

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CINCO AÑOS DE DURACIÓN CON VARIACIÓN DE AGUA ENTRE 1.800 Y 5.000 m³ ha⁻¹

Estrategias de riego deficitario en el olivo y su afección a la producción de aceite

Durante la campañas comprendidas entre 2005 y 2009, se estudiaron los efectos de cuatro niveles de riego sobre la producción de olivos adultos *Olea europaea* L., cv Cuquillo o Lechón, y Gordal de Hellín, cultivados en condiciones de alta demanda evaporativa y en un clima semiárido en Albacete (España). En este trabajo se evaluó la utilización de cuatro dosis de riego y la eficiencia en el uso del agua de riego

(EUA_R) en ambas variedades. Las dosis reales de riego de los tratamientos aplicados fueron: 131% de la ET_C para el T1, un 100% de la ET_C para el T2, el 76% de la ET_C para T3, y el 50% de la ET_C para el T4. Los niveles de agua aplicados variaron desde unos 1.800 m³ ha⁻¹ (T4 media de las cinco campañas) a unos 5.000 m³ ha⁻¹ (T1 media de las cinco campañas) para el conjunto de las dos variedades.

F. Mañas Jiménez, P. López Fuster y R. López Urrea.

Instituto Técnico Agronómico Provincial (ITAP). Albacete.

El olivar se ha cultivado tradicionalmente en condiciones de secano. Es un cultivo bien adaptado a los secanos mediterráneos, con producciones aceptables y capaz de sobrevivir a periodos de intensa sequía (Orgaz y Fereres, 1996). Sería un error considerar el olivar como un cultivo en el que el riego sea poco beneficioso, ya que es una de las plantas que aprovecha el agua de riego de la manera más eficiente entre las cultivadas en España (Testi y Orgaz, 2008). En la actualidad, con el fin de que la sequía no imponga restricciones en la producción y calidad, se está generalizando el uso del sistema de riego localizado. Se entiende que el uso del riego localizado trae consigo cambios en los hábitos culturales de los agricultores, como puedan ser los marcos de plantación, la época de recolección, tratamientos herbicidas, etc. Es necesario saber que aportaciones de agua permiten un correcto desarrollo del árbol acorde con la producción, sin desaprovecharla en riegos innecesarios.

Aunque en nuestro país, el olivo ha sido un cultivo principalmente de secano, la tendencia

es a colonizar terrenos más fértiles y de regadío, siendo en este momento el cultivo con mayor superficie regada en España. Según el anuario de estadística agraria (MARM, 2007), de los 2.230.191 ha de olivo en España, cerca del 20% está en regadío. En Castilla-La Mancha de las 333.396 ha, sólo el 4,5% se encuentra en

regadío. Respecto a la provincia de Albacete, de las 26.200 ha, se riega el 18% del total. Estos datos dan una idea de la importancia que ha adquirido el riego en este cultivo en los últimos años. En la provincia de Albacete, pese a que el olivo no es un cultivo muy extendido, sí que merecen un especial interés las nuevas plantacio-



CUADRO I.

Valores de K_c utilizados en la programación de riego.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0,65	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,55	0,60	0,65	0,65

nes, en donde el riego se ha convertido en imprescindible para obtener rendimientos acordes con el potencial del cultivo. El riego, junto con la mejora de la práctica de poda y de la recolección mecanizada y el procesado posterior de los frutos en campo, puede ser una solución para el sector (Hidalgo *et al.*, 2008).

Por todo lo comentado, es de gran importancia estudiar estrategias de riego que nos permitan obtener buenas producciones con un uso moderado del agua de riego. En este sentido, la aplicación de cuatro dosis de riego deficitario continuo tiene un gran interés a fin de estudiar no sólo la producción de aceituna sino el rendimiento graso de ésta. Un programa de riego moderado no sólo es importante por el ahorro de un recurso limitado como es el agua, sino que además, el reciente incremento de la tarifa eléctrica aumenta el coste del riego, y de ahí la importancia de un uso moderado del riego por la consecuencia directa en la reducción de los costes de una explotación olivarera.

En este trabajo se pretende analizar la respuesta productiva del olivo a cuatro aplicaciones distintas de riego deficitario continuo para estudiar la productividad del agua, estudiando las funciones que relacionan la eficiencia en el uso del agua de riego (EUA_r) y la producción con el agua aplicada al cultivo para dos cultivares importantes en el sur de la provincia de Albacete (comarca de Hellín).

Materiales y métodos

El trabajo experimental se realizó durante las campañas 2005 a 2009, ambas incluidas, en una plantación de olivos adultos (*Olea europaea* L., cv Cuquillo y Gordal de Hellín) ubicada en la finca Payuelas, perteneciente al término municipal de Hellín (Albacete, España). Sus coordenadas geográficas son: 01° 44' 16" longitud oeste, 38° 32' 19" latitud norte, y la altitud sobre el nivel del mar es de 600 m.

El clima se caracteriza por una acusada variación estacional que se corresponde con su continentalidad. La pluviometría media de los cinco años de estudio ha sido de cerca de 400 mm y la temperatura media anual de 17°C. En

la **figura 1** se representa la evolución de estos parámetros a lo largo del periodo del ensayo. Los años 2006, 2008 y 2009 han sido especialmente lluviosos ya que superan la media histórica de 350 mm; y las temperaturas medias anuales también han sido algo superiores a las normales en los años 2006 y 2009, ya que la media histórica está en los 16,8°C.

La profundidad media del suelo de la parcela del experimento es de 0,7 m limitado por el desarrollo del horizonte petrocálcico que se encuentra más o menos fragmentado. La textura es franco-arenosa, pH básico, pobre en materia orgánica y con un alto contenido en caliza activa.

Para el cálculo de las necesidades hídricas del olivo se ha utilizado el método del balance hídrico (Doorenbos y Pruitt, 1975; Allen *et al.*, 1998), cuya expresión simplificada se muestra en la **ecuación 1**.

Ecuación 1.

$$N_n = ET_c - P_e \pm \Delta w$$

donde N_n son las necesidades netas de riego (en mm); P_e la precipitación efectiva (en

mm); ET_c la evapotranspiración del cultivo (en mm); y Δw la variación de la reserva de agua en el suelo (en mm).

La precipitación efectiva se ha obtenido siguiendo la metodología del Bureau of Reclamation de los Estados Unidos (Villalobos *et al.*, 2002). Para el cálculo de la ET_c diaria del olivo se utilizó la **ecuación 2**.

Ecuación 2.

$$ET_c = ET_0 * K_c * K_r$$

donde ET_0 es la evapotranspiración de referencia ($mm\ día^{-1}$), calculada por el método de Penman-Monteith FAO-56 (Allen *et al.*, 1998) por ser el que mejor se adapta a nuestra zona de trabajo (López-Urrea *et al.*, 2006); K_c es el coeficiente de cultivo (adimensional) propuesto por Orgaz y Ferreres (1996) cuyos valores se presentan en el **cuadro I**.

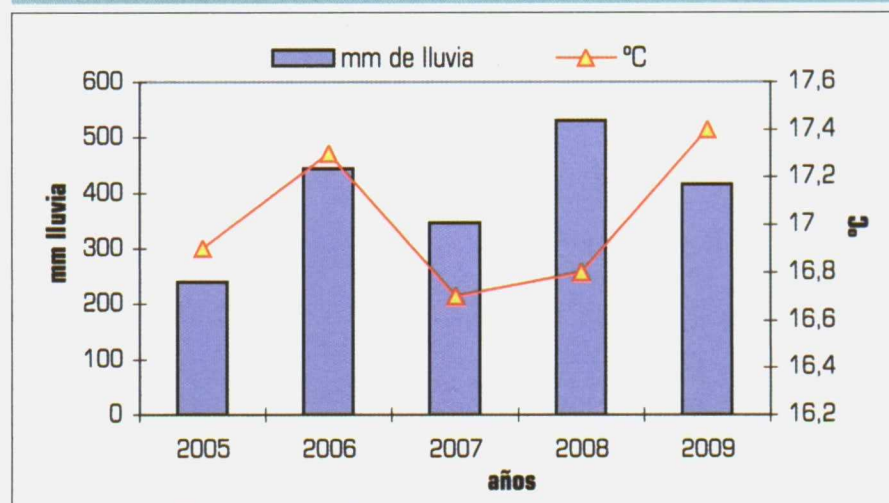
K_r es el factor de cobertura (en tanto por uno), que se determinó con la relación obtenida por Ferreres *et al.* (1981), que relaciona el porcentaje de suelo sombreado y el porcentaje de gasto potencial de agua. El factor K_r se calculó aplicando la **ecuación 3** (Orgaz y Ferreres, 1996).

Ecuación 3.

$$K_r = -0,0194 SS^2 + 2,8119 SS - 1,0080$$

FIGURA 1.

Pluviometría y temperatura media anual en la zona de estudio. Periodo 2005-2009.



CUADRO II.

Cantidad de riego aportada y producción de aceite por ha en cada campaña (2005 a 2009) en el cv Cuquillo.

Tratamientos	2005			2006			2007			2008			2009		
	Riego (m ³ ha ⁻¹)	Y aceite (kg ha ⁻¹)	*	Riego (m ³ ha ⁻¹)	Y aceite (kg ha ⁻¹)	*	Riego (m ³ ha ⁻¹)	Y aceite (kg ha ⁻¹)	*	Riego (m ³ ha ⁻¹)	Y aceite (kg ha ⁻¹)	*	Riego (m ³ ha ⁻¹)	Y aceite (kg ha ⁻¹)	*
T1	4.275	2.422	a	3.802	2.211	a	5.135	3.638	b	6.365	72	a	6.214	2.473	a
T2	3.446	2.448	a	3.042	2.302	a	4.108	3.166	b	4.472	448	a	4.576	2.352	a
T3	3.161	2.415	a	2.251	2.003	a	3.042	2.710	ab	3.432	403	a	2.990	2.385	a
T4	2.099	2.425	a	1.525	2.619	a	1.640	1.676	a	2.538	1.380	b	2.002	2.074	a
Promedio	3.245	2.428	ns	2.655	2.284	ns	3.481	2.797	s	4.202	576	s	3.946	2.321	ns

D: Dosis de agua de riego en metros cúbicos por ha; Y: rendimiento en kilogramos por ha

(*) Diferentes letras dentro de la misma columna indica diferencias significativas (Test Duncan $p < 0,05$). * estadísticamente significativo ($p < 0,05$)

CUADRO III.

Acumulado y media de las cinco campañas de aportaciones de riego, producción de aceituna y de aceite, humedad y contenido graso, porcentajes de ET_c reales en los tratamientos y productividad del agua de riego para cv Cuquillo.

Tratamientos	Acumulado cinco campañas					Media cinco campañas					Media cinco campañas							
	Riego (m ³ ha ⁻¹)	Y aceituna (kg ha ⁻¹)	(I)	Y aceite (kg ha ⁻¹)	(I)	Riego (m ³ ha ⁻¹)	Y aceituna (kg ha ⁻¹)	*	Y aceite (kg ha ⁻¹)	*	Riego (m ³ ha ⁻¹)	Humedad (%)	*	Grasa (%)	*	ET _c (%)	EUA (m ³ kg ⁻¹)	*
T1	25.791	49.592	104	10.816	101	5.158	9.918	a	2.163	a	5.158	52,5	a	21,7	c	131	0,42	a
T2	19.644	47.573	100	10.717	100	3.929	9.515	a	2.143	a	3.929	51,8	ab	22,4	bc	100	0,55	a
T3	14.876	42.792	90	9.916	93	2.975	8.558	a	1.983	a	2.975	50,4	ab	23,3	bc	76	0,67	a
T4	9.804	41.464	87	10.174	95	1.961	8.293	a	2.035	a	1.961	49,9	b	24,3	a	50	1,04	b
Promedios	17.529	45.355	95	10.406	97	3.506	9.071	ns	2.081	ns	3.506	51,2	s	22,9	s	89	0,67	s

(I): Índice (%) sobre el tratamiento T2 100% ET_c *: estadísticamente significativo ($p < 0,05$)



A mayor dosis de riego crece de forma lineal la producción de aceituna pero no hay diferencias significativas en kg de aceite.

Esta ecuación se utiliza siempre que el porcentaje de superficie sombreada (SS) esté entre el 8 y el 65%, a partir del 65% de SS el factor de cobertura será 1. La SS se calculó a partir de la ecuación 4.

Ecuación 4.

$$SS = \pi \cdot D^2 \cdot N / 400$$

donde N es el número de olivos por ha y D es el diámetro medio de copa en m.

La plantación ocupa 10 ha de superficie, con un marco intensivo de 7 x 5 metros cuadrados. Los cultivares plantados son Cuquillo y Gordal de Hellín, con una edad de la plantación de once años. La poda es en la forma tradicional de vaso o en redondo de un solo pie acomodada para la recolección mecánica. El sistema de cultivo es en no laboreo.

El ensayo se ha realizado sobre cuatro filas de olivos, una para cada tratamiento, de doce árboles cada una, integradas en la plantación. Se utilizó un sistema de riego localizado con goteros integrados autocompensantes. Se modifi-

có el número de emisores por pie y el caudal unitario de éstos para que cada fila se regase con una dosis de agua determinada, es decir, las diferencias de riego se debieron a la dosis de agua aportada por unidad de tiempo, sin variar la frecuencia ni la duración del riego entre tratamientos. Se han utilizado las técnicas de fertirrigación para el abonado del cultivo, por lo que a las dotaciones de agua de cada tratamiento le ha correspondido una fertilización distinta en proporción a la dosis de agua empleada en cada uno de ellos. Las dosis de abonado empleadas en el tratamiento testigo T2 para N-P-K han sido 150-30-150.

Se han realizado cuatro tratamientos hídricos lineales a lo largo del calendario de riegos (Riego Deficitario de Alta Frecuencia), que fueron los siguientes en todos y cada uno de los años de estudio:

- T1: 125% de la ET_c .
- T2: 100% de la ET_c .
- T3: 80% de la ET_c .
- T4: 50% de la ET_c .

El porcentaje de satisfacción real de la demanda hídrica, se ha obtenido dividiendo el agua total (riego y lluvia efectiva) recibida por el cultivo en cada tratamiento, entre el 100% de la ET_c , obtenido a partir de la **ecuación 2**.

Durante el ensayo se llevaron a cabo las técnicas culturales habituales en el cultivo del olivo, sin que se registraran plagas o enfermedades que afectaran al desarrollo de la cosecha. Los resultados obtenidos han sido sometidos a la técnica de análisis de varianza por el método de diferencias de mínimas significativas (Box *et al.*, 1989). El estudio de las correlaciones y regresiones se realizó con el paquete estadístico SPSS v. 10.0 (2000).

Resultados y discusión

Cuquillo

En el **cuadro II** se presenta para cada campaña (2005 a 2009) y para el cv Cuquillo o Lechín, la cantidad de agua aportada en cada tratamiento en $m^3 ha^{-1}$, y la producción de aceite en $kg ha^{-1}$ para cada uno de los tratamientos de acuerdo con el rendimiento graso de cada uno de ellos. No se han encontrado diferencias significativas ($p < 0,05$) estadísticamente entre tratamientos de riego, para la producción de aceituna y aceite en las campañas 2005, 2006 y 2009. En 2007 hay diferencias entre los trata-

mientos más regados respecto del T4 menos regado, aunque tampoco las hay entre T3 y T4 regados con el 75 y 50% de la ET_c ; en 2008 se produjo una deficiente floración en la variedad, y encontramos diferencias significativas positivas en el tratamiento menos regado respecto de los restantes.

Con el fin de tener una visión de conjunto de los resultados del ensayo en los cinco años de estudio, representamos en el **cuadro III** los valores acumulados y medios de los cinco años en cuanto a la cantidad de riego aportada, el rendimiento de aceituna y de aceite. Además, se muestra la media de las cinco campañas del contenido de humedad, contenido graso, así como los porcentajes respecto de la ET_c medias reales aplicadas en riego en el conjunto de las cinco campañas, y la eficiencia en el uso del agua (EUA) en aceite expresado en $m^3 kg^{-1}$.

Los resultados obtenidos indican una respuesta positiva del olivo al agua en cuanto a la producción de aceituna. Se produce un incremento lineal de la producción al aumentar la dosis de riego aunque sin alcanzar significación estadística en la media de los cinco años. Sin embargo no es tan clara la respuesta al agua en cuanto a la producción de aceite, cuyas cifras acumuladas y medias se acercan mucho unas a otras en los cuatro tratamientos sin diferencias estadísticas.

Esto sucede porque el contenido en grasa de la aceituna va aumentando a medida que se disminuye la cantidad de agua aplicada (22% para los tratamientos T1 y T2, y 24% para el T4), compensando la diferencia a favor existente para la producción de aceituna en cada tratamien-

to. Lo mismo sucede con el contenido de humedad de la aceituna, con un 52% para T1 y T2 más regados y un 50% para T3 y T4 menos regados, lo que también contribuye a equilibrar las producciones medias y acumuladas de aceite entre todos los tratamientos, y es aceite el producto que realmente vendemos en el caso de aceituna de almazara.

Es necesario llamar la atención sobre la diferencia tan elevada existente entre la aportación media máxima de riego para el T1 ($5.128 m^3 ha^{-1}$, 131% ET_c), y la aportación para T4 ($1.961 m^3 ha^{-1}$, 50% ET_c), sin que se obtengan diferencias significativas en producción de aceite. Esto significa también que encontramos la mayor productividad del agua de riego, EUA, expresada en $m^3 kg^{-1}$ para el T4, que casi duplica el valor de los tratamientos más regados. La productividad del agua de riego, por tanto, ha ido disminuyendo al aumentar el agua de riego aplicado, en unos valores que viene a confirmar la tendencia ya marcada en otros trabajos efectuados en olivo (Hidalgo *et al.*, 2008).



SolaPotasse® GranuPotasse® SOP Standard

SOP de Tesserderlo

Cuando la calidad realmente cuenta

Tesserderlo Group es líder en la producción del sulfato potásico (SOP) durante más de 80 años.

Como primer productor en el mundo de SOP, Tesserderlo Group ofrece al agricultor sulfato potásico de calidad en una extensa gama, sulfato potásico standard, soluble y granulado, siempre en función de las necesidades del agricultor.

Además de SOP, el grupo pone a disposición del agricultor una serie de fertilizantes líquidos con azufre como son el tiosulfato amónico, tiosulfato potásico y tiosulfato cálcico, fertilizantes especiales para la agricultura.

Tesserderlo Group Fertilizers
giving nature a helping hand

Member of
SOPiE
European Association of Potassium Sulfate Producers

Tesserderlo Chemie N.V.
Heilig Hartlaan 21, B-3980 Tesserderlo, Bélgica
Tel: +32 13 612211 Fax: +32 2 647 3692
www.tesserderlogroup.com
fertilizers@tesserderlo.com



CUADRO IV.

Cantidad de riego aportada y producción de aceite por ha en cada campaña (2005 a 2009) en el cv Gordal de Hellín.

Tratamientos	2005			2006			2007			2008			2009		
	Riego (m³ ha⁻¹)	Y aceite (kg ha⁻¹)	*	Riego (m³ ha⁻¹)	Y aceite (kg ha⁻¹)	*	Riego (m³ ha⁻¹)	Y aceite (kg ha⁻¹)	*	Riego (m³ ha⁻¹)	Y aceite (kg ha⁻¹)	*	Riego (m³ ha⁻¹)	Y aceite (kg ha⁻¹)	*
T1	3.175	2.098	a	3.380	2.903	a	4.664	3.483	a	6.032	3.099	a	6.214	1.151	a
T2	2.574	1.879	a	2.652	3.510	a	3.588	2.570	a	4.316	2.824	a	4.576	1.740	a
T3	2.087	1.719	a	1.924	3.101	a	2.652	3.381	a	2.548	2.512	a	2.990	1.058	a
T4	1.600	1.659	a	1.456	2.932	a	2.002	3.101	a	1.950	2.471	a	2.002	1.467	a
Promedio	2.359	1.839	ns	2.353	3.112	ns	3.227	3.134	ns	3.712	2.727	ns	3.946	1.354	ns

D: Dosis de agua de riego en metros cúbicos por ha; Y: rendimiento en kilogramos por ha
 (*) Diferentes letras dentro de la misma columna indica diferencias significativas (Test Duncan p<0,05)

CUADRO V.

Acumulado y media de las cinco campañas de aplicación de riego, producción de aceituna y de aceite, humedad y contenido en grasa, porcentajes de ET_c reales en los tratamientos y productividad del agua para cv Gordal de Hellín.

Tratamientos	Acumulado cinco campañas					Media cinco campañas					Media cinco campañas							
	Riego (m³ ha⁻¹)	Y aceituna (kg ha⁻¹)	Y aceite (l)	Y aceite (kg ha⁻¹)	(l)	Riego (m³ ha⁻¹)	Y aceituna (kg ha⁻¹)	Y aceite (kg ha⁻¹)	*	Y aceite (kg ha⁻¹)	*	Riego (m³ ha⁻¹)	Humedad (%)	Grasa (%)	ET _c (%)	EUA (m³ kg⁻¹)	*	
T1	23.465	74.023	122	12.733	102	4.693	14.805	a	2.547	a	4.693	54,5	a	18,1	b	133	0,54	c
T2	17.706	60.595	100	12.523	100	3.541	12.119	a	2.505	a	3.541	53,3	a	19,4	ab	100	0,71	c
T3	12.201	62.262	103	11.771	94	2.440	12.452	a	2.354	a	2.440	52,5	a	19,7	ab	69	0,96	b
T4	9.010	58.148	96	11.630	93	1.802	11.630	a	2.326	a	1.802	51,5	a	20,5	ab	51	1,29	a
Promedio	15.596	63.757	105	12.164	97	3.119	12.751	ns	2.433	ns	3.119	52,9	ns	19,4	s	88	0,88	s

D: Dosis de agua de riego en metros cúbicos por ha; Y: rendimiento en kilogramos por ha

Representamos gráficamente los datos comentados anteriormente en la **figura 2**, que muestra las funciones de producción de aceituna y aceite respecto del agua aplicada en riego, obteniéndose un ajuste lineal, con coeficiente de determinación (R²) de 0,94 para la producción de aceituna y de 0,65, en este caso de la

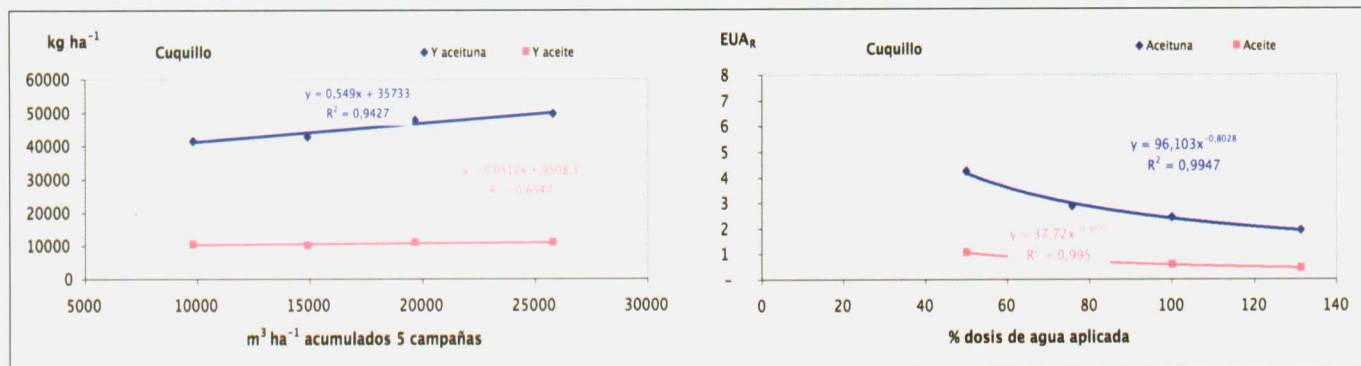
producción de aceite con una recta casi plana que indica la indiferencia de las dosis de riego para obtener una cierta producción de aceite en este cultivar.

Mediante el análisis de regresión se han buscado funciones que relacionan el agua de riego recibida por el cultivo (porcentaje sobre

ET_c), variable independiente, con el valor de la eficiencia, (m³ kg⁻¹) variable dependiente. La **figura 2** (derecha) muestra la función exponencial ajustada, que muestra un valor de R² = 0,99 tanto para aceite como para aceituna. Para ambos casos, conforme reducimos las dotaciones de riego aumenta la productividad del agua.

FIGURA 2.

Funciones de producción que relacionan el rendimiento de aceituna y aceite (kg ha⁻¹) y el agua de riego recibida por el cultivo para el acumulado de las cinco campañas y relaciones entre la eficiencia en el uso del agua y el agua de riego en aceituna y aceite para el cv Cuquillo.



Gordal de Hellín

En el **cuadro IV** se presenta para cada campaña (2005 a 2009) y para el cv Gordal de Hellín, la cantidad de agua aportada en cada tratamiento en $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, y la producción de aceite en kg ha^{-1} para cada uno de los tratamientos de acuerdo con el rendimiento graso de cada uno de ellos. No se han encontrado, en este caso, diferencias significativas ($p < 0,05$) estadísticamente entre tratamientos de riego, para la producción de aceituna y aceite en ninguna de las campañas.

Con el fin de tener una visión de conjunto de los resultados del ensayo en los cinco años de estudio, representamos en el **cuadro V** los valores acumulados y medios de los cinco años en cuanto a la cantidad de riego aportada, el rendimiento de aceituna y de aceite y la media de los cinco años del contenido de humedad, contenido graso, así como los porcentajes respecto de la ET_c medios reales aplicados en riego en el conjunto de las cinco campañas y la eficiencia en el uso del agua EUA en aceite en $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$.

Como en el caso anterior, también para este cultivar los resultados obtenidos indican una respuesta positiva del olivo al agua en cuanto a la producción de aceituna al aumentar la dosis de riego, y también sin significación estadística en la media de los cinco años. Las producciones de aceite medias para cada uno de los tratamientos todavía se acercan más entre ellos que en el caso anterior, ya que apenas se diferencian en 200 kg ha^{-1} entre T1 y T4.

En cuanto a la producción de aceite sucede que el contenido en grasa de la aceituna va aumentando a medida que se disminuye la cantidad de agua aplicada (18,1% para el tratamiento T1 y 20,5% para el T4), compensando la diferencia a favor existente para la producción de aceituna en cada tratamiento. Lo mismo sucede con el contenido de humedad de la aceituna, en este caso con un 54,5% para T1 y 51,5% para T4, con más diferencias por tratarse de una aceituna de mayor tamaño, lo que también contribuye una vez más a equilibrar las producciones medias y acumuladas de aceite entre todos los tratamientos. En este caso, destacan las di-

ferencias existentes entre la aportación media máxima de riego para el T1 ($4.693 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, 133% ET_c), y la aportación para T4 ($1.802 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, 51% ET_c), sin que se obtengan diferencias significativas en producción de aceite. La mayor productividad del agua de riego, EUA, expresada en $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ se da para el T4, que duplica el valor de los tratamientos más regados.

La representación gráfica de las funciones de producción de aceituna y aceite respecto del agua aplicada en riego para este cv se muestra en la **figura 3**. Se ha obtenido un ajuste lineal, con coeficiente de determinación (R^2) de 0,74 para la producción de aceituna y de 0,94, para la de aceite, que también es una recta casi plana que vuelve a indicar la indiferencia de las dosis de riego para obtener una cierta producción de aceite.

La **figura 3** (derecha) muestra las funciones exponenciales ajustadas, que muestra un valor de $R^2=0,96$ y 0,99 para aceite y para aceituna respectivamente, y el aumento de la productividad del agua a medida que disminuimos las aportaciones de agua de riego en ambos casos.

Kubota®

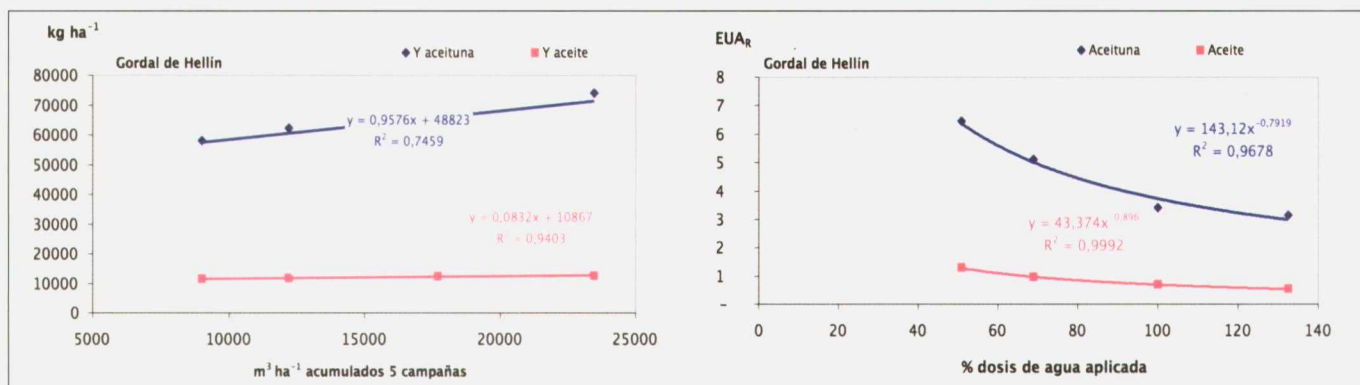
TRACTORES KUBOTA SERIE M40

Nueva serie M40
Altas prestaciones
para trabajos duros

Kubota®



Funciones de producción que relacionan el rendimiento de aceituna y aceite (kg ha⁻¹) y el agua de riego recibida por el cultivo para el acumulado de las cinco campañas y relaciones entre la eficiencia en el uso del agua y el agua de riego en aceituna y aceite para el cv Gordal de Hellín en aceituna y aceite.



Conclusiones

Los resultados obtenidos indican una respuesta positiva de la producción de aceituna al agua en ambas variedades estudiadas durante un periodo de cinco años (Cuquillo o Lechín y Gordal de Hellín). Se ha producido un incremento lineal de la producción al aumentar la dosis de riego en ambos casos; sin embargo esta mayor producción lleva aparejada una disminución en el contenido en aceite y un incremento de la humedad en la aceituna, lo que da como resultado que no haya diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ensayados en cuanto a producción de aceite que es el producto vendible en el caso de la aceituna de almazara. La mayor productividad del agua de riego, EUA_R, ha co-

respondido al tratamiento con menos agua aplicada en los dos cultivares estudiados.

Si atendemos a los datos acumulados de las cinco campañas ha de destacarse que entre los tratamientos T1 y T4, ha habido una diferencia en agua de riego aportada real del 80% en el caso de Cuquillo y del 82% en el caso de Gordal de Hellín, y ello sólo ha producido una merma de cosecha de aceite del 6% y de un 9% respectivamente para cada variedad y sin alcanzar diferencias significativas a nivel estadístico en ninguno de los casos. Por tanto, es necesario ajustar el riego en el olivo, ya que para estas variedades y para el conjunto de los años estudiados, regar más ha supuesto un aumento muy importante del coste de producción que no se ha traducido en un incremento significativo de cosecha. ●

Bibliografía ▼

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, 300 p.
- Box, G.E.P., Hunter, W.G., Hunter, J.S. 1989. Estadística para investigadores. Reverte, Barcelona
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome, 179 p.
- Fereres, E., Pruitt, W.O., Beutel, J.A., Henderson, D.W., Holzapfel, E., Schulbach, H. and Unlu, K. 1981. ET and drip irrigation scheduling. In: E. Fereres, (ed.) Drip Irrigation Management. University of California. Div. Of Agric. Sci. No 21259, p. 8-13.
- Hidalgo, J.C., Pastor, M., 2002. Fertilización y Corrección de Deficiencias Nutritivas en Olivar. Vida Rural, n.º 142, pp 46-50.
- Hidalgo, J., Vega, V., Hidalgo, J.C., 2008. Investigación y transferencia del riego de olivar en Andalucía. Vida Rural, n.º 265, pp 32-38.
- López-Urrea, R., Martín de Santa Olalla, F., Fabeiro, C., Moratalla, A. 2006. Testing evapotranspiration equations using lysimeter observations in a semiarid climate. Agric. Water Manage., 85:15-26.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Anuario de Estadística Agroalimentaria. 2006. [on line], <http://www.mapa.es/es/estadistica/infoestad.html> [Consulta: 2 de noviembre de 2008]
- Orgaz, F., Fereres, E., 1996. Riego. En: D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo. El Cultivo del Olivo, Mundi-Prensa y Junta de Andalucía.
- Testi, L., Orgaz, F., 2008. Evapo-transpiración y programación del riego para las necesidades hídricas de olivares específicos. Agricultura, Revista agropecuaria, n.º 78, pp. 428-433.
- SPSS, Inc., 2000. SPSS 10.0 Syntax Reference Guide. SPSS, Inc., Chicago, 600 pp.
- Villalobos, F.J., Mateos, L., Orgaz, F., Fereres, E., 2002. Bases y Tecnologías de la Producción Agrícola. Mundi-Prensa, Madrid, 496 pp.

EQUIPOS DE FERTIRRIGACIÓN



ELECTROFERTIC

Bomba dosificadora eléctrica de gran capacidad de inyección, alta presión y regulación electrónica



CONTROLADORES

Controladores de Fertirrigación. Regulación de pH y EC. Dosificación proporcional



HIDRÁULICA PROPORCIONAL

Bombas dosificadoras volumétricas proporcionales



FERTIC

Inyector hidráulico para la incorporación de abonos líquidos o solubles en la red de riego



AGITADOR DE TURBINA

Agitación por turbina direccional



MULTIFERTIC

Bomba dosificadora eléctrica modular de inyección independiente



Mar Adriàtic, 4
Pol. Ind. Torre del Rector
P.O. Box 60
Tel (+34) 93 544 30 40
Fax (+34) 93 544 31 61

Fresno, CA 93729
7991 USA
P.O. Box, 27991

Tel 1 800 555 8013
Fax 1 559 261 4026

itc@itc.es
www.itc.es