



# Riego Subterráneo en **O**livar

## Resultados de un ensayo en Jaén

### INTRODUCCIÓN

En Andalucía se riegan en la actualidad unas 300.000 ha de olivar, por lo que es ya el primer cultivo de regadío en la región, teniendo una gran importancia económica en muchas comarcas olivareras. En las concesiones administrativas se ha asignado al olivar una dotación de agua de riego de 1.500 m<sup>3</sup>/ha, cifra realmente insuficiente en la mayoría de las situaciones. Además el agua debe ser bombeada a gran altura por lo que los costes de bombeo son elevados (0,09 - 0,15 euros/m<sup>3</sup>). En esta

Por: M. Pastor\*; J. Hidalgo\*\*;  
J.C. Hidalgo\*\*, P. Vidal\*\*;  
V. Vega\*; A. Segura\*\*\*

**LOS SISTEMAS DE RIEGO  
POR GOTEO  
SUBTERRANEO PARECEN  
MAS EFICIENTES QUE LOS  
DE RIEGO SUPERFICIAL,  
AUNQUE HABRA QUE  
EVALUAR A LARGO PLAZO  
LA PROBLEMÁTICA QUE  
PLANTEAN LAS  
INSTALACIONES DE RIEGO  
SUBTERRANEO.**

situación el ahorro de agua y el aumento de la eficiencia por cada metro cúbico empleado es un objetivo fundamental y prioritario para el olivarero.

Muchas empresas tratan de introducir nuevas tecnologías de riego en el mercado, entre ellas los sistemas de riego subterráneo. Siempre que la instalación esté bien diseñada y si el manejo de la misma es el correcto, los sistemas de subrigación pueden proporcionar ciertas ventajas sobre los sistemas clásicos de riego por goteo en superficie, entre otras: reducción de las pérdidas de agua por evaporación desde los bulbos; aumento del volumen de suelo mojado; disminución de los costes de mantenimiento; menor incidencia de las malas hierbas y por consiguiente un menor coste de control, etc.

\* Dpto. Suelos y Riegos. CIFA Córdoba.

\*\* Servicio Asesoramiento al Regante de Olivar. Caja Rural de Jaén

\*\*\* Riegos Iberia Regaber, S.A



Vista de la parcela en la que se ha realizado el ensayo. Olivar de la variedad 'Picual' plantado a un marco de 8x8 m, poda en vaso libre y cultivo en no-laboreo.



Apero con el que se enterró la tubería en el tratamiento con riego subterráneo. El subsolador localiza la tubería con el gotero integrado a 30 cm de profundidad en el centro de la calle de plantación.

Sin embargo, falta aún por comprobar el comportamiento a largo plazo de estas instalaciones, sobre todo en cuanto a obturación de los emisores y/o aplastamiento de tuberías por el sistema radicular del cultivo o las malas hierbas. Existen en el mercado materiales con barreras físicas de protección ante la intrusión radicular o protegidos con productos químicos (rootguard). Además, determinadas prácticas se muestran eficaces para evitar el fenómeno de la intrusión radicular, recomendándose un adecuado manejo del sistema mediante aplicaciones de herbicidas (trifluralina principalmente) o ácidos (fosfórico), aunque esta última práctica no está suficientemente bien contrastada.

En este artículo presentamos los resultados de los primeros años de trabajo de un ensayo de larga duración en el que en condiciones de campo se comparan dos sistemas de riego localizado de alta frecuencia: superficial y subterráneo, aplicando para cada uno de ellos dos dosis anuales de agua de riego, una de ellas claramente deficitaria. Los resultados permiten ser bastante optimistas en cuanto a las posibilidades de la práctica del riego localizado subterráneo en olivar, especialmente ventajoso cuando se emplean dotaciones deficitarias de agua de riego.

Este ensayo se realiza en el marco de un convenio entre la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de An-

dalucía y la empresa Riegos Iberia Regaber, S.A. Igualmente la CAP tiene suscrito un convenio con la empresa Agrometzer realizándose otro ensayo de similares características al que aquí presentamos, del que no damos información por haber comenzado los trabajos en el año 2002. A partir del año 2003 ambos ensayos entran a formar parte de un proyecto de tres años de duración cofinanciado por la CAP a través del Plan de Investigación Andaluz.

## PLANTEAMIENTO DEL ENSAYO

En la primavera del año 2001 se planteó un experimento en campo en la localidad de Linares (Jaén), en el que



Detalle del trabajo de enterrado de la tubería de riego.



Vista del olivar una vez enterrada la tubería en el centro de la calle de plantación.

en un olivar adulto de regadío de la variedad 'Picual', con marco de plantación 8x8 m y un gran volumen de copa (11.000 m<sup>3</sup>/ha), se aplicaron dos sistemas de riego y dos dosis de agua:

- **Sistemas de riego:** goteo superficial (**S**) y goteo subterráneo (**E**).

- Dosis anuales de agua de riego:

- 1.500 m<sup>3</sup>/ha, propuesta de C.H. Guadalquivir para sus concesiones administrativas en olivar en Andalucía (señalado con 15 a efectos de nomenclatura).

- 2.500 m<sup>3</sup>/ha (señalado con 30 a efectos de nomenclatura).

Se emplea un diseño estadístico en bloques al azar, con tres repeticiones por tratamiento. Tanto en el riego **S** como en **E** se utiliza una tubería de PE de 1,2 mm de espesor y 17 mm de diámetro, equipada con goteros autocompensantes de 2,3 l/h de caudal, integrados en la tubería (8 emisores por olivo). La distancia entre emisores en la tubería es de 1,0 m. En los tratamientos **E** la tubería emisora se enterró a 30 cm de profundidad en el centro de todas las calles, mientras que en el tratamiento **S** la tubería se dejó en superficie en una línea junto a los troncos de los árboles.

El olivar vegeta sobre un **suelo** profundo (> 140 cm) con textura franco-arcillosa, pH 8,2 y 19 % de CaCO<sub>3</sub>. Los niveles en nutrientes y materia orgánica pueden considerarse como normales. Capacidad de campo (humedad 1/3 atm) 23 %, punto de marchitamiento (-15 atm) 12 %. El agua utilizada para riego es de bastante buena calidad, procede de un pozo de unos 50 m de profundidad, y los parámetros químicos más significativos son los siguientes. Todos los tratamientos han recibido

dS/m		meq / l				ppm				
pH	CE	Ca	Mg	K	Na	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
7,4	0,54	2,23	1,74	0,09	1,31	3,05	1,18	1,15	2,55	

igual dosis de abonado, aplicándose por hectárea 120 kg de N, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 120 kg K<sub>2</sub>O anualmente.

El agua se aplicó de forma independiente en cada tratamiento de riego con control volumétrico mediante contadores tipo woltman. La aplicación diaria del agua se realiza de forma automática empleando un programador de riegos. La parcela está equipada con una estación agrometeorológica con senso-

res que permiten el control horario de temperaturas y pluviometría, lo que ha permitido el cálculo de ETo empleando la expresión de Hargreaves, que en el Valle del Guadalquivir permite estimaciones muy aceptables para periodos decenales o quincenales. Los valores de ETo y precipitación observados durante los años 2001 y 2002 se presentan en la figura 1. Los totales anuales fueron los siguientes:

Teniendo en cuenta trabajos anterior-

Año	ETo (mm)	P(mm)
2.000 - 01	1.449	685
2.001 - 02	1.439	463

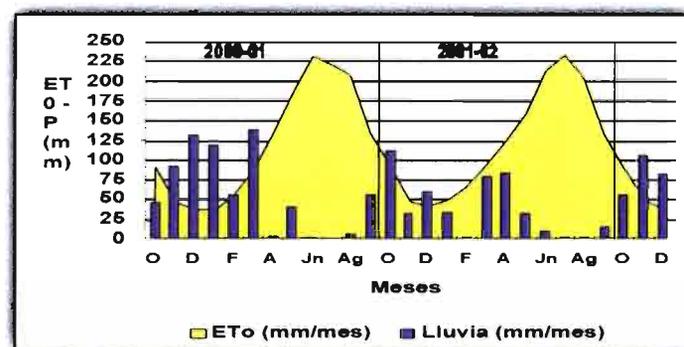


Figura 1. Valores de ETo y precipitaciones mensuales observadas en la finca Valdecastro (Linares - Jaén) durante las campañas 2000-01 y 2001-02

res de nuestro equipo de investigación y el tipo de suelo (buena capacidad de retención y gran profundidad), hemos programado el riego aplicando cantidades semanales de agua relativamente constantes a lo largo de la campaña (figura 2), desde abril a octubre (en la primera quincena de junio de 2002 hubo

una avería en el sistema). Tanto en riego superficial como en el subterráneo, en la dosis de agua de 1.500 m<sup>3</sup>/ha se regó 3 días a la semana (6 horas / día); mientras que en la dosis 2.500 m<sup>3</sup>/ha se regó seis días a la semana (5,5 horas/día).

Para evitar que las raíces del olivar afectaran a los emisores en el riego subterráneo se hicieron dos aplicaciones anuales de trifluralina a una dosis de

0,125 g/emisor en cada una de las aplicaciones.

En el año 2001, primero de ensayo, nos limitamos a aplicar las dosis de agua de riego, y a tratar de evaluar la adaptación del olivar al sistema de riego subterráneo, midiéndose en agosto y septiembre, una vez por mes, los potenciales de agua en hoja y se controlaron igualmente las producciones de aceitunas. En el segundo año, 2002, se han realizado diferentes controles: evolución estacional del peso fresco de los frutos y el potencial de agua en hoja antes del amanecer, la producción total de aceitunas y aceite árbol por árbol, determinándose las características de las aceitunas (rendimiento graso y peso medio del fruto).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el año 2001 tratamos de evaluar la **adaptación de los árboles al cambio de sistema de riego**, teniendo en cuenta que en los 4 años anteriores al comienzo del ensayo la plantación se había regado

empleando un sistema de riego por goteo en superficie. Para ello el día 17 de agosto de 2001 se midió el potencial de agua en hoja a diferentes horas del día, tratando de conocer el estado hídrico de los olivos. Sabemos que valores del potencial antes del amanecer ( $\psi_{pd}$ ) inferiores a -0,7 a -0,8 MPa indican que el árbol empieza a padecer estrés hídrico. Los datos obtenidos (tabla 1) muestran que el tratamiento **S-15** es el que está en un peor estado hídrico, no existiendo diferencias significativas entre los restantes tratamientos, que en aquel momento rozaban el límite del estrés hídrico según los valores de referencia anteriormente presentados. A mediodía se mantenían las diferencias entre tratamientos. La medición efectuada el día 6 de septiembre, antes de que se produjeran las lluvias otoñales, muestran idénticas tendencias entre dosis - sistemas de riego a las observadas en la anterior medición. Estos datos nos permiten afirmar que ya desde el primer año **los olivos se han adaptado bien al sistema de riego sub-**



**INSTRUCCIONES:** El Juego de **CLAAS** es más que un juego. Transciende a la vida misma. En nuestro camino de trabajo diario encontramos algunas dificultades; cómo elegir el producto más adecuado, buscar la fórmula de financiación más ventajosa, tener una atención personalizada y eficaz en caso de avería, recibir los recambios necesarios a tiempo y con la calidad adecuada, producir más y mejor en cada momento... Por eso **CLAAS** no sólo vende máquinas sino que se rodea de los proveedores de primera línea para ofrecer satisfacción en todas las necesidades de la recolección. El número de jugadores es ilimitado. Se juega con dos dados. Si en la primera tirada se consigue 5+4 se pasa a la casilla 53 y si la suma es 6+3 se pasa a la casilla 26. Cayendo en la casilla 6, el Puente, se pasa

a la casilla 19 perdiendo un turno. Igualmente se perderá un turno si se cae en la casilla 19. Al llegar a las casilla 26 ó 53 se vuelve a tirar y avanzar. Si se cae en el Pozo, casilla 31, hay que esperar hasta que caiga otro jugador. De la casilla 42, el Laberinto, se retrocede a la casilla 30. Cuando alguien caiga en la casilla 52, la Cárcel, debe esperar hasta que llegue otro jugador. La Muerte, casilla 58, nos hace volver a empezar. Pasando la casilla 60, sólo se juega con un dado. Para ganar el juego, hace falta entrar en la casilla 63 con los puntos justos, retrocediendo siempre los puntos sobrantes. Y lo mejor de todo, cayendo en las casillas **CLAAS**, 5, 9, 14, 18, 23, 27, 32, 36, 41, 45, 50, 54 ó 59 se saltará a la siguiente y volverá a tirar hasta caer en una diferente saltando con la frase:

¡DE **CLAAS** A **CLAAS** Y SIGO PORQUE CONSIGO MÁS!

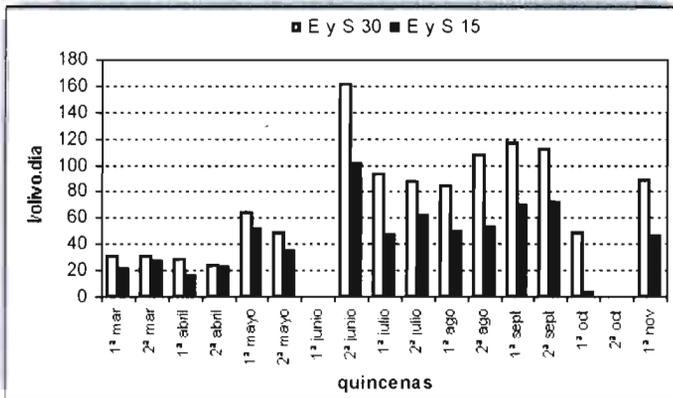
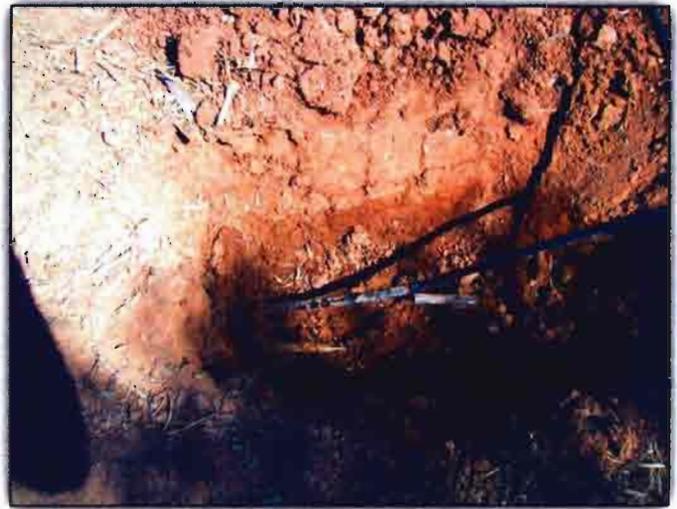


Figura 2: Volúmenes de agua de riego aplicados quincenalmente en cada uno de los tratamientos. Sistemas de riego: E = riego subterráneo; S = riego superficial. Dosis anual de agua de riego: 30 = 2.500 m<sup>3</sup>/ha; 15 = 1.500 m<sup>3</sup>/ha.



Detalle del enterrado de la tubería 5 meses después de realizada la instalación. Vemos como el agua de riego no llega a mojar la superficie del terreno, lo cual es fundamental en este sistema de riego.

**Tabla 1:** Valores del potencial de agua en hoja en observaciones realizadas los días 17-08 y 6-09 de 2001. Sistemas de riego: E = riego subterráneo; S = riego superficial. Dosis anual de agua de riego: 30 = 2.500 m<sup>3</sup>/ha; 15 = 1.500 m<sup>3</sup>/ha.

Sistema riego y Dosis de agua	Día y hora solar				
	17 - 08 - 2001				6 - 09 - 2001
	5 h antes amanecer	9 h 30 m	13 h mediodía	20h 30m anochece	5 h antes amanecer
S - 15	-1,28 a	-2,78 a	-3,08 a	-2,00 a	-1,39 a
S - 30	-0,86 b	-2,29 b	-2,56 b	-1,24 b	-0,94 b
E - 15	-0,85 b	-2,38 b	-2,68 b	-1,49 b	-1,03 b
E - 30	-0,82 b	-2,35 b	-2,52 b	-1,23 b	-0,88 b

Los valores de cada columna seguidos por letras diferentes difieren significativamente ( $p < 0,05$ ). Cada uno de los valores representa la media de ocho medidas.

terráneo, y que cuando se aplican dosis de agua muy deficitarias (1.500 m<sup>3</sup>/ha en este caso), el estado hídrico de los árboles es significativamente mejor en riego subterráneo que en el superficial. Más adelante trataremos de justificar la anterior afirmación. Cuando se aplicaron 2.500 m<sup>3</sup>/ha (cifra posiblemente cercana al óptimo en esta zona para este tipo de olivar), no se observaron diferencias en los potenciales entre ambos sistemas de riego.

El segundo de los objetivos del ensayo era evaluar a corto y largo plazo la influencia del sistema de riego y la dosis de agua sobre la producción de aceite del olivar. En los inviernos de 2001 y 2002 se hizo la recolección de las aceitunas, determinándose su rendimiento graso y el peso medio de los frutos, lo que permitió calcular la producción de aceite y el número de

aceitunas producidas por olivo, parámetro este que nos permite testar el estado de carga/descarga de los árboles y así poder evaluar realmente el efecto producido por los tratamientos

**Tabla 2:** Producciones de aceite obtenidas y número medio de aceitunas producido por olivo en los años 2.001 y 2.002 en los diferentes tratamientos. Sistemas de riego: E = riego subterráneo; S = riego superficial. Dosis anual de agua de riego: 30 = 2.500 m<sup>3</sup>/ha; 15 = 1.500 m<sup>3</sup>/ha.

Sistema y dosis	Producción aceite (kg/ol)			Número de frutos/olivo		
	2001	2002	2001-2002	2001	2002	2001-2002
E - 30	13,87 a	20,51 a	17,19 a	18.056 a	37.866 bc	27.961 a
S - 30	7,25 b	20,56 a	13,91 c	10.531 b	54.516 a	32.524 a
E - 15	13,25 a	19,72 a	16,48 ab	17.609 a	36.545 c	27.077 a
S - 15	11,96 a	17,56 a	14,76 bc	14.538 ab	45.045 b	29.791 a

Los valores de cada columna seguidos por letras diferentes difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) según es test de Duncan. Cada uno de los valores representa la media de tres repeticiones.

tivas, lo cual cuesta trabajo justificar de forma lógica y agronómica en el primer año de ensayo.

Aunque a nivel olivo como individuo puede llegar a existir una cierta compensación entre los dos componentes del rendimiento: número de frutos por planta y tamaño del fruto, que puede hacer posible que árboles con diferente número de aceitunas por olivo pueden llegar a producir una cosecha similar, la desproporción observada en este caso en el número de aceitunas de S-30 y el de los demás tratamientos ha impedido la referida compensación. Ello obliga a ser muy cautos a la hora de sacar conclusiones de estos datos tal y como se presentan en la mencionada tabla.

Tratando de salvar esta contingencia experimental nos hemos apoyado en el hecho de que en especies leñosas es habitual encontrar una correlación negativa entre el número de frutos por planta y el tamaño medio de estos frutos (figura 3), lo que en olivar ha sido igualmente constatado por diferentes autores, sugiriéndose que un desplazamiento hacia la derecha de la relación número de frutos por árbol-tamaño (para el mismo número de frutos por árbol se obtienen frutos de mayor peso) es indicativo de un aumento de la productividad global de una plantación sometida a un tratamiento (dosis de riego-sistema de aplicación) que ocasiona diferencias en el contenido de agua en el suelo.

Teniendo en cuenta que para la cosecha 2.002 disponíamos de datos de producción por olivo y de sus correspondientes pesos medios por aceituna y su rendimiento graso, hemos calculado

las regresiones entre el número de frutos por planta y el aceite producido por la aceituna, que mostramos en las figuras 4 y 5.

En la figura 4 (izquierda) vemos que cuando hemos regado con una dosis de agua de **2.500 m<sup>3</sup>/ha**, el sistema de **riego enterrado** parece aumentar la productividad global del olivo con respecto al **riego superficial** (diferencias no significativas), ya que para un determinado número de frutos cuajados por árbol, el sistema es capaz de producir frutos con mayor cantidad de aceite.

En la figura 4 (derecha) también comparamos ambos sistemas de riego, subterráneo y superficial, cuando se aplica una dosis anual de **1.500 m<sup>3</sup>/ha**. En este caso se observa igualmente que el riego enterrado ocasiona un desplazamiento de la mencionada curva a la derecha, diferencias significativas en este caso, por lo que cuando se aplica una dosis realmente deficitaria de agua (tal como veremos más adelante), el riego enterrado parece especialmente ventajoso con respecto al riego superficial.

Nos ha parecido también interesante comparar las regresiones calculadas para los tratamientos **E-15** y **S-30**, por el interés práctico que puede ello tener (figura 5). En este caso no se observan diferencias significativas entre ambos, además los rangos de número de frutos por olivo observados en ambos tratamientos son accidentalmente diferentes, por lo que en este caso podemos decir que el riego subterráneo con 1.500 m<sup>3</sup>/ha se ha mostrado con similar capacidad productiva que el riego superficial con 2.500

m<sup>3</sup>/ha, afirmación que también queda avalada por los datos mostrados en la tabla 2.

Tratando de validar los resultados presentados anteriormente, a lo largo del verano del año 2002, y en todos los tratamientos de riego, se realizaron medidas del potencial hídrico antes del amanecer ( $\psi_{pd}$ ). Los datos se presentan en la figura 6. Estos datos muestran que en todos los tratamientos los olivos han padecido un cierto grado de estrés hídrico en algún momento a lo largo del periodo verano-otoño del año, al haberse traspasado el valor umbral de  $-0,8$  MPa, observándose diferencias debidas a la dosis de agua aplicada, así como al sistema de riego utilizado.

Si observamos los resultados correspondientes al riego con 2.500 m<sup>3</sup>/ha (figura 6 izda), en el sistema con riego subterráneo los árboles han mantenido un estado hídrico mejor que los regados en superficie. Igual ocurre cuando comparamos ambos sistemas de riego para la dosis de 1.500 m<sup>3</sup>/ha, para la que las diferencias entre riego enterrado y superficial han resultado ser espectaculares a lo largo de todo el verano (figura 6 izquierda), lo que se ha traducido en diferencias significativas en la capacidad global de producción (figura 4 derecha) y en la pauta de crecimiento del fruto (figura 6 derecha). Llama la atención la recuperación del estado hídrico que se produce en todos los tratamientos durante el mes de septiembre. El hecho puede explicarse teniendo en cuenta que se ha aplicado un programa de rie-

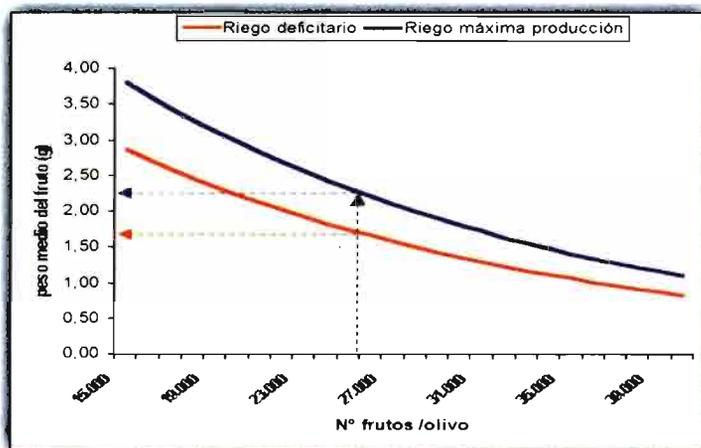


Figura 3: Modelo teórico de respuesta a diferentes aportaciones de agua de riego en árboles para producción de fruto



Cabezal de riego que permite aplicar el agua a las diferentes tesis que se comparan en este ensayo. Un programador de riego acciona las electroválvulas, lo que permite aplicar los turnos y el número de horas de riego de cada tratamiento. Los contadores certifican el volumen de agua aplicado. Además es posible aplicar los fertilizantes líquidos en función de un programa preestablecido.

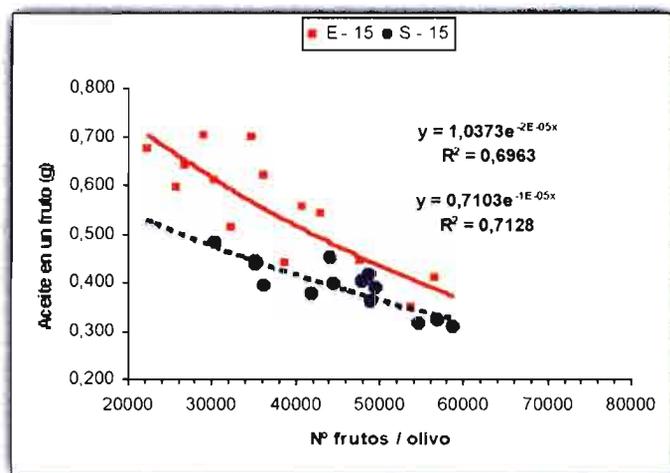
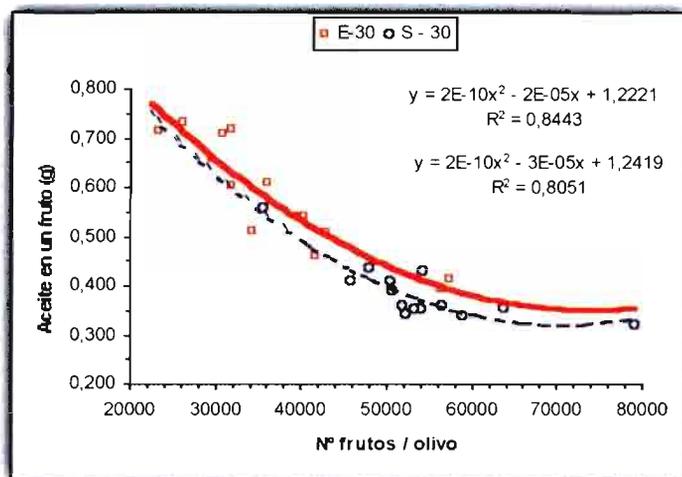


Figura 4: Relación entre el número de frutos por olivo y el aceite contenido en una aceituna (peso del fruto x rendimiento graso), para los diferentes tratamientos. Sistemas de riego: E = riego subterráneo; S = riego superficial. Dosis anual de agua de riego: 30 = 2.500 m³/ha. 15 = 1.500 m³/ha.

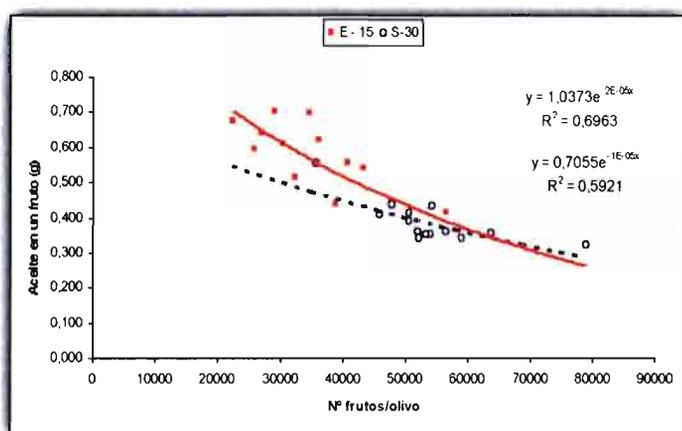


Figura 5: Relación entre el número de frutos por olivo y el aceite contenido en una aceituna (peso del fruto x rendimiento graso), para los tratamientos E-15 y S-30. Sistemas de riego: E = riego subterráneo; S = riego superficial. Dosis anual de agua de riego: 15 = 1.500 m³/ha; 30 = 2.500 m³/ha.

que aconsejó dar un riego no previsto inicialmente en el programa a todos los tratamientos (figura 2). Las lluvias de final de octubre y noviembre, como es normal, lograron la recuperación del estado hídrico en todos los tratamientos. Esta información adicional puede explicar los resultados mostrados en las figuras 4 a 6.

parcial deshidratación (arrugado) del fruto a partir del muestreo de final de octubre. Solamente el tratamiento **E-30** ha mantenido una velocidad de crecimiento regular a lo largo de la campaña. Los tratamientos **S-30** y **E-15** muestran una pauta de crecimiento similar.

Teniendo en cuenta que para una determinada dosis de agua aplicada los árboles con riego subterráneo se han mantenido hídricamente mejor que los regados con riego superficial (figura 6), podríamos interpretar este hecho como una mejora en la eficiencia del sistema de riego subterráneo sobre el superficial. Tratando de comprender las causas que pueden motivar estas diferencias debemos tener presente que la evaporación de agua desde los bulbos húmedos en un riego por goteo superficial y para un determinado valor de la ETo dependen cuantitativamente de la superficie total de suelo mojada por olivo y del intervalo de tiempo transcurrido entre riegos. Cuando se reduce a cero la superficie mojada, caso del riego subterráneo, puede llegar a reducirse drásticamente las pérdidas por evaporación, por lo que es lógico pensar que la cantidad de agua disponible para el olivo aumenta cuando se emplea un sistema de riego enterrado. Esta hipótesis queda avalada por el hecho de que el potencial de agua en hoja medido antes de amanecer (que nos evalúa indirectamente la reserva de agua en el perfil del suelo) es menos negativo, lo que nos indica que los árboles con subirrigación están disponiendo de una mayor cantidad de agua.

go en el que las cantidades aportadas semanalmente son similares a lo largo de la campaña, por lo que al reducirse en esta época la demanda evapotranspirativa (ETo), se produce una mejora en el estado hídrico de las plantas, en especial en los tratamientos en los que se riega con 1.500 m³/ha. Además, durante el mes de septiembre se produjo una lluvia de 17 mm que, aunque escasa, ayudó también a la recuperación del arbolado. El día 30 de septiembre, como estaba previsto se dio por finalizado el programa de riego, ello unido a la sequía prolongada en el período 15 septiembre – 15 octubre (poco frecuente en esta zona), hizo que los olivos manifestaran síntomas de estrés hídrico, arrugándose los frutos (los potenciales de los tratamientos S15, S30 y E15 se hicieron muy inferiores a los de E30), lo

La figura 6 (derecha) muestra igualmente la evolución del peso fresco del fruto en cada tratamiento de riego, para los árboles de cada tratamiento que mostraban un estado de carga similar (entre 42.000 y 49.000 aceitunas/olivo), prescindiendo de las parcelas que tuvieron un número de frutos por olivo muy diferente, razón por la que no se muestran las desviaciones estándar de los datos correspondientes. El riego enterrado y para cada fecha y dosis de agua aplicada proporciona frutos de mayor tamaño que el riego superficial. Estos datos están en total consonancia con los valores de  $\psi_{pd}$  observándose que en los momentos, especialmente en otoño, en los que los potenciales se hacen más negativos (mayor estrés hídrico), se produce una reducción de la velocidad de crecimiento de la aceituna, llegando incluso a una

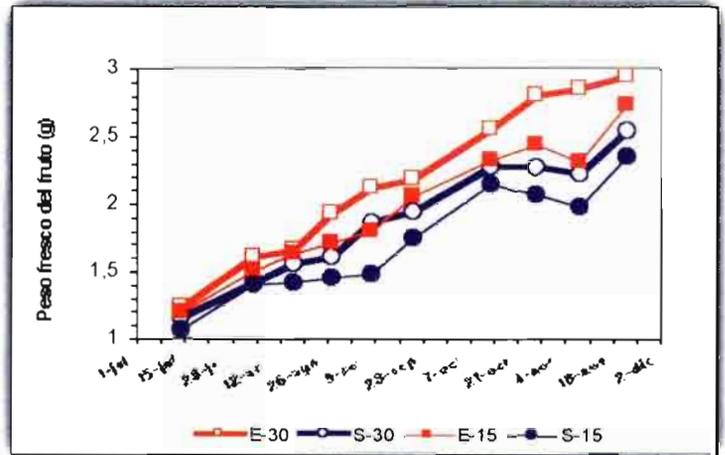
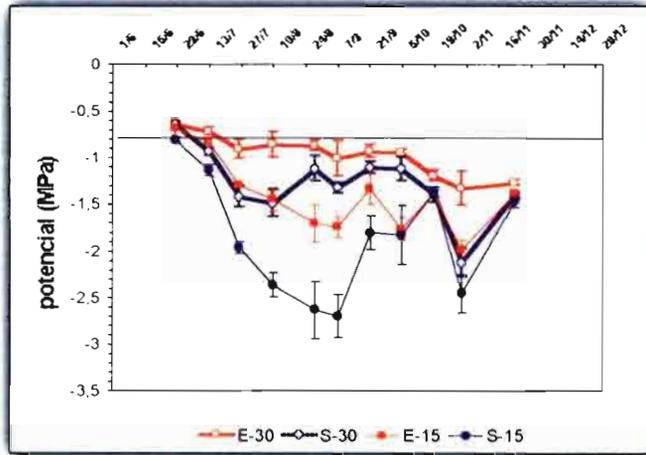


Figura 6: Evolución durante el periodo verano-otoño del año 2.002 de los potenciales de agua en hoja (media medidos antes del amanecer (izquierda) y evolución para dicho periodo del peso fresco del fruto para las repeticiones que tienen similar número de frutos por olivo (derecha). Sistemas de riego: E = riego subterráneo; S = riego superficial. Dosis anual de agua de riego: 15 = 1.500 m<sup>3</sup>/ha; 30 = 2.500 m<sup>3</sup>/ha. Las barras verticales indican la desviación estándar ( $\pm$ se).

## CONCLUSIONES

Aunque es pronto aún para sacar conclusiones definitivas, podríamos anticipar que los sistemas de riego por goteo subterráneo parecen más eficientes que los de riego superficial, aunque habrá que evaluar a largo plazo la problemática que plantean las instalaciones de riego subterráneo. A corto plazo los árboles se han adaptado pronto y bien al cambio de sistema de riego en superficie a un sistema de riego enterrado.

La evolución del potencial de agua en

hoja medido antes del amanecer junto con la del peso fresco del fruto nos han permitido comprender de la respuesta del olivar a los programas de riego aplicados durante la campaña de riego. Estos datos confirman el interés que el conocimiento de la evolución de ambos parámetros puede tener en el asesoramiento a regantes, ya que ello permitiría realizar modificaciones en la programación de riegos deficitarios a lo largo de la campaña. Para ello se deberá profundizar en la determinación de

los valores umbrales que condicionan la ralentización del crecimiento vegetativo y el del fruto.

Desde el punto de vista metodológico nos parece fundamental medir la producción de los árboles y su volumen de copa un año antes de aplicar los tratamientos diferenciales de riego, lo que evitará los problemas de interpretación de los resultados que se ha planteado en este experimento. También parece interesante considerar cada árbol de forma individual a la hora de realizar la toma de datos.

# ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA 1881



## ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA,

procedente de aceitunas cultivadas con técnicas de

## PRODUCCIÓN INTEGRADA

(Reglamento Específico, Orden de 12-8-97, de la Consejería de Agricultura y Pesca, B.O.J.A. n° 100 de 28-8-97).

### SAT 1941 "SANTA TERESA"

Ctra. Lantejuela, 1 (Apto. 27)

41640-OSUNA (Sevilla)

Teléf.: 954 81 09 50

Fax: 954 81 22 20

E-mail: ove 1881@teleline.es

<http://www.1881.es>