

Ensayo realizado en la Denominación de Origen Ribera del Duero

Comportamiento hídrico y fisiológico del cv. Tempranillo en tres densidades de plantación

El conocimiento de la influencia que ejerce la densidad de plantación sobre el comportamiento fisiológico del viñedo resulta de gran interés, ya que permite orientar su gestión hacia unos determinados objetivos productivos y cualitativos, así como hacia la optimización de los recursos naturales, hídricos, humanos, etc. El objeto de este trabajo es el estudio de la respuesta hídrica y fisiológica y el desarrollo foliar del cv. Tempranillo en función de la densidad de plantación en el año 2006, en un ensayo experimental situado en la Denominación de Origen Ribera del Duero (España).

E. Barajas, R. Yuste, J. Yuste..

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Valladolid).

El potencial hídrico foliar es un indicador del estado hídrico del viñedo y su medida consiste en estimar la capacidad de las células para retener agua (Ojeda *et al.* 2004), siendo uno de los parámetros de control y seguimiento del estado hídrico del viñedo más aceptado por la comunidad científica (Deloire *et al.* 2004). El potencial hídrico foliar medido durante el transcurso del día permite describir la dinámica de deshidratación de la vid. Esta dinámica de desecamiento (vaciamiento de las reservas de agua de la planta) depende principalmente de la reserva de agua del suelo y, en consecuencia, del estado hídrico de la

planta al amanecer (Ψ_{aa}), del sistema de conducción (LAI, SA), de la variedad, de las prácticas culturales y de la evapotranspiración (Deloire *et al.* 2006).

El estado hídrico del viñedo condiciona la conductancia y la transpiración estomáticas y la tasa de fotosíntesis tiene un comportamiento similar a estos parámetros (Pérez 2002). Archer y Strauss (1990) indican que la fotosíntesis es la contribución individual y colectiva de las hojas, ya que cada una de éstas se ve afectada por una serie de factores medioambientales, biológicos y fisiológicos. Los factores medioambientales, como la luz solar, la temperatura y la humedad, tienen un importante efecto en la fotosíntesis de la vid. En este sentido, las variaciones en el potencial hídrico foliar, la menor intensidad luminosa, la disminución del flujo aéreo y la humedad más alta en los cano-

pies de las densidades de plantación más altas, pueden contribuir en gran medida a disminuir la tasa de asimilación de CO_2 (Hunter 1998).

Pérez (2002), trabajando con la variedad Tempranillo, observó que la mayor tasa de fotosíntesis a nivel de hoja se produjo en las cepas situadas a mayor distancia con respecto a las cepas situadas más próximas, circunstancia relacionada con la mayor disponibilidad de suelo de cada cepa en baja densidad a pesar de tener mayor superficie foliar externa individual. La superficie foliar total y externa, por metro cuadrado de suelo, fue mayor en alta densidad, ocasionando situaciones de mayor estrés hídrico, con valores de potencial hídrico, en general, más negativos en los espaciamientos más estrechos, lo cual conduce a una reducción de la tasa de fotosíntesis unitaria (Yuste *et al.* 2007).

El objeto de este trabajo es el estudio del comportamiento fisiológico y del desarrollo foliar de la variedad Tempranillo distribuida con tres densidades de plantación, en el año 2006, en un ensayo experimental situado en el valle del río Duero, en España.

Material y métodos

Descripción del ensayo experimental

El trabajo, llevado a cabo en 2006, 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 1,2, 1,5 y 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) y 5,4 m² (3 x 1,8). Se ha mante-



Viñedo del ensayo en el valle del río Duero.

nido la misma carga por metro lineal de espaldera de forma que hay un pámpano por cada 10 cm de cordón en los tres tratamientos estudiados.

La parcela del ensayo se encuentra situada en el término municipal de Castrillo de Duero (Valladolid) (altitud: 800 m), perteneciente a la Denominación de Origen Ribera del Duero (España). Se ha recogido una pluviometría anual en la estación meteorológica más cercana de 416 mm, siendo 151 mm recogidos durante el ciclo (1 abril – 30 septiembre). Al ensayo se le aplicó un riego de mantenimiento de 30 mm el 4 de agosto.

El material vegetal empleado es *Vitis vinifera* L., variedad Tempranillo, sobre patrón Richter 110, plantado en el año 2000 y conducido en espaldera, con sistema de poda tipo cordón Royat bilateral, con orientación N-S.

El diseño experimental es en bloques al azar con cuatro repeticiones de los tres tratamientos (1,2; 1,5 y 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.

Determinaciones experimentales

El potencial hídrico foliar ha sido medido con una cámara de presión tipo Scholander (marca SoilMoisture Corp.). El manómetro de la cámara tiene una precisión de 0,02 MPa (0,2 bar). En cada fecha se han medido 8 hojas en cada tratamiento experimental: en las cuatro repeticiones, sobre dos cepas por repetición. Las medidas han sido realizadas antes del amanecer (Ψ_{aa}), a las 9 hora solar (Ψ_9) y a las 12 hora solar (Ψ_{12}), a mediados de los meses de junio, julio, agosto y septiembre de 2006. Las medidas se han efectuado en hojas adultas soleadas situadas en la parte media del pámpano, por encima de la zona de racimos.

La fotosíntesis neta (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), la conductancia estomática (g_s) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) y la transpiración (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) han sido determinadas a través de la medida de intercambio de gases por infrarrojos (IRGA), con el modelo Li-6400 (Li-Cor, USA). Se ha medido en las cuatro repeticiones de cada tratamiento, en dos cepas por repetición. Las medidas han sido realizadas a las 9 hora solar (hs) y a las 12 hs, en julio y en septiembre, en hojas adultas soleadas situadas en la zona media del pámpano, por encima de la altura de los racimos, localizadas en la cara este de las cepas.

El desarrollo foliar (LAI) de cada tratamiento se determinó tomando tres pámpanos por cepa, en dos cepas por repetición, en junio, en

Se han realizado medidas de potencial hídrico foliar, de fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración a las 9 hora solar y al mediodía, y medidas de desarrollo foliar (LAI) en tratamientos experimentales con marcos de: 3 x 1,2 m; 3 x 1,5 m y 3 x 1,8 m

CUADRO I.

Valores de potencial hídrico foliar (MPa) medido antes del amanecer (Ψ_{aa}), a las 9 hora solar (Ψ_9) y a las 12 hora solar (Ψ_{12}) de los tratamientos de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m), 1,5 (1,5 m) y 1,8 (1,8 m) en 2006.

Tratamiento	22-Junio	26-Julio			25-Agosto	19-Septiembre		
	Ψ_{12}	Ψ_{aa}	Ψ_9	Ψ_{12}	Ψ_{12}	Ψ_{aa}	Ψ_9	Ψ_{12}
1,2	-0,58	-0,27	-1,04	-1,10	-1,31	-0,31	-1,18	-1,46
1,5	-0,58	-0,29	-1,03	-1,10	-1,35	-0,28	-1,54	-1,46
1,8	-0,63	-0,29	-1,07	-1,15	-1,28	-0,27	-1,09	-1,36
Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Análisis de varianza con niveles de significación (Sig) = ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.



Potencial hídrico medido en el peciolo de la hoja en una cámara de presión.



Medida de fotosíntesis mediante IRGA.

julio (justo antes de envero) y en septiembre (en maduración), 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), mediante la aplicación de la ecuación de regresión obtenida para la variedad Tempranillo.

Resultados y discusión

Potencial hídrico foliar

El potencial hídrico foliar medido antes del amanecer (Ψ_{aa}) no ha mostrado diferencias estadísticamente significativas, con valores similares entre tratamientos en las dos fechas de medida, alrededor de -0,3 MPa. El potencial hídrico foliar medido a las 9 hs (Ψ_9) tampoco ha mostrado diferencias con significación estadística entre tratamientos en las dos fechas de medida (fase herbácea de la baya y maduración), observándose un descenso de los valores de julio a septiembre. De igual forma, la evolución estacional del potencial a las 12 hs (Ψ_{12}) no ha mostrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. No se ha observado ninguna tendencia clara entre tratamientos, con valores muy similares en todos ellos en las cuatro fechas de medida. Se ha observado un descenso de los valores de potencial hídrico a lo largo del ciclo, a medida que las reservas hídricas del suelo fueron disminuyendo (**cuadro I y figura 1**).

Fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración

Las medidas de fotosíntesis realizadas en los meses de julio y septiembre a las 9 hs no han mostrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales. Los valores de A decrecen de julio a septiembre en todos los tratamientos, como ocurrió con las medidas de Ψ_9 y de Ψ_{12} . En las medidas de fotosíntesis realizadas a las 12 hs tampoco se han observado diferencias con significación estadística entre tratamientos. El tratamiento 1,8 presentó el valor de A más alto en julio ($11,54 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) y el más bajo en septiembre ($7,91 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), en cuyo momento el tratamiento 1,5 mostró la mayor tasa de fotosíntesis. Tanto en la medida realizada en julio como en la de septiembre, se ha observado un descenso de los valores de las 9 hs a las 12 hs, siendo este descenso más acusado en la medi-

Los resultados muestran un comportamiento similar del cv. Tempranillo desde el punto de vista hídrico en las tres densidades de plantación, las cuales no han presentado diferencias notables en el desarrollo foliar

CUADRO II.

Valores de fotosíntesis (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), conductancia estomática (g_s) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) y transpiración (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) medidos a las 9 hs y a las 12 hs de los tratamientos (T) de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m), 1,5 (1,5 m) y 1,8 (1,8 m) en 2006.

T	Fotosíntesis				Conductancia estomática				Transpiración			
	26-jul		19-sep		26-jul		19-sep		26-jul		19-sep	
	9:00	12:00	9:00	12:00	9:00	12:00	9:00	12:00	9:00	12:00	9:00	12:00
1,2	18,7	8,3	9,5	8,4	277	80	121	96	7,5	4,6	1,8	2,5
1,5	18,1	8,5	11,1	10,0	227	84	176	122	6,8	4,7	2,3	3,4
1,8	17,4	11,5	9,2	7,9	243	131	105	86	6,9	6,8	1,7	2,3
Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Análisis de varianza con niveles de significación (Sig) = ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

da de julio, coincidiendo con la fase de crecimiento herbáceo de la baya (**cuadro II**).

Los valores de conductancia estomática medidos en julio y septiembre no han mostrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en las medidas de las 9 hs ni de las 12 hs. Se han observado mayores valores de g_s a las 9 hs en ambos meses de medida. En las medidas realizadas a las 9 hs se ha observado un descenso de los valores de julio a septiembre, pasando el tratamiento 1,2 de $277 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en julio a $121 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ al final de la estación. La conductancia estomática medida a las 12 hs se ha mantenido en valores bajos en ambas fechas de medida, si bien en los tratamientos 1,2 y 1,5 se ha observado una ligera recuperación al final de la estación, llegando el tratamiento 1,5 a alcanzar valores de $122 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. En cambio, el tratamiento 1,8 ha mostrado un descenso de la conductancia al final del ciclo, llegando a un valor mínimo de $86 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (**cuadro II**).

Las medidas de transpiración realizadas en



SAME



DEUTZ FAHR



Lamborghini

2ª edición

Tecnología en Campo

2ª edición
Destino:
Córdoba

JUEVES, 7 de octubre 2010 desde las 10:00 h hasta las 17:00 h

Santa Cruz (Córdoba)

Localización: Km 293 nacional N-432, dirección Granada

Coordenadas: N 37.75188 / W 4.65660

Finca la Reina - Santa Cruz (Córdoba)

¡NO SE PIERDA ESTA GRAN OPORTUNIDAD DE PROBAR DE PRIMERA MANO LA GAMA 2010 DE LOS TRACTORES SAME, DEUTZ-FAHR Y LAMBORGHINI!

SDF Parts

SDF Finance

SDF



SAME DEUTZ-FAHR

Más información en el teléfono atención al cliente: 901 345 345

FIGURA 1

Evolución del potencial hídrico foliar (MPa) medido a las 12 hora solar (Ψ_{12}) en 2006.

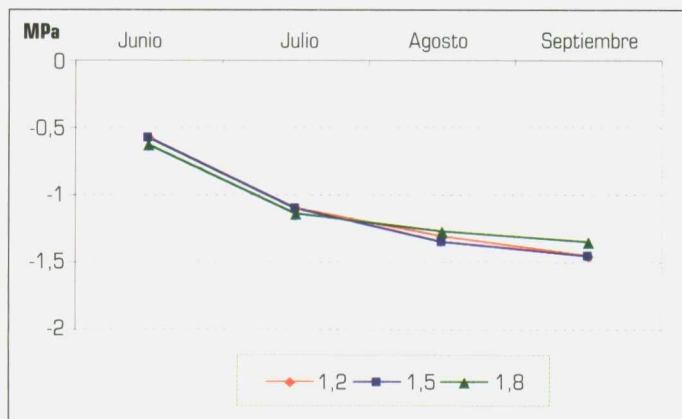
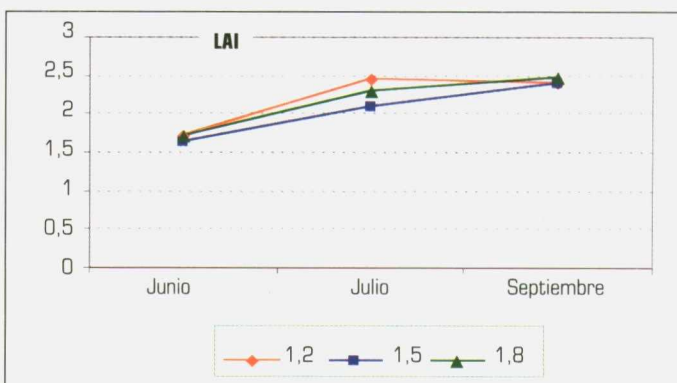


FIGURA 2

Evolución estacional de la superficie foliar (LAI), en $m^2 m^{-2}$, correspondiente a los tratamientos de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m), 1,5 (1,5 m) y 1,8 (1,8 m) en 2006.



Medida de la longitud de la hoja para calcular la superficie foliar.

CUADRO III.

Índice de área foliar (LAI) de los tratamientos de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m), 1,5 (1,5 m) y 1,8 (1,8 m) en 2006.

Tratamiento	Junio	Julio	Septiembre
1,2	1,70	2,43	2,38
1,5	1,63	2,09	2,38
1,8	1,70	2,29	2,47
Sig	ns	ns	ns

Análisis de varianza con niveles de significación (Sig) = ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

julio y septiembre a las 9 hs y a las 12 hs no han mostrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. En julio, el valor de transpiración más alto se ha observado a las 9 hs, presentando el tratamiento 1,2 una transpiración algo mayor que el resto de tratamientos, con un valor de $7,5 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. En cambio, en septiembre los valores más altos fueron observados a las 12:00 hs, presentando el tratamiento 1,5 el valor más alto, de $3,4 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. La tasa de transpiración en ambas horas de medida muestra un descenso de los valores de julio a septiembre, debido a una menor demanda evaporativa en el periodo de maduración (cuadro II).

Desarrollo foliar (LAI)

La superficie foliar total por m^2 de suelo (LAI) no ha mostrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en ningún momento del ciclo. Se ha observado una ligera tendencia del tratamiento 1,5 a presentar menor desarrollo foliar en los tres momentos de medida, sobre todo en julio. El tratamiento 1,8 mostró un desarrollo foliar levemente mayor al final del ciclo, presentando un LAI de 2,47 en septiembre. El tratamiento 1,2 prácticamente mantuvo el índice de área foliar de julio a septiembre, mientras que los otros dos tratamientos incrementaron su desarrollo foliar ligeramente entre julio y el final del ciclo (cuadro III y figura 2).

Conclusiones

El potencial hídrico foliar medido antes del amanecer, a las 9 hs y a las 12 hs, no ha dis-

Se ha observado una ligera tendencia del tratamiento 3 x 1,5 m a presentar mayores tasas unitarias de fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración al final del ciclo

criminado las distancias entre cepas estudiadas en ningún momento del ciclo, mostrando un descenso de los valores hasta el final del ciclo a medida que las reservas hídricas del suelo disminuyeron.

La actividad fisiológica (fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración) no ha mostrado diferencias claras derivadas de la distancia entre cepas en ninguna de las dos fechas de medida. Los valores de los parámetros fisiológicos descienden en maduración a medida que las reservas hídricas del suelo se van agotando, observándose una ligera tendencia del tratamiento 1,5 a mostrar mayores valo-

res de A, g, y E al final del ciclo en las dos horas de medida.

El desarrollo foliar (LAI) no ha mostrado ninguna tendencia clara entre las tres distancias entre cepas estudiadas. En todo caso, el tratamiento 1,5 ha mostrado un desarrollo foliar ligeramente menor en torno al envero.

En definitiva, la variación de la distancia entre cepas dentro del margen establecido entre 1,2 m y 1,8 m no ha mostrado efectos determinantes en el estado hídrico ni en la actividad fisiológica de las cepas en las condiciones medioambientales del ensayo en 2006. ●

Agradecimientos

La elaboración de este trabajo, presentado en el Congreso internacional CERVIM 2010, ha resultado de proyectos financiados con fondos FEDER y de la Junta de Castilla y León, y ha sido posible gracias a la colaboración del viticultor César Yuste, que ha puesto a disposición sus viñedos, y a la contribución de las personas del Departamento de Viticultura del ITACyL.

Bibliografía ▼

ARCHER E. and STRAUSS H.C. 1990. The effect of vine spacing on some physiological aspects of *Vitis vinifera* L. (cv. Pinot noir). S. Afr. J. Enol. Vitic. 11 (2), 76-87.

CARBONNEAU A. 1976. Analyse de la croissance des feuilles du sarment de vigne: estimation de sa surface foliaire par échantillonnage. Conn. Vigne et Vin. 10 (2), 141-159.

DELOIRE A., CARBONNEAU A., WANG Z., OJEDA H. 2004. Vine and Water, a short review. J. Int. Sci. Vigne vin 38 (1), 1-13.

DELOIRE A., OJEDA H., ZEBIC O., BERNARD N., HUNTER J.J., CARBONNEAU A. 2006. Influencia del estado hídrico del viñedo en el tipo de vino. www.infowine.com. Revista de viticultura y enología. 11/1.

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. 19 (2), 35-51.

OJEDA H., DELOIRE A., WANG Z., CARBONNEAU A. 2004. Determinación y control del estado hídrico de la vid. Efectos morfológicos y fisiológicos de la restricción hídrica en vides. Viticultura y enología Profesional. 90, 27-43.

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

YUSTE J., PÉREZ M. A., BARAJAS E. 2007. Efectos de la densidad de plantación en el régimen hídrico del viñedo. Capítulo 4.2. En: Fundamentos, Aplicación y Consecuencias del riego en la vid. Ed. Agrícola Española S.A. Madrid. 264 p.

Seguimos investigando para la obtención y adaptación de Nuevas Variedades



Otras variedades recomendadas

Trigos

Marius
Manda
Premio
Pelayo

Avena

Previsión
Cobeña

Yeros

Moro 131
Taranto

Centeno

Petkus

Guisante

Arthur
Cherokee

Cebadas

Vanessa
Maraca
Kika
Braemar
Publican

Veza

Senda
Libia
Vaguada

Garbanzo

Amelia
Eulalia

Trigo
Badiel
Ciclo Alternativo
Gran Fuerza
Excelente producción

Trigo
Bramante
Ciclo Largo
Media Fuerza, extensible
Gran calidad

Cebada
Jimena
Ciclo Alternativo
Gran producción
Buen Grano

Avena
Calatrava
Ciclo Largo. Grano negro.
Gran rendimiento
en grano y forraje

Veza
Castilla
Ciclo Alternativo
Muy productiva
135% sobre testigos

para cosechar beneficios

902 12 24 12
www.grupoagrosa.com