

Ensayo en viñedo de secano en la Ribera del Duero

# CONSECUENCIAS DEL NIVEL DE PODA Y SISTEMAS DE CONDUCCION EN VIÑEDO

## Resultados sobre la producción, el desarrollo vegetativo y la calidad del mosto de la vid (Cv. Tempranillo)

por J. Yuste\*, H. Peláez\*, J.A. Rubio\*\* y J.R. Lissarrague\*\*

### RESUMEN

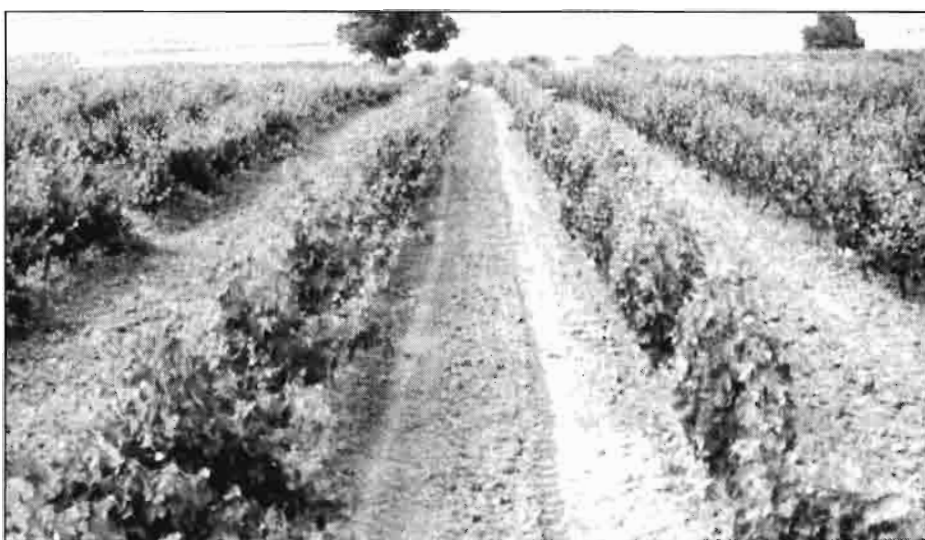
Se estudia, en vides de la variedad Tinta del País (Tempranillo) de la Denominación de Origen Ribera del Duero (España), cultivadas en secano, los efectos de dos niveles de poda y de dos sistemas de conducción, vaso y espaldera, durante 1991, 1992 y 1993, en las respuestas agronómicas relacionadas con el rendimiento y el desarrollo vegetativo, y con la calidad del mosto.

Se observa que al aumentar el nivel de poda se produce un incremento del rendimiento, a pesar de la disminución del peso medio del racimo, y una ligera disminución del peso de la madera de poda. La espaldera se comporta como un sistema más productivo que el vaso y presenta en conjunto racimos de mayor tamaño medio, aunque se observa una gran variabilidad anual tanto en los rendimientos como en sus componentes.

La calidad del mosto se ve afectada por una ligera disminución del grado alcohólico probable al aumentar el nivel de poda y por la forma de conducción en espaldera, que produce mostos de menor grado en la medida en que sus rendimientos son mayores que los del vaso. También se observa una acidez total ligeramente superior en la espaldera que en el vaso, que se corresponde con un pH ligeramente inferior, aunque estas diferencias no resultan importantes.

### INTRODUCCION

Se han puesto ampliamente de mani-



Vista general de parcela de viñedo de Tempranillo (Tinta del País) en Ribera del Duero.

**A más yemas más producción**

**Sistema en espaldera más productivo que el vaso**

**A más producción menos grado alcohólico**

fiesto las diferencias de comportamiento agronómico entre distintos sistemas de conducción y poda del viñedo en numerosos trabajos entre los que cabe citar los realizados por Carboneau *et al.* (1977), Morris *et al.* (1984), Murisier y Ziegler (1991), y Howell *et al.* (1991), llevados a cabo en otras condiciones y con otras variedades de vid. En el caso concreto del vaso frente a la espaldera también se han observado estas diferencias, debidas entre otras causas a la diferente utilización de la radiación recibida por la distinta geometría de cada uno de estos sistemas de conducción (Baeza, 1994).

Resulta interesante analizar estas diferencias en una zona como la Ribera del Duero, puesto que la manera tradicional de conducir las cepas ha sido en vaso, o

(\*) Servicio de Investigación Agraria de Castilla y León. Valladolid.

(\*\*) E.T.S.I. Agrónomos de Madrid.



Cepa conducida en vaso.

forma libre de la vegetación, mientras que en los últimos años la mayoría de las nuevas plantaciones que van sustituyendo a las antiguas adoptan la forma de conducción apoyada en espaldera, con un plano vertical de la vegetación.

A lo largo de los años el viticultor de la Ribera del Duero ha conseguido equilibrar las plantas con el sistema de conducción en vaso, aprovechando de forma satisfactoria el potencial climático y edafológico de la zona para obtener uva de calidad destinada fundamentalmente a la elaboración de vinos tintos. El vaso puede mantener una producción regular incluso cuando las condiciones ambientales son desfavorables, pero la espaldera es capaz de alcanzar altos rendimientos bajo condiciones climatológicas adecuadas, y sobre todo si se aplican las oportunas operaciones culturales. Asimismo, el vaso se ve favorecido en cuanto a la maduración de la uva en mayor medida por el microclima que se crea en torno a los racimos, probablemente por la radiación que les llega reflejada por el suelo, al estar muy cercanos al mismo, aunque el moderado número de yemas que generalmente se deja en la zona en la poda, con el consiguiente nivel de producción, es un aspecto que parece muy relacionado con las buenas condiciones de maduración, mientras que la iluminación de los racimos en la espaldera puede favorecer la acumulación de azúcares (Vautier *et al.*, 1978).

El sistema de conducción en espaldera permite que las labores de cultivo y los

tratamientos fitosanitarios se puedan hacer más eficazmente y de manera más rápida y cómoda, siendo enormemente más fáciles de mecanizar. La mecanización puede abarcar incluso la vendimia, aspecto que todavía es incipiente en la Ribera del Duero, pero que en un futuro muy próximo quizá sea algo habitual en las plantaciones conducidas en espaldera. Por el contrario, la vendimia mecanizada es imposible de aplicar hoy en día en el vaso, lo que supone una seria limitación práctica para el cultivo del viñedo.

Los aumentos del nivel de carga en la poda, es decir un mayor número de yemas por cepa, conllevan en general un aumento del rendimiento según han expresado entre otros Mancilla y Godoy (1990), Murisier y Ziegler (1991) y Reynolds *et al.* (1994). Sin embargo, esta tendencia no se produce en el mismo sentido en el desarrollo vegetativo, e incluso algunos autores han observado una disminución de la cantidad de madera de poda producida (Mancilla y Godoy, 1990).

Un aspecto del cultivo de la vid controvertido en ésta y en muchas zonas vitícolas es la carga de yemas dejada en la poda, que puede influir, por un lado, para no desequilibrar las plantas evitando dejar mucha carga, y por otro, para tener un número suficiente de yemas fértiles que puedan sobrevivir a las heladas, que son frecuentes en la mayor parte de la Denominación de Origen y en amplias zonas de viñedo en España, y aseguren un nivel mínimo de rendimiento.

La calidad del mosto ha dado resultados variables en los distintos estudios sobre el nivel de poda desarrollados por nu-

meros investigadores. Los incrementos de carga tienden en general a una reducción del contenido en azúcares, hecho observado entre otros por Murisier y Ziegler (1991) y Reynolds *et al.* (1994), y a un ligero incremento de la acidez titulable, mientras que apenas existen diferencias en el pH (Reynolds *et al.* (1994), aunque en este último aspecto los resultados obtenidos han sido enormemente variables en las diversas condiciones ensayadas por los distintos autores.

El objetivo de este trabajo es estudiar los efectos del aumento de la carga de poda y de la forma de conducción en vaso y en espaldera en la Ribera del Duero, en el comportamiento agronómico y cualitativo del mosto.

## MATERIAL Y METODOS

**Localización.** El experimento se llevó a cabo durante los años 1991, 1992 y 1993 en la zona vitivinícola de Denominación de origen Ribera del Duero, concretamente en una parcela experimental situada en Pedrosa de Duero (Burgos), sobre vides de la variedad Tinta del País (Tempranillo) injertadas sobre Richter 110, que contaban inicialmente con 4 años de edad.

**Diseño experimental.** Los tratamientos experimentales, que se dispusieron en parcelas subdivididas, fueron los siguientes: 2 niveles de carga (12 y 16 yemas/cepa); en 2 sistemas de conducción, vaso (forma libre de la vegetación) y espaldera en cordón Royat doble; teniendo por lo tanto 4 tratamientos diferentes: vaso 12 yemas, vaso 16 yemas, espaldera 12 yemas,

## RENDIMIENTO (Tm/ha)

Media de 1991, 1992 y 1993

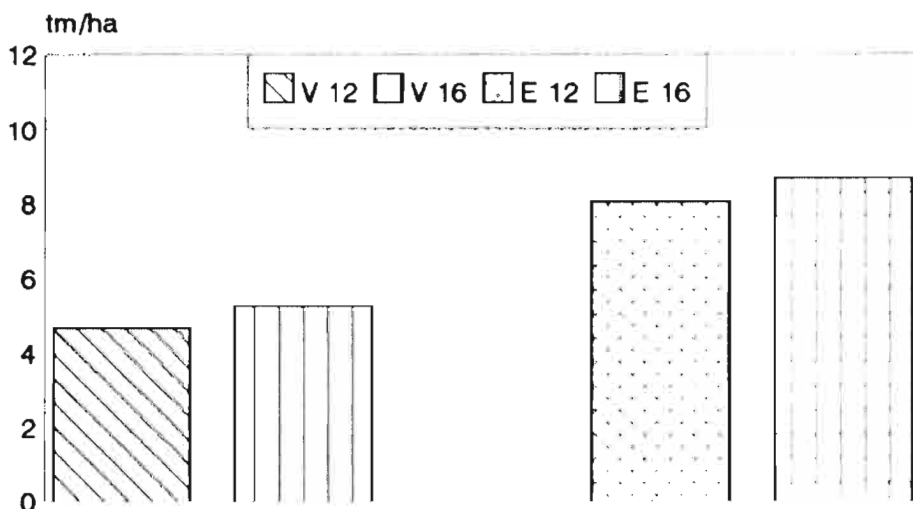


Figura 1: Producción media (Tm/ha) de los años 1991, 1992 y 1993, en vaso (V) y espaldera (E), con dos niveles de poda (12 y 16 yemas/cepa).



mas y espaldera 16 yemas. Las filas estaban dispuestas según la orientación Norte - Sur y el marco de plantación era 3 x 1,6 m. El tipo de poda fue en pulgares de 2 yemas, realizándose 4 repeticiones de cada tratamiento con 7 cepas de control.

#### Determinaciones experimentales.

La determinación del rendimiento en uva, del número de racimos y del peso medio del racimo se realizó en vendimia. El peso de la baya y los componentes del mosto (grado alcohólico probable, acidez total y pH) fueron determinados desde el invierno, mediante muestreos semanales hasta el momento final de la vendimia, cuya fecha fue fijada en función de la correspondiente evolución. Los valores finales alcanzados se utilizaron para el análisis de los resultados.

El desarrollo vegetativo, medido a través del peso de la madera de poda, y el número de sarmientos desarrollados se determinaron tras la caída de la hoja.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La producción de uva ha mostrado una tendencia a aumentar con el nivel de carga en el conjunto de los tres años de estudio (Figura 1), tal como afirman Reynolds *et al.* (1994), aunque sin que las diferencias hayan llegado a resultar estadísticamente significativas, presentando una variabilidad anual importante, al igual que la madera de poda y el peso medio del racimo. Esta variabilidad está causada principalmente por las peculiaridades de cada año, pues en 1992 (año caracterizado por las heladas primaverales y la presencia de lluvias en la época de floración) la producción alcanzada fue menor que en 1991, y sobre todo que en 1993 (año de condiciones atmosféricas menos estresantes y más productivo).

Sin embargo, estos incrementos en la producción de uva no se han producido en la misma proporción que el aumento de yemas dejadas en la poda, coincidiendo con Murisier y Ziegler (1991), de manera que las diferencias en la producción no han llegado a ser tan importantes como señalan Mancilla y Godoy (1990).

Las diferencias de rendimiento entre los dos niveles de poda ensayados son mayores en la medida en que el año ha sido más productivo, siendo favorables a los niveles de poda con mayor número de yemas, como se observa claramente en 1993 (año de climatología favorable, sobre todo al final del ciclo vegetativo), ya que la cepa expresa mejor su potencial con mayores disponibilidades de agua (Lissarrague, 1986). Los valores del rendimiento en los distintos años de ensayo se presentan en la tabla 2 y la media en la tabla 3

La espaldera se comporta como un sistema más productivo en el conjunto de los años, resultando las diferencias alta-

**TABLA 1. Número de racimos, número de sarmientos e índice de fertilidad (Nº Rac/Sarm) para el vaso y la espaldera, con cargas de 12 y 16 yemas/cepa, en los años 1991, 1992 y 1993.**

		Nº Rac	Nº Sarm	Nº Rac/Sarm
1991	V12	13,1	10,6	1,23
	V16	13,3	11,2	1,18
	E12	26,9	18,5	1,45
	E16	30,5	21,1	1,44
1992	V12	15,6	12,6	1,24
	V16	19,4	16,4	1,18
	E12	12,9	14,9	0,87
	E16	14,8	18,4	0,80
1993	V12	15,1	11,7	1,29
	V16	17,8	15,5	1,15
	E12	16,1	14,1	1,14
	E16	20,7	16,9	1,22

**TABLA 2. Valores de los parámetros de producción y desarrollo vegetativo y composición del mosto, en vaso (V) y espaldera (E), con dos niveles de poda (12 y 16 yemas/cepa), en los años 1991, 1992 y 1993. Producción, Prod. (Tm/ha), peso medio del racimo, PmRac (g), peso de madera de poda, Mad (kg/cepa), peso de 100 bayas, PBayas (g), grado alcohólico probable (%Vol), acidez total (g/l ac. tartárico) y pH.**

AÑO	TRAT.	RTO.	Y DESAR. VEGETATIVO				COMPOSICIÓN MOSTO		
			Prod	PmRac	Mad	PBayas	%Vol	Acidez	pH
1991	V12	3,61	134	0,972	161	12,2	7,05	3,36	
	V16	4,52	168	0,788	165	11,5	7,02	3,32	
	E12	11,62	208	0,828	160	10,4	7,8	3,14	
	E16	10,49	165	0,812	138	10	7,76	3,16	
1992	V12	3,83	119	0,822	174	11,4	7,1	3,24	
	V16	4,15	104	0,696	173	10,9	6,7	3,28	
	E12	2,81	105	0,748	179	12,1	7,7	3,21	
	E16	3,19	97	0,780	186	11,8	7,1	3,26	
1993	V12	6,56	210	1,249	186	11	8,7	3,17	
	V16	7,17	187	1,073	180	9,8	8,6	3,23	
	E12	9,79	283	1,378	193	10,6	9,1	3,10	
	E16	12,46	259	1,32	186	10,4	9	3,1	

**TABLA 3. Valor medio de 1991, 1992 y 1993, de los parámetros concernientes a la producción y al desarrollo vegetativo y a la composición del mosto, en vaso (V) y en espaldera (E), con dos niveles de poda (12 y 16 yemas/cepa). Producción (Tm/ha), peso medio del racimo (g), peso de madera de poda (kg/cepa), peso de 100 bayas (g), grado alcohólico probable (% Vol), acidez total (g/l ac. tartárico) y pH.**

AÑO	TRAT.	RTO.	Y DESAR. VEGETATIVO				COMPOSICIÓN MOSTO		
			Prod	PmRac	Mad	PBayas	%Vol	Acidez	pH
Media 3 años	V12	4,67	154	1,014	174	11,5	7,62	3,26	
	V16	5,28	153	0,852	173	10,7	7,44	3,28	
	E12	8,07	199	0,985	177	11,0	8,20	3,15	
	E16	8,71	174	0,971	170	10,7	7,95	3,17	

mente significativas en 1991. Las diferencias de rendimiento entre los dos sistemas de conducción en 1992 se han debido al número de racimos por sarmiento, sobre todo, y al peso medio del racimo; en 1993, se han debido fundamentalmente al peso medio del racimo; y en 1991 se han debido al número de sarmientos que definitivamente le quedan a cada cepa al final del ciclo, ya que la espaldera alcanzó una mayor producción que el vaso, a la vez que un mayor número de sarmientos y racimos, aunque se dejaron en la poda de invierno los mismos niveles de carga en los dos sistemas de conducción. El número de sarmientos por cepa ha sido siempre mayor en la espaldera que en el vaso, aunque de forma mucho más acusada en 1991, debido a que la forma libre del vaso favorece la pérdida accidental de pámpanos por rotura mecánica causada por el viento o por las máquinas de cultivo a lo largo de la estación. Los valores de estos parámetros se recogen en la *tabla 1*.

El sistema de conducción no ha presentado una tendencia constante en la producción a lo largo de los tres años de estudio, lo cual ya fue observado por Yuste *et al.* (1993) con la misma variedad aunque bajo condiciones de riego, si bien la espaldera ha sido en general más productiva que el vaso, como ya se ha detallado. A diferencia de 1991 y 1993, en 1992 el vaso fue más productivo que la espaldera debido a su mayor fertilidad; este comportamiento observado fue originado probablemente por las heladas primaverales que afectaron más a la espaldera que al vaso, ya que los dos sistemas de conducción se encontraban en distinto momento de desarrollo en las fechas en que ocurrieron las citadas adversidades meteorológicas.

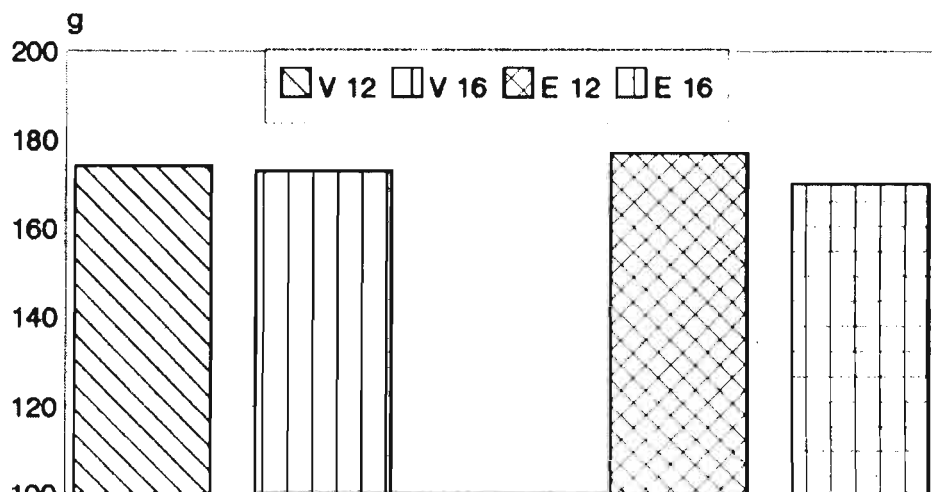
En cuanto al *peso medio del racimo*, éste ha sido menor en general en las cepas con mayor nivel de poda, que son las que a su vez tenían una mayor producción final de uva, tal como reflejan Reynolds *et al.* (1994), aunque exista una excepción, correspondiente al vaso en el año 1991, en el cual las cepas con 16 yemas obtuvieron racimos más grandes que las de 12 yemas, por motivos de fertilidad, sobre todo, que hicieron que el número de bayas por racimo fuera superior en las de 16 yemas, e incluso el número de racimos por sarmiento fue inferior que en las cepas de 12 yemas.

Las diferencias entre vaso y espaldera, que en conjunto favorecen a la espaldera, no se mantienen constantes a lo largo de los años, siendo superior en la espaldera que en el vaso en 1991, de manera altamente significativa, y en 1993, mientras que en 1992 el peso del racimo es muy similar en ambos sistemas de conducción aunque mayor en el vaso.

El peso medio del racimo alcanza en 1993 los valores más altos de los tres años estudiados, en ambos sistemas de con-

**PESO DE 100 BAYAS (g)**

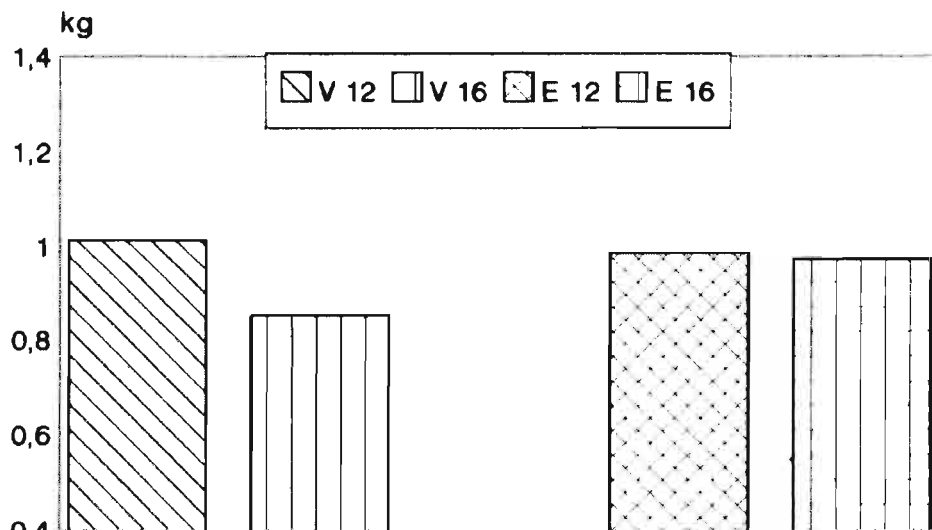
Media de 1991, 1992 y 1993



**Figura 2:** Peso medio de 100 bayas (g) de 1991, 1992 y 1993, en vaso (V) y espaldera (E), con dos niveles de poda (12 y 16 yemas/cepa).

**PESO DE MADERA DE PODA**

Media de 1991, 1992 y 1993



**Figura 3:** Peso medio de madera de poda (kg/cepa) de 1991, 1992 y 1993, en vaso (V) y en espaldera (E), con dos niveles de poda (12 y 16 yemas/cepa).

ducción, debido a la abundancia de lluvias al final del ciclo. También es en dicho año, 1993, donde más diferencia existe en el peso del racimo entre el vaso y la espaldera.

El *peso de la baya*, medido como peso de 100 bayas, en gramos, es un parámetro que guarda gran relación con el anterior. Si lo comparamos en referencia al nivel de poda, se puede observar que las diferencias en el peso de la baya entre las cepas con 12 yemas y las que tenían 16 yemas son muy poco importantes, lo que concuerda con lo observado por Morris *et al.*

(1984), en cuanto a la falta de significación estadística. Así, las diferencias apenas son apreciables en 1991 y 1992, siendo muy ligeras en 1993. Se puede constatar, en cualquier caso, que al aumentar el nivel de poda tiende a disminuir el peso de las bayas, lo cual concuerda con lo observado por Reynolds *et al.* (1994), y es debido al aumento de la producción con la carga de poda.

Comparando ambos sistemas de conducción, las diferencias en el peso de las bayas también han sido muy reducidas, si bien se aprecia en el conjunto de los años

## GRADO ALCOHOLICO PROBABLE (% Vol)

Media de 1991, 1992 y 1993

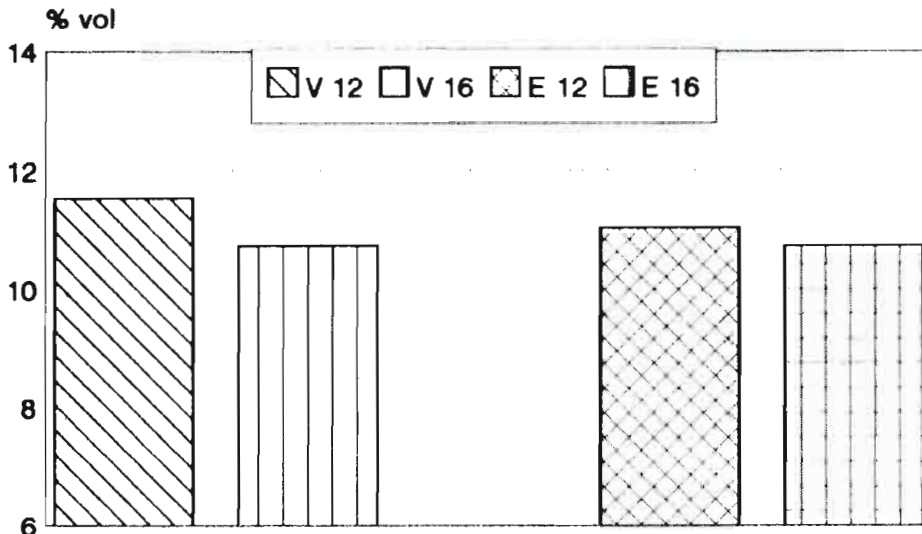


Figura 4: Grado alcohólico probable medio de 1991, 1992 y 1993, en vaso (V) y espaldera (E), con dos niveles de poda (12 y 16 yemas/cepa).

## ACIDEZ TOTAL (g/l ac. tartárico)

Media de 1991, 1992 y 1993

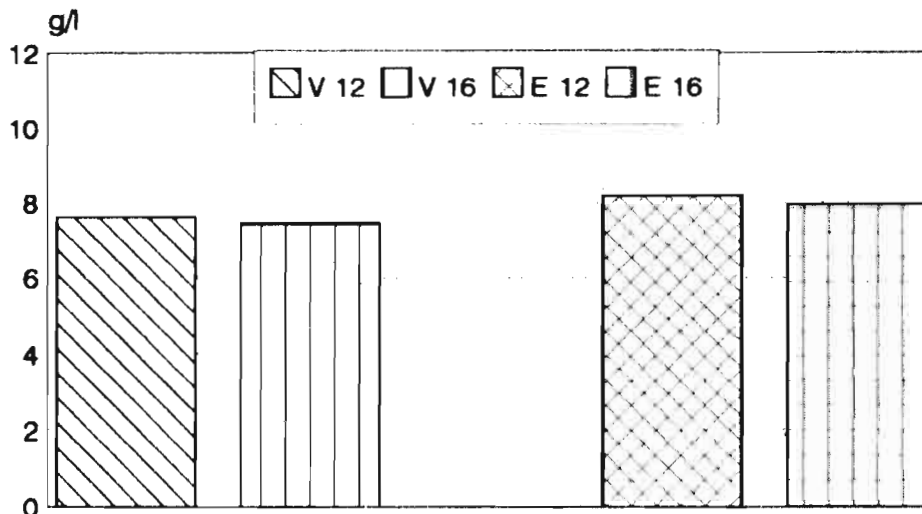


Figura 5: Acidez total media (g/l ac. tartárico) de 1991, 1992 y 1993, en vaso (V) y espaldera (E), con dos niveles de poda (12 y 16 yemas/cepa).

un peso de las bayas ligeramente mayor en la espaldera, en la que se aprecia la disminución de dicho peso de baya al aumentar el nivel de carga de forma mucho más clara que en el vaso, como se puede observar en la figura 2.

El peso de la madera de poda ha sido utilizado como indicador del desarrollo vegetativo de las cepas. La madera producida ha mostrado una tendencia muy definida respecto al nivel de poda, sobre todo

en el sistema de conducción en vaso, observándose una reducción de la cantidad de madera de poda al aumentar el número de yemas. En la espaldera esta tendencia aparece menos definida que en el vaso, incluso con una excepción en 1992, donde las cepas de 16 yemas tuvieron una cantidad similar de madera de poda que las de 12 yemas, con bajos rendimientos de uva en ambos tratamientos en cualquier caso. Esta tendencia general a la re-

ducción es similar, aunque de forma menos acusada a la observada por Cawthon y Morris (1977), Freeman *et al.* (1979) y Byrne y Howell (1978), citados por Mancilla y Godoy (1990), quienes afirman que la disminución de madera de poda al aumentar las yemas por cepa se debe al incremento en la producción de uva, lo cual no coincide con lo observado por Yuste *et al.* (1993) en cepas regadas, aunque evidentemente las condiciones en éste último trabajo citado eran muy diferentes a las de secano que caracterizan nuestro estudio.

En lo que concierne a los sistemas de conducción, no se observan diferencias importantes en la cantidad de madera de poda entre el vaso y la espaldera. Los resultados correspondientes al peso de madera de poda se muestran en la figura 3.

La calidad del mosto se ha estudiado a través del análisis de sus componentes básicos y fundamentales: grado alcohólico probable, acidez total y pH; habiéndose observado que existen en el conjunto de los tres años pocas diferencias en cuanto a la acidez total y al pH, y que las encontradas en el grado alcohólico probable han mostrado variaciones en su tendencia relativa a los sistemas de conducción.

En cuanto al grado alcohólico probable, éste disminuye al aumentar el nivel de poda y por tanto el rendimiento en uva, como se puede observar en la figura 4, en coincidencia con Murisier y Ziegler (1991). Esta disminución del grado es más acentuada en el vaso que en la espaldera, destacando esta diferencia en el año 1993.

La influencia del sistema de conducción en el grado alcohólico probable no se ha mantenido constante ni definida, pues aunque en el conjunto de los años el grado ha sido más alto en el vaso, sobre todo en 1991, la espaldera alcanzó mayor grado alcohólico probable en 1992, en relación con su menor producción de uva. En relación con este aspecto hay que decir que el grado ha sido en todos los tratamientos más alto en 1992 que en 1993, debido a que el menor nivel de rendimiento permitió una mayor concentración de azúcares y, por lo tanto, un aumento del grado alcohólico probable. Los resultados obtenidos en el grado alcohólico probable se pueden observar en las tablas 2 y 3.

Respecto a la acidez total, los valores alcanzados son semejantes en ambos niveles de carga, que no ha resultado un factor diferenciador, lo cual no coincide con lo indicado por Reynolds *et al.* (1994). Por su parte, el comportamiento del sistema de conducción ha mostrado un ligero aumento de la acidez en la espaldera respecto al vaso. Estas diferencias de acidez a favor de la espaldera únicamente han resultado significativas en 1991, pero sin ser importantes se mantienen a lo largo de los años. Los valores obtenidos de acidez total aparecen en la tabla 2 y en la figura 5.

Por último, en lo referente al pH del





Conducción en espaldera. Ribera del Duero.

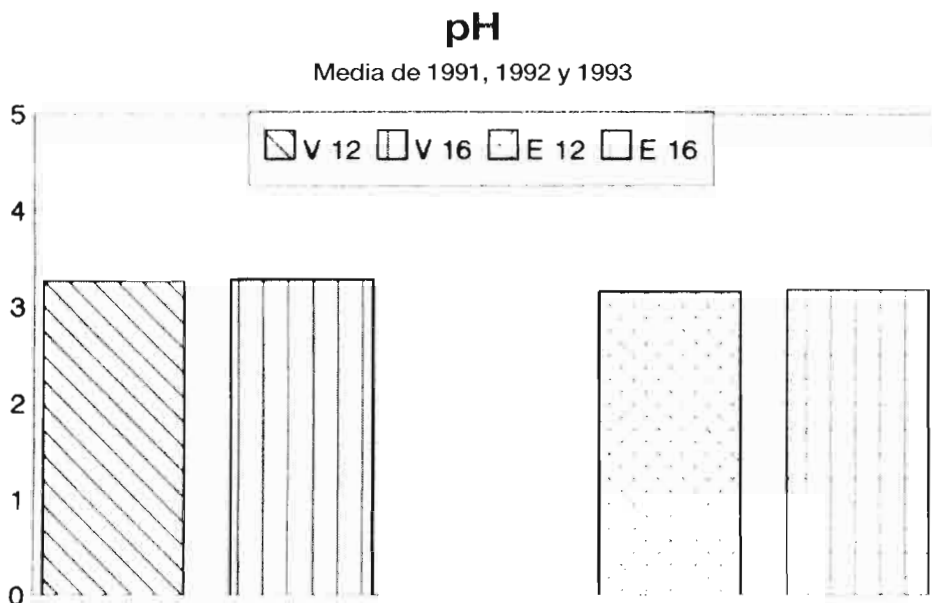


Figura 6: pH medio de 1991, 1992 y 1993, en vaso (V) y en espaldera (E) con dos niveles de poda (12 y 16 yemas/cepa).

mosto, que está muy relacionado con la acidez total, se aprecia también que los valores alcanzados en ambos niveles de carga, 12 y 16 yemas han resultado muy similares, como ocurría con la acidez total, y se puede observar en la figura 6. El sistema de conducción tampoco ha establecido diferencias importantes en el pH, aunque el vaso ha alcanzado todos los años un pH ligeramente más básico que la espaldera, resultando significativas las diferencias en 1991.

## CONCLUSIONES

El aumento del número de yemas dejadas en la poda provoca un aumento del rendimiento en uva, debido al incremento del número de racimos desarrollados en cada cepa y a pesar de las ligeras disminuciones del peso medio del racimo y del tamaño de las bayas en las cepas con mayor nivel de carga. No obstante, el incremento del rendimiento no se produce en la misma proporción que el aumento del número de yemas, existiendo en cualquier caso una gran variabilidad anual en las producciones, de tal manera que las dife-

rencias entre niveles de carga son mayores en la medida en que el año sea más productivo. En cuanto al desarrollo vegetativo, un nivel de carga alto tiende a reducir ligeramente la cantidad de madera de poda, lo que indica que el aumento de carga parece dirigirse principalmente al incremento de la producción de uva.

El sistema de conducción en espaldera se comporta como un sistema más productivo que el vaso, favorecido sin duda porque su estructura apoyada y con sostén de la vegetación permiten que las cepas conducidas de ese modo lleguen al final de la campaña con mayor número de sarmientos que las conducidas en vaso, aún dejando el mismo número de yemas en la poda en ambos sistemas, pues en el vaso se pierde una parte de ellos a causa del viento y de accidentes en las labores de cultivo. Asimismo, la espaldera consigue en general un racimo de mayor tamaño medio que el vaso.

La calidad del mosto se ve afectada por el aumento del nivel de carga fundamentalmente a través de una reducción en el grado alcohólico probable, en estrecha relación con la mayor producción de uva

alcanzada, mientras que dicho nivel de carga apenas tiene efectos sobre la acidez total o el pH.

El sistema de conducción no se comporta como determinante de una manera constante en el grado alcohólico probable del mosto, dependiendo sobre todo del nivel de producción alcanzado, de forma que el vaso consigue en conjunto un grado probable ligeramente mayor que la espaldera, en relación directa con su menor producción de uva. La espaldera presenta mostos con mayor acidez total que el vaso, y un pH, que lógicamente guarda estrecha relación con la acidez, más bajo, aunque las diferencias son menos apreciables, de manera que el sistema de conducción no provoca diferencias importantes en estos últimos componentes de la calidad del mosto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

-Baeza, P. (1994). Caracterización Ecofisiológica y Evaluación Agronómica de Diferentes Sistemas de Conducción del Viñedo (*Vitis vinifera* L.) en regadío. Tesis doctoral. Depto. de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 220 pp.

-Carbonneau, A.; Leclair, P.; Dumartin, P.; Cordeau, J.; Roussel, C. (1977). Etude de l'influence chez la vigne su rapport «Partie végétative/partie productrice» sur la production et la qualité des raisins. Conn. Vigne Vin, n° 2, 105-130.

-Howell, G.S.; Miller, D.P.; Edson, C.E.; Striegler, R.K. (1991). Influence of training system and pruning severity on yield, vine size, and fruit composition of vigneoles grapevines. Am. J. Enol. Vitic., vol 42, n° 3, 191-198.

-Lissarrague, J.R. (1986). Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid. Tesis doctoral. Depto. de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Madrid. 395 pp.

-Mancilla, R. y Godoy, C. (1990). Niveles de poda, aclareo de racimos y desbrote con niveles de humedad en el suelo, como estrategias para recuperar viñedos de «Carignan» en decadencia. Itea, vol 86 V, n° 3, 178-192.

-Morris, J.R.; Sims, C.A.; Bourque, J.E.; Oakes, J.L. (1984). Influence of training system, pruning severity, and spur length on yield and quality of six french-american hybrid grape cultivars. Am. J. Enol. Vitic., vol 35, n° 1, 23-27.

-Maurier, F. y Ziegler, R. (1991). Effects de la charge en bourgeons et de la densité de plantation sur le potentiel de production, sur la qualité du raisin et sur le développement végétatif. Rev. suisse Vitic. arb. Hortic., vol 23(5), 277-282.

-Reynolds, A.G.; Wardle, D.A. and Dever, M. (1994). Shoot density effects on Riesling grapevines: interactions with cordono age. Am. J. Enol. Vitic., vol 45, n° 4, 435-443.

-Vautier, Ph., Gnägi, F., Koblet, W., Zanier, C. y Tanner, H. (1978). Processus de maturation des grappes ensoleillées directement et des grappes situées à l'ombre du feuillage (*Vitis vinifera*). Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 10: 7-12.

-Yuste, J.; Baeza, P.; Peláez, H.; Lissarrague, J.R. (1993). La forme de conduite et la charge en bourgeons. Conséquences agronomiques dans la Ribera del Duero. 6ª Journées du Gesco. Reims (14-16 Avril 1993).