

LOS ENSAYOS SE HAN REALIZADO EN CUATRO SITUACIONES CLIMÁTICAS DIFERENTES EN EL VALLE DEL DUERO

Estimación del rendimiento en la variedad **Tempranillo** sobre tres densidades de plantación

■ J. Yuste, J. Nicolás y E. Barajas.

Departamento de Viticultura. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

El objetivo de este trabajo es evaluar la aplicación de una metodología para la estimación del rendimiento en fechas posteriores al cuajado, es decir, con suficiente antelación a la fecha de vendimia, con el fin de valorar su capacidad de predicción en la variedad Tempranillo distribuida con tres distancias entre cepas diferentes (1,2; 1,5; 1,8 m) y una distancia entre filas común (3 m); por tanto, tres densidades distintas de plantación, en cuatro situaciones de cultivo en el Valle del Duero, en el año 2006.

Uno de los problemas más frecuentes en la viticultura actual es la precisión de la predicción de cosecha con un margen de antelación suficiente que permita corregir una posible sobreproducción y ayude a organizar las tareas propias de vendimia y bodega de una forma eficiente. Asimismo, los organismos de control de las diferentes zonas vitivinícolas necesitan una herramienta adecuada para determinar si el rendimiento de un viñedo está dentro de los límites legalmente establecidos (López-Miranda *et al.*, 2003).

La estimación del rendimiento requiere conocer los componentes que intervienen en su determinación y la medida en que éstos intervienen en el rendimiento final (López-Miranda y Yuste, 2003). Existen muchos factores que pueden generar variaciones en la producción. Las condiciones ambientales, naturales y culturales alteran el vigor (Huglin, 1958), el estado hídrico (Yuste, 1995) o la actividad fotosintética (Candolfi-Vasconcelos y Koblet, 1990) y condicionan de manera importante la fertilidad expresada en número de racimos (Antcliff y Webster, 1955; Baldwin, 1964; Buttrose, 1970) y el peso de la baya (Dokoozlian, 1999).



Ensayo de la distancia entre cepas en Castrillo de Duero (Valladolid).

En la última década, el cultivo de la vid ha experimentado un incremento generalizado de los rendimientos debido, principalmente, a la modernización y al aumento de la tecnificación del cultivo. Ante esta situación, la estimación del rendimiento con suficiente antelación constituye una herramienta fundamental para corregir una posible sobreproducción y organizar de forma más eficiente la vendimia

Para realizar una buena estimación del rendimiento es necesario determinar cada uno de sus componentes con medidas más o menos laboriosas y estimar el peso de la baya a partir de un conocimiento histórico de cada viñedo

López-Miranda *et al.* (2003) afirman que una buena estimación del rendimiento debe contemplar como mínimo la medida del número de racimos por cepa y la estimación del peso del racimo. El número de racimos se determina fácilmente sobre las cepas; sin embargo, el peso del racimo es más difícil de predecir, sobre todo cuanto más se pretenda adelantar la estimación del rendimiento. El peso del racimo tiene una gran variabilidad interanual debida, principalmente, al número de bayas por racimo, siendo el peso de la baya relativamente constante de un año a otro (Dunn y Martín, 2000; López-Miranda, 2002). Por tanto, para estimar el peso final del racimo, es necesario determinar previamente el número de bayas por racimo y posteriormente asignar un peso de baya, que resulta más fácilmente predecible debido a que suele tener un valor más estable (Smart *et al.*, 1982).

Material y métodos

Descripción de los ensayos

Los ensayos se encuentran situados a lo largo del Valle del Duero en los siguientes términos municipales:

1. Castrillo de Duero (Valladolid) (altitud 800 m): perteneciente a la DO Ribera de Duero.
2. Pollos (Valladolid) (altitud 672 m): perteneciente a la DO Rueda.
3. Rodilana (Valladolid) (altitud 800 m): perteneciente a la DO Rueda.
4. Toro (Zamora) (altitud 739 m): perteneciente a la DO Toro.

Los aportes hídricos (mm), tanto de riego como pluviométricos (P), que han recibido los ensayos durante el año 2006 quedan resumidos en el **cuadro I**.

Las densidades de plantación estudiadas tienen un espaciamiento entre filas de 3 m y una distancia entre cepas de 1,2; 1,5; 1,8 m. El área de suelo que le corresponde a cada cepa según las distancias anteriores es de 3,6 m² (3 x 1,2); 4,5 m² (3 x 1,5); 5,4 m² (3 x 1,8). Se ha mantenido la misma carga por metro lineal de espaldera de forma que hay un pámpano por cada 10 cm en los tres tratamientos estudiados. El diseño experimental de los cuatro ensayos es en bloques al azar con cuatro repeticiones de los tres tratamientos (1,2; 1,5; 1,8). La parcela elemental es de nueve a catorce cepas de control, dependiendo de la distancia entre plantas, y cada repetición consta de líneas contiguas a la fila de control destinadas al efecto borde.

El material vegetal empleado en los cuatro ensayos es *Vitis vinifera* L. de la variedad Tempranillo injertada sobre patrón Richter 110, plantado en el año 2000, y conducido en espaldera, con un sistema de poda del tipo cordón Royat bilateral.

Determinaciones experimentales

En cada tratamiento de los cuatro ensayos plantados se ha determinado:



Control de racimos para el ajuste de rendimiento en Tempranillo.

Cuadro I.

Aportes hídricos durante 2006 tanto de riego como de precipitación (P).

Régimen hídrico	Ensayo	P anual	P 1 abr-30 sep	Riego en el ciclo	Riego de invierno
Regadío	Castrillo	430	162	30	-
	Pollos	333	133	46	29
Secano	Rodilana	254	83	-	-
	Toro	408	142	-	-

- **Número de racimos por cepa.** Se realizó por conteo directo sobre las cepas a finales del mes de junio. El conteo se efectuó en cuatro cepas por repetición, en total dieciséis cepas por tratamiento en cada situación de cultivo planteada.

- **Número de bayas por racimo.** Se determinó mediante la relación existente entre el peso del racimo en un momento determinado de su desarrollo y el número de bayas que contiene. Para ello se recogió una muestra de racimos de los tratamientos estudiados que contuviera toda la posible variabilidad de tamaño de los racimos (grandes, medianos y pequeños). Se pesó cada uno de estos racimos y se contó el número de bayas que contenía para establecer la relación de regresión lineal "número de bayas-peso del racimo". Una vez establecida esta relación, se recogió una muestra de racimos mucho mayor, que fue pesada para determinar el número medio de bayas por racimo de cada tratamiento. Esta relación es válida porque la muestra mayor de racimos se encuentra en el mismo estado de desarrollo que la muestra de racimos utilizados para obtener la relación de regresión.

Cuadro II.

Valores estimados correspondientes a los parámetros para los tratamientos de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m); 1,5 (1,5 m); 1,8 (1,8 m) en los ensayos de Castrillo de Duero, Pollos, Rodilana y Toro en 2006.

Tratamiento	P. baya corr.	P. rac. est.	Nº rac./cepa	kg/cepa est.	rdto. est.
Castrillo de Duero					
1,2	1,43	232,7	16,1	3,74	10,38
1,5	1,53	274,2	19,2	5,26	11,69
1,8	1,39	229,7	21,8	5,01	9,28
Pollos					
1,2	2,21	332,7	19,3	6,43	17,85
1,5	2,30	302,4	21,4	6,46	14,36
1,8	2,17	303,0	26,3	7,95	14,73
Rodilana					
1,2	1,44	185,1	14,3	2,65	7,36
1,5	1,52	196,0	17,9	3,50	7,79
1,8	1,39	185,5	20,5	3,80	7,04
Toro					
1,2	1,40	223,7	15,1	3,37	9,37
1,5	1,32	211,9	16,9	3,58	7,95
1,8	1,35	203,2	18,8	3,82	7,08

Peso de baya, g (P. baya corr.) de 2005 corregido un 15%; peso del racimo estimado, g (P. rac. est.); número de racimos por cepa (Nº rac./cepa jul.) en julio; producción de uva por cepa estimada (kg/cepa est.); rendimiento por ha estimado, t/ha (Rdto. est.).

Cuadro III.

Valores reales correspondientes a los parámetros para los tratamientos de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m); 1,5 (1,5 m); 1,8 (1,8 m) en los ensayos de Castrillo de Duero, Pollos, Rodilana y Toro en 2006.

Tratamiento	P. baya	P. rac.	Nº rac./cepa	kg/cepa	Rdto.	Dif. est.-real (%)
Castrillo de Duero						
1,2	2,14	290,0	16,8	5,10	14,16	-26,6
1,5	2,17	331,5	23,7	8,16	18,13	-35,5
1,8	2,17	295,8	26,8	8,19	15,18	-38,8
Pollos						
1,2	2,28	340,7	19,7	6,75	18,75	-4,79
1,5	2,25	325,1	24,7	8,15	18,11	-20,7
1,8	2,29	321,8	30,7	10,13	18,75	-21,4
Rodilana						
1,2	1,87	187,8	15,9	3,02	8,38	-12,2
1,5	1,75	166,4	21,2	3,55	7,89	-1,34
1,8	1,81	159,2	23,6	3,82	7,07	-0,44
Toro						
1,2	1,94	215,3	14,9	3,30	9,16	2,32
1,5	1,91	192,6	17,9	3,43	7,62	4,24
1,8	1,91	205,9	23,1	4,71	8,73	-18,9

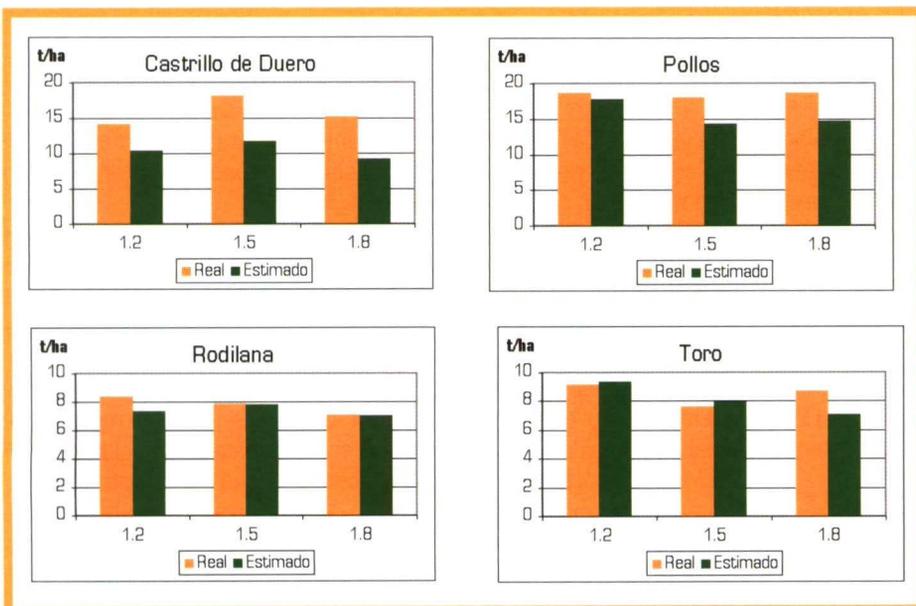
Peso de baya, g (P. baya); peso del racimo, g (P. rac.); número de racimos por cepa (Nº rac./cepa); producción de uva por cepa (kg/cepa); rendimiento por ha, t/ha (Rdto.); diferencia entre rendimiento estimado y real, en % (Dif. est.-real).

• **Peso de la baya.** Hasta el momento de la vendimia no se puede conocer con exactitud cuál será el peso medio de la baya. Por tanto, es necesario realizar una predicción de dicho peso. Para ello se consideró el peso medio de la baya de la vendimia anterior correspondiente a cada distancia entre cepas incrementado en un 15% debido a la severidad de las condiciones climáticas del año 2005. El valor

estimado del peso de baya se multiplicó por el número de bayas por racimo para obtener el peso del racimo y, por consiguiente, tras considerar el número de racimos por cepa, una estimación del rendimiento de cada uno de los tratamientos estudiados en cada una de las situaciones de cultivo planteadas.

Figura 1.

Rendimiento real y rendimiento estimado correspondiente a los tratamientos de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m); 1,5 (1,5 m); 1,8 (1,8 m) en los ensayos de Castrillo de Duero, Pollos, Rodilana y Toro en 2006.



Resultados

En el ensayo de Castrillo de Duero la relación de regresión entre el peso del racimo y el número de bayas que contiene ha alcanzado un coeficiente R^2 muy elevado en los tratamientos de distancia entre cepas 1,5 y 1,8, con valores de 0,97 y 0,99 respectivamente. En el tratamiento 1,2 el coeficiente R^2 no ha sido tan alto, con un valor de 0,84, si bien la significación estadística de las regresiones ha mostrado el mismo nivel en los tres tratamientos ($p < 0,01$). Sin embargo, la desviación del tratamiento 1,2 entre el valor estimado y el valor real del rendimiento ha sido menor que en los tratamientos 1,5 y 1,8. La desviación de los tres tratamientos de este ensayo en conjunto está en torno al 30%, siendo mayor el rendimiento realmente obtenido que el rendimiento estimado según la metodología descrita (**cuadros II y III, figura 1**).

En el ensayo de Pollos se han obtenido coeficientes R^2 elevados en la relación de regresión entre el peso del racimo y el número de bayas, siendo los tratamientos de distancia intercepas 1,2 y 1,5 los que han mostrado valores más altos 0,95 y 0,94 respectivamente. El tratamiento 1,8 ha mostrado un

valor menor de R^2 , 0,84, aunque la significación estadística de las regresiones es altamente significativa en los tres tratamientos ($p < 0,01$). La desviación entre el rendimiento estimado y el real se ha situado en torno al 20% en los tratamientos 1,5 y 1,8 y al 5% en el tratamiento 1,2, siendo mayor el rendimiento real que el estimado (**cuadros II y III, figura 1**).

En el ensayo de Rodilana se han obtenido valores altos de R^2 , en torno a 0,85, en los tres tratamientos de distancia entre cepas, en torno a 0,87, con alta significación estadística de las regresiones en los tres tratamientos estudiados ($p < 0,01$). En este ensayo los valores de R^2 no son tan elevados como en los ensayos de Castrillo de Duero y de Pollos, aunque la aproximación del rendimiento estimado al rendimiento real es mayor, ya que la desviación entre éstos es del 12% para el tratamiento 1,2 y menor del 2% para los tratamientos 1,5 y 1,8, siendo mayor el rendimiento real que el estimado (**cuadros II y III, figura 1**).

En el ensayo de Toro se han obtenido valores altos de R^2 , en torno a 0,85, en las regresiones lineales que relacionan el peso del racimo con el número de bayas en los tres tratamientos estudiados, aunque no llegan, en general, a los valores de R^2 mostrados en los otros tres ensayos. Los tres tratamientos de distancia entre cepas han mostrado rectas de regresión con alta significación estadística ($p < 0,01$). La aproximación del rendimiento estimado al real en los tratamientos 1,2 y 1,5 está en torno al 2% y al 4% respectivamente, siendo el rendimiento estimado mayor que el rendimiento real. En el tratamiento 1,8 la aproximación del rendimiento estimado al real está en torno al 19%, a favor del rendimiento real (**cuadros II y III, figura 1**).

Conclusiones

Los resultados obtenidos en las cuatro situaciones de cultivo planteadas muestran en general una adecuada capacidad de predicción de la metodología propuesta para la estimación del rendimiento con suficiente antelación a la fecha de vendimia en las tres distancias entre cepas estudiadas. Esta metodología ha mostrado un mayor grado de aproximación en la medida en que la situación de cultivo presenta mayor restricción hídrica, como ha ocurrido en los ensayos de Rodilana y Toro, frente a los ensayos de Castrillo de Duero y Pollos. En el ensayo de Castrillo de Duero las desviaciones observadas han sido debidas, principalmente, al incremento del peso de la baya con respecto al año 2005, que ha alcanzado hasta un 70%.

La optimización de esta metodología para llegar a estimaciones cada vez más precisas exige elaborar un registro anual del peso de la baya en vendimia según las distintas situaciones de cultivo, con el fin

Los resultados obtenidos muestran una buena capacidad de predicción de la metodología propuesta en las tres distancias intercepas estudiadas en las cuatro situaciones de cultivo. Se ha observado que la estimación del rendimiento es más precisa en la medida en que la situación de cultivo presenta mayor restricción hídrica



Control de la vendimia en el ensayo para la estimación del rendimiento en Tempranillo.

de valorar cuál puede ser la variabilidad de dicho componente del rendimiento a lo largo de los años. El registro histórico de datos de peso de baya permitirá, en años sucesivos, estimar el peso de la baya basándose en datos reales interanuales.

En definitiva, la metodología descrita se presenta como una buena herramienta para el cálculo de la producción final con suficiente antelación a la fecha de vendimia, que puede resultar muy útil para la toma de decisiones con un margen suficiente de tiempo, tanto para actuar en el viñedo evitando una posible sobreproducción mediante aclareo de racimos, como para planificar y organizar las operaciones necesarias relacionadas con la recolección. ■

Bibliografía

- Antcliff, A.J., Webster, W.J. 1955. Studies on the Sultana vines I. Fruit bud distribution and bud burst with reference to potential crop. *Australian Journal of Agricultural Research* 6, 565-588.
- Baldwin, J.G. 1964. The relation between weather and fruitfulness of the Sultana vine. *Australian Journal of Agricultural Research* 15, 920-928.
- Buttrose, M.S. 1970. Fruitfulness in grape-vines: The response of different cultivars to light, temperature and daylength. *Vitis* 9, 121-125.
- Candolfi-Vasconcelos, M.C., Koblet, W. 1990. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of lead removal in *Vitis vinifera*. Evidence of compensation and stress recovering. *Vitis* 29, 199-221.
- Dokoozlian, N.K. 1999. Principles of grapevine canopy management. *Varietal Winegrape Production. A three-day viticulture short course. February 17-19. Davis (California, USA)*.
- Dunn, G.M. and Martin, S.R. 2000. Do temperature conditions at budburst affect flower number in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet sauvignon?. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6, 116-124.
- Huglin, P. 1958. Recherches sur les bourgeons de la vigne: initiation florale et développement végétatif. *Annales de l'Amélioration des Plantes* 2, 113-272.
- López-Miranda, S. (2002). Componentes del rendimiento en cv. Verdejo (*Vitis vinifera* L.), sus relaciones y su aplicación al manejo de la poda. Tesis Doctoral. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 283 p.
- López-Miranda, S., Rodríguez-Abril, A., Yuste, J. 2003. Aplicación y evaluación de una metodología para la estimación del rendimiento en fase temprana. XIX Reunión anual del Grupo de trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Noviembre 2003. Villafranca del Penedés (Barcelona).
- López-Miranda, S. y Yuste, J. 2003. Número de flores por racimo, porcentaje de cuajido y peso de la baya: Aportación del peso del racimo en la variedad Verdejo (*Vitis Vinifera* L.). XIII Jornadas GESCO. Montevideo (Uruguay). p. 41-45.
- Smart, R.E., Shaulis, N.J. and Lemon, E.R. 1982. The effect of Concord vineyard microclimate on yield. II. Interrelations between microclimate and yield expression. *American Journal of Enology and Viticulture* 33, 109-116.
- Yuste, J. 1995. Comportamiento fisiológico y agronómico de la vid (*Vitis vinifera* L.) en diferentes sistemas de conducción en secano y regadío. Tesis Doctoral. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 280 p.