

## EFFECTO EN EL COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO Y AGRONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE RIEGO, EN LA VARIEDAD CABERNET SAUVIGNON.

Rodríguez Fernández, L.C.; S. Sánchez-Élez Martín; P. Sánchez de Miguel; J.R. Lissarrague García-Gutiérrez.\*

\*Grupo de Investigación en Viticultura.  
Universidad Politécnica de Madrid (UPM).  
E.T.S.I. Agrónomos. Dpto. de Producción Vegetal: Fitotecnia.  
C/ Senda del Rey s/n. C.P: 28040  
Tf: 91.549.11.37/ Fax: 91.544.99.83/ e-mail: gi.viticultura@upm.es

### RESUMEN

El manejo del riego en zonas Mediterráneas y el conocimiento de las repercusiones que éste tiene en el comportamiento agronómico y fisiológico, es un elemento clave para conseguir un uso eficiente del agua.

Con el objetivo de evaluar la capacidad de recuperación fisiológica y de crecimiento se plantearon dos tratamientos experimentales con diferentes dosis de riego. El tratamiento con la restricción del aporte hídrico durante 20 días, iniciándose en la fase de pre-verano y un tratamiento testigo con aporte continuado de riego ( $k_c=0,45$ ). El ensayo experimental se ubicó en un viñedo comercial en zona cálida (Morata de Tajuña, Madrid) propiedad de Bodegas Licinia S.L, en la variedad de Cabernet sauvignon durante el verano del 2009.

Se han estudiado diferentes parámetros a nivel de hoja como son la fotosíntesis, la conductancia estomática, la transpiración y el potencial hídrico foliar, medido a la hora de máxima actividad y mediodía solar. En todas las medidas de intercambio gaseoso, se observaron marcadas diferencias entre ambos tratamientos, obteniendo mayores valores el del riego continuado. La conductancia estomática medida al mediodía solar, ha reflejado ser muy sensible a la falta de agua.

También se ha valorado la respuesta de los transductores lineales de desplazamiento (LTD's) o dendrómetros ante esta situación de falta de riego, mediante la evolución de la máxima contracción diaria (MCD) acumulada durante dicho periodo.

Respecto al crecimiento, el testigo fue el tratamiento que tuvo un mayor desarrollo foliar total (LAI,  $m^2/m^2$ ) de 0,59 versus 0,38.

La falta de riego también produjo un menor rendimiento debido principalmente a un menor peso de la baya 6,8 gramos frente al riego continuo que tuvo 8,4 gramos. Sin embargo la composición del mosto no se vio afectada, manteniéndose similar en ambos tratamientos.

**Palabras claves:** riego, dendrómetros, fotosíntesis, conductancia estomática, Cabernet sauvignon.

### **ABSTRACT**

A key to achieve an efficient water use is the water management and the knowledge of the impact that it has on the agronomical and physiological behavior.

In order to evaluate the physiological and growth recovery two experimental treatments with different irrigation rates were set: a treatment with a restriction of water intake for 20 days starting in the pre-verasion state, and a control treatment with an ongoing irrigation supply ( $k_c=0,45$ ). The experimental trial was placed in a commercial Cabernet sauvignon vineyard, property of Bodegas Licinia S.L, located in a warm zone (Morata de Tajuña, Madrid) and was performed during the summer of 2009.

Different leaf-level parameters such as photosynthesis, stomatal conductance, transpiration and leaf water potential, measured at the maximum activity hour and at solar midday, were studied. In every gas exchange measurements remarkable differences were observed between both treatments, achieving higher values the ongoing irrigation supply. Stomatal conductance measured at midday, has reflected very sensitive to the lack of water.

Linear translators (LDT's) or dendrometers response to the situation of lack of water was also evaluated by the evolution of the maximum daily contraction (MCD) accumulated during this period.

Regarding to growth, the control treatment was the one that achieved a higher total leaf development (LAI,  $m^2/m^2$ ) of 0,59 versus 0,38.

Lack of irrigation also produced a lower yield due to lower berry weight, 6,8 g compared to 4 g of the ongoing irrigation treatment. However, differences in must composition was not observed, it remained similar in both treatments.

**Key words:** irrigation, dendrometers, photosynthesis, stomatal conductance, Cabernet sauvignon

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los recursos más limitantes en los cultivos de zonas cálidas es el agua, por ello es necesario aumentar el conocimiento de cómo la ausencia de dicho recurso, afecta a las plantas fisiológicamente y por ende, al crecimiento y a la producción. Los climas de las regiones Mediterráneas se han caracterizado históricamente por tener veranos calurosos carentes de lluvias, centrándose las precipitaciones anuales en las estaciones de otoño y de primavera. Estas condiciones meteorológicas, han ocasionado habitualmente problemas en la maduración de las uvas, tanto en cantidad como en calidad. La posibilidad actual de aplicar riego en la vid cómo técnica para disminuir las carencias de agua en determinadas situaciones y sus repercusiones en el viñedo, implican una responsabilidad en el manejo de los recursos naturales. En la actualidad, la percepción global en los cultivos, es reducir la huella hídrica por lo que hay que afinar el manejo del riego deficitario, (Cominelli et al., 2009).

Se ha demostrado que existen en la vid diferentes comportamientos para hacer frente al déficit de agua debido la existencia de varios cultivares de *Vitis vinífera* (Chaves et al., 2010). Según sea su comportamiento estomático se pueden clasificar en isohídricas, si actúan de forma “pesimista” ya que su estrategia ante el estrés, es regular la apertura estomática para conservar y no agotar el agua que disponen. O anishohídricas si actúan de forma “optimista” agotando toda el agua disponible al maximizar la apertura estomática. (Schultz, 2003; Soar et al., 2006). Existen variedades que tienen un comportamiento más definido, como puede ser el caso del Shyrah que según diversos autores tiene un comportamiento anishohídrico (Schultz 2003, Chalmers 2007, Rogiers et al. 2009). Sin embargo hay otras variedades que dependiendo de las condiciones de cultivo han mostrado ambas respuestas, es el caso del Cabernet sauvignon, ya que hay autores como Williams and Baeza (2007) que la clasifican como anishohídrica y por ejemplo, Chalmers (2007) como isohídrica.

Los transductores lineales de desplazamiento (LTD's), comúnmente denominados dendrómetros, miden de manera continua la variación del diámetro del tronco. Esta variación está relacionada con el crecimiento, la disponibilidad de agua y el estado hídrico de la planta. (Baeza et al., 2007).

Por lo tanto, las mediciones de las variaciones del diámetro del tallo, entre otras variables derivadas de ella, han demostrado ser útiles no sólo para fines de investigación, sino también

para programar el riego ya que las medidas son registradas en continuo. Ventaja sobre los indicadores convencionales, como el potencial hídrico del tallo o el foliar. Aunque no para todas las especies de frutales la intensidad de la señal es igual de aceptable, ya que por ejemplo en el ciruelo, y en el manzano potencial hídrico del tallo se ha mostrado más sensible que la Máxima Contracción Diaria (MCD) o el Crecimiento Diario acumulado (CD), Fernández J.E. (2009). En la vid Intrigliolo y Castel (2007a) observaron que en general si el riego es moderado, los dendrómetros no parecen ser un instrumento adecuado para el seguimiento continuo del estado del agua en la vid, en especial después del invierno, debido a su alta variabilidad. Estos resultados ilustran la complejidad de decidir qué indicador es más útil, para programar el riego.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se realizó la campaña del 2009 en Morata de Tajuña (Madrid) sobre la variedad cv. Cabernet Sauvignon 41-B, clon 15. Plantación joven del 2005, con un marco de 3m. x 1 m., orientación de las filas N-S. Poda corta en Cordón Royat unilateral, pulgares a dos yemas vistas, con una carga inicial de 10 a 12 yemas por cepa. La instalación de riego está constituida por un sistema de riego localizado con goteros autocompensantes de 2,3 L/h, con una distancia entre goteros de 1 metro.

El clima en la zona de estudio es Mediterráneo seco. En la campaña del 2009, el verano fue cálido, temperaturas máximas de 36°C y seco, precipitaciones de 29 mm en los meses de Junio a Septiembre (tabla 1).

El dispositivo experimental consta de dos tratamientos replicados tres veces, distribuidos en bloques al azar. Cada repetición consta de 5 filas, 2 borde y 3 filas control, con 40 cepas cada una, las plantas de los extremos también son borde, siendo, un total de 38 cepas control en cada una de las 3 filas control.

Tratamiento 1: Estresado, iniciándose el corte de riego el 20 de Julio y manteniéndose hasta el día 10 de Agosto. La decisión del retorno del riego fue tomada por el estado fisiológico de las plantas control.

Tratamiento 2: Con el aporte completo calculado semanalmente.

Antes del inicio del envero se cortó el riego en el tratamiento 1 durante un periodo de tiempo suficiente para que la falta de agua sometiera a las cepas a un estrés hídrico fuerte. Dicho periodo de tiempo se determinó en función de los parámetros que evalúan el estado hídrico de la planta. Alcanzado este umbral máximo de estrés hídrico, se reanudó el riego el suficiente tiempo como para que las cepas del tratamiento 1 recuperen el estado de las cepas del tratamiento 2 en la medida de lo posible. El corte duró 22 días. De esta forma, se tiene al inicio del envero un ciclo de estrés hídrico seguido de un ciclo de recuperación o rehidratación. Los 22 días en que se interrumpió el riego en el tratamiento 1 (20 Julio – 10 Agosto), la temperatura media fue de 25°C, alcanzándose temperaturas de 38 °C, con una humedad ambiental media de 32%, además no se registraron precipitaciones ninguno de los 22 días del corte (tabla 2).

Los riegos se han programado semanalmente, basándose en el aporte del 20% de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) al principio. Posteriormente, según la ET<sub>o</sub> aumentaba y las necesidades de la planta también, el aporte fue hasta el 45% de la ET<sub>o</sub>. La fecha de inicio del riego fue el 8 de Junio.

El valor de la ET<sub>o</sub> se obtenía de la estación meteorológica situada en la parcela aplicando el método de Penman-Monteith modificado (F.A.O., 1990).

#### *Estudio de los procesos fisiológicos*

Se evaluó la fotosíntesis neta, la conductancia estomática, la transpiración y el potencial hídrico en días alternos desde la imposición de la restricción de agua. Se hacían dos medidas al día, una centrada a las 9 horas solares (hora de máxima actividad del día) y otra centrada a las 12 horas solares (12 hs). En cada una de ellas se muestrearon 6 hojas por cada tratamiento adultas, de la zona de racimos y que estuvieran soleadas.

La fotosíntesis (A,  $\mu\text{mol de CO}_2/\text{m}^2$  y s), la conductancia estomática (gs,  $\text{mmol de H}_2\text{O}/\text{m}^2$  y s) y la transpiración (E,  $\text{mmol de H}_2\text{O}/\text{m}^2$  y s) se midieron con un analizador de gases por infrarrojo (IRGA), modelo LI-6400 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA) de sistema abierto.

En las mismas hojas donde se mide la fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración, se determina el estado hídrico con una cámara de presión tipo PMS Instrument Company, modelo 605, según la metodología propuesta por Scholander et al, (1965) y Turner (1988).

### *Dendrómetros*

La medición de la variación diaria del diámetro del tronco se obtiene por medio de dendrómetros, de tipo LDT's. Del continuo de datos registrados, se consigue, por un lado, la máxima contracción diaria (MCD), como diferencia entre el máximo diámetro del tronco, alcanzado temprano por la mañana y el mínimo, alcanzado normalmente por la tarde, y por otro, el crecimiento diario (CD), como diferencia entre los máximos diarios alcanzados por el tronco en dos días consecutivos, que da la amplitud del desplazamiento, que es equivalente al crecimiento, si es positiva, estado estacionario, si es próxima a cero, o decrecimiento, si es negativa, del tronco.

Se colocaron dos dendrómetros por cada tratamiento y repetición, en total 12 dendrómetros.

### *Peso medio de la baya y composición básica*

Se comenzó el muestreo desde que la baya tenía tamaño guisante (7 mm  $\varnothing$ ), con periodicidad semanal, hasta vendimia. Se recogieron 100 bayas/repetición en cada tratamiento. Conservándolas en una nevera de campo con hielo hasta su procesamiento en el laboratorio.

### *Componentes del rendimiento*

En vendimia se pesó la cosecha de 10 cepas control, seleccionadas al principio de campaña, de cada parcela elemental; y se contó el número de racimos y sarmientos de cada cepa control. A partir de estos datos y del peso medio de la baya, se obtuvo los valores de rendimiento de cosecha, fertilidad (racimos por sarmiento), peso del racimo y número de bayas por racimo.

### *Índice de área foliar*

En maduración se determinó la superficie foliar total por metro lineal, según una modificación del método utilizado por Carbonneau (1976), y la superficie foliar expuesta por metro lineal de tres plantas por cada tratamiento y repetición.

El análisis estadístico de los resultados se ha efectuado mediante análisis de varianza para niveles de probabilidad de  $p \leq 5\%$  (\*),  $p \leq 1\%$  (\*\*) y  $p \leq 0.1\%$  (\*\*\*), mediante el programa estadístico SPSS versión 18.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### *Potencial hídrico foliar*

Los resultados de las medidas del potencial hídrico foliar (LWP, MPa) en las dos horas de medida, han reflejado un comportamiento diferente para ambos tratamientos (tabla 3, y figura 1). En la medida de máxima actividad, se observa que el tratamiento que sufre el corte de riego (T1), desde el principio tiene valores inferiores a -1,0 MPa, reflejándose por tanto el inicio de un cierto estrés, que aumenta según avanza el tiempo. Sin embargo, al retomar de nuevo el riego, (a partir del día 223), se observa una recuperación en el estado hídrico de las hojas, ya que ambos tratamientos obtienen valores similares.

En la medida del mediodía solar, la falta de agua no parece diferenciar inicialmente al estado hídrico de las hojas, ya que ambos tratamientos obtienen valores entorno a -1,2 y -1,4 MPa, que correspondería a un estrés moderado (Baeza et al. 2007). Es después de finalizar el corte de riego, cuando se observa un estrés fuerte en las plantas que han tenido la restricción de agua, debido a un cierto envejecimiento de las hojas provocado por la falta de hidratación.

### *Intercambio de gases*

La falta de agua en el tratamiento T1 se ve reflejada en la disminución de la tasa de fotosíntesis ( $A$ ,  $\mu\text{mol de CO}_2/\text{m}^2$  y  $s$ ), que obtiene valores a la hora de máxima actividad entorno a 14 frente a los 16 del tratamiento regado (Tabla 3 y figura 2). Aunque según avanza el ciclo, las tasas de asimilación son menores, (M. Gómez del Campo et al, 2004), se observa que al igual que sucedía con el potencial hídrico foliar, al volver a regar, ambos tratamientos se igualan obteniendo valores próximos a 10. Es decir, que existe una recuperación en la síntesis de fotoasimilados, en esa franja del día, por parte del tratamiento estresado.

El comportamiento es similar en la conductancia estomática ( $g_s$ ,  $\text{mmol de H}_2\text{O}/\text{m}^2$  y  $s$ ) y la transpiración ( $E$ ,  $\text{mmol de H}_2\text{O}/\text{m}^2$  y  $s$ ) como se observa en la figura 2. La falta de agua produce cierre de estomas, por lo que el intercambio de gases entre las hojas y el aire disminuye,

siendo menor las pérdidas de H<sub>2</sub>O por transpiración, (M. Gómez del Campo et al 2004, P. Sánchez de Miguel, 2007).

La medida al mediodía solar es la que se realiza en las condiciones ambientales más exigentes para las plantas, (altas temperaturas y bajas humedades relativas). En estas circunstancias es cuando se han visto reflejadas las mayores diferencias entre los tratamientos. El tratamiento regado (T2), mantiene conductancias estomáticas altas, (valores de 150) que le permiten alcanzar tasas fotosintéticas equivalentes a las de la hora de máxima. Sin embargo, se observa en la evolución del tratamiento estresado (T1), que según avanza la falta de agua, la conductancia estomática disminuye, hasta alcanzar valores próximos a 50. Utilizando la conductancia estomática como parámetro indicador del grado de sequía, este valor corresponde a un nivel de inhibición de la fotosíntesis en los que los efectos no estomáticos (fotoquímicos, ciclo de Calvin...) son dominantes (Baeza et al. 2007). Al retornar el riego en el T1, los valores mejoran y existe una importante recuperación a nivel de hoja (valores de 90), aunque esta recuperación no es suficiente para alcanzar los valores del tratamiento 2. Esta tendencia a mejorar después de una privación de agua, también ha sido observado en plantas de Cabernet cultivadas en maceta, que experimentaban una buena aclimatación después de un periodo de estrés (Santesteban et al. 2009). En la última medida (final de maduración), se observa que la existencia de un estrés moderado en el T2 hace disminuir también su actividad fisiológica.

Se pone de manifiesto que la conductancia estomática es un indicador muy sensible a la falta de agua, del que dependen otros parámetros como la fotosíntesis y la transpiración.

### *Dendrómetros*

La máxima contracción diaria del tronco viene influenciada por la demanda de agua de la atmósfera y por tanto ligada a la ETo. La contracción del tronco se produce como resultado del exceso de transpiración respecto de la absorción producida en las raíces, por lo que la planta sufre, en parte, esta diferencia entre transpiración y absorción cediendo al sistema parte del agua de constitución, lo que produce una pérdida de turgencia en las células y una contracción del tronco.



En la figura 3 y en la tabla 4, se muestra la evolución de la máxima contracción diaria (MCD,  $\text{mm}^2$ ) durante el periodo del corte de riego. Se observa que el tratamiento sin aporte de riego está de manera continuada con valores mayores, es decir que las plantas sometidas a estrés sufren una mayor contracción del tronco durante el día, pero al no ser muy severo, se rehidratan durante la noche. Sin embargo, las oscilaciones en el diámetro del tronco, en el caso del riego continuo son inferiores, porque al disponer de agua no necesitan aportar agua de constitución para hacer frente a la demanda atmosférica. Este fenómeno se ha observado en otras especies frutales como el kaki, (E. Badal et al, 2010) o como el manzano Doltra J. et al (2001). Aunque también existen resultados contrarios y no concluyentes como es el caso de Intrigliolo y Castel (2007a), ya que en un estudio de dos años en la variedad Tempranillo, observaron la dificultad de monitorizar el estado hídrico, ya que observaron la variabilidad de resultados debido al efecto del año.

#### *Desarrollo vegetativo y rendimiento*

El menor aporte hídrico que ha tenido el tratamiento estresado, ha repercutido en su desarrollo vegetativo provocando una menor producción total de hojas. Aunque estadísticamente no hay diferencias, en los valores se observa que el LAI de los nietos es algo mayor en el que ha tenido un riego continuo. Como se observa en la tabla 5, el Tratamiento 2 tiene un LAI total de  $0,59 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$  frente al Tratamiento 1 con un LAI total de  $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ .

Respecto al rendimiento, (tabla 6), el estrés provocado al T1 se ha visto reflejado en los valores, obteniéndose  $0,27 \text{ kg/m}^2$  frente al T2 que ha tenido un rendimiento de  $0,41 \text{ kg/m}^2$ . Estos valores reflejan que la menor aportación de agua ha influido en el peso del racimo, (61 gramos frente a los casi 80 gramos que ha tenido el T2), aumentando por tanto el rendimiento expresado en unidad de superficie.

Los datos de la composición básica del mosto como se observa en la figura 4 no arrojaron diferencias entre tratamientos.

### **CONCLUSIONES**

La interrupción del riego en la fase de pre-verano, provoca un déficit hídrico en las plantas que provoca una disminución en las tasas de asimilación fotosintéticas, debido en los primeros días

a un mayor cierre estomático. Según avanza el tiempo y las necesidades de agua son mayores, se inician otros procesos inhibidores de la fotosíntesis que no son exclusivamente estomáticos. Éstos, son los responsables de que aunque se retorne el riego, y la actividad fotosintética mejore, las plantas no lleguen a recuperarse, siendo visible estas diferencias al mediodía. Esta disminución de fotoasimilados, provoca menor crecimiento vegetativo y productivo.

La monitorización diaria mediante dendrómetros del estado hídrico de las plantas y su verificación con otros parámetros de registros puntuales como la conductancia estomática y el potencial hídrico, permiten evaluar el grado de estrés existente en el viñedo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Baeza P., J.R. Lissarrague, P. Sánchez de Miguel. 2007 Fundamentos, Aplicaciones y Consecuencias del Riego en la vid, Editorial Agrícola Española S.A.

Carbonneau, A. (1976). "Principles et methods de mesure de la surface foliare. Essai de caractérisation des types de feuilles dans le genre Vitis". Annales de l'Amelioration des plantes. 26 (2): 327-343.

Chalmers YM. 2007. Influence of sustained deficit irrigation on physiology and phenolic compounds in winegrapes and wine. PhD thesis, Adelaide University. <http://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/50101/1/02whole.pdf>

Cominelli E, Galbiati M, Tonelli C, Bowler C. 2009. Water: the invisible problem. EMBO Reports 10: 671–676.

Doltra J., M. Cohen, J.A. Oncins. 2001. Aplicación de sensores LVDT y del potencial hídrico del tronco para la evaluación del estado hídrico de una plantación de manzanos adultos. IV Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas.

Fernández J.E., M.V. Cuevas. 2009. Irrigation scheduling from stem diameter variations: A review. Agricultural and Forest Meteorology 150 (2010) 135–151

Gomez-del-Campo, M., P. Baeza, C. Ruiz, C. J.R. Lissarrague, 2004. Water-stress induced physiological changes in leaves of four container-grown grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) *Vitis* 43 (2), 99-105.

Intrigliolo, D.S., Castel, J.R., 2007a. Evaluation of grapevine water status from trunk diameter variations. *Irrigation Science* 26, 49–59.

Monteith, J.L. y Unsworth, M.H. 1990. Principles of Environmental Physics, 2da ed., Edward Arnold, Londres.

Myers, B.J. (1988). "Water stress integral. A link between short-term stress and long-term growth." *Tree Physiology* 4: 315-323.

Rogiers SY, Greer DH, Hutton RJ, Landsberg JJ. 2009. Does night-time transpiration contribute to anisohydric behaviour in a *Vitis vinifera* cultivar? *Journal Experimental Botany* 60: 3751–3763.

Sánchez de Miguel, P. (2007). "Producción y distribución de fotoasimilados en la vid (*Vitis vinifera* L.) durante el periodo de maduración. Cambios en la respuesta fotosintética a la luz de las hojas por factores biológicos, ambientales, y culturales." Tesis Doctoral. E.T.S.I. Agrónomos. Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid: 415

Santesteban LG, Miranda C, Royo JB. 2009. Effect of water deficit and rewatering on leaf gas exchange and transpiration decline of excised leaves of four grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 121: 434–439.

Scholander, P. , H. Hammel , E. Bradstreet y E. Hemmingsen. 1965. Sap pressure in vascular plants. Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. *Science* 148: 339-346.

Schultz HR. 2003. Differences in hydraulic architecture account for near-isohydric and anisohydric behaviour of two field-grown *Vitis vinifera* L. cultivars during drought. *Plant, Cell and Environment* 26: 1393–1405.

Soar CJ, Speirs J, Maffei SM, Penrose AB, McCarthy MG, Loveys BR. 2006. Grape vine varieties Shiraz and Grenache differ in their stomatal response to VPD: apparent links with ABA physiology and gene expression in leaf tissue. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 12: 2–12.

Turner, N.C.; 1988. Measurements of plant water status by the pressure chamber technique. *Irrigation Sci.* 9: 289-308.

Williams LE, Baeza P. 2007. Relationships among ambient temperature and vapor pressure deficit and leaf and stem water potentials of fully irrigated, field-grown grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 58: 173–181.

## **TABLAS Y FIGURAS**

**Tabla 1.** Evolución mensual de la temperatura media (°C; Tm), temperatura media de las mínimas (°C; Tmin), temperatura media de las máximas (°C; Tmáx), grados acumulados día desde el 1 de Abril al 30 de Octubre (grados.día; GDD), humedad relativa (%; HR), Evapotranspiración según Penman-Monteith modificado (F.A.O., 1990) (mm, ETo), precipitación (mm; P), radiación (W/m<sup>2</sup>) y velocidad media del viento (m/s) del año 2009. Datos de la estación de Vertech menos los datos de precipitación que pertenecen a la estación de Arganda (Madrid).

	Tm (°C)	Tmin (°C)	Tmáx (°C)	GDD (grados.día)	% HR	ETo (mm)	P (mm)	Radiación (W/m <sup>2</sup> )	V.Viento (m/s)
<b>Ene</b>	3,7	-0,5	8,6	-	82,3	29,4	33,4	79,2	5,0
<b>Feb</b>	6,0	-0,5	13,2	-	70,2	48,4	36,6	136,9	4,1
<b>Mar</b>	10,3	2,4	18,6	-	55,3	99,7	12,2	197,8	4,7
<b>Abr</b>	11,1	3,4	18,4	52,9	56,6	124,8	28,0	240,3	5,4
<b>May</b>	18,5	9,7	26,8	264,2	44,1	195,0	23,0	296,7	4,7
<b>Jun</b>	23,2	13,8	31,0	396,3	37,9	214,0	13,4	301,0	4,6
<b>Jul</b>	25,6	15,4	33,7	483,1	29,2	249,4	0,0	323,0	4,9
<b>Ago</b>	26,1	17,2	34,4	498,3	32,9	208,3	3,2	283,6	3,5
<b>Sep</b>	20,2	13,0	27,5	306,0	50,8	131,0	12,4	205,2	3,3
<b>Oct</b>	15,7	8,6	24,1	177,4	59,6	84,2	20,8	159,9	2,9
<b>Nov</b>	10,3	10,3	17,0	-	66,5	46,9	12,4	100,7	4,3
<b>Dic</b>	5,8	1,5	10,0	-	85,2	22,6	112,4	59,7	6,7
<b>2009</b>	14,7	7,9	21,9	2178,1	55,9	121,1	307,8	198,7	4,5

**Tabla 2.** Características climáticas del 20 de julio al 10 de agosto, días correspondientes al corte de riego, en el 2009. Datos diarios de: temperatura media (°C; Tm), temperatura máxima absoluta (°C; TMáx), temperatura mínima absoluta (°C; TMin), humedad relativa (%; HR), precipitación (mm; P), radiación solar (W/m<sup>2</sup>), evapotranspiración según Penman-Monteith modificado (F.A.O., 1990) (mm; ETo). Datos de la estación de Vertech, menos los datos de precipitación que pertenecen a la estación de Arganda (Madrid).

Fecha	DOY	Tm (°C)	TMáx (°C)	TMin (°C)	% HR	P (mm)	Radiación (W/m2)	ETo (mm)
20-jul	200	26,2	33,7	17,9	30,08	0	212,11	5,63
21-jul	201	29,3	38,1	19,1	29,94	0	281,36	9,13
22-jul	202	28,3	34,5	18,0	21,83	0	320,26	9,37
23-jul	203	23,5	28,7	18,8	44,58	0	274,78	7,07
24-jul	204	23,0	31,0	13,6	38,77	0	328,01	7,55
25-jul	205	25,2	35,6	12,6	26,46	0	328,56	7,38
26-jul	206	28,6	38,6	17,8	37,25	0	323,37	8,14
27-jul	207	26,9	34,8	15,8	18,28	0	321,00	8,18
28-jul	208	25,5	35,6	14,3	26,13	0	325,14	7,59
29-jul	209	25,2	34,2	14,2	19,29	0	323,67	8,47
30-jul	210	25,0	34,7	14,0	22,18	0	321,14	7,31
31-jul	211	25,8	35,0	14,6	23,46	0	324,57	7,97
1-ago	212	23,2	29,6	14,2	32,51	0	296,30	7,61
2-ago	213	21,9	30,1	12,0	36,36	0	296,13	6,56
3-ago	214	23,6	33,1	13,8	24,44	0	310,41	6,67
4-ago	215	26,5	35,7	18,4	35,65	0	288,35	6,88
5-ago	216	28,0	36,8	18,9	31,81	0	302,64	7,56
6-ago	217	26,3	33,9	16,8	30,66	0	297,48	7,44
7-ago	218	25,5	33,9	15,1	31,36	0	303,88	7,09
8-ago	219	25,3	32,8	17,6	35,67	0	278,88	6,64
9-ago	220	24,7	31,5	17,8	43,76	0	294,91	7,14
10-ago	221	23,0	31,9	15,2	50,99	3,2	264,43	6,30

**Tabla 3:** Datos resumidos de la evolución de la fotosíntesis ( $A$ ,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), conductancia estomática ( $g_s$ ,  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), transpiración ( $E$ ,  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) y potencial hídrico foliar (LWP, MPa), de las horas de medida (hora de máxima actividad fotosintética sobre las 8-9 horas solares y mediodía solar).

Diferenciando los dos tratamientos de riego, Riego 1 (Riego con cortes) y Riego 2 (Riego continuo). Nivel de significación estadística: \*\*\*, \*\*, \* y ns: significativo: significativo a  $p\leq 0,001$ ;  $p\leq 0,01$ ;  $p\leq 0,05$  y ns: no significativo respectivamente. Datos 2009.

Hora	DOY	Tratamiento	A ( $\mu\text{mol}$ de $\text{CO}_2/\text{m}^2$ y s)	$g_s$ ( $\text{mmol}$ de $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2$ y s)	E ( $\text{mmol}$ de $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2$ y s)	LWP (MPa)
Max	177	Riego2	16,64	223,00	4,94	-0,95
		sig	-	-	-	-
	208	Riego1	14,79	106,69	3,62	-1,32
		Riego2	16,67	140,50	4,34	-1,25
	sig	**	ns	***	ns	
	222	Riego1	13,26	130,00	3,13	-1,18
		Riego2	16,74	218,07	4,36	-0,84
	sig	***	***	***	**	
	226	Riego1	16,88	163,53	4,29	-1,41
		Riego2	19,27	228,00	5,46	-1,10
	sig	**	**	**	***	
	238	Riego1	9,52	77,99	1,21	-0,95
Riego2		9,97	77,48	1,16	-0,94	
sig	ns	ns	ns	ns		
Md	177	Riego2	15,61	200,80	6,53	-1,02
		sig	-	-	-	-
	208	Riego1	10,27	65,98	4,54	-1,39
		Riego2	13,37	91,00	6,31	-1,35
	sig	**	ns	***	ns	
	222	Riego1	8,49	57,97	2,35	-1,36
		Riego2	16,08	186,17	5,51	-1,20
	sig	***	***	***	**	
	226	Riego1	9,47	88,90	3,93	-1,52
		Riego2	15,66	221,67	7,57	-1,31
	sig	***	***	***	***	
	238	Riego1	7,90	70,33	2,48	-1,36
Riego2		11,16	112,10	3,57	-1,21	
sig	**	**	***	***		

**Tabla 4:** Datos de la evolución de la Máxima Contracción Diaria (MCD, mm<sup>2</sup>), durante los días del corte de riego. Días del año (DOY), Tratamiento 1 (T1, Riego con cortes) y Tratamiento 2 (T2, Riego continuo). Nivel de significación estadística: \*\*, \* y ns: significativo: significativo a p≤0,01; p≤0,05 y ns: no significativo respectivamente. Datos 2009.

MCD(mm <sup>2</sup> )			
doy	T1	T2	sig
201	4,85	3,02	*
202	3,67	2,42	ns
203	2,81	2,90	ns
204	2,92	2,62	ns
205	3,37	2,48	ns
206	4,04	3,22	*
207	4,52	4,04	*
208	4,18	4,21	ns
209	3,41	2,20	*
210	4,50	3,28	*
211	3,82	2,68	ns
212	4,33	3,18	ns
213	2,72	2,04	ns
214	2,72	2,04	ns
215	3,97	3,12	*
216	4,22	2,84	*
217	4,27	3,21	ns
218	4,14	2,88	ns
219	2,58	1,92	ns
220	4,25	2,84	*
221	3,38	2,48	*
222	3,21	2,10	**

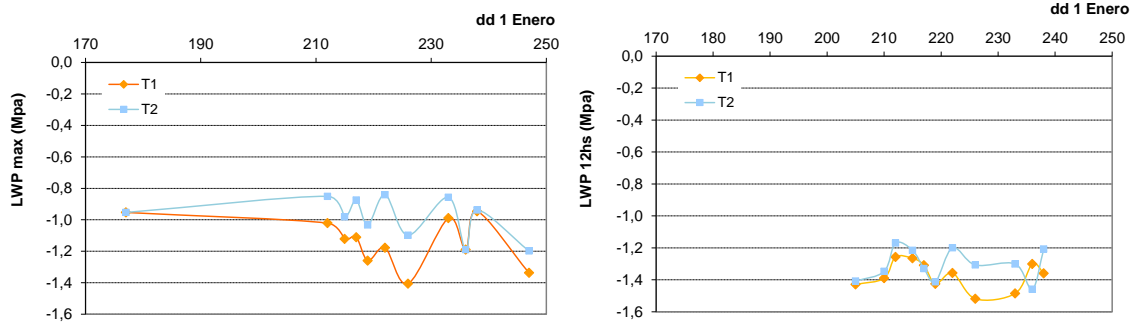
**Tabla 5:** Datos de la superficie total desarrollada (LAI, m<sup>2</sup>·m<sup>-2</sup>) debida a hojas principales (ppal), a hojas de nieto y la total. Riego 1 (Riego con cortes) y Riego 2 (Riego continuo). Datos de final de maduración 2009. Nivel de significación estadística: \* y ns: significativo a p≤0,05 y no significativo, respectivamente.

Tratamiento	LAI ppal (m <sup>2</sup> ·m <sup>-2</sup> )	LAI nieto (m <sup>2</sup> ·m <sup>-2</sup> )	LAI total (m <sup>2</sup> ·m <sup>-2</sup> )	%LAI ppal	%LAI nietos
Riego 1	0,33	0,12	0,45	75	25
Riego 2	0,38	0,21	0,59	68	32
sig.	n.s	n.s	*	n.s	n.s

**Tabla 6:** Componentes del rendimiento por superficie ( $\text{kg/m}^2$ ); fertilidad (número de racimos por sarmiento,  $\text{rac/sarm}$ ); peso del racimo (peso rac, g) y número de bayas por racimo. Riego 1 (Riego con cortes) y Riego 2 (Riego continuo). Nivel de significación estadística \*, \*\*, n.s; significativo a  $p \leq 0,05$ ;  $p \leq 0,01$ ; no significativo, respectivamente.

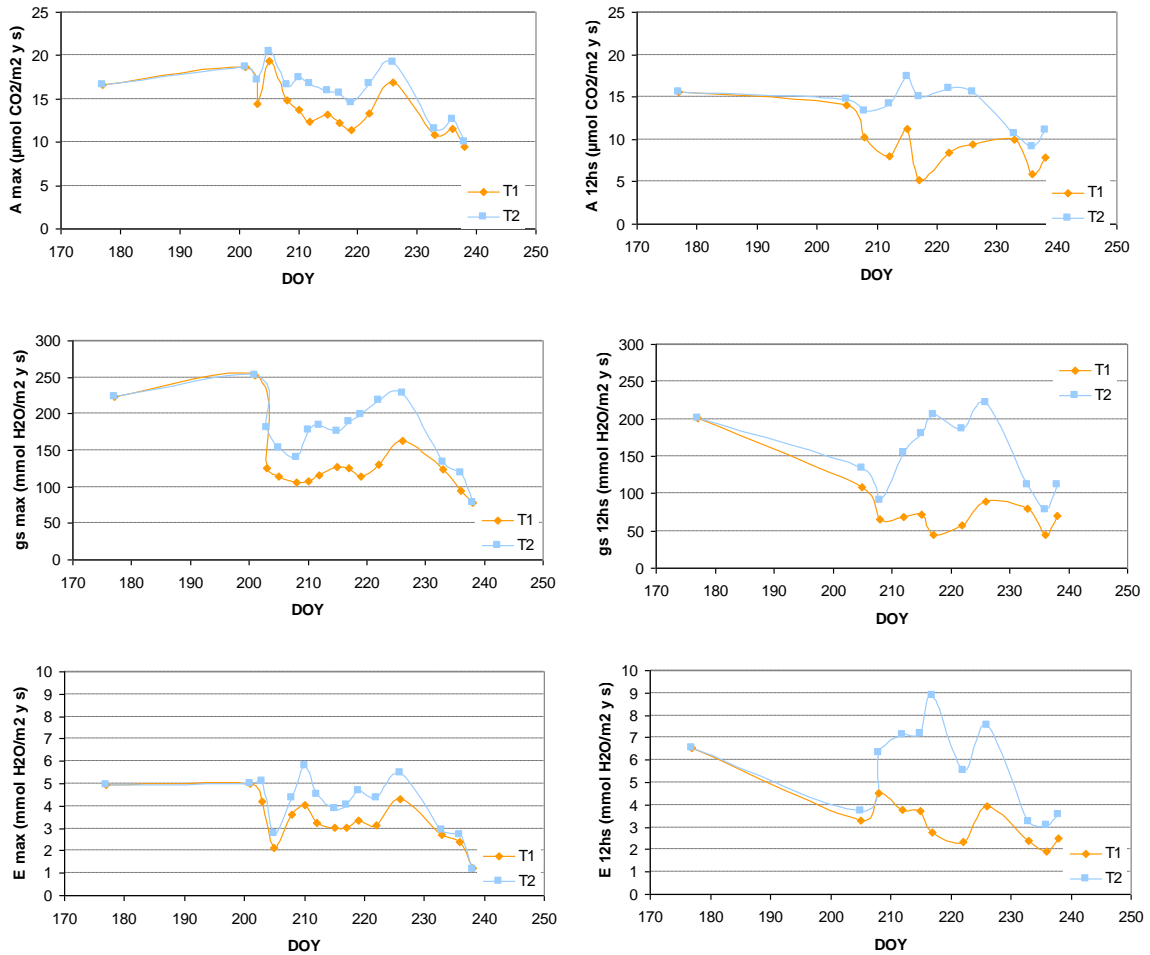
Tratamiento	Rendimiento ( $\text{kg/m}^2$ )	Fertilidad ( $\text{rac/sarm}$ )	Peso rac (g)	nºbayas/rac
Riego 1	0,27	2,14	61,08	91,48
Riego 2	0,41	2,60	79,70	94,84
sig	**	*	**	n.s

**Figura 1:** Evolución comparativa de la fotosíntesis ( $A$ ,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), conductancia estomática ( $g_s$ ,  $\text{gs}\cdot\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) y transpiración ( $E$ ,  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) de las horas de medida (hora de máxima actividad fotosintética sobre las 8-9 horas solares y mediodía solar), desde días del año (DOY), 177 hasta el 238. Diferenciando los dos tratamientos de riego normal (testigo, T2) como del tratamiento sometido a secano estricto (T1). Datos campaña 2009.

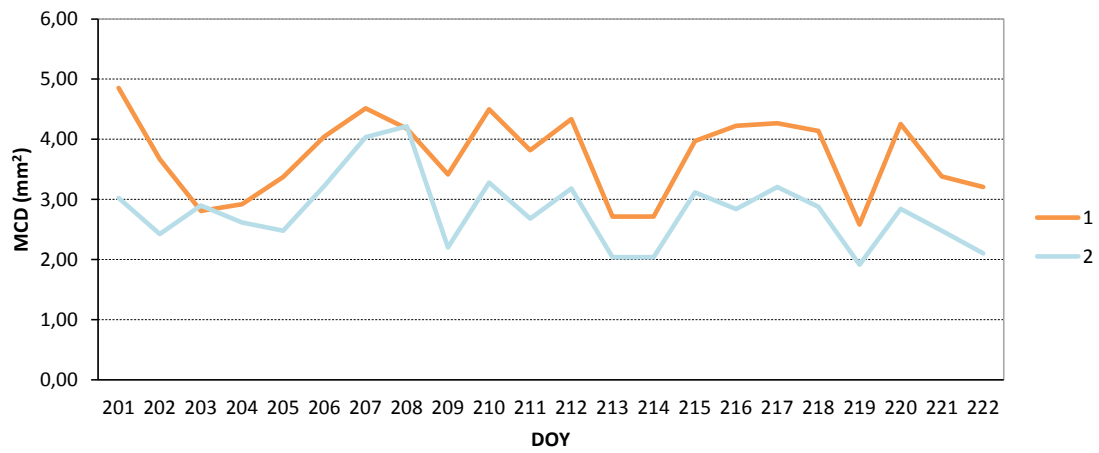




**Figura 2:** Evolución comparativa de la fotosíntesis ( $A$ ,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), conductancia estomática ( $g_s$ ,  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) y transpiración ( $E$ ,  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) de las horas de medida (hora de máxima actividad fotosintética sobre las 8-9 horas solares y mediodía solar), desde días del año (DOY), 177 hasta el 238. Diferenciando los dos tratamientos de riego normal (testigo, T2) como del tratamiento sometido a secano estricto (T1). Datos campaña 2009.



**Figura 3:** Evolución de la Máxima Contracción Diaria (MCD, mm<sup>2</sup>), durante los días del corte de riego. Días del año (DOY), Tratamiento 1 (Riego con cortes) y Tratamiento 2 (Riego continuo). Datos 2009.



**Figura 4:** Evolución del peso de la baya (peso de 100 bayas, g), sólidos solubles totales (SST, ° Brix), el pH y la acidez total (ATT, g/l de tartárico (TH<sub>2</sub>)). Campaña 2009. Riego 1 (Riego con cortes) y Riego 2 (Riego continuo).

