

RESULTADOS DE TRES AÑOS DE ENSAYO EXPERIMENTAL CON LA VARIEDAD TEMPRANILLO EN LA DO RUEDA

Respuesta fisiológica y vegetativa a la variación de la distancia entre cepas

El conocimiento de la influencia que ejerce la densidad de plantación sobre el comportamiento fisiológico y el desarrollo foliar del viñedo resulta fundamental desde el punto de vista vitícola, ya que permite orientar su gestión hacia la optimización de las técnicas de cultivo y de los recursos hídricos, técnicos, humanos y económicos.

El objetivo de este trabajo es el estudio del comportamiento fisiológico, del desarrollo vegetativo y de la producción de materia seca total de la variedad Tempranillo distribuida con tres distancias entre cepas (1,2; 1,5 y 1,8 m) y una distancia entre líneas común (3 m) en el periodo 2005-07, en un ensayo situado en Pollos (Valladolid), en la DO Rueda.

E. Barajas y J. Yuste.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Valladolid).

El equilibrio del desarrollo de la planta en función del suelo debe ser considerado como el objetivo principal a la hora de elegir el marco de plantación.

El potencial cuantitativo y cualitativo de un viñedo aumenta con el incremento de intercepción de luz por la superficie solar, lo que se consigue con un mayor número de filas, hasta el límite máximo en que unas filas sombreasen a las otras en sistemas de conducción apoyados como la espaldera.

Desde el punto de vista económico, es necesario realizar una evaluación de costes. Las densidades de plantación elevadas conllevan mayor coste inicial (mayor número de plantas, tutores, postes, operaciones de cultivo, etc.), por lo que habría estimar, si el valor de la uva y del vino a producir, en relación a los costes de cultivo, rentabiliza el incremento de la inversión inicial, de manera que dicha estimación influirá decisivamente en la elección de la densidad de plantación.

En general, desde el punto de vista técnico, con altas densidades de plantación se espera



Pinza de medidor de intercambio de gases IRGA.

obtener racimos de menor tamaño, más sueltos y con bayas más pequeñas. Sin embargo, este hecho no implica que se generen vinos de mayor calidad (Pérez 2002). La densidad de plantación elegida influirá en el estado hídrico de la planta, y éste a su vez en el desarrollo vegetativo, en la fisiología y en los parámetros cuantitativos y cualitativos.

Un estimador del estado hídrico de las plantas es la medida del potencial hídrico foliar, que consiste en determinar, mediante la utilización de un gas inerte aplicado a presión sobre una hoja, la capacidad de las células para retener el agua (Ojeda *et al.* 2004), ya que mientras menos agua libre haya en la planta, más fuerte será la presión necesaria para hacerla salir. Este parámetro influye significativamente sobre otros procesos fisiológicos que ocurren en la planta, como la asimilación de CO₂ y la actividad enzimática (Castel 1982). El valor del potencial hídrico a lo largo del día es el resultante de los diversos mecanismos de regulación del estado hídrico de las hojas de un cultivo que se localiza en un suelo con un determinado potencial hídrico y en un ambiente con una determinada demanda atmosférica (Van Zyl y Weber 1977).

La fotosíntesis neta es el balance entre fijación, fotosíntesis propiamente dicha, y pérdidas de carbono por respiración, y viene determinada por la eficiencia del sistema fotosintético y por su capacidad de adaptarse a las condiciones ambientales (Haasbroek *et al.* 1997). Es difícil establecer a partir de qué valor de potencial hídrico disminuye la fotosíntesis, ya que varía según el hábitat, el historial de la planta en ciclos precedentes, las condiciones ambientales actuales (Sánchez 2007), la variedad (Escalona *et al.* 1999), el patrón (Iacono *et al.* 1998) y la edad foliar (Patakas *et al.* 1997), entre otros factores.

Todos los productos de la vid tienen su origen en los azúcares producidos por la fotosíntesis. Por lo tanto, la fotosíntesis neta es igual a la cantidad de azúcares invertida en la materia seca total: vegetativa y productiva (Sánchez 2007). Existen numerosos investigadores que han estudiado la producción de materia seca y su distribución en los distintos órganos de la vid. En este sentido, Miller *et al.* (1997) indican que existe una estrecha relación entre la materia seca total producida por cepa y la tasa de fotosíntesis neta de toda la planta. Guardiola y García (1990) afirman que la producción global de materia seca que es capaz de obtener una planta representa su capacidad de transforma-



Vista del ensayo en Pollos.

ción energética de la radiación solar a través de la fotosíntesis.

El objeto de este trabajo es el estudio de la respuesta del potencial hídrico foliar, de la tasa de fotosíntesis, del desarrollo vegetativo y de la producción de materia seca en los órganos renovables de la vid de la variedad Tempranillo distribuida con tres densidades de plantación en el periodo 2005-07 en un ensayo experimental situado en la zona noroeste de la Denominación de Origen Rueda.

Material y métodos

Descripción del ensayo experimental

El trabajo, llevado a cabo en 2005, 2006 y 2007, basa su desarrollo en la modificación

La parcela del ensayo se encuentra situada en Pollos (Valladolid) y 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

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 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 mantenido 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 Pollos (Valladolid) a una altitud de 672 m y está incluida en la DO Rueda. Se ha recogido una pluviometría anual en la estación meteorológica más cercana de 205 mm, 333 mm y 576 mm en 2005, 2006 y 2007, respectivamente. El ensayo ha recibido un aporte hídrico de 51 mm, 75 mm y 52 mm, por medio de riego por goteo, en 2005, 2006 y 2007, respectivamente.

El material vegetal empleado es *Vitis vinifera* L., variedad Tempranillo, sobre patrón Richter 110, plantado en el año 2000 y conducido en espaldera, con un 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; 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.

CUADRO I.

Valores de potencial hídrico foliar (MPa) medido a las 9:00 hora solar (Ψ_f).

T	2005			
	12 de julio	9 de agosto	9 de septiembre	
1,2	-0,93 ^b	-1,39	-0,75	
1,5	-0,80 ^a	-1,37	-0,65	
1,8	-0,93 ^b	-1,41	-0,65	
Sig	**	ns	ns	
T	2006			
	12 de junio	21 de julio	22 de agosto	18 de septiembre
1,2	-0,58	-1,23	-1,01	-1,00
1,5	-0,58	-1,15	-1,11	-0,97
1,8	-0,55	-1,17	-1,03	-0,98
Sig	ns	ns	ns	ns
T	2007			
	21 de junio	19 de julio	17 de agosto	19 de septiembre
1,2	-0,38	-0,47	-1,25	-0,56
1,5	-0,40	-0,50	-1,16	-0,57
1,8	-0,37	-0,50	-1,24	-0,50
Sig	ns	ns	ns	ns

Tratamientos (T) de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m), 1,5 (1,5 m) y 1,8 (1,8 m) en 2005, 2006 y 2007. Análisis de varianza con niveles de significación (Sig) = ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

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 ocho hojas



Medida de potencial hídrico en peciolo con cámara de presión.

de cada uno de los tres tratamientos descritos: en las cuatro repeticiones de cada uno, sobre dos cepas por repetición. Las medidas han sido realizadas a las 9:00 hora solar (Ψ_f) a mediados de los meses de junio, julio, agosto y septiembre de 2005, 2006 y 2007 en hojas adultas soleadas situadas en la parte media del pámpano, por encima de la zona de los racimos.

La fotosíntesis neta A ($\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) ha sido determinada a través de la medida de intercambio de gases por infrarrojos (IRGA), con el modelo Li-6400 (Li-Cor, USA). Se ha medido en los tres tratamientos descritos, en cuatro repeticiones de cada uno, en dos cepas por repetición. Las medidas han sido realizadas a las 9:00 hora solar (hs) y a las 12:00 hs en junio, julio, agosto y septiembre, y a las 15:00 hs en agosto de 2006 y septiembre de 2007, 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.

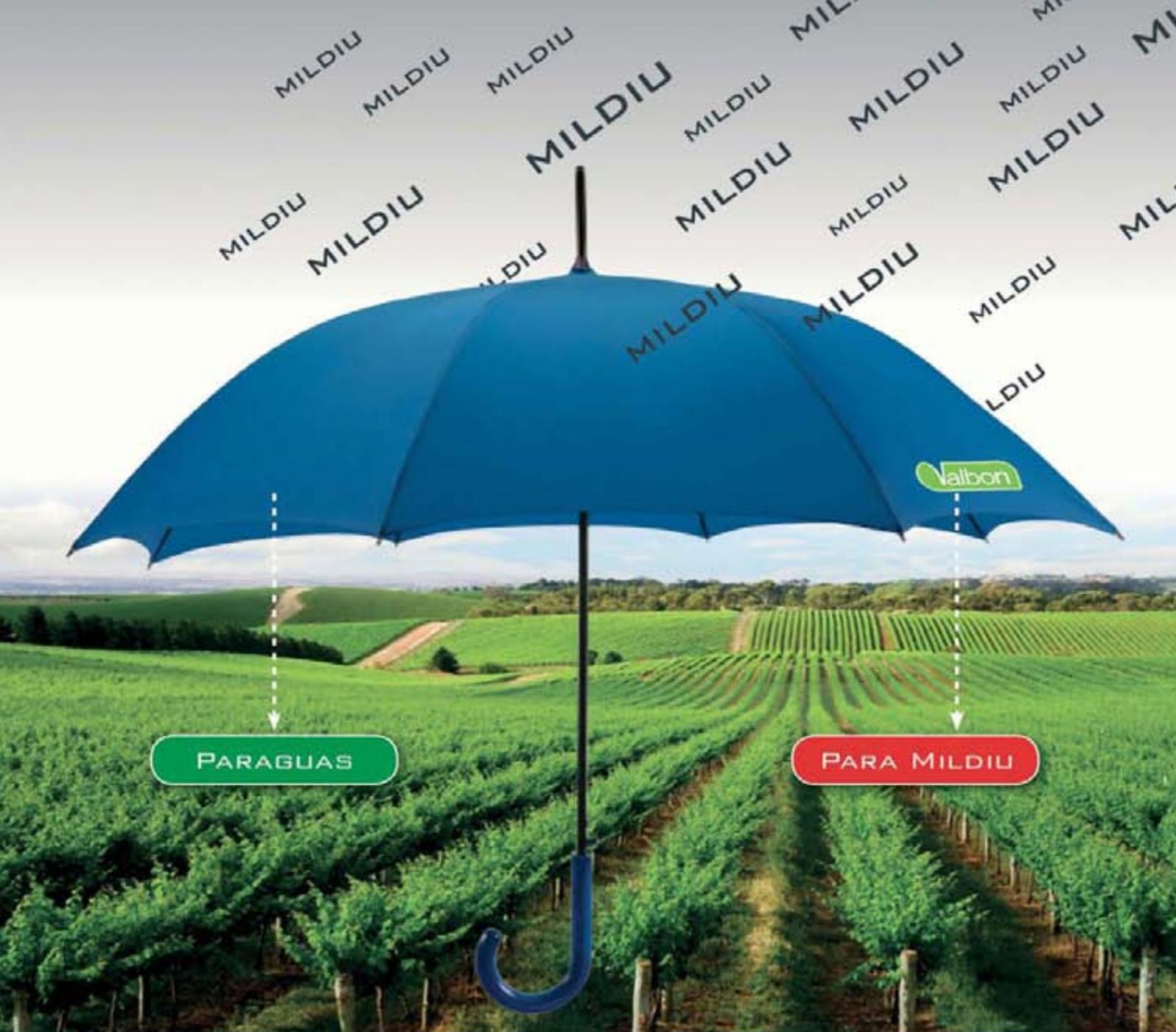
El desarrollo foliar (LAI) de cada tratamiento se determinó tomando tres pámpanos por cepa, en dos cepas por repetición, en el momento de máximo desarrollo foliar, justo antes de envero (julio) y en maduración (septiembre), por el método no destructivo basado en la regresión entre la longitud del nervio 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.

La materia seca acumulada en los racimos, en los sarmientos y en las hojas ha sido determinada de la siguiente manera:

- Racimos: se ha determinado a partir del proceso de secado de un racimo recogido por repetición, obteniendo un porcentaje de materia seca que se ha aplicado a la producción de uva por cepa, calculando de esta manera la materia seca acumulada en los racimos de cada cepa.

- Sarmientos: se ha determinado a partir del porcentaje de materia seca obtenido por secado de un sarmiento representativo por repetición. Este porcentaje se ha aplicado a la producción de madera de poda por cepa, obteniendo así la materia seca acumulada en los sarmientos de cada cepa.

- Hojas: se ha determinado a través de la ecuación de regresión que relaciona la superficie foliar con el peso seco de hojas de un sarmiento (Barajas *et al.* 2007), obtenida a partir de las hojas de un sarmiento por repetición, y aplicada a la superficie foliar medida en dos cepas



PARAGUAS

PARA MILDIU

Eficacia anti-mildiu



Para el Mildiu, Valbon®.
En todas las fases de tu cosecha **protege tus beneficios con Valbon®**, el ANTIMILDIU todoterreno.



CUADRO II.

Valores de fotosíntesis neta ($\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) medida a las 9:00 hora solar, a las 12:00 hora solar y a las 15:00 hora solar.

T	2005									
	12 de julio		9 de agosto		9 de septiembre					
	9:00	12:00	9:00	12:00	9:00	12:00				
1,2	12,76	7,61	5,77 ^b	5,08	12,29	13,73				
1,5	14,18	9,66	10,29 ^a	4,65	14,14	14,98				
1,8	13,20	8,91	7,37 ^{ab}	4,65	13,99	15,88				
Sig	ns	ns	*	ns	ns	ns				
T	2006									
	12 de junio		21 de julio		22 de agosto			18 de septiembre		
	9:00	12:00	9:00	12:00	9:00	12:00	15:00	9:00	12:00	15:00
1,2	19,65	18,84 ^a	9,85	4,67 ^b	12,37 ^a	6,63	4,03	13,53	10,22	
1,5	18,99	16,61 ^b	10,55	6,16 ^{ab}	9,16 ^b	6,05	3,92	13,11	10,09	
1,8	18,63	16,00 ^b	8,52	6,90 ^a	12,19 ^a	6,47	5,15	12,63	10,23	
Sig	ns	**	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	ns
T	2007									
	21 de junio		19 de julio		17 de agosto			19 de septiembre		
	9:00	12:00	9:00	12:00	9:00	12:00	15:00	9:00	12:00	15:00
1,2	17,21	17,54	15,03	16,45	7,59	7,01	10,03	10,90	10,94	
1,5	16,99	16,06	13,36	15,41	10,21	7,94	10,92	11,20	12,82	
1,8	16,83	17,80	14,23	16,93	9,56	7,63	10,76	11,19	11,62	
Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tratamientos (T) de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m), 1,5 (1,5 m) y 1,8 (1,8 m) en 2005, 2006 y 2007. Análisis de varianza con niveles de significación (Sig) = ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

por repetición, obteniendo así, la materia seca acumulada en las hojas de cada cepa.

Resultados y discusión

Potencial hídrico foliar (Ψ_f)

En 2005, el potencial hídrico foliar medido a las 9:00 hs (Ψ_f) no ha mostrado una tendencia clara entre tratamientos, ya que únicamente se han encontrado diferencias estadísticamente significativas a favor del tratamiento 1,5 en el mes de julio. La evolución de Ψ_f ha mostrado una tendencia a descender hacia el invierno, cuando la demanda evapotranspirativa fue máxima, y a recuperarse ligeramente al final del ciclo, cuando las condiciones climatológicas no fueron tan severas.

En 2006, el potencial hídrico foliar medido a las 9:00 hs (Ψ_f) no ha mostrado ninguna tendencia clara entre las distancias entre cepas estudiadas, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales. A diferencia del año 2005, en 2006 la evolución estacional del Ψ_f presentó los valores más bajos en el mes de julio, mientras que

desde el invierno los valores se recuperaron levemente y se mantuvieron hasta el final del ciclo.

En 2007, el seguimiento estacional de Ψ_f ha mostrado un descenso de valores hasta el invierno, para recuperarse al final del ciclo, con valores de Ψ_f entre -0,5 y -0,6 MPa. Los tratamientos experimentales de distancia entre cepas no han mostrado ninguna tendencia clara a lo largo del ciclo, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Fotosíntesis neta unitaria (A)

Ni el potencial hídrico foliar, ni las medidas de fotosíntesis, medidos a las 9:00 hs, han mostrado una tendencia clara en los ensayos realizados con distintas distancias entre cepas

En 2005, la evolución estacional de la fotosíntesis realizada a las 9:00 hs ha mostrado un descenso en agosto y posteriormente una recuperación al final del ciclo. Se ha observado una tendencia del tratamiento 1,5 a presentar mayor tasa de fotosíntesis durante todo el ciclo a las 9:00 hs, al igual que se observó con el potencial hídrico foliar (Ψ_f). Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en agosto a favor del tratamiento 1,5, que ha mostrado una tasa de asimilación de CO_2 de $10,29 \mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Cuando el estrés hídrico y las condiciones climatológicas no fueron tan severas al final del ciclo, las plantas de todos los tratamientos llegaron a rehidratarse mejor por la noche, volviendo a mostrar valores de asimilación de CO_2 superiores a los observados en agosto.

La evolución estacional de la fotosíntesis a las 12:00 hs no ha mostrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales. Se ha observado un descenso de la tasa de fotosíntesis en agosto y una recuperación al final del ciclo, alcanzando los valores más altos del ciclo, llegando el tratamiento 1,8 a alcanzar el máximo valor, $15,88 \mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

En julio y agosto la tasa de fotosíntesis disminuyó ligeramente de las 9:00 hs a las 12:00 hs, ya que las condiciones climatológicas durante el verano de 2005 fueron muy adversas, con altas temperaturas y escasas precipitaciones. En cambio, en septiembre la tasa aumentó de las 9:00 a las 12:00 hs, cuando las condiciones climatológicas no fueron tan limitantes y las plantas lograron rehidratarse bien por la noche.

En 2006, la evolución estacional de la fotosíntesis medida a las 9:00 hs ha mostrado un descenso brusco de valores de junio a julio. Posteriormente, la tasa ha experimentado un ligero ascenso hasta maduración. En agosto se han observado diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos experimentales, en perjuicio del tratamiento 1,5, que ha presentado una tasa de fotosíntesis de $9,16 \mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, inferior a los otros tratamientos.

El seguimiento estacional de la tasa de fotosíntesis medida a las 12:00 hs ha mostrado una tendencia similar a la de las 9:00 hs. Se ha observado un descenso brusco de los valores de fotosíntesis en julio. Posteriormente, la asimilación de CO_2 se mantuvo en agosto, y por último, se recuperó ligeramente al final del ciclo. Se han observado diferencias estadísticamente significativas en junio ($p < 0,01$) a favor del tratamien-

to 1,2, que mostró un valor de A de 18,84 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, y en julio ($p<0,05$) en perjuicio del tratamiento 1,2, que mostró un valor de A de sólo 4,67 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

El seguimiento diario de la tasa de fotosíntesis realizado el 22 de agosto de 2006 ha mostrado diferencias estadísticamente significativas a las 9:00 hs en perjuicio del tratamiento 1,5, con un valor de 9,16 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Posteriormente, la tasa de asimilación de CO_2 presentó valores muy similares en todos los tratamientos a las 12:00 hs y a las 15:00 hs. La evolución de la fotosíntesis muestra una línea decreciente a medida que avanza el día, de manera que pasadas las 12:00 hs, el descenso se atenúa, situándose en valores en torno a 4 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

En 2007, la evolución estacional de la fotosíntesis medida a las 9:00 hs ha mostrado un descenso de valores hasta agosto, para posteriormente, experimentar una ligera recuperación al final del ciclo. No se han encontrado diferencias con significación estadística entre tratamientos. La tasa de fotosíntesis mínima ha sido mostrada por el tratamiento 1,2 en agosto, presentando un valor de 7,59 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, sensiblemente menor que la tasa de asimilación de CO_2 mostrada por los tratamientos 1,5 (10,21 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) y 1,8 (9,56 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

El seguimiento estacional de la fotosíntesis medida a las 12:00 hs ha mostrado un ligero descenso de la tasa de fotosíntesis de junio a julio en los tres tratamientos experimentales. Posteriormente, en agosto se produjo un descenso muy brusco de la fotosíntesis, observándose los valores mínimos de todo el ciclo con tasas en torno a 7,5 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ en todos los tratamientos. Por último, se observó una cierta recuperación de la tasa de asimilación de CO_2 al final del ciclo, con valores de A en torno a 11 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, aunque se ha observado que el tratamiento 1,2 no ha mostrado en ninguna fecha de medida los valores más altos de fotosíntesis.

El seguimiento diario de la tasa de fotosíntesis realizado el 19 de septiembre de 2007 ha mostrado un ligero aumento de los valores de fotosíntesis de las 9:00 hs a las 15:00 hs. No se han observado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, aunque el tratamiento 1,2 ha mostrado una ligera tendencia a presentar tasas de fotosíntesis ligeramente más bajas a lo largo del día.



Medida de longitud de nervio central para cálculo de superficie foliar (LAI).

Desarrollo foliar

En 2005 no se han observado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, si bien el tratamiento 1,2 ha mostrado mayor desarrollo foliar en enero, aunque en maduración, al igual que el tratamiento 1,8, perdió masa foliar debido a las adversas condiciones climatológicas de los meses de agosto y septiembre, caracterizadas por altas temperaturas y escasas precipitaciones.

En 2006 se han observado diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) en el LAI total a favor del tratamiento 1,5 en las dos fechas de medida, con valores de LAI en enero y maduración de 2,59.

En 2007 no se han observado diferencias estadísticamente significativas entre tratamien-

tos experimentales. Los valores observados son superiores a los dos años anteriores. Esta circunstancia está relacionada con la mayor pluviometría recogida en este año, que fue notablemente superior a los dos años anteriores y que permitió un mayor desarrollo vegetativo. Al final del ciclo, se observó una ligera pérdida foliar en los tratamientos 1,2 y 1,5.

En general, el tratamiento 1,8 ha mostrado siempre un desarrollo foliar ligeramente inferior a los tratamientos 1,2 y 1,5.

Materia seca

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales durante el periodo de estudio. No obstante, se ha podido observar una tendencia a

CUADRO III.

Índice de área foliar (LAI), en $\text{m}^2\cdot\text{m}^{-2}$.

T	2005		2006		2007	
	Julio	Septiembre	Julio	Septiembre	Julio	Septiembre
1,2	2,70	2,02	1,98 ^b	2,01 ^b	3,24	3,04
1,5	2,14	2,15	2,59 ^a	2,59 ^a	3,43	3,16
1,8	2,39	1,91	1,87 ^b	1,86 ^b	2,69	2,71
Sig	ns	ns	*	*	ns	ns

Tratamientos (T) de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m), 1,5 (1,5 m) y 1,8 (1,8 m) en 2005, 2006 y 2007. Análisis de varianza con niveles de significación (Sig)=ns: no significativo; *: $p<0,05$; **: $p<0,01$.

CUADRO IV.

Materia seca total, $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ de superficie de suelo (MST), y distribución en hojas, tallos y racimos en valor absoluto y porcentual, en 2005, 2006 y 2007.

Año	T	Hojas		Tallos		Racimos		MST
		$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	%	$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	%	$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	%	
2005	1,2	164	26	142	22	324	52	630
	1,5	163	28	128	22	284	50	575
	1,8	143	26	120	21	299	53	562
	Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2006	1,2	157	22	184	26	375	52	716
	1,5	141	21	169	25	354	54	664
	1,8	140	21	156	24	355	55	651
	Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	1,2	225 ^{ab}	33	182	26	284	41	691
	1,5	270 ^a	38	178	25	263	37	711
	1,8	191 ^a	31	158	26	269	43	618
	Sig	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tratamientos (T) de distancia entre cepas 1,2 (1,2 m), 1,5 (1,5 m) y 1,8 (1,8 m). Análisis de varianza con niveles de significación (Sig) = ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

producir más materia seca total a medida que la densidad de plantación aumenta, mostrando el tratamiento 1,2 mayor producción de materia seca total en 2005 ($630 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$) y en 2006 ($716 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$) que los otros dos tratamientos. Esta tendencia no se ha mantenido en 2007, ya que el tratamiento 1,5 generó una cantidad de materia seca total ($711 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$) ligeramente superior a la del tratamiento 1,2 ($691 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$). Los valores de materia seca total ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ de suelo) obtenidos en 2006 y 2007 han sido mayores que en 2005, debido a la mayor severidad de las condiciones climáticas de este año.

Conclusiones

El potencial hídrico foliar medido a las 9:00 hs no ha mostrado ninguna tendencia clara entre las distancias entre cepas estudiadas. En general, la evolución estacional de Ψ_s desciende cuando la demanda evapotranspirativa aumenta y al final del ciclo, cuando las condiciones climatológicas no son tan severas, los valores de Ψ_s se recuperan ligeramente.

En general, las medidas de fotosíntesis a penas han mostrado diferencias con significación estadística entre las distancias entre cepas estudiadas, no observándose ninguna tendencia clara entre ellas. La evolución estacional de la fotosíntesis medida a las 9:00 hs y a las 12:00 hs ha mostrado la misma tendencia que el potencial hídrico, al descender la tasa de asimilación

Se ha podido observar una tendencia a producir más materia seca en hojas, tallos y racimos, por lo tanto más materia seca total, a medida que la densidad de plantación aumenta

de CO_2 cuando las condiciones ambientales son más severas y recuperándose ligeramente al final del ciclo con condiciones climatológicas menos limitantes.

El desarrollo foliar no ha mostrado una tendencia clara entre las tres distancias entre cepas estudiadas, aunque únicamente el tratamiento 1,5 ha presentado diferencias con significación estadística respecto al resto de tratamientos en 2006. En todo caso, el tratamiento 1,8 ha mostrado, en general, un desarrollo foliar menor que los otros dos tratamientos.

En general, se ha observado una ligera tendencia del tratamiento 1,2 a desarrollar más materia seca en hojas, tallos y racimos, y por lo tanto más materia seca total ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$), que los otros dos tratamientos, aunque las diferencias

no hayan sido estadísticamente significativas en la mayoría de los casos. ●

Agradecimientos

La elaboración de este trabajo, que ha sido presentado en el VII Foro mundial del vino, en Logroño, en mayo de 2010, resultado de proyectos financiados con fondos FEDER y de la Junta de Castilla y León, ha sido posible gracias a la colaboración de Bodegas Palacio de Bornos y a la contribución de las personas del Departamento de Viticultura del ITACYL.

Bibliografía ▼

- BARAJAS, E.; ARRANZ, C.; NICOLÁS J. y YUSTE, J. (2007). "Área foliar, peso fresco y peso seco de hojas: relaciones y determinación en la variedad Tempranillo cultivada con tres densidades de plantación". XV Internacional Symposium GESCO 2007. Junio, Poréc (Croacia).
- 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.
- CASTEL, A.M. (1982). "Efectos de las condiciones ambientales en el contenido de sustancias de crecimiento en las hojas y su relación con su capacidad fotosintética". *Comunicaciones INIA*. 22 p.
- ESCALONA, J.M.; FLEXAS, J. y MEDRANO H. (1999). "Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines". *Aus. J. Grape and Wine Research* 26: 421-433.
- GUARDIOLA, J.L. y GARCÍA, A. (1990). *Fisiología Vegetal I: Nutrición y Transporte*. Ed. Síntesis. Madrid. 440 p.
- HAASBROEK, P.D.; MYBURGH, J. y HUNTER, J.J. (1997). "Modelling sunlight interception and photosynthetic activity. Correlation with field data". *Acta Horticulturae* 526: 365-371.
- IACONO, F.; BUCCELLA, A. y PETERLUNGER E. (1998). "Water stress and rootstock influence on leaf gas exchange of grafted and ungrafted grapevines". *Scientia Horticulturae* 75: 27-39.
- MILLER, D.P.; HOWELL, G.S. y FLORE, J.A. (1997). "Influence of the shoot number and crop load on potted Chambourcin grapevines. II. Whole-vine vs. single-leaf photosynthesis". *Vitis* 36(3): 109-114.
- OJEDA, H.; DELOIRE, A.; WANG, Z. y 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.
- PATAKAS, A.; NOITSAKIS, B. y STAVRAKAS, D. (1997). "Adaptation of leaves of *Vitis vinifera* L. to seasonal drought as affected by leaf age". *Agronomie* 17: 129-138.
- PÉREZ, M.^a. A. (2002). *Densidad de plantación y riego: 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.
- SÁNCHEZ, P. (2007). *Producción y distribución de fotoasimilados en la vid (*Vitis vinifera* L.) durante el período de maduración. Cambios en la respuesta fotosintética a la luz de las hojas por factores biológicos, ambientales y culturales*. Tesis Doctoral. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 415 p.
- VAN ZYL, J.L. y WEBER, W. (1977). "L'irrigation du cepage Chenin blanc dans la région Stellen Bosch, dans le cadre du continuum climat-sol-eau-plante". *Int. Symp. Qual. Vin-tage*. 331-350.