

Diego S. Intrigliolo<sup>1\*</sup> Luis Bonet<sup>1</sup> Emilio Nicolas<sup>2</sup> Juan José Alarcón<sup>2</sup> Julián Bartual<sup>1</sup>

# PRIMEROS AVANCES SOBRE EL MANEJO DEL RIEGO DEFICITARIO EN EL GRANADO

<sup>1</sup> Instituto Valenciano Investigaciones Agrarias,  
\*e-mail: intrigliolo\_die@ivia.gva.es

<sup>2</sup> Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura - CSIC

## 1. Introducción

El granado es un cultivo que posee una especial relevancia en el sur de la provincia de Alicante y norte de Murcia, donde ocupa ya una superficie cercana a 3.000 ha donde se concentra más del 90% de la producción española. En los últimos años el cultivo del granado esta adquiriendo un renovado interés debido a las propiedades de su fruta y la rentabilidad obtenida. Sin embargo, se dispone de muy poca información científico-técnica sobre las prácticas de cultivo a llevar a cabo para optimizar la producción y la calidad de la granada. En este sentido, en las zonas semiáridas del Levante español, donde la precipitación anual no supera los 300 mm, el manejo del riego puede ser el factor de cultivo más influyente sobre la producción y calidad de la fruta. El agua en esta zona es un recurso muy escaso y caro, por lo que reviste gran importancia económica y medio-ambiental realizar un uso eficiente del riego.

En los últimos años se han acometido obras para modernizar los

## Resumen

En el marco del proyecto integral del granado de la Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua de la Generalitat Valenciana, se resumen los resultados hasta ahora obtenidos en un ensayo de campo que se está llevando a cabo en una plantación adulta de granado 'Mollar de Elche' para determinar por primera vez en este cultivo, la respuesta agronómica al riego deficitario. En el tratamiento control, regado durante todo el año a fin de cubrir la totalidad de las necesidades hídricas, se aplicaron un total de 4250 m<sup>3</sup>/ha. En el tratamiento de riego deficitario sostenido se aplicaron 2290 m<sup>3</sup>/ha y año, registrándose una reducción de la producción total de sólo un 2% y un incremento del 22% en el número de frutos aunque estos tenían un peso medio un 20% menor. Cuando las restricciones del riego se aplicaron solamente en primavera, durante la fase de floración y cuajado, también se incrementó el número de frutos recolectados en cosecha, con una reducción de sólo un 6% en el peso medio del fruto. Así pues, los resultados obtenidos sugieren que un estrés hídrico moderado durante la fase inicial del crecimiento de los frutos permite incrementar los frutos recolectados en cosecha. Los recortes del riego aplicados durante la fase intermedia del crecimiento del fruto (meses de Julio y Agosto) supusieron un ahorro de agua anual de un 22% con una reducción muy ligera (-6%) del peso medio final de la fruta. Los resultados constituyen una primera pauta de manejo del riego para el cultivo del granado de cara a optimizar los recursos hídricos y disminuir su alto coste en los insumos del cultivo.

regadíos de las zonas productoras de granado del sur de Alicante, pasando de un 70% de riego por superficie en 1984 a disponer en el momento actual de riego por goteo prácticamente en la totalidad de las parcelas. En el marco del Proyecto Integral del Granado se ha iniciado una experiencia de campo en la que se está estudiando la respuesta del granado a distintos aportes de riego, con el objeto de disponer de la información necesaria para el correcto manejo agronómico del riego, y así, transferir a los agricultores y técnicos cuánto y cuándo realizar las aportaciones de agua en esta especie frutal.

Una de las técnicas para mejorar la eficiencia del riego hoy en día aplicables es la del riego deficitario controlado (RDC), en la que se impone un déficit hídrico en un periodo predeterminado mientras que durante el resto del ciclo fenológico del árbol se cubren las necesidades hídricas normales. El RDC ha demostrado ser una técnica muy útil en distintos cultivos arbóreos como los cítricos (Vélez *et al.* 2007) o los frutales de hueso (Intrigliolo y Castel 2006), pero se desconoce su potencialidad para el caso del granado.

En este trabajo, se resumen los primeros resultados hasta ahora obtenidos en los que se está tratando de cuantificar la sensibilidad del cultivo del granado al déficit hídrico aplicado en distintos periodos del ciclo anual del árbol.

2. Materiales y Métodos

2.1 Características de la parcela experimental.

Localización y duración ensayo: Elche (38°N, altitud 97 m); 2009-2010

Año plantación: 1998

Varietal estudio: Granado (*Punica Granatum*) cv. Mollar de Elche

Marco de Plantación: 5.0mx4.0m

Diseño estadístico del ensayo: 4 repeticiones (parcelas elementales) por tratamiento, repartidas aleatoriamente en la parcela

Parcela elemental: 3 filas de árboles, 7-9 árboles en cada fila. Mediciones tomadas en los 5-7 árboles de la fila central.

Suelo: franco-arcilloso con una profundidad media superior a 80 cm.

Agua de riego: Conductividad eléctrica media de 2.6 dS/m (a 25°C) y un contenido medio de cloruros de 146 g/m<sup>3</sup>.

Sistema de riego: Riego por goteo con 8 emisores de 4.0 l/h cada uno, situados en una sola línea porta-goteros por árbol.

Datos climáticos: Estación de Elche de la red SIAR, distante 800 m de la parcela. Durante el periodo vegetativo (marzo a noviembre) la

evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) y la precipitación registradas fueron para el promedio de los dos años de 1015 y 233 mm, respectivamente.

2.2 Tratamientos de riego

Los tratamientos de riego ensayados, según se esquematiza en la Figura 1 fueron:

**(Control):** regado durante toda la campaña al 100% de la evapotranspiración estimada del cultivo (ET<sub>c</sub>), calculada a su vez, a partir de la ET<sub>0</sub> acumulada semanal y un coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) experimental. Los K<sub>c</sub> empleados variaron entre 0.27 usado en Marzo hasta un valor máximo de 0.77 empleado en el mes de Julio. La información necesaria para la programación del riego se encuentra más detallada en la página web del Servicio de

Tecnología del Riego mediante una sencilla aplicación gratuita, ParLoc.xls (<http://estaciones.ivia.es/>).

**RDS:** (riego deficitario sostenido) regado durante toda la campaña de riego con una dosis igual al 50% de lo aplicado en el control.

**RDC<sub>flor-cuaje</sub>:** riego al 25% de la ET<sub>c</sub> durante la época de floración, cuajado y crecimiento inicial del fruto, meses de mayo y junio. El resto del periodo, riego como el tratamiento control (100% ET<sub>c</sub>).

**RDC<sub>crecfruto</sub>:** riego al 25% de la ET<sub>c</sub> durante la fase de crecimiento lineal del fruto, tras su caída fisiológica, aproximadamente durante los meses de julio y agosto. El resto del periodo, riego como el tratamiento control (100% ET<sub>c</sub>).

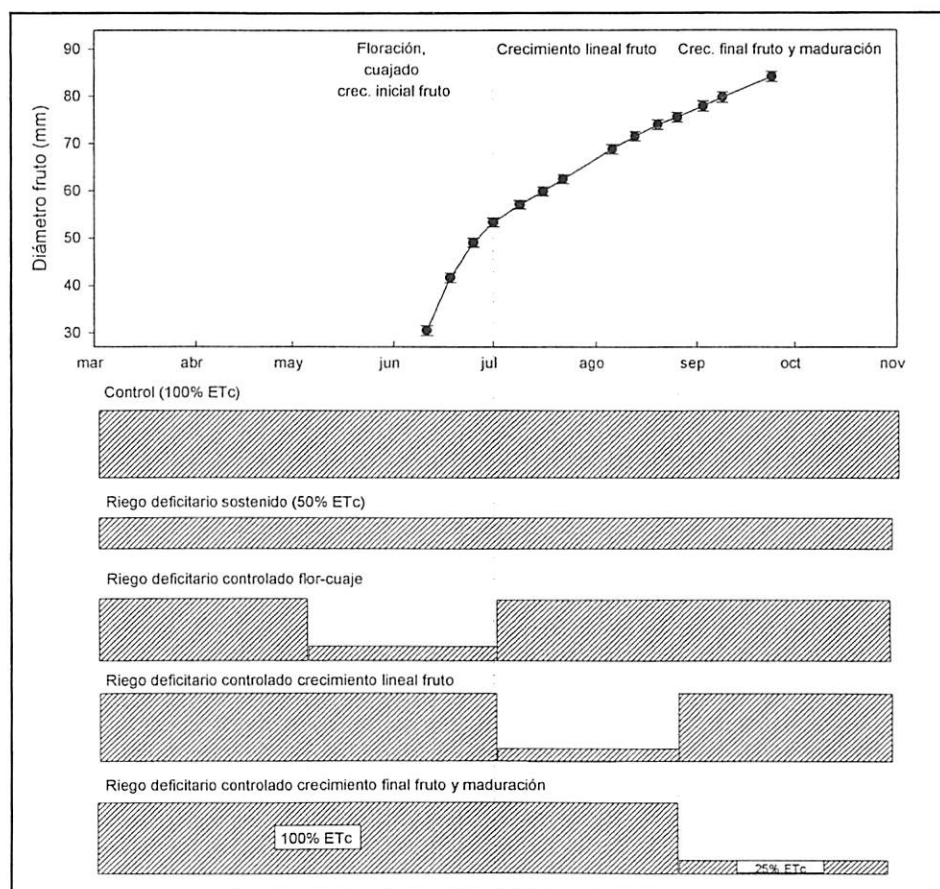


Figura 1: Esquema del ciclo fenológico y tratamientos de riego ensayados.

**RDC<sub>maduración</sub>**: riego al 25% de la ET<sub>c</sub> durante la fase final del crecimiento del fruto y su maduración, correspondiente con los meses de septiembre y octubre. El resto del periodo, riego como el tratamiento control (100% ET<sub>c</sub>).

### 2.3 Determinaciones

Las determinaciones del potencial hídrico de tallo a mediodía ( $\Psi_{\text{tallo}}$ ), se realizaron mediante cámara de presión, en hojas adultas, situadas en la cara norte del árbol y cercanas al tronco. En cada tratamiento y día de medida se determinaron 2 hojas por árbol en un total de 4 árboles. Las hojas se embolsaron dos horas antes de la medida en bolsas de plástico recubiertas con papel de aluminio realizándose la medición a mediodía solar (12GMT), con una periodicidad semanal.

Se obtuvieron los resultados productivos relativos a la producción total y peso medio del fruto después de registrar la producción de todos los árboles experimentales en cada uno de los dos-tres pases de recolección efectuados cada año. La eficiencia en el uso del agua de riego (EUA) se calculó como producción obtenida frente a los aportes de riego.

El análisis estadístico de los datos consistió en un análisis de la varianza y test de Duncan para las comparaciones entre tratamientos.

### 3. Resultados y discusión

#### Riego deficitario sostenido

El tratamiento con riego deficitario sostenido mantuvo durante buena parte del ciclo de cultivo valores de  $\Psi_{\text{tallo}}$  inferiores a los del tratamiento control (Figura 2), alcanzando, a finales del año 2009,

un valor mínimo cercano a -2.4 MPa. A pesar del estrés hídrico moderadamente severo que padecieron los árboles de este tratamiento, la producción fue muy similar a la del control, obteniéndose por lo tanto un notable incremento en la eficiencia en el uso del agua (Tabla 1). Este resultado pone de manifiesto la capacidad del granado de resistir a la sequía, lo que

hace que su cultivo pueda resultar rentable incluso en periodos de escasez de recursos hídricos. Es además importante destacar que en el tratamiento RDS se recolectaron un mayor número de frutos, que sin embargo, fueron de menor peso medio debido al déficit hídrico sometido y también a una mayor competencia entre frutos.

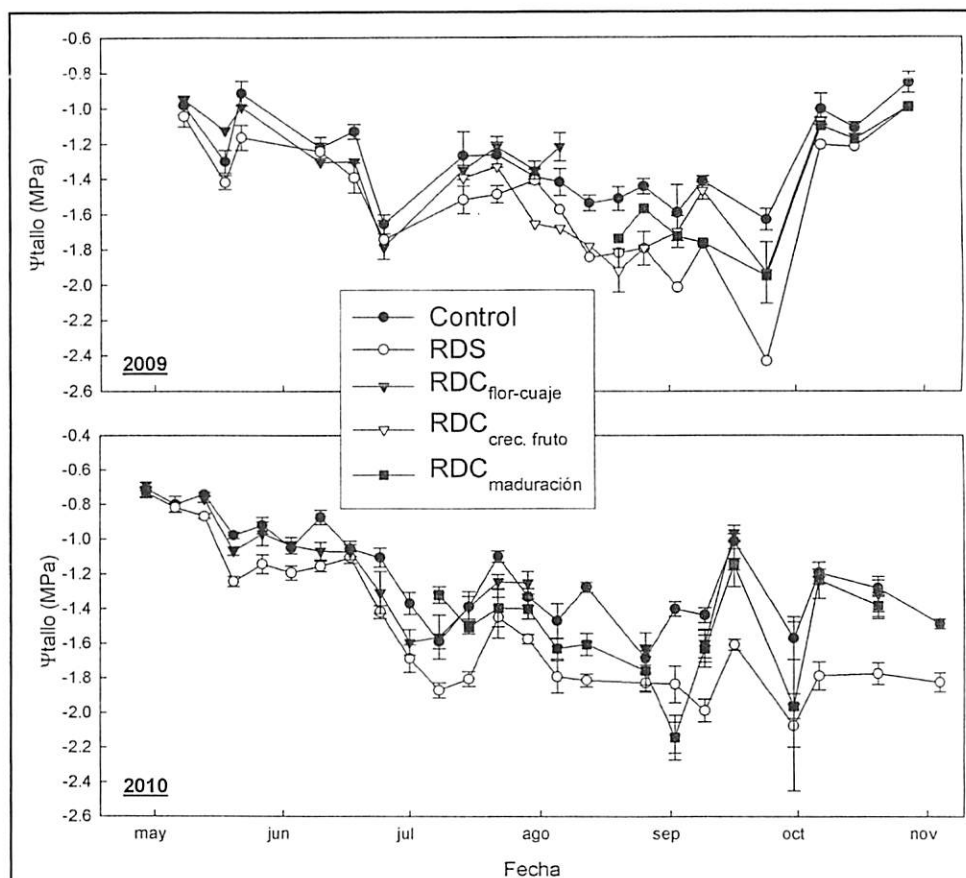


Figura 2: Evolución del estrés hídrico de los árboles cuantificado midiendo el potencial hídrico de hoja embolsada ( $\Psi_{\text{tallo}}$ ).

Tabla 1: Influencia de los tratamientos de riego sobre la producción y sus componentes para el promedio de las dos campañas 2009 y 2010. EUA es la eficiencia en el uso del agua de riego. Dentro de una misma columna, letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas a  $P < 0.05$ .

Tipo de riego	Riego (m <sup>3</sup> /ha)	Cosecha (t/ha)	EUA (kg/m <sup>3</sup> )	Nº frutos/árbol	Peso medio fruto (g)	Frutos albardados (%)	Frutos rajados (%)
Control	4250	22.5a	3.9a	136a	339a	2.4	13.0
RDS	2290	22.1ab	5.5c	166b	274c	4.6	16.9
RDC <sub>florcuaaje</sub>	3620	24.0a	4.6b	153ab	320b	3.2	9.5
RDC <sub>crecfruto</sub>	3270	21.6ab	4.4ab	137a	321b	4.7	13.0
RDC <sub>maduración</sub>	3410	19.4b	3.8a	116c	345a	4.5	14.0



En definitiva, los resultados obtenidos indican que la aplicación del RDS puede ser una estrategia interesante a aplicar, bien en caso de altos precios del agua y la energía, o bien para aquellas producciones destinadas a la industria, donde el tamaño final de la fruta no sea un factor determinante del valor económico de la cosecha.

Riego deficitario controlado

Los volúmenes de riego aplicados en los distintos tratamientos de RDC no difirieron sustancialmente entre sí mientras que las reducciones del riego obtenidas oscilaron entre un 15% registrado en el RDC<sub>flor-cuaje</sub> y un 22% obtenido en el RDC<sub>crecfruto</sub> (Tabla 1).

En el tratamiento RDC<sub>flor-cuaje</sub>, se recolectaron un 15% más de frutos que en el control, y el número de frutos recolectados fue similar al tratamiento RDS en el que, como se ha indicado, también aumentó el número de frutos recolectados. A pesar del mayor número de frutos y del estrés hídrico padecido por el tratamiento RDC<sub>flor-cuaje</sub>, el peso medio final del fruto fue solo un 6% inferior al del control. Así pues, esta estrategia de RDC puede ser muy indicada para optimizar el uso del agua de riego ya que es posible que fuerce a la planta a aprovechar las reservas de agua en el suelo tras las lluvias primaverales. En los próximos años, debería estudiarse si es posible minimizar aun más los efectos negativos sobre el tamaño final del fruto, aplicando quizás un recorte del riego menos severo durante el periodo de floración y cuajado.

Por otra parte, en el tratamiento RDC<sub>crecfruto</sub>, como era de esperar, el número de frutos recolectados no difirió de manera significativa con respecto al control (Tabla 1) ya

que las restricciones del riego comenzaron una vez la caída de frutos había prácticamente finalizado. A pesar del importante ahorro de agua obtenido (22%) el peso medio del fruto fue, también en este tratamiento, sólo un 6% menor que en el control.

El tratamiento RDC<sub>maduración</sub>, no afectó al peso medio final del fruto. Con los resultados hasta ahora obtenidos, no es posible afirmar que eso pueda ser debido a una menor sensibilidad del crecimiento del fruto al estrés hídrico durante la etapa de maduración. Debe reseñarse que en el tratamiento RDC<sub>maduración</sub>, se recolectaron un menor número final de frutos, lo que podría haber reducido la competencia entre los mismos contrarrestando los posibles efectos negativos del déficit hídrico sobre el tamaño del fruto. En el futuro se intentará dilucidar las razones de este descenso el número de frutos recolectados en este tratamiento de RDC<sub>maduración</sub>, que por otra parte cabe reseñar que solamente se observó en la cosecha del primer año de estudio 2009.

Finalmente es importante destacar que en las condiciones ensayadas ninguno de los regímenes de riego impuestos tanto de tipo RDC como RDS afectaron de manera estadísticamente significativa ni al rajado ni al albardado de los frutos (Tabla 1).

**Conclusiones prácticas**

Se considera que para cubrir las necesidades hídricas anuales del granado se deberían aplicar entorno a 4.250 y 4.500 m<sup>3</sup>/ha de agua de riego. Sin embargo, se ha puesto de manifiesto que es posible obtener buenas producciones aportando dosis menores. La mejor estrategia de riego deficitario con-

trolado que se puede recomendar es la aplicación de un recorte del riego exclusivamente durante la primavera, durante la floración y el cuajado; de este modo es posible reducir en un 15% las aportaciones del riego sin mermas en la producción final de la fruta. Finalmente, también es posible reducir los aportes de riego en ciclos cortos en verano, sin afectar de manera notable al peso medio final del fruto siempre y cuando el riego pueda reestablecerse a dosis óptima unos 45 días antes de la cosecha, y que el déficit hídrico impuesto al cultivo no llegue a ser excesivamente severo. Para un orientación del manejo estacional del riego en granado, se recomienda consultar la información disponible en la página web del Servicio de Tecnología del Riego del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (<http://estaciones.ivia.es>).

**Agradecimientos**

Este trabajo experimental está siendo financiado en su mayor parte por la Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua de la Generalitat Valenciana a través del proyecto integral granado. Agradecer también la financiación adicional recibida por los proyectos Rideco Consolider y Telerieg (Interreg IV Sudoeb); E. Badal, I. Buesa, D. Guerra, A. Lozoya, J. García y F. Perán por la realización de las labores de campo, así como a Ing Jorge Serna y los Srs. Jose Antonio y Mariano por poner a disposición del equipo investigador la parcela de ensayo y colaborar activamente en su mantenimiento.

**Referencias bibliográficas:**

Intrigliolo DS, Castel JR (2006) Riego deficitario en ciruelo japonés cv. Black-Gold. *Agrícola Vergel* 293:253-260.  
 Vélez JE, Intrigliolo DS, Castel JR (2007) Programación del riego deficitario en Clementina de Nules mediante dendrómetros. *Levante Agrícola* 387:313-317.