

## **Efecto de diferentes programaciones de riego en el crecimiento vegetativo y rendimiento de frutos en olivos jóvenes (*Olea europaea* L). cv. Arbequina.**

Puertas Carlos <sup>a\*</sup>; Musale Bruno <sup>a</sup>; Trentacoste Eduardo <sup>a</sup>;

<sup>a</sup> Estación Experimental Agropecuaria INTA Junín

\*[cpuertas@correo.inta.gov.ar](mailto:cpuertas@correo.inta.gov.ar)

INTA EEA Junín, I. Bousquet s/nº, Junín, Mendoza, Argentina (CC 78 CP 5570).

### **RESUMEN**

En plantaciones jóvenes de olivo, un manejo óptimo del riego implicaría lograr un rápido crecimiento vegetativo sin un uso excesivo de agua, con el fin de lograr mayor precocidad y una alta eficiencia productiva.

Con el objeto de conocer la respuesta del cultivo bajo diferentes programaciones de riego, se evaluaron dos tratamientos: “**ORGAZ**”, regado en función de un coeficiente de cultivo (Kc) único calculado a través de la metodología propuesta por Orgaz et al. (2005); y “**FAO**”, regado según la metodología propuesta por FAO. El ensayo se llevó a cabo durante los ciclos de crecimiento 2010-11 y 2011-12 en una parcela de olivos de 3 años de edad.

En ambas temporadas se evaluó el potencial hídrico de tallo al mediodía (PHT), el estado hídrico del suelo, el crecimiento vegetativo de los árboles y en cosecha se evaluó el rendimiento de frutos por planta, componentes del rendimiento (peso de fruto, peso de carozo), índice de madurez y materia grasa.

La cantidad de agua aplicada a través del riego en “**FAO**” fue aproximadamente de 26% y 44% de la aplicada en “**ORGAZ**” para los ciclos 2010-11 y 2011-12, respectivamente. Los PHT mostraron diferencias significativas entre tratamientos para ambos ciclos, registrando el tratamiento “**FAO**” valores cercanos a -2 MPa.

El volumen de copa fue similar en ambos ciclos, sólo registrando diferencias significativas al finalizar la segunda estación de crecimiento (3.55m<sup>3</sup> “**ORGAZ**” vs. 2.27m<sup>3</sup> “**FAO**”). El rendimiento de frutos por planta, acumulado para ambos ciclos, no mostró diferencias entre programaciones de riego.

La aplicación de mayores volúmenes de agua siguiendo la programación propuesta por “**ORGAZ**”, logró aumentar significativamente el volumen de copa sin encontrar diferencias sobre el rendimiento acumulado de frutos. Continuar estos estudios permitirá conocer si los mayores aportes de agua generan un beneficio económico mayor.

**Palabras clave:** olivo, programación del riego, Kc, precocidad.

## **Introducción**

En la olivicultura argentina, las nuevas plantaciones se caracterizan por poseer altas densidades de plantación y, aunque en menor medida, sistemas de riego presurizados que permiten hacer un uso más eficiente del agua de riego. Estas plantaciones presentan como principal ventaja, respecto de las plantaciones tradicionales, una mayor precocidad a nivel de superficie. Para lograr este objetivo es necesario obtener, durante los primeros años de cultivo, un rápido crecimiento vegetativo para que el cultivo alcance en el menor tiempo posible, la mayor intercepción de radiación. Por lo tanto, un manejo óptimo del riego implicaría lograr un rápido crecimiento vegetativo sin un uso excesivo de agua.

Actualmente la programación del riego está basada en estudios realizados principalmente en la zona Mediterránea y en California, sin considerar la influencia de las condiciones locales. Esta programación implica la utilización de coeficientes de cultivo (método FAO, Allen et al. 1998) y un coeficiente de reducción o Kr. Este último nunca ha sido estimado para el cultivo del olivo, por lo cual en la práctica se utiliza un coeficiente obtenido para almendros (Feres et al. 1981). En olivo este valor posee una gran incertidumbre, especialmente en los primeros años de cultivo debido a los bajos porcentajes de cobertura de suelo.

Recientemente, Orgaz et al. (2005), han desarrollado un modelo sencillo para el cálculo del Kc mensual en función de pocas variables fácilmente accesibles. Las mismas comprenden variables de cultivo (volumen de copa por unidad de superficie, densidad de plantación y porcentaje de suelo cubierto por el cultivo), variables del sistema de riego (porcentaje de suelo mojado por los emisores e intervalo de riego) y del clima (evapotranspiración de referencia y frecuencia de lluvias). Este modelo también ha sido desarrollado y validado para las condiciones de cultivo de la zona Mediterránea, por lo que debería evaluarse en nuestras condiciones antes de utilizarlo a escala comercial.

Perez López et al. (2007) observaron una diferencia sustancial en las cantidades de agua aplicadas al comparar ambos métodos, encontrando diferencias en el crecimiento vegetativo de los árboles pero no en el estado hídrico de las plantas, por lo que sugieren ser cautelosos en la utilización del potencial hídrico de tallo (PHT) como indicador en plantas jóvenes de olivo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta del olivo a las distintas programaciones de riego y la utilidad del potencial hídrico de tallo al mediodía como indicador de estado hídrico de planta.

## **Materiales y Métodos**

### **Descripción del sitio**

El experimento se realizó durante las temporadas de crecimiento 2010-2011 y 2011-2012 en un cultivo de olivo implantado en la primavera de 2007 en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Junín (33°06' S, 68°29' W, 653 m.s.n.m.), con un distanciamiento entre hileras de 5 m y 4 m entre plantas. Según su clasificación taxonómica el suelo es un entisol torrifluvent típico (Abraham y Martínez 1996), con un estrato superior hasta los 0,8 m de profundidad de textura franco arcilloso y desde 0,8 m hasta 1,6m con textura franco arenosa según el volumen de sedimentación. Los datos de la evapotranspiración de referencia

(Eto) se obtuvieron de una estación meteorológica automática (DACC) ubicada a 200 m de la parcela de ensayo.

### Tratamientos de riego

El método de riego fue goteo con dos líneas por hilera separadas entre sí a 0,6 m con goteros autocompensados de 2 L h<sup>-1</sup>, totalizando 10 goteros por planta. Cada parcela experimental estaba formada por 5 árboles contiguos en la hilera, sirviendo dos de los tres árboles centrales como unidades de medición. La frecuencia de riego fue semanal pretendiendo generar un mayor volumen de suelo mojado y una menor pérdida de agua por evaporación directa desde el suelo.

Los tratamientos de riego se basaron en dos programaciones distintas (considerando ambas el aporte de agua por precipitación efectiva):

Programación “**FAO**”: se utilizó la metodología propuesta por Allen et al. (1998) para la estimación de la evapotranspiración de cultivo (Etc):

$$Etc = Eto \times Kc \times Kr$$

siendo la Eto estimada a partir de los datos meteorológicos a través de la fórmula de Penman-Monthieth modificada por FAO (Allen et al. 1998). El coeficiente de cultivo (Kc), constante durante todo el ciclo, igual a 0,7 (Girona et al. 2002) y el coeficiente de reducción (Kr) igual a  $2 \times Sc / 100$  (Sc: porcentaje de suelo cubierto por el cultivo).

Programación “**ORGAZ**”: se utilizó la metodología propuesta por Orgaz et al. (2005) donde la Etc = Eto x Kc siendo este último igual a:

$$Kc = Kt + Ks + Kg$$

Kt: coeficiente de transpiración

Ks: coeficiente de evaporación desde la superficie del suelo

Kg: coeficiente de evaporación desde el suelo humedecido por los goteros

Para ambos tratamientos se aseguró el comienzo de las temporadas de riego con el perfil de suelo explorado por las raíces con contenidos de agua similares y cercanos a la máxima cantidad de agua disponible en suelo. Antes y después de cada riego, se midió el contenido de agua en el suelo a través de Sonda Diviner 2000 en tubos de acceso de 1,6 m de profundidad ubicados sobre la línea de plantación a 0,9 m del tronco en dos repeticiones por tratamiento. Esto también permitió evaluar la existencia de percolación profunda del agua de riego

El estado hídrico de las plantas se valoró a través del potencial hídrico de tallo al mediodía solar (aproximadamente 13:30 hora local) sobre hojas maduras, sanas y ubicadas cerca del tronco principal, embolsadas con bolsas plásticas recubiertas de papel aluminio al menos 1 hora antes de la medición (McCutchan y Shackel, 1992).

Para evaluar el crecimiento vegetativo, en forma mensual se midió la altura y el diámetro de copa de la plantas y asemejándola a una esfera estimar el volumen de copa. Este último, también permitió ajustar las programaciones de riego bajo estudio. En cosecha se evaluó rendimiento por planta, contenido de materia grasa y humedad de los frutos.

El diseño experimental fue de bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones. Los resultados se analizaron a través de ANOVA y la comparación de medias se realizó a través del test de Duncan para un nivel de significancia de ( $\alpha=0.05$ ).

## Resultados y Discusión

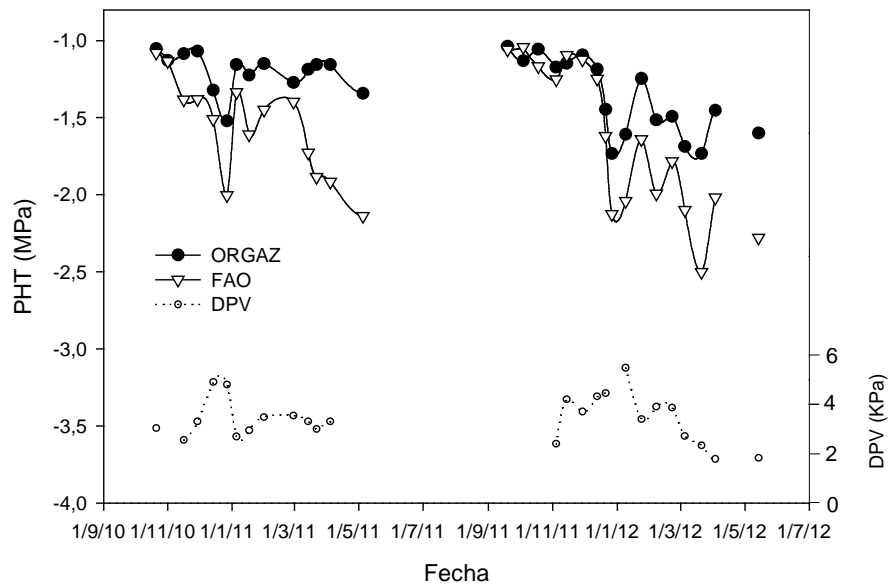
Las cantidades de agua aplicadas en cada tratamiento fueron sustancialmente distintas en ambas temporadas (Tabla 1). La programación “**FAO**” estimó una lámina de riego aproximadamente del 50% o inferior que la estimada por el método “**ORGAZ**”. Esto indujo a las plantas regadas por “**FAO**” a extraer agua desde el perfil de suelo, mostrando una disminución progresiva en ambos ciclos. Otros autores, han encontrado resultados similares, destacando que todos los años se observó una disminución de la humedad del perfil para los árboles regados por el método “**FAO**” (Pérez-López et al., 2007).

Tabla 1. Cantidades de agua aplicadas por riego y precipitación efectiva (Ppe) en los ciclos 2010-11 y 2011-12 para los tratamientos de riego

Tratamiento	Ciclo 2010-2011			Ciclo 2011-2012		
	Riego (mm)	Ppe (mm)	Total (mm)	Riego (mm)	Ppe (mm)	Total
“ <b>FAO</b> ”	82	56	138 (37%)	150	39	189 (50%)
“ <b>ORGAZ</b> ”	314	56	370 (100%)	341	39	380 (100%)

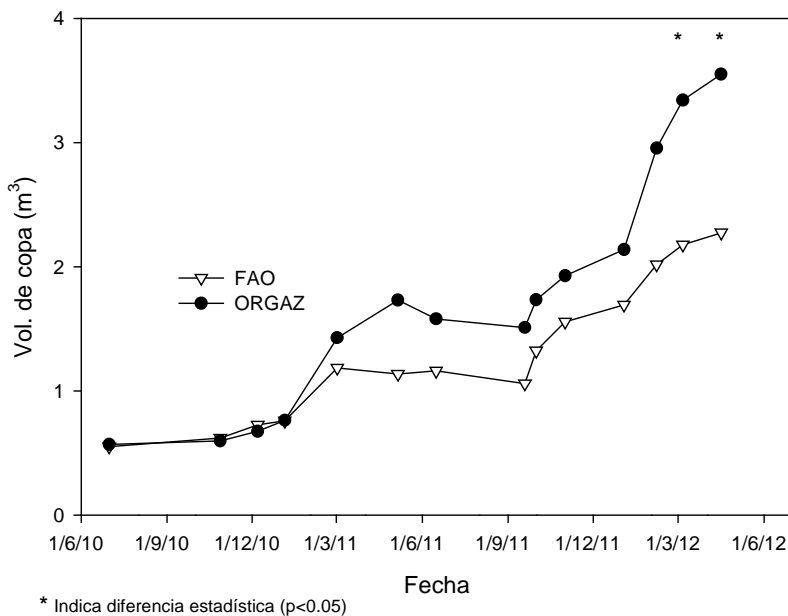
Por su parte, el tratamiento “**ORGAZ**”, durante el ciclo 2010-11 mostró escasa variación de la humedad en el perfil de suelo explorado por las raíces. Esto permitiría pensar que el tratamiento fue regado de acuerdo a sus necesidades o que fue sobre irrigado, sin embargo no se observó un aumento de la humedad en los estratos de suelo por debajo del sistema radical, lo que indicaría que no fue regado en exceso. Por otra parte, durante el segundo ciclo, se observó una disminución de la humedad de suelo en la zona de raíces con el avance de la temporada de crecimiento.

La evolución del estado hídrico de las plantas puede observarse en la Fig. 1. Durante el primer ciclo de estudio (2010-11) los valores de PHT en los árboles regados por “**ORGAZ**” oscilaron entre -1,1 y -1,3 MPa, exceptuando en días de alta demanda evaporativa (i.e. alto déficit de presión de vapor) como los registrados en el mes de diciembre. Por su parte, “**FAO**” mostró menores valores respecto de “**ORGAZ**” durante la mayor parte del ciclo, con una tendencia general a la disminución hacia el final de la temporada. En la temporada 2011-12, si bien también existieron diferencias entre ambos tratamientos, ambos mostraron una tendencia a la disminución, coincidente con lo observado en la humedad de suelo.



\* Indica diferencia estadística ( $p < 0.05$ )  
**Figura 1. Evolución del potencial hídrico de tallo al mediodía para los distintos tratamientos de riego durante los ciclos 2010-11 y 2011-12. El déficit de presión de vapor (DPV) es el estimado durante el momento de medición**

Respecto al crecimiento vegetativo (Figura 2), medido como volumen de copa por planta, las plantas regadas según la programación “**ORGAZ**” presentaron un mayor volumen en las dos últimas mediciones realizadas en 2011-2012. Este mayor crecimiento podría acortar el periodo para llegar al máximo desarrollo del cultivo.



\* Indica diferencia estadística ( $p < 0.05$ )  
**Figura 2. Evolución del volumen de copa para los distintos tratamientos de riego durante los ciclos 2010-11 y 2011-12.**

El rendimiento por planta acumulado para ambas temporadas no mostró diferencias entre las programaciones (Tabla 2). El mismo comportamiento se observó para las variables peso de fruto y contenido de materia grasa expresado en peso seco de pulpa. Sin embargo, es notoria la gran diferencia observada en la humedad de fruto, esto podría tener una marcada influencia en el comportamiento industrial, mejorando los rendimientos a medida que los frutos contienen menor humedad (Girona et al. 2002; Grattan et al. 2006; Pastor Muñoz-Cobo et al. 2005).

**Tabla 2. Peso, materia grasa por peso seco y humedad de fruto para los distintos tratamientos de riego durante los ciclos 2010-11 y 2011-12.**

**Rendimiento acumulado es la suma de la producción de ambos ciclos a nivel de planta**

Tratamiento	Ciclo 2010-2011			Ciclo 2011-2012			Rto. Acumulado (kg / planta)
	Peso fruto (g)	MG / PS	Humedad (%)	Peso fruto (g)	MG / PS	Humedad (%)	
“FAO”	2,5 a	0,56 a	0,56 a	1,9 a	0,55 a	0,60 a	10,5 a
“ORGAZ”	2,6 a	0,57 a	0,66 b	2,1 a	0,56 a	0,67 b	12,6 a

## Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, las mayores cantidades de agua utilizadas en la programación “ORGAZ” no tuvieron un impacto directo sobre la producción. Sin embargo, el mayor crecimiento vegetativo generado podría significar una mayor producción la siguiente temporada dado que el volumen de copa y el rendimiento por planta presentaron una alta asociación ( $r = 0.84$ ). Respecto a las características de fruto, es importante la diferencia observada en la humedad de los mismos, siendo una variable de gran interés en la industria aceitera.

El PHT demostró ser un buen indicador del estado hídrico de plantas jóvenes para las condiciones de ensayo.

Por último, resulta necesaria la continuidad de estos estudios para evaluar si las mayores cantidades de agua utilizadas en la programación “ORGAZ” pueden también generar mayores beneficios económicos.

## Bibliografía

Abraham E. y F. Martínez 1996. Inventario de recursos de la Región Andina Argentina <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/catalogo/cdandes/g0407.htm>

Allen R.; Pereira L.; Raes D. y Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irr. and drain. Paper 56 Rome, Italy.

DACC. Agrometeorología.-Evapotranspiración. [en línea]. Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas. <http://www.contingencias.mendoza.gov.ar> [Consulta: años 2010, 2011 y 2012]

Fereres E, Castel JR 1981. Drip Irrigation Management. Division of Agricultural Sciences. University of California (Publication Leaflet 21259).

Girona, J., Luna, M., Arbonés, A., Mata, M., Rufat, J. and Marsal, J. 2002. Young olive trees responses (*Olea europaea* L., cv. Arbequina) to different water supplies. Water function determination. *Acta Hort. (ISHS)* 586:277-280.

Grattan S., Berenguer M., Connell J., Polito V., Vossen P. 2006. Olive oil production as influenced by different quantities of applied water. *Agric. Water Management* 85, 133-140.

McCutchan H. y K. Shackel .1992 Stem-water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees (*Prunus domestica* L. cv. French). *Journal of American Society for Horticultural Science* 117:607-611

Orgaz F.; Villalobos F.; Testi L.; Pastor Muñoz-Cobo M.; Hidalgo J. y E. Fereres. 2005. Programación de riegos en plantaciones de olivar. Metodología para el cálculo de las necesidades de agua de riego en el olivar regado por goteo. En: *Cultivo del olivo con riego localizado*. Pastor Muñoz-Cobo M. (ed.). Coedición Mundi-Prensa y Consejería de Agricultura y Pesca, Madrid. pp. 83-137.

Pastor Muñoz-Cobo M., Macís V., Moya J., Girona J. 2005. Influencia del riego sobre la calidad del aceite y sobre el comportamiento de la aceituna en el proceso industrial de extracción. En: *Cultivo del olivo con riego localizado*. Pastor Muñoz-Cobo M. (ed.). Coedición Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, Madrid. pp. 165-184.