

## C-05

**RESULTADOS DE ENSAYO MANEJO DEL RIEGO EN EL CULTIVO DEL ALMENDRO**

Salvatierra Bellido, B.<sup>1</sup>, Gómez Durán, E.<sup>2</sup>, Viqueira Pina, S.(p).<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tecnólogo titular, IFAPA Centro Chipiona, (Cádiz), [benito.salvatierra@juntadeandalucia.es](mailto:benito.salvatierra@juntadeandalucia.es)

<sup>2</sup> Técnico Colaborador, IFAPA Centro Chipiona, (Cádiz).

<sup>3</sup> Técnico I+D+F, IFAPA Centro Chipiona, (Cádiz), [salvador.viqueira@juntadeandalucia.es](mailto:salvador.viqueira@juntadeandalucia.es)

**Resumen**

Desde hace ya unos años, el cultivo del almendro se está introduciendo con fuerza en la zona del bajo Guadalquivir, la comodidad de manejo de un cultivo leñoso, los buenos precios de la almendra y la magnífica respuesta al riego del almendro, hacen que cada vez más agricultores afronten las inversiones necesarias para implantar el cultivo.

En el presente artículo se reflejan los resultados obtenidos en el ensayo experimental de manejo de riego en el cultivo de almendro. El ensayo se desarrolla durante las campañas 2013 y 2014 en una parcela experimental situada en el término municipal de Lebrija, Sevilla, en terreno de campiña, donde existía una plantación adulta y sana de almendros, con una producción estabilizada en riego deficitario sostenido con un 37% de las necesidades máximas cubiertas.

Se han ensayado 5 estrategias de riego, con el fin de documentar el comportamiento del cultivo frente a distintos manejos y diseños de sistemas para así poder extraer conclusiones que trasladar al sector, esta primera serie de ensayos se encuadran en un conjunto de actividades experimentales que el Servicio de Asesoramiento al Regante de Andalucía (S.A.R. Andalucía) comenzó en 2013 sobre manejo de riego en almendro y que continuarán en el próximo marco 2016-2020, con nuevos ensayos.

**1-Introducción y objetivo.**

Andalucía, en 2007, contaba con 151.374 ha de almendros, de las que aproximadamente 7.000 ha son de riego, con una producción total de 45.945 toneladas, que generaron un valor estimado de 64.840 miles de € (Consejería de Agricultura, Pesca y medio Ambiente), siendo Granada y Almería las provincias más representativas seguidas de Málaga y Sevilla. Estos datos incluyen plantaciones de todo tipo dando una producción media entorno a 300kg/ha al existir gran superficie en terrenos marginales.

La superficie en la fecha perteneciente a la provincia de Sevilla era 1.728 ha, estando en continuo crecimiento, la mayoría de las nuevas plantaciones son en regadío o como alternativa al cereal de secano. Se ha observado con una producción media de 1.362 Kg/ha de almendra cáscara para regadíos, estando producción media tan baja relacionada con plantaciones jóvenes y con un manejo no tan intensivo del riego. Por tanto, era perentorio generar una línea de experimentación para la optimización del uso del agua en el cultivo del almendro y unificar criterios de actuación para mejorar la rentabilidad.

Desde el Centro IFAPA de Chipiona, el equipo del Sistema de Asistencia al Regante (SAR) del IFAPA, ha diseñado una serie de actividades de transferencia

sobre el manejo de riego en el cultivo del almendro para el Bajo Guadalquivir. Con el objetivo de conocer, analizar y documentar, las diferentes estrategias de riego en almendro y sus consecuencias productivas, se desarrolló el ensayo sobre manejo de riego del cultivo del almendro y se presenta el presente trabajo.

## 2- Materiales y métodos

Para cubrir la demanda anteriormente expuesta se puso en marcha el ensayo de distintas estrategias de riego sobre una finca en plena producción. Para ello se contó con lo siguiente:

- Una parcela de almendros adultos regados con riego localizado de un agricultor colaborador y localizada en el término municipal de Lebrija. Las características son las siguientes:
  - o Fecha de plantación: 2007.
  - o Marco 7x5.
  - o Variedad: Guara.
  - o Suelo franco arcilloso de 0-25 cm y arcilloso de 25-50 cm.
- Un nuevo sistema de riego localizado diseñado para aplicar distintas necesidades de agua para el mismo tiempo de riego y distribuido según el diseño experimental propuesto (Ver figuras 1).
- Un sistema de seguimiento de la programación del riego. Este sistema incluía: sondas de humedad con tecnología FDR (FrequencyDomainReflectometry) y transmisión de datos a tiempo real. Las profundidades de seguimiento fueron a 20, 40, 60 y 80 cm. (Ver figura 2).



**Figura 1.** Instalación de sistema de riego localizado.



**Figura 2.** Imágenes del funcionamiento del sistema de seguimiento de humedad en los distintos perfiles del suelo. Arriba a la izquierda, detalle de la instalación de los sensores en el suelo. Arriba en el centro y a la derecha, detalle de la instalación del data-logger sobre el tronco y el sistema de transmisión de datos. Y abajo el resultado, en gráficas de la evolución de la humedad en las distintas profundidades.

La metodología del ensayo consistió en llevar a cabo seis manejos de riegos distintos. Ensayándose, las variable dosis, con distintas estrategias de riego deficitario, la variable distribución temporal de riego y la variable distribución espacial, con distintas configuraciones de goteros.

Para ello se escogieron parcelas experimentales de nueve árboles y aisladas entre ellas por filas guardas, según se indica en la figura 3.

El diseño experimental del ensayo es en bloques al azar con 6 tratamientos y tres repeticiones, en una parcela de almendros adultos en plena producción (5 años).



**Figura 3.** Tratamientos de riego del ensayo.

Sobre un tratamiento testigo (T1), se aplica una programación de riego según las necesidades máximas del cultivo, mediante el método de balance de agua en el suelo. Para ello se contó con:

- Datos climáticos en tiempo real de la estación de Red de Estaciones Agroclimáticas del IFAPA de Lebrija.
- Coeficiente de cultivo del almendro actualizado (Girona, 2008).

A partir de este tratamiento, se modifica la instalación de riego de cada parcela experimental según los requerimientos del tratamiento perseguido.

La definición de los criterios para los distintos tratamientos de riego, tiene varios objetivos específicos, entre los que están:

1. Determinar el potencial productivo de un almendro con manejo de riego.
2. Determinar las producciones según qué de déficit de se aplica.
3. Analizar la producción entre un tratamiento de riego deficitario controlado frente a un riego deficitario proporcional.
4. Ver la importancia en el diseño agronómico del riego el número de ramales de riego por árbol.

En la tabla 1 se resumen los distintos tratamientos y los criterios adoptados.

- El tratamiento T1, es el tratamiento control, en el aplicamos el 100% de la lámina requerida calculada según balance de agua.
- Los tratamientos T2 y T3 son riego deficitario controlado (RDC) con dos dosificaciones diferentes.
- Los tratamientos T4, T5 y T6 son riego deficitario sostenido (RDS), con diferentes niveles de déficit. En la tabla 1 se recogen los distintos tratamientos.

**Tabla1.** Resumen de tratamientos.

Tratamiento		Fase: I-II-III vegetativo, floración y cuajado.	Fase IV: Llenado a recolección, Junio a Agosto.	Fase V: De recolección a caída de hojas, reservas.
T1	Doble ramal	100% NBR.	100% NBR.	100% NBR.
T2	Doble ramal	100% NBR.	80% NBR.	100% NBR.
T3	Doble ramal	50% NBR.	15% NBR.	50% NBR.
T4	Doble ramal	60% NBR.	60% NBR.	60% NBR.
T5	Doble ramal	37% NBR.	37% NBR.	37% NBR.
T6	Ramal simple	37% NBR.	37% NBR.	37% NBR.

El ensayo se mantiene durante las campañas de producción 2013,2014 y 2015 con los criterios anteriormente señalados de manera regular. Salvo que, en el tercer año se practica una poda mecánica que afecta a la tendencia productiva de los ensayos. Se valoran los resultados del año 2014 como datos finales del ensayo

Para la valoración de la cosecha se recolectó selectivamente cada parcela experimental sobre los árboles que tenían una estructura normal, excluyendo aquellos que hayan sido replantados. La recolección era mecanizada como refleja la figura 4.


**Figura 4.** Recolección mecanizada del almendro.

Semanalmente se facilitaba al regante las dosis de riego calculada a partir de los datos climáticos recogidos de las estaciones agroclimáticas de la Junta de Andalucía a través del método Penman-Monteith (Allen, R.G et al,1998) y utilizando el método de balance de agua en el suelo.

Para la ejecución de los tratamientos de RDC en los periodos de menor dosis de riego, se modificada el diseño de riego de los tratamientos T2 y T3, de manera que se eliminaban goteros a ambos lados de los ramales de riego, como se puede apreciar en la figura 5.



3-

**Figura 5.** Reducción de dosis.

## Resultado y Discusión.

Los resultados obtenidos han sido sobre las campañas 2013 y 2014. El primer año de riego diferenciado fue el año 2013. Fue un año bien regado pero precedido de un año regado en precario, y que consideramos como transición, pero aporta una serie de datos interesantes. En esta campaña además hay que considerar las situaciones siguientes:

- Fue una campaña agrícola con una pluviometría por encima de la media, con precipitaciones hasta la primavera. Por tanto las necesidades de riego comenzaron después de la floración y formación del fruto.
- Se dio un porcentaje alto de abortos florales por las condiciones meteorológicas adversas de viento, y coincidió con un año vecero desfavorable.

De la recolección de la campaña 2013, se obtuvieron los datos de la figura 6:

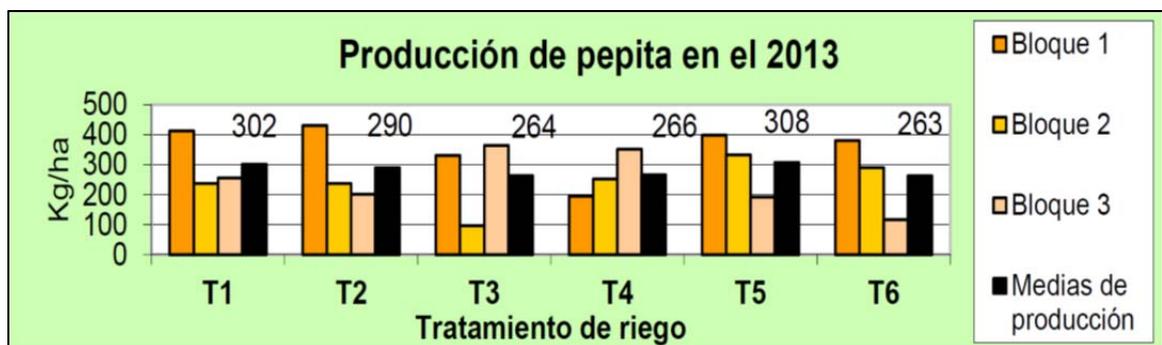


Figura 6. Recolección de la campaña 2013.

De los resultados de 2013 se extrae la siguiente información:

- El tratamiento T2 (RDC; 100%-80%-100%) es, a pesar de ser un riego deficitario controlado, estadísticamente no tiene diferencia significativa en la producción respecto al T1, pero si con respecto al T3. Por tanto, y según las circunstancias del primer año de ensayo, es una estrategia poco arriesgada regar con un ligero déficit en verano.
- Igualmente entre los tratamientos T5 y T6, donde la diferencia es tener dos o un ramal de goteo por filas de árboles, no ofrece significación estadística en la producción, debido a la variabilidad entre repeticiones, pero si una diferencia en la producción media que se confirmará en la campaña siguiente.

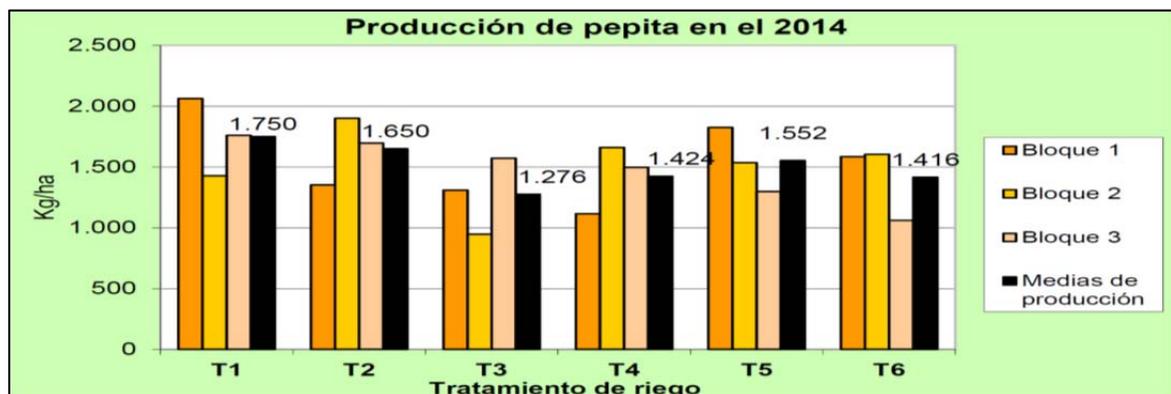


Figura 7. Producción de pepita campaña 2014.

En el gráfico de la figura 7 se reflejan los datos de producción de la campaña 2014. Como se puede apreciar los resultados de producción quintuplican los del 2013, pero la tendencia en los valores medios es similar.

Los datos de significación estadística entre medias son menores, una de las posibles causas es la influencia de la exposición solar de los árboles de la periferia en los bordes inferior e izquierdo de la parcela al estar orientadas las filas en la dirección Este-Oeste

Por tanto, la orientación de las filas en marco rectangular afectan a la producción y es decisivo en el diseño de la plantación es que debería de estar orientadas en la dirección Norte-Sur.

Si atendemos al rendimiento peso con cascara y pepita, mostrado en la figura 8, existe una variación sustancial entre los resultados de una campaña y los de la siguiente al igual que en producción. La figura siguiente recoge los valores obtenidos para cada tratamiento.

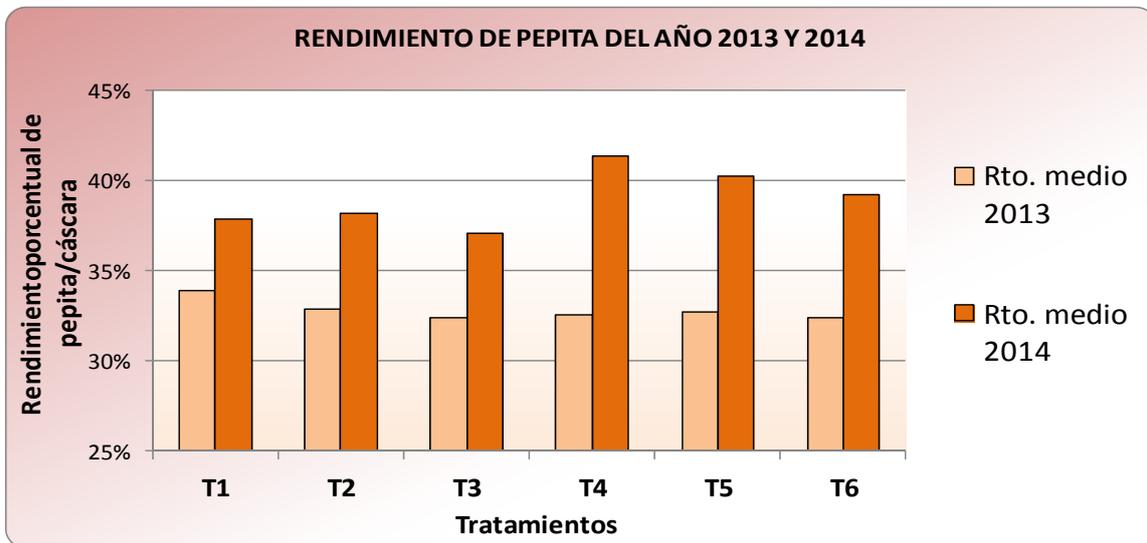


Figura 8. Rendimientos de las diferentes estrategias de riego.

#### 4- Conclusiones.

- En general existe una mayor producción en los tratamientos de riego de menor déficit de agua. Los datos son corroborados por las medias de producción y por existir diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2 frente al T3.
- Siempre que la dotación de agua sea un factor limitante, es conveniente un riego deficitario controlado (RDC) con el menor déficit posible, frente al riego deficitario sostenido (RDS). La poca diferencia entre producción media y la ausencia de significación estadística entre los tratamientos T3 y T6, confirma la conveniencia del RDC. En el RDC asegura la mejor formación de los fruto, al atender las necesidades en el momento de floración y cuajado del fruto, minimizando la caída de flores y abortos, mientras que en el riego deficitario sostenido aplica más agua en el engorde del fruto final de primavera y verano. Todo ello con mayor consumo de agua en el RDS frente al RDC en cualquier año pluviométrico.

- Frente a un diseño de riego de un ramal por fila de árboles a dos (Tratamiento T6 frente al T5), en una plantación adulta y suelos franco arcilloso la distribución horizontal del agua es adecuada, sólo parece haber un ligerísimo aumento de la producción media para el segundo caso y para un suelo franco arcilloso, pero no es corroborado estadísticamente.
- A pesar de lo anterior, incluso en suelo franco arcilloso, como es el caso ensayado, la superficie mojada y los puntos de emisión deben ser suficientes. Los tratamientos T4, T5 y T6 son RDS, el tratamiento T4 es un RDS con un 60% de déficit sobre las necesidades máximas con 4 puntos de goteo por árbol, mientras que T5 y T6 tienen 37% de déficit y con 10 puntos de goteo. Todos ellos tienen valores medios de producción similares y sin ninguna significación estadística en las producciones, lo que denota que el incremento de agua no se ha visto reflejado por un incremento de producción.
- Un sistema de seguimiento de la humedad del suelo en tiempo real y a distintas profundidades, como el empleado en este ensayo, es muy útil para adecuar las dosis calculadas, además de, ser una herramienta importante para el caso de gestionar un RDC.
- En un marco rectangular de una plantación de almendros es muy importante que las filas estén orientadas en la dirección Norte-Sur para obtener la mayor producción, permitiendo una insolación más homogénea de la plantación. En caso de ser un marco cuadrado ha de ser lo suficientemente amplio para buena iluminación y aireación.

## 5- Bibliografía.

- Girona, J. 2006. La respuesta del cultivo del almendro al riego. Revista Vida rural, Nº 234, págs. 12-16.
- Maña, F., López, R., López, P., Girona, J. 2008. Respuesta del almendro a diferentes programas de riego deficitario controlado. XXVI Congreso Nacional de Riegos. Huesca, 24-26 de junio de 2008,, págs. 37-38.
- Fernández, J.L., Oliva, A., Gallego, J.C., Navarro, C., Navarro, A., Arquero, O. 2002. El cultivo del almendro en Andalucía. Revista Fruticultura Profesional 126: 5-14.
- Lorite, I., Arquero, O. 2008. El almendro y el riego deficitario como alternativa a los cultivos tradicionales de regadío en Andalucía. IFAPA. Boletín Trimestral de Asesoramiento al Regante nº 8, Julio-Septiembre: 9-10..
- Salvatierra, B. 2014. Resultados de experimentación de riego en almendros. IFAPA. Boletín Trimestral de Asesoramiento al Regante nº 25. Enero-Marzo: 19-26.