 se dieron condiciones óptimas para la síntesis de polifenoles, en tanto la mayor disponibilidad hídrica determinó un aumento del tamaño de los granos en 2003, con un cierto efecto de «dilución» de los componentes de calidad. El efecto conjunto de las temperaturas altas y el mayor estrés hídrico puede haber incidido en la menor síntesis polifenólica verificada en 2004. Los factores climáticos (luminosidad, temperatura, disponibilidad de agua) tienen un efecto complejo sobre la síntesis antocianica, pero las temperaturas elevadas parecen ser el factor más limitante para este proceso (Haselgrove *et al.*, 2000; Bergqvist *et al.*, 2001; Spayd *et al.*, 2002; Keller *et al.*, 2005).

Conclusiones

Las uvas obtenidas en los viñedos conducidos en lira y en espaldera no presentaron diferencias de composición que permitan priorizar un sistema respecto del otro. Sin embargo, los resultados obtenidos sugieren que la lira sería el sistema de conducción más recomendable para la variedad Merlot en el Sur de Uruguay, ya que permitió obtener rendimientos por hectárea muy superiores a los de la espaldera, con concentraciones de los componentes de calidad enológica de las uvas similares o mayores.

El raleo de racimos determinó un incremento en el potencial enológico de las uvas en los dos sistemas de conducción, pero este efecto no se verificó en todos los años. Esta práctica tuvo una moderada incidencia sobre la acumulación de metabolitos primarios, pero su impacto sobre los compuestos originados en el metabolismo secundario (antocianos y taninos) fue importante en dos de los tres años considerados.

La incidencia de las condiciones climáticas sobre la composición de las uvas fue mayor que la de las modalidades de cultivo ensayadas. El año 2002 tuvo las con-

diciones más favorables para la maduración, propiciando la síntesis de compuestos de calidad enológica y su acumulación en las bayas. El 2003 fue menos favorable para la síntesis de azúcares y el 2004 fue menos propicio para la síntesis de polifenoles.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la empresa Establecimiento Juanicó, por el apoyo prestado para la realización de los ensayos.

Se agradece especialmente a J. Balado, L. Barreiro, R. Bochicchio, D. Charamelo, G. Gatto, G. Gil, A. Tessore, G. Camussi, I. Sibille y J. Abella por su participación en los muestreos y análisis de las uvas.

Bibliografía

- Amati, A.; Ferrarini, R.; Giulivo, C.; Castellari, M. e Galli, M.** 1997. Influenza delle caratteristiche varietali e del diradamento dei grappoli sulla composizione fenolica del vino Valpolicella D.O.C. Riv. Vitic. Enol. 2: 37-46.
- Amati, A.; Mazzavillani, G.; Zironi, R.; Castellari, M. ed Arfelli, G.** 1995. Prove di vendemmia differenziata. Effetti del diradamento dei grappoli sulla composizione dei mosti e dei vini. Nota V. Riv. Vitic. Enol. 1 : 29-37.
- Bergqvist, J.; Dokoozlian, N. and Ebisuda, N.** 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. Am. J. Enol. Vitic. 52 (1): 1-7.
- Bertamini, M.; Iacono, F. e Scienza, A.** 1991. Manipolazione dei rapporti sink-source mediante il diradamento dei grappoli e riflessi sulla qualità (cv. Cabernet S.). Vignevini 10: 41-47.
- Bucelli, P. e Giannetti, F.** 1996. Incidenza del diradamento dei grappoli sulla composizione dell'uva e sulla qualità del vino. Riv. Vitic. Enol. 2: 59-67.
- Campostrini, F.; Bertamini, M.; De Micheli, L. ed Iacono, F.** 1991. Esperienze pluriennali di diradamento dei grappoli sui vitigni. Vignevini 10: 29-35.
- Carbonneau, A.** 1990. Mécanismes généraux de l'influence du système de conduite sur la qualité des vins. Interet qualitatif et économique des vignes en lyre : premières indications de leur comportement en situation de vigueur élevée. Atti Accad. Ital. della Vite e del Vino: 325-346.
- Carbonneau, A. ; Moueix, A. ; Leclair, N. et Renoux, J.** 1991. Proposition d'une méthode de prélèvement de raisins à partir de l'analyse de l'hétérogénéité de maturation sur un cep. Bull. O.I.V. 727/728:679-690.
- Corino, L.; Ruaro, P.; Renosio, G.; Rabino, M. e Malerba, G.** 1991. Esperienze di diradamento grappoli sul vitigno Barbera in alcuni ambienti del Monferrato. Vignevini 7-8: 51-55.

- Dokoozlian, N. and Hirschfeld, D.** 1995. The influence of cluster thinning at various stages of fruit development on Flame Seedless table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 46 (4): 429-436.
- Ferrer, M.** 2007. Effet du climat des régions viticoles de l'Uruguay, des variations climatiques et de l'interaction apportée par le microclimat et l'écophysologie des systèmes de conduite Espalier et Lyre sur Merlot. Tesis de Doctorado. ENSAM. Montpellier.
- Ferrer, M. y González Neves, G.** 2002. Resultados enológicos y productivos de la aplicación de diversas alternativas de raleo de racimos y distintas intensidades de poda invernal en *Vitis vinifera* L. cv. Tannat. *Agrociencia* 6 (1): 53-62.
- Ferrer, M.; Montaña, A.; González Neves, G.; Priore, E. y Carbonneau, A.** 2007. Estudio de la influencia de la arquitectura de la planta en el estado hídrico y su incidencia sobre el rendimiento, la expresión vegetativa y los indicadores fisiológicos de *Vitis vinifera* L. cv. Merlot. In: Actas XI Congreso Latin. de Vitic. y Enol., Mendoza.
- Glories Y. et Augustin M.** 1993. Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. In: C. R. Colloque Journée Techn. CIVB, Bordeaux. pp., 56-61.
- Gonzalez-Neves, G.** 2005. Etude de la composition polyphénolique des raisins et des vins des cépages Merlot, Cabernet-Sauvignon et Tannat provenant de vignes conduites en Lyre et en Espalier dans le sud de l'Uruguay. Tesis de Doctorado. ENSAM. Montpellier, 279 pp.
- González-Neves, G.; Charamelo, D.; Balado, J.; Barreiro, L.; Bochicchio, R.; Gatto, G.; Gil, G.; Tessore, A.; Carbonneau, A. and Moutounet, M.** 2004. Phenolic potential of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. *Analytica Chimica Acta* 513 (1): 191-196.
- González-Neves, G.; Ferrer, M.; Bochicchio, R. y Gatto, G.** 2001. Incidencia del raleo de racimos en la composición de vinos tintos Tannat: resultados de 7 años de ensayos (1994-2000). In: Actas VIII Congreso Latin. de Vitic. y Enol., Montevideo.
- González-Neves, G.; Gil, G. and Ferrer, M.** 2002. Effect of different vineyard treatments on the phenolic contents in Tannat (*Vitis vinifera* L.) grapes and their respective wines. *Food Sci. Techn. Int.* 8 (5): 315-321.
- Guidoni, S.; Allara, P. and Schubert, A.** 2002. Effect of cluster thinning on berry skin anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *Am. J. Enol. Vitic.* 53 (3): 224-226.
- Guidoni, S.; Ferrandino, A. and Novello, V.** 2008. Effects of seasonal and agronomical practices on skin anthocyanin profile of Nebbiolo grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 59 (1): 22-29.
- Haselgrove, L.; Botting, D.; Van Heeswijk, R.; Hoj, P. B.; Dry, P. R.; Ford, C. and Iland, P.** 2000. Canopy microclimate and berry composition: the effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grape berries. *Aust. J. Grape Wine Res.* 6: 141-149.
- Iacono, F.; Bertamini, M.; Porro, D. e Stefanini, M.** 1991. Rapporto tra i livelli di variabilità della struttura vegeto-produttiva della vite e risultati quanti-qualitativi del diradamento. *Vignevini* 10: 49-54.
- INIA.** 2008. Banco agroclimático. Las Brujas. En: <http://www.inia.org.uy>. Consulta Marzo 2008.
- Katerji, N.; Daudet, F.; Carbonneau, A. et Ollat, N.** 1994. Etude à l'échelle de la plante entière du fonctionnement hydrique et photosynthétique de la vigne: comparaison des systèmes de conduite traditionnel et en lyre. *Vitis* 33: 197-203.
- Keller, M.; Mills, L.; Wample, R. and Spayd, S.** 2005. Cluster thinning effects on three deficit-irrigated *Vitis vinifera* cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 56 (1): 91-103.
- Matus, M.; Rodríguez, J. y Ocvirk, M.** 2006. Raleo de racimos en *Vitis vinifera* cv. Malbec. Efecto sobre los componentes del rendimiento y la composición polifenólica de las bayas. *Rev. FCA UNCuyo XXXVIII* (1) : 105-112.
- Murisier, F.; Ferretti, M. et Zufferey, V.** 2004. Essais de limitation de rendement sur Merlot au Tessin. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 36 (3): 149-154.
- O.I.V.** 1990. Récueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Office International de la Vigne et du Vin. Paris.
- Prajitna, A.; Dami, I.; Steiner, T.; Ferree, D.; Scheerens, J. and Schwartz, S.** 2007. Influence of cluster thinning on phenolic composition, resveratrol, and antioxidant capacity in Chambourcin wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 58 (3): 346-350.
- Ribéreau-Gayon, P. et Stonestreet, E.** 1965. Le dosage des anthocyanes dans les vins rouges. *Bull. Soc. Chim.* 9: 2649.
- Spayd, S.; Tarara, J.; Mee, D. and Ferguson, J.** 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 53 (3): 171-182.
- Statgraphics Plus.** 1999. Versión 4.1. Stat Graphics Corp., U.S.A.