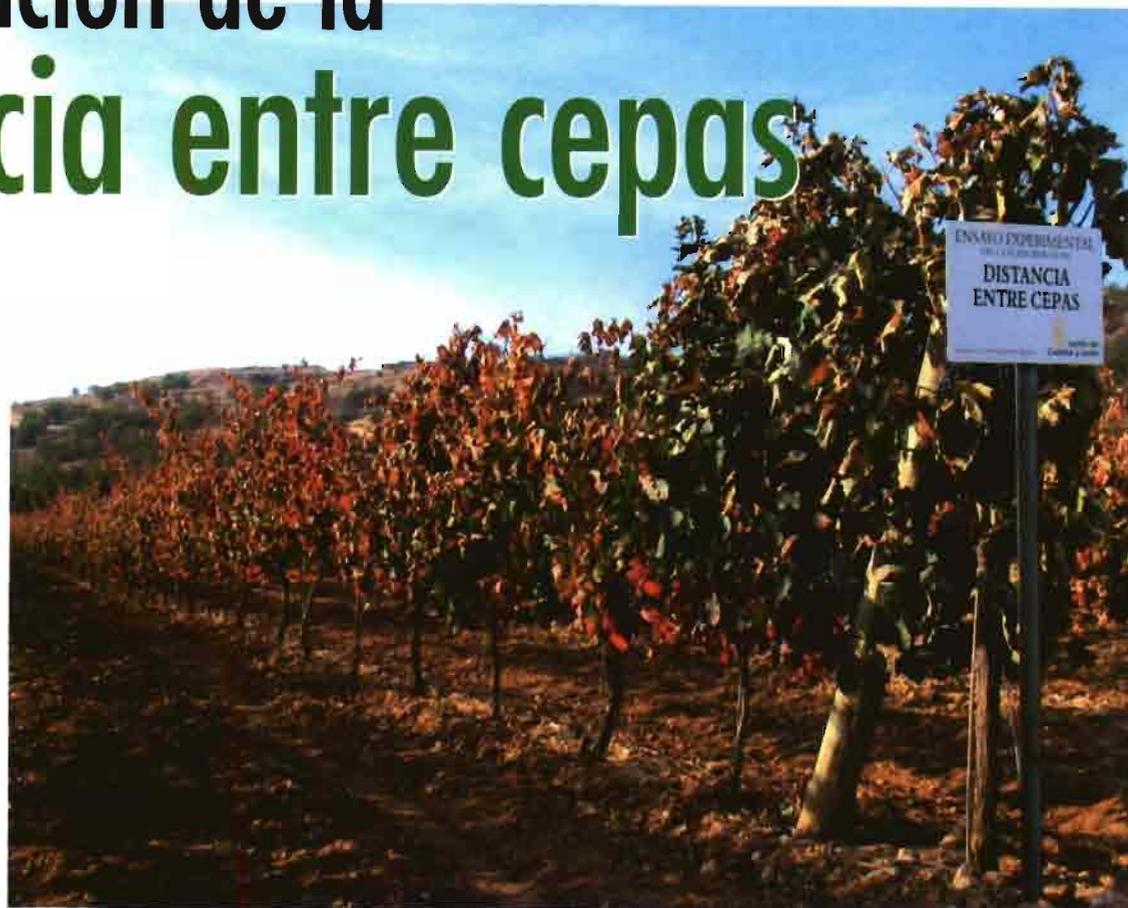


Respuesta del potencial hídrico foliar a la variación de la distancia entre cepas

En este trabajo se estudia el comportamiento del potencial hídrico foliar de mediodía, medido a las 12 hora solar, en la variedad Tempranillo distribuida con tres distancias entre cepas distintas, y una distancia entre filas común, por tanto tres densidades de plantación distintas, en cuatro situaciones de cultivo diferentes, dos de regadío y dos de secano, a lo largo del año 2005.

E. Barajas, J. A. Rubio,
C. Arranz, J. Yuste

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



Ensayos con la variedad Tempranillo en cuanto a situaciones de cultivo diferente

El movimiento del agua desde el suelo al aire, a través de la planta, se puede explicar por la existencia de gradientes de potencial hídrico a lo largo de este recorrido (Azcón-Bieto y Talón, 2000). De forma esquemática, el movimiento del agua en la planta se resume en cuatro pasos: suelo-raíz, raíz-tallo, tallo-hoja (a través de los pecíolos) y hoja-atmósfera (Choné *et al.*, 2001). La cámara de presión (Scholander) es un instrumento fiable para determinar el potencial hídrico en el xilema de los tallos y en las hojas (pecíolos) (Guardiola y García, 1990). Con dicha cámara existe la posibilidad de realizar la medida antes del amanecer cuando los esto-

mas de las hojas están cerrados y la planta ha podido reequilibrar durante la noche su estado hídrico en relación al agua del suelo, denominada potencial hídrico de base, y en las horas de máxima iluminación cuando hay regulación estomática y la planta está en plena actividad (transpiración, fotosíntesis, etc.), denominándose potencial hídrico de mediodía (Pérez, 2002).

Varios autores han estudiado la respuesta del potencial hídrico en diferentes densidades de plantación. Así, Archer (1991) trabajando con seis espaciamientos distintos, encontró valores de potencial hídrico foliar de base similares al principio del ciclo, pero claramente diferentes al final de la estación, con las altas densi-

dades de plantación madurando bajo mayor estrés hídrico. En este sentido, Hunter (1998) dice que las vides más espaciadas se ven sometidas a un menor estrés hídrico durante el periodo de maduración que las cepas menos espaciadas. De esta forma, el potencial hídrico foliar de mediodía es más alto en vides regadas que en vides no regadas (Smart, 1974; Kliewer *et al.* 1983; Matthews *et al.* 1987; Bartolomé, 1993; Yuste, 1995), aunque Matthews *et al.* (1987) observaron que los valores de potencial hídrico foliar de mediodía eran casi constantes a lo largo de la fase de maduración y que las posibles variaciones eran debidas a las condiciones climáticas (Van Zyl, 1986).

La distribución, la geometría y la cantidad de follaje provocan diferencias en la interceptación de radiación, que generan distintos niveles de estrés hídrico y diferencias en el potencial hídrico foliar. De esta manera, Lissarrague *et al.* (1991) trabajando con diferentes sistemas de conducción y con vides bien alimentadas hídricamente, concluyeron que las diferencias de altura de vegetación son las que determinan las diferencias de potencial hídrico foliar observadas.

Material y métodos

El trabajo, llevado a cabo en 2005, basa su desarrollo en la modificación de la densidad de plantación. Así, las densidades de plantación estudiadas tienen un espaciamiento entre filas de 3 metros y una distancia entre cepas de 1,2, 1,5 y 1,8 metros. 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) y 5,4 m² (3 x 1,8). Se ha mantenido la misma carga por metro lineal de espaldera de forma que haya un pámpano cada 10 cm en los tres tratamientos estudiados.

Descripción de los ensayos

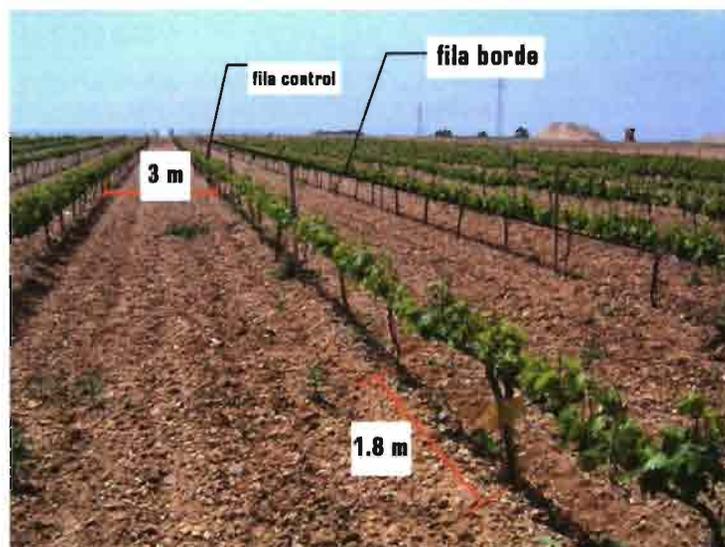
Los ensayos se encuentran situados en los siguientes términos municipales:

1. Castrillo de Duero (Valladolid) (altitud 800 m): perteneciente a la DO Ribera de Duero. Se aplicó un riego de 40 mm en julio.

2. Pollos (Valladolid) (altitud 672 m): perteneciente a la DO Rueda. Se realizó un aporte hídrico de 52 mm repartidos en tres aplicaciones en los meses de junio, julio y agosto.

3. Rodilana (Valladolid) (altitud 800 m): perteneciente a la DO Rueda. No se efectuó ningún aporte hídrico.

4. Toro (Zamora) (altitud 739 m): perteneciente a la DO Toro. Se aplicó un riego de invierno de 70 mm con el objetivo de recargar hídricamente el suelo para favorecer la brotación y las primeras fases de desarrollo vegetativo.



Disposición de las filas en el ensayo de Rodilana en la DO Rueda.

Los aportes hídricos, tanto de riego como pluviométricos, que han recibido los ensayos durante el año 2005 quedan resumidos en el **cuadro I**.

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.

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 9 a 14 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.

Potencial hídrico foliar

El potencial hídrico foliar ha sido medido con una cámara de presión tipo Scholander. El ma-

nómetro de la cámara tiene una precisión de 0,02 MPa (0,2 bar). Se ha medido sobre los tres tratamientos descritos, en cuatro repeticiones de cada uno de los tres tratamientos descritos, en dos cepas por repetición.

Las medidas han sido realizadas al mediodía solar (Ψ_{12}) a mediados de los meses de julio, agosto y septiembre, en hojas adultas soleadas situadas en la zona media del pámpano, por encima de la altura de los racimos.

El procedimiento llevado a cabo para medir el potencial hídrico foliar es el siguiente: en primer lugar se selecciona la hoja a medir, seguidamente se embolsa el limbo y se corta con un bisturí el pecíolo por la parte estrecha más próxima a su inserción en el pámpano. Después se lleva de forma inmediata la hoja embolsada en plástico a la cámara de presión. Una vez en la cámara, se aplica presión a la hoja con nitrógeno gaseoso, hasta que la presión aplicada a la hoja iguale la tensión negativa con la que el agua está retenida en el interior de la hoja antes del corte, determinándose así el valor del potencial hídrico.

Índice de área foliar

El índice de área foliar de cada tratamiento se determinó en dos cepas por repetición en el momento de máximo desarrollo foliar, justo antes del envero (a finales de julio), por el método no destructivo basado en la regresión entre la longitud del nervio central de la hoja y su superficie foliar, establecido por Carbonneau (1976 a, b).

Resultados

Potencial hídrico foliar a mediodía (Ψ_{12})

En el ensayo de Castrillo de Duero el potencial hídrico foliar no ha presentado una tendencia clara entre los tres tratamientos de distancia entre cepas estudiados. En el mes de septiembre, al final del ciclo, el tratamiento 1,2 mostró valores más

CUADRO I.

PRECIPITACIÓN Y RIEGO EN CADA PARCELA DE ENSAYO.

Régimen hídrico	Ensayo	Precipitación anual (mm)	Precipitación 1 abril -30 septiembre (mm)	Riego en el ciclo (mm)
Regadío	Castrillo de Duero	320	83	40
	Pollos	249	74	52
Secano	Rodilana	249	74	—
	Toro	280	78	—

CUADRO II.

POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR (Ψ_{12}) MEDIDO AL MEDIODÍA SOLAR, EN JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE DE 2005 EN LOS ENSAYOS DE CASTRILLO DE DUERO Y DE POLLOS, CORRESPONDIENTE A LOS TRATAMIENTOS 1,2, 1,5 Y 1,8, CON DISTANCIA ENTRE CEPAS DE 1,2, 1,5 Y 1,8 METROS RESPECTIVAMENTE. ANÁLISIS DE VARIANZA CON NIVELES DE SIGNIFICACIÓN (SIG): NS, NO SIGNIFICATIVO; *, $p < 0,1$.

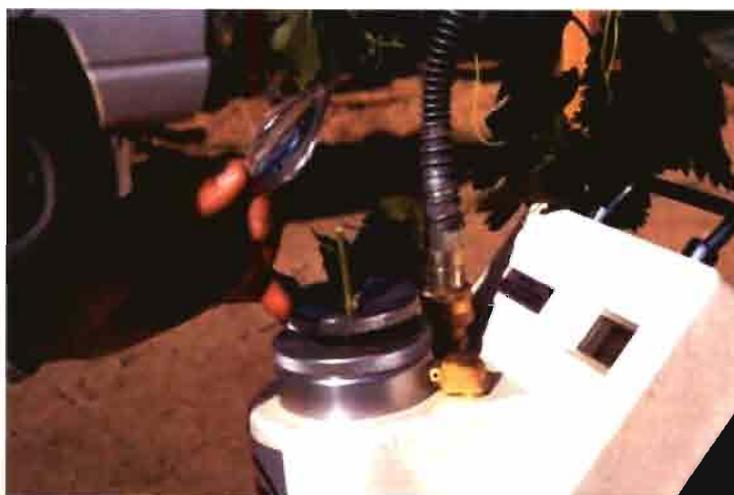
Tratamiento	Ψ_{12} Castrillo			Ψ_{12} Pollos		
	Julio	Agosto	Septiembre	Julio	Agosto	Septiembre
1,2	-1,39	-1,56	-1,49	-1,19	-1,47	-1,26
1,5	-1,40	-1,54	-1,29	-1,07	-1,37	-1,04
1,8	-1,33	-1,54	-1,30	-1,08	-1,40	-1,08
sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns

negativos que los otros dos tratamientos, aunque sin que las diferencias fueran estadísticamente significativas. En la evolución del potencial hídrico foliar a lo largo del ciclo se puede observar un descenso en el mes de agosto y una recuperación al final del ciclo, en septiembre. Esta tendencia es más clara en los tratamientos 1,5 y 1,8 que en el 1,2 (**cuadro II**).

En el ensayo de Pollos tampoco se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre las tres distancias intercepas estudiadas. No obstante, el tratamiento 1,2 ha mostrado en general valores más bajos que los otros dos tratamientos, circunstancia directamente relacionada con el mayor desarrollo foliar del 1,2 frente al 1,5 y al 1,8. Se ha observado, tras el descenso de los valores de potencial hídrico en el mes de agosto, marcado por una severa sequía, una tendencia a aumentar dicho potencial en septiembre, debido a que las condiciones atmosféricas ya no fueron tan limitantes para la vid (**cuadro II**).

CUADRO III.
POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR (Ψ_{12}) MEDIDO AL MEDIODÍA SOLAR, EN JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE DE 2005 EN LOS ENSAYOS DE RODILANA Y DE TORO, CORRESPONDIENTE A LOS TRATAMIENTOS 1,2, 1,5 Y 1,8, CON DISTANCIA ENTRE CEPAS DE 1,2, 1,5 Y 1,8 METROS RESPECTIVAMENTE. ANÁLISIS DE VARIANZA CON NIVELES DE SIGNIFICACIÓN (SIG): NS, NO SIGNIFICATIVO; *, $p < 0,1$.

Tratamiento	Ψ_{12} Rodilana			Ψ_{12} Toro		
	Julio	Agosto	Septiembre	Julio	Agosto	Septiembre
1,2	-1,39	-1,79	-1,94	-1,32	-1,81	-1,64
1,5	-1,32	-1,77	-1,86	-1,35	-1,79	-1,60
1,8	-1,31	-1,73	-1,87	-1,36	-1,79	-1,65
sig	ns	ns	ns	ns	ns	*



Medida del potencial hídrico foliar con cámara de presión en Toro.



Arzomp cónico de Tempranillo en el ensayo de Pollos en la DO Rueda.

En los ensayos de Castrillo y de Pollos, donde la situación hídrica estuvo favorecida por los riegos aplicados, el tratamiento 1,2 experimentó una menor recuperación hídrica al final del ciclo que el 1,5 y el 1,8, de manera que esta situación resultó más favorable para los tratamientos 1,5 y 1,8, que recuperaron un nivel mejor de estado hídrico.

En el ensayo de Rodilana, aunque el potencial hídrico foliar tampoco ha presentado diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos de distancia entre cepas estudiados, el tratamiento 1,2 ha mostrado valores de potencial ligeramente más bajos que los otros dos tratamientos, circunstancia relacionada directamente, al igual que en el ensayo de Pollos, con el mayor desarrollo foliar alcanzado por este tratamiento. En la evolución del potencial hídrico foliar se ha observado una disminución progresiva hasta el final del ciclo en todos los tratamientos, llegándose a alcanzar un valor mínimo cercano a -2,0 MPa en el mes de septiembre en el tratamiento 1,2. Este efecto viene derivado de la situación hídrica tan desfavorable sufrida en este ensayo, sin ningún riego en todo el año. Las plantas no llegan a recuperarse hídricamente cuando las condiciones climatológicas al final del ciclo no son tan severas como en el mes de agosto, y experimentan un descenso progresivo de potencial hídrico foliar en todos los tratamientos estudiados (**cuadro III**).

En el ensayo de Toro apenas ha habido diferencias en el potencial hídrico foliar entre las tres distancias entre cepas estudiadas, a pesar de que dichas diferencias fueron estadísticamente significativas en el mes de septiembre, a favor del tratamiento 1,5, que presentó el valor más alto. En la evolución del potencial hídrico a lo largo del ciclo se ha observado un descenso de los valores de potencial en el mes de agosto y una leve recuperación al final del ciclo, en septiembre. Esta evolución estacional ha sido diferente a la observada en el ensayo de Rodila-

CUADRO IV.

VALORES DE LAI (ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR, m²/m²) EN 2005 EN LOS ENSAYOS DE CASTRILLO DE DUERO, POLLOS, RODILANA Y TORO EN EL MOMENTO DE MÁXIMO DESARROLLO FOLIAR EN JULIO, CORRESPONDIENTES A LOS TRATAMIENTOS 1,2, 1,5 Y 1,8, CON DISTANCIA ENTRE CEPAS DE 1,2, 1,5 Y 1,8 METROS RESPECTIVAMENTE. ANÁLISIS DE VARIANZA CON NIVELES DE SIGNIFICACIÓN (SIG): NS, NO SIGNIFICATIVO; *, p<0,1.

Tratamiento	LAI			
	Castrillo	Pollos	Rodilana	Toro
1,2	1,88	2,70	1,68	1,54
1,5	1,88	2,25	1,38	1,51
1,8	1,78	2,18	1,34	1,50
sig	ns	*	ns	ns

na, en la que se partía de una situación hídrica mucho más restrictiva, porque no se aplicó ningún riego de apoyo al principio del ciclo para recargar hídricamente el suelo, como en el ensayo de Toro, en el que se aplicó un riego de invierno de 70 mm, para favorecer la brotación y las primeras fases de desarrollo vegetativo (cuadro III).

Índice de área foliar (LAI)

Se han observado diferencias estadísticamente significativas (p<0,1) entre tratamientos en los valores de LAI en el ensayo de Pollos, de tal manera que el desarrollo foliar es mayor a medida que la distancia entre cepas disminuye. En los ensayos de Castrillo, Rodilana y Toro no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. No obstante, el tratamiento que ha mostrado alguna diferencia favorable con respecto

a los otros dos tratamientos ha sido el 1,2, que ha presentado mayor desarrollo foliar, circunstancia directamente relacionada, en general, con los valores de potencial hídrico foliar más bajos observados en dicho tratamiento. Sin embargo, en los ensayos de Castrillo y de Toro esta tendencia es menos clara, con índices de área foliar más semejantes entre tratamientos que en los otros dos ensayos (cuadro IV).

Conclusiones

Las medidas de potencial hídrico foliar a mediodía (Ψ_{12}) no han mostrado, en general, diferencias estadísticamente significativas entre las tres distancias entre cepas estudiadas en los ensayos planteados con situaciones de cultivo diferentes. En general, el potencial hídrico foliar ha permitido mostrar la tendencia del tratamiento 1,2 a presentar valores

más negativos que los tratamientos 1,5 y 1,8, sobre todo en los ensayos de Pollos y de Rodilana.

El tratamiento 1,2 ha presentado una tendencia a desarrollar mayor superficie foliar. Esta tendencia guarda estrecha relación con los valores más bajos de potencial hídrico foliar mostrados por dicho tratamiento en todos los ensayos planteados, aunque dicha tendencia es menos clara en el ensayo de Castrillo, en el que el desarrollo foliar del tratamiento 1,2 es similar al del tratamiento 1,5.

Existe una tendencia a la recuperación del estado hídrico de las plantas, marcada por valores de potencial hídrico más altos, al final del ciclo en las condiciones hídricas más favorables, como las de los ensayos de Castrillo, de Pollos y de Toro. Sin embargo, la tendencia a la disminución continua en el ensayo de Rodilana se deriva de las condiciones más severas que las de los otros ensayos, debidas a una situación hídrica de partida mucho más restrictiva. Estas tendencias diferentes en los ensayos planteados sugieren la conveniencia de un manejo hídrico del viñedo diferente en función de las condiciones de cultivo.

En general, el potencial hídrico foliar presenta diferencias más apreciables entre tratamientos en las condiciones de cultivo de los ensayos en los que se ha aportado agua mediante riego, que en las condiciones hídricas más restrictivas, en las cuales no se ha aportado ningún riego. ■

Bibliografía

Archer E. 1991. Espacement studies with unirrigated, grafted Pinot noir (*Vitis vinifera* L.). Dept. of Viticulture, University of Stellenbosch, Republic of South Africa. 1-48.

Azcón-Bieto J., Tajón M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill, Intamericana de España, S.A.V. 522 p.

Bartolomé M.C. 1993. Respuestas de la vid (*Vitis vinifera* L.) a condiciones de estrés hídrico: efectos sobre las relaciones agua-planta, el crecimiento, la producción y la calidad (cv. Tempranillo). Tesis doctoral del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia, Universidad Politécnica de Madrid. 443 p.

Carbonneau A. 1976 a. Principes et méthodes de mesure de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuilles dans le genre *Vitis*. Ann. Agr. Plantes, 26, 327-343.

Carbonneau A. 1976 b. Analyse de la croissance des feuilles du sarment de vigne: Estimation de sa surface foliaire par échantillonnage. Conn. Vigne Vin, 10, 141-159.

Choné X., Van Leeuwen C., Dubouard D., Gaudillere J.P. 2001. Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. Annals of Botany 97 (4), 477-483.

Guardiola J.L., García Luis A. 1990. Fisiología Vegetal I: Nutrición y Transporte. De. Síntesis. 440 p.

Hunter J.J. 1998. Plant spacing implications for grafted grapevine II. Soil water, plant water relations, canopy physiology, vegetative and reproductive characteristics, grape composition, wine quality and labour requirements. S. Afr. J. Enol. Vitic. Vol. 19, Nº 2, 35-51.

Kliewer W.M., Freeman B.M., Hossom C. 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Cuirignane vines. I. Degree of water stress and effect on growth and yield. Am. J. Enol. Vitic. Vol. 34, 186-196.

Lissarrague J.R., Ruiz C., Bartolomé C., Baeza R., Sotés V. 1991. Étude écophysiological des différents expositions de la végétation dans les systèmes de conduite en gobelet et en espalier. Riv. Vitic. Enol. Nº 4, 133-141.

Matthews M.A., Anderson M.M., Schultz H.R. 1987. Phenological and growth responses to early and late season deficits in Cabernet franc. Vitis 26, 147-160.

Pérez M. A. 2002. Densidad de plantación y riego: Aspectos ecofisiológicos, agronómicos y calidad de la uva en cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.). Tesis Doctoral, Dpto. Producción vegetal: Fitotecnia, Universidad Politécnica de Madrid. 287 p.

Smart R.E. 1974. Aspects of water relations of the grapevine (*Vitis vinifera*). Am. J. Enol. Vitic. Vol. 25, 84-91.

Van Zyl J.L. 1986. Canopy temperature as a water stress indicator in vines. South Afr. J. Enol. Vitic. Vol. 7, 53-60.

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. 260 p.



COSECHADORAS DE OCASIÓN



Enrique Segura, s.l.

www.enriquesegura.com

Polígono Industrial Sector 4, nº 9
50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza). España
Tfno.: 976 18 50 20 • Fax: 976 18 53 74

Móvil: 609 300 299 E-mail: enrique@enriquesegura.com

