

Riego de olivar en Andalucía

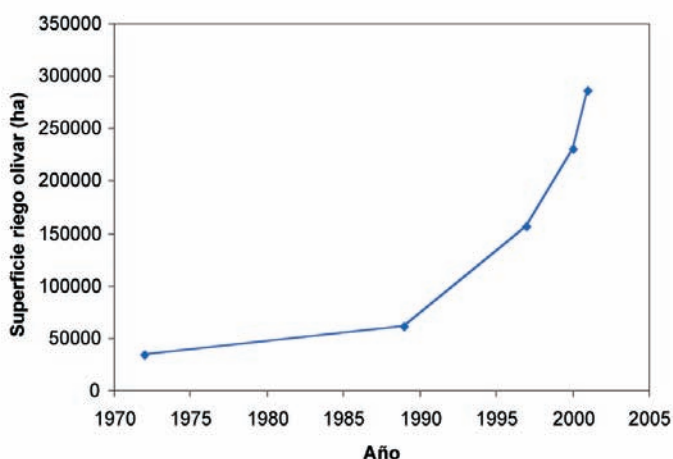
Situación actual de la investigación y transferencia

A partir de los años noventa se inicia la expansión del riego del olivar en Andalucía como consecuencia del gran periodo de sequía que se vivía en esos momentos.

El presente artículo realiza un repaso de los trabajos más representativos relativos al riego de olivar de los últimos años.

Javier Hidalgo Moya, Victorino Vega Macías y Juan Carlos Hidalgo Moya • IFAPA. Centro "Alameda del Obispo". Córdoba

Gráfico 1
Expansión del riego de olivar en Andalucía.



Introducción

La expansión del riego de olivar se ha producido en muy pocos años (**Gráfico 1**), motivada fundamentalmente por la excelente respuesta que tiene el cultivo al riego, incluso con dosis deficitarias. Actualmente es el cultivo con mayor superficie regada en Andalucía con 286.000 ha en el año 2001 (Instituto Andaluz de Estadística, 2003).

La mayoría de las instalaciones de riego de olivar son

sistemas localizados (principalmente goteo, y algo de microaspersión), lo que supone un ahorro considerable de agua, debido a que la eficiencia y la uniformidad es mayor que en riego por superficie o aspersión, aunque los costes de instalación también se incrementan notablemente.

En un estudio realizado por la cátedra de Hidráulica del Departamento de Agronomía de la Universidad de Córdoba en el año 1995 en diferentes comarcas oliveras de la provincia de Jaén (Roldán et al, 1995), ya se pusieron de manifiesto las características de los riegos de olivar de la zona. En el **Gráfico 2** se presentan datos de distribución de sistemas de riego en la comarca de La Loma, que con 40.000 ha regadas en aquel momento, se trataba de la zona con mayor superficie de olivar regado de Andalucía.

Como se puede ver el 86% correspondía a riego localizado, y sólo un 11% a riego por superficie, tratándose estos últimos de olivares ubicados en las zonas regables con concesiones de riego tradicionales (dotaciones superiores a 6.000 m³/ha). Hoy en día la mayoría han realizado transformaciones a sistemas localizados.



Gráfico 2
Distribución de los sistemas de riego utilizados en olivar en la comarca de La Loma, sobre una superficie total de 40.000 ha regadas. (Roldán et al, 1995).

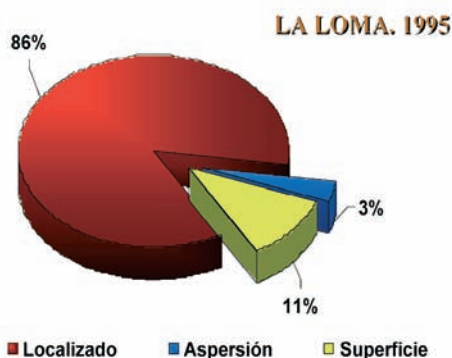
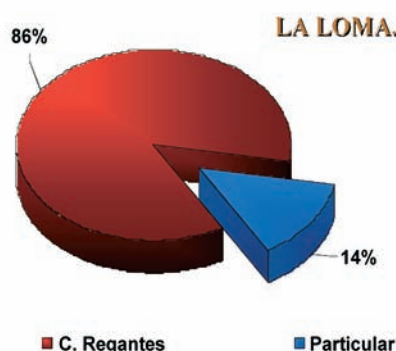


Gráfico 3
Distribución del grado de asociacionismo en olivar regado en la comarca de La Loma, sobre una superficie total de 40.000 ha regadas. (Roldán et al, 1995).





Instalación de tubería con gotero integrado para riego subterráneo en campo de ensayo de Valdecastro (Linares, Jaén).

coexisten diferentes marcos de plantación y/o plantaciones adultas junto a jóvenes.

La discriminación horaria de la tarifa eléctrica también influye en las horas de riego disponibles. Bajo estas condiciones una parte importante de las Comunidades tienen que recurrir a planteamientos de riego deficitario.

Todas estas características de los regadíos de olivar, unido a las dotaciones asignadas en las concesiones administrativas (1.500 m³/ha) por el Organismo Gestor de la Cuenca (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir) han condicionado la investigación realizada en riego de olivar en Andalucía.

Situación de la investigación de riego de olivar

En el año 1992, el Centro de Investigación y Formación Agraria (CIFA-Córdoba), actual IFAPA, inició unos ensayos de riego localizado en una plantación tradicional adulta, con el fin de poder dar respuestas rápidas a la situación de incertidumbre que se estaba creando en aquel momento, inicio de la expansión del riego en la zona. En aquel momento de gran sequía no se tenía nada claro cuánto, cuándo y cómo regar, tan sólo se sabía que el riego era fundamental para salvar las cosechas en condiciones de sequía extrema.

En la actualidad se dispone de información suficiente como para dar respuestas a esas preguntas. Se han determinado las necesidades del olivar y se ha puesto en práctica el manejo de riegos deficitarios. El riego subterráneo como técnica que puede llevar al ahorro de agua también se ha estudiado en estos años y recientemente se han iniciado ensayos sobre la influencia del riego deficitario en la producción y tamaño de la aceituna de mesa.

En los sistemas de riego localizado los fertilizantes se deben aportar junto al agua de riego. Este equipo de investigación también ha puesto en marcha diversos ensayos de fertirrigación.

Toda la información generada ha dado lugar a la elaboración de un programa informático donde se puede calcular el riego y la fertirrigación del olivar según las características de la plantación y la disponibilidad de agua.

A continuación se hace un repaso de los trabajos más representativos relativos al riego de olivar de los últimos años.



Olivar intensivo en riego

Otra característica que cabe destacar de este estudio es el grado de asociacionismo existente en la comarca (**Gráfico 3**), donde el 86% de la superficie regada se encontraba agrupada en Comunidades de Regantes, coexistiendo pequeños y grandes propietarios. Gracias a ello se ha podido afrontar la transformación a riego de muchos olivares, que hubiese sido imposible realizar de manera aislada.

Sin embargo, la agrupación en Comunidades de Regantes presenta una serie de desventajas desde el punto de vista de la programación del riego. La filosofía del diseño de la mayoría de Comunidades fue: dar el mismo caudal nominal por olivo, hacer varios sectores para abaratar costes de inversión y regar por turnos. Este planteamiento es interesante cuando el olivar a regar es uniforme, pero plantea problemas cuando en la Comunidad de Regantes

La expansión del riego de olivar se ha producido en muy pocos años motivada fundamentalmente por la excelente respuesta que tiene el cultivo al riego, incluso con dosis deficitarias

Estación meteorológica automática, cuyos datos se utilizan para la programación de riegos



Ensayo de dosis de riego en plantación tradicional

Este primer ensayo, que tuvo una duración de siete años, se localizó en un olivar de la finca Los Robledos en Santisteban del Puerto (Jaén) de la variedad cv Picual de más de 100 años de edad, con una densidad de plantación de 80 olivos/ha y tres pies y un volumen de copa en su inicio de 8.000 m³/ha, que al final del ensayo llegó a cerca de 12.000 m³/ha.

Los tratamientos repartidos en bloques al azar con cuatro repeticiones fueron los siguientes:

- Secano: testigo no regado.
- ETC_{max}: riego para cubrir las máximas necesidades, calculado a partir del balance hídrico realizado quincenalmente siguiendo el método marcado en el manual nº 24 de la FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977). Los datos climáticos se obtuvieron de una estación meteorológica automática del Servicio de Alerta de Sanidad Vegetal, y el programa de riego se calculaba sin tener en cuenta la reserva de agua en el suelo. Las dotaciones anuales según este método de programación son variables en función de la ETC y de la pluviometría.
- 80 l/día: se trata de un riego con cantidades constantes desde el mes de abril hasta finales de octubre que totaliza 1.500 m³/ha. Para la densidad del marco de plantación del ensayo (80 ol/ha), equivale a una dosis diaria de 80 l/olivo, que dio nombre inicialmente al tratamiento, pero que puede crear confusión en el agricultor, ya que

la dosis equivalente diaria cambiaría al variar el marco de plantación. Por ello, preferimos denominar al tratamiento 1.500.

- 120 l/día: al igual que el anterior se trata de un riego con cantidades fijas desde marzo a octubre que totaliza 2.000 m³/ha y que para el marco de plantación del ensayo equivale a 120 l/olivo y día.

Como se puede observar en el **Gráfico 4**, el planteamiento de los tratamientos deficitarios con cantidades fijas todos los meses se hizo así para que pudiesen ser manejados fácilmente por las Comunidades de Regantes, dada la facilidad que entraña el hecho de regar con cantidades fijas mensuales.

En la **Tabla 1** se presentan los resultados productivos obtenidos como media de siete años de estudio.

La primera conclusión que se puede extraer de estos datos es que la producción se incrementa notablemente cuando se pone en riego la plantación. Incluso con la menor dosis (1.500 m³/ha) tanto la producción de aceituna como la de aceite llega a duplicarse con respecto al secano.

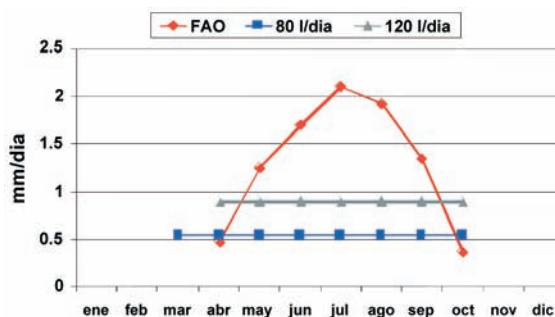
Tabla 1

Resultados productivos del ensayo de dosis de riego. Finca Los Robledos (Santisteban del Puerto, Jaén). Años 1992-1999

Tratamiento	Dosis (m ³ /ha)	Prod. Aceituna (kg/ha)	Nº Frutos (miles)	Rdto. graso	Prod. Aceite (kg/ha)
Etcmax	3.200	8.688 a	33 a	22.2	1.931 a
120 l/ol	2.000	8.856 a	35 a	22.0	1.950 a
80 l/ol	1.500	8.048 a	31 a	22.0	1.771 a
Secano	0	4.128 b	21 b	20.2	835 b

Gráfico 4

Distribución de las dosis aplicadas en cada tratamiento de riego en el ensayo de la finca Los Robledos (Santisteban del Puerto, Jaén).



Olivos +100 años. Variedad Picual
Densidad 80 olivos/ha
Duración ensayo 7 años (1992-1999)

También se puede observar que la cosecha del tratamiento para máxima producción ($ET_{c_{max}}$), utilizado como control, es similar a la obtenida con los riegos considerados "a priori" deficitarios. La explicación puede encontrarse en que tanto el tratamiento de 2.000 m³/ha como el de 1.500 m³/ha obtienen el agua para completar las necesidades de la reserva de agua que el suelo acumula durante las lluvias de invierno (**Gráfico 4**). También es importante la adaptación del cultivo al déficit, que permite cierto grado de estrés hídrico sin afectar la producción. Datos de potencial hídrico no presentados (Pastor *et al*, 1999).

El rendimiento graso de los tratamientos regados es el mismo, pero se reduce en el secano. Ello es debido a que el ciclo de los olivos no regados se ve influenciado por el déficit hídrico continuado al que se ven sometidos en los años secos, afectando a la formación de aceite.

En años húmedos, cuando la formación de aceite en el secano se puede completar satisfactoriamente, el rendimiento graso puede ser superior al de los olivos regados, porque estos últimos presentan mayor contenido de agua en el fruto.



Ensayo de puntos de goteo

También en la finca Los Robledos en Santisteban del Puerto (Jaén) se planteó un ensayo de puntos de goteo durante cuatro años (1994-1998). Los tratamientos consistieron en 2, 3, 4, 6 y 8 puntos de goteo. Esto se consiguió combinando goteros de 2, 4 y 8 l/h. Todos los tratamientos regaban con el mismo caudal nominal (16 l/h) y las mismas horas de riego.

En los años húmedos no se obtuvieron diferencias entre tratamientos, pero en los años donde la pluviometría fue más baja (**Gráfico 5**), las diferencias productivas fueron apreciables, aunque no significativas, siendo de hasta 12 kg/olivo de aceituna entre los tratamientos con dos y ocho puntos de goteo.

Ensayo de dosis de riego en plantación tradicional e intensiva

En el año 1995, el CIFA-Córdoba en colaboración con el Instituto de Agricultura Sostenible planteó dos nuevos ensayos de dosis de riego en olivar, uno en plantación tradicional y otro en plantación intensiva adulta. La duración de los ensayos fue de ocho años. En los trabajos colaboraron financieramente la Junta Central de Regantes y Usuarios Cuenca Alta del Guadalquivir, ASAJA y la Caja Rural de Jaén.

La plantación tradicional se localizó en la finca La Loma en el término municipal de Jodar (Jaén), tratándose de un olivar de la variedad cv Picual, con una densidad de plantación de 64 ol/ha, una edad superior a 100 años y tres-cuatro pies. La plantación intensiva se localizó en la finca Pichilín en el término municipal de Ubeda (Jaén), siendo un olivar de la variedad cv Picual, con 204 ol/ha a un pie y más de 25 años de edad al comienzo del ensayo.

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

- $ET_{c_{max}}$: riego para máxima producción, siguiendo el método del balance de agua propuesto por la FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977). Las dotaciones variaron según la ET_c y la precipitación anual (**Tabla 2**).
- 1500-l (2500-l): riego con cantidades mensuales constantes desde marzo a octubre, con aportación anual de 1.500 m³/ha en la plantación tradicional y 2.500 m³/ha en la intensiva.
- 1500-l (2500-l): riego desde 15 de septiembre a 15 de abril más un riego de apoyo en verano, con aportación anual de 1.500 m³/ha en la plantación tradicional y 2.500 m³/ha en la intensiva, siguiendo la estrategia propuesta por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir en sus nuevas concesiones para olivar. Durante los meses de diciembre y enero, coincidiendo con la recolección, no se riega.

Componentes de un gotero autocompensante, muy utilizado en riego de olivar

Gráfico 5

Producción de aceituna expresada en kg/olivo en el ensayo de puntos de goteo para los años 1994 y 1995 (secos) en la finca Los Robledos (Santisteban del Puerto, Jaén).



Tabla 2

Aporte de agua según el tratamiento para máximas necesidades en los ensayos de La Loma y Pichilín.

Finca	Riego Máximas Necesidades Media (m ³ /ha)	Máximo (m ³ /ha) Año	Mínimo (m ³ /ha) Año
La Loma (Tradicional)	3.113	4.356 (año 2000)	1.839 (año 1998)
Pichilín (intensiva)	4.290	5.907 (año 2000)	2.489 (año 1998)

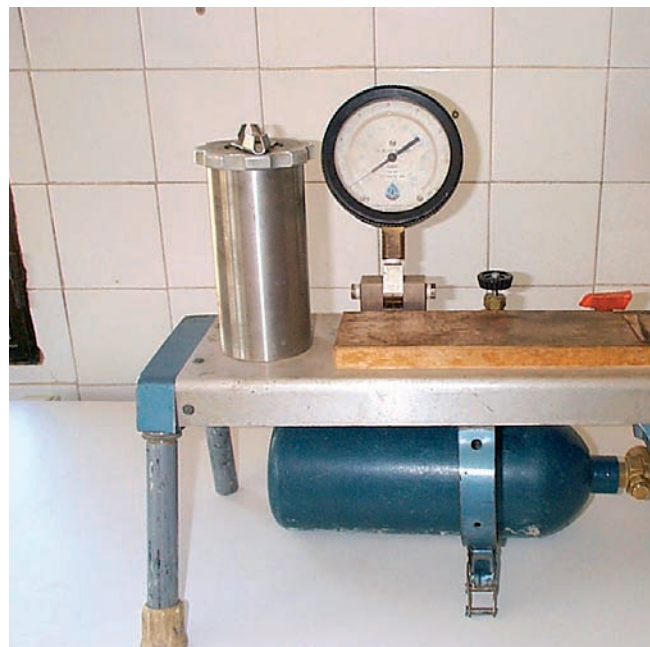
- 750 (1250): riego muy deficitario con aportación anual de 750 m³/ha en la plantación tradicional y 1.250 m³/ha en la intensiva, riego en forma discontinua en primavera y otoño.

- Secano: no recibe ninguna aportación de agua de riego. A la vista de los resultados (**Gráfico 6**), se observa en primer lugar que la plantación intensiva presenta una producción muy superior a la de la plantación tradicional en todos los tratamientos, lo cual demuestra el mayor potencial productivo de estas plantaciones, hecho sabido pero no siempre reconocido por algunos olivereros.

En los dos ensayos se produce un incremento muy importante de la producción con cualquiera de los tratamientos de riego con respecto al cultivo en secano. Los rendimientos grasos en regadío han sido igualmente superiores a los del secano, especialmente en los años más secos. Datos no presentados (Girona et al, 2005).

Existe una relación directa entre la producción y la cantidad de agua aplicada con el riego. Con el tratamiento para máxima producción ETC_{max} se han obtenido las mayores producciones en ambas plantaciones, pero la cantidad de agua aplicada es muy grande y en la mayoría de las situaciones reales no se dispone de esas dotaciones de agua. Además las instalaciones de riego existentes se han diseñado de modo que no permiten poder aplicar estas dotaciones, como se comentó en la introducción.

El hecho de aplicar la mayoría del agua de riego en otoño-primavera más un riego de apoyo en verano (2500-l Pichilín ó 1500-l La Loma) no parece producir peores resultados productivos que la alternativa de repartir el riego de una forma uniforme a lo largo de toda la campaña de riegos (2500-l Pichilín ó 1500-l La Loma). Esta estrategia



Bomba de presión utilizada para medir el potencial hídrico, uno de los mejores indicadores de estrés hídrico

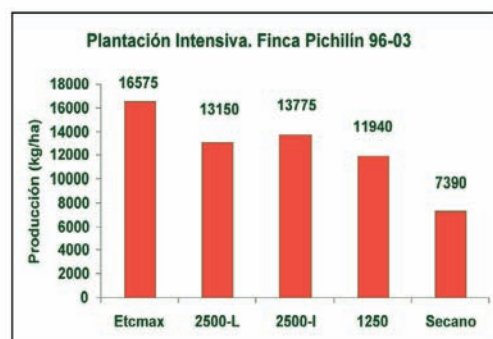
de riego solamente es aceptable en casos donde a una pluviometría anual aceptable se una el hecho de que el cultivo se realice en suelos profundos y con adecuada capacidad de retención de agua, como es el caso de los suelos en que se realizaron los ensayos. No es apta para suelos con problemas de encharcamiento y en plantaciones jóvenes puesto que retrasaría el crecimiento (Pastor et al, 2005). Sin embargo, puede tener una importancia agronómica grande, ya que permitiría regar una gran superficie de olivar en momentos en los que el agua no se necesita para otros cultivos cuando por los ríos circulan aguas no reguladas.

El riego muy deficitario (750 La Loma ó 1.250 Pichilín) ha permitido igualmente aumentar de forma significativa la producción con respecto al secano.

Tratando de evaluar la rentabilidad del agua aplicada definimos como eficiencia del agua aportada al incre-

Gráfico 6

Producción media expresada en kg de aceituna/ha en los diferentes tratamientos de riego. Plantación tradicional, finca La Loma y plantación intensiva, finca Pichilín. Media de ocho años, 1996-2003.





mento de la cantidad de aceite producido, con relación al cultivo en secano, por cada metro cúbico de agua aplicado (**Gráfico 7**).

La eficiencia del agua de riego es superior en la plantación intensiva, llegando a ser casi el doble que en la plantación tradicional, lo que significa que la rentabilidad es también mayor. La eficiencia del agua de riego aumenta cuando las dosis se reducen.

Teniendo en cuenta los datos anteriores, en condiciones de escasez de agua, como ocurre en la cuenca del Guadalquivir, a nivel regional parece razonable reducir las dotaciones de agua de riego aplicadas por hectárea, lo que permitirá satisfacer a un gran número de oliveros, incrementar la superficie regada y la producción regional, así como el empleo de mano de obra, por lo que la decisión

que ha adoptado la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, repartir el agua disponible en una gran superficie, nos parece agronómica y políticamente muy acertada.

Ensayo de riego subterráneo

En el año 2001 el CIFA de Córdoba planteó dos ensayos de riego subterráneo en colaboración con las empresas Regaber-Netafim y Agrometzer SA en las fincas Valdecastro en Linares (Jaén) y Casillas en Córdoba respectivamente. En ambos casos son plantaciones intensivas adultas a un pie de la variedad Picual, con marcos de 8 x 8 para Valdecastro y 6 x 6 para Casillas.

La duración de los ensayos fue de cuatro años, donde se compararon dos dosis de riego de 2.500 m³/ha y 1.500 m³/ha con riego superficial y enterrado.

A la vista de los resultados (**Tabla 3**) podemos indicar que no existen diferencias entre tratamientos, tanto en la

Tabla 3

Producción media de aceituna y aceite en los ensayos de riego subterráneo en las fincas Valdecastro y Casillas. Años 2001-2004.

Tratamiento	Dosis (m ³ /ha)	Valdecastro		Casillas	
		Prod. Aceituna (kg/olivo)	Prod. Aceite (kg/olivo)	Producción Aceitunas (kg/olivo)	Prod. Aceite (kg/olivo)
Subterráneo	2.500	82,7 a	16,2 a	50,6 a	8,52 a
Superficial	2.500	76,6 a	14,5 a	54,8 a	8,97 a
Subterráneo	1.500	72,8 a	15,6 a	50,1 a	8,64 a
Superficial	1.500	69,6 a	14,8 a	52,6 a	9,19 a



Vista General de olivar en la comarca de La Loma (Jaén)

dosis de riego como en el sistema, por lo que se deduce que posiblemente con las dosis aplicadas no se ha causado el suficiente grado de estrés hídrico para influir en la producción final, aunque se observan tendencias, especialmente en el ensayo de Valdecastro. Las medidas de potencial hídrico antes de amanecer (datos no mostrados) corroboran esta teoría. Al tratarse de suelos profundos y con alta capacidad de retención de agua, han sido capaces de almacenar suficiente cantidad de agua de lluvia para que el estrés no llegue a afectar a la producción.

Según los modelos de cálculo la evaporación desde los goteros para las condiciones del ensayo suponen entre 35 y 40 mm/año (350-400 m³/ha y año) (Pastor, 2005), por lo que supone un aumento de la disponibilidad de agua en el riego subterráneo, lo cual coincide con los resultados de experimentos similares realizados en cítricos (Montaña y Legaz, 2003) y almendro (Botia *et al*, 2002, citado por Montaña y Legaz, 2003).

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. La adaptación de los olivos al riego subterráneo es rápida. En suelos con peores condiciones que en los ensayos es posible una mejor respuesta al riego enterrado.

Situación actual de la transferencia de conocimientos al agricultor

La información generada en estos años de investigación es de gran utilidad, pero como ocurre en muchas ocasiones, se corre el riesgo que ésta no llegue a los agricultores.

Gráfico 7

Eficiencia del agua de riego, expresada como incremento de producción en kilogramos de aceite con respecto al secano, por cada metro cúbico de agua aplicado en la plantación tradicional, finca La Loma y la plantación intensiva, finca Pichilín.

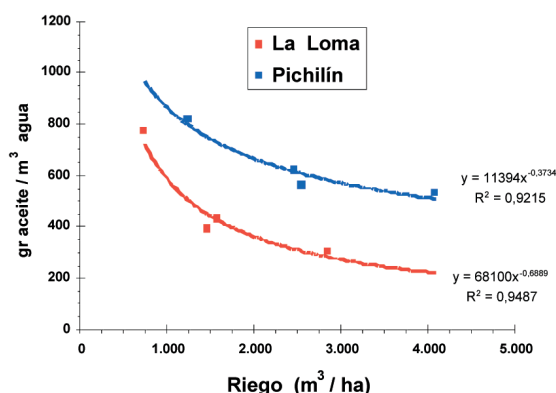
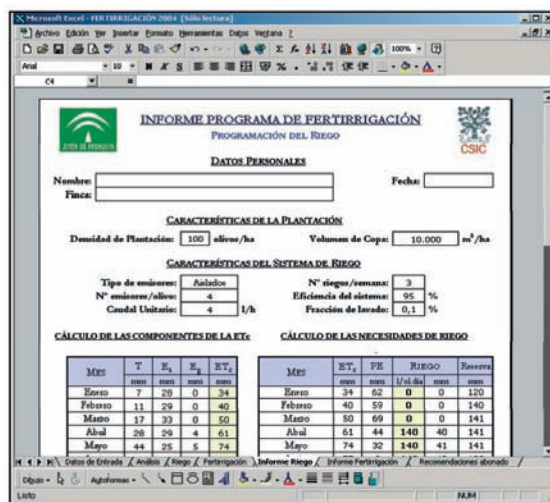
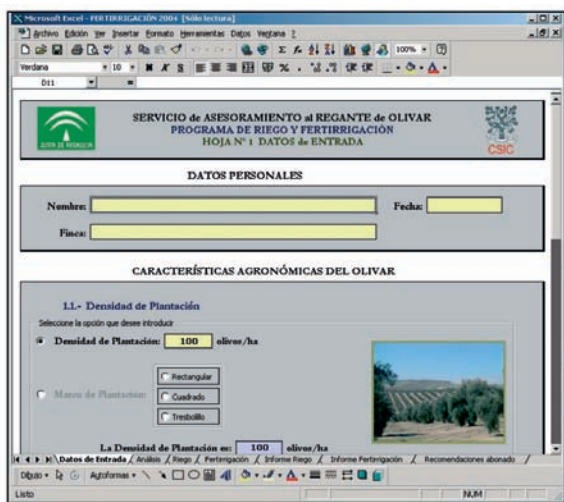


Gráfico 8

Diferentes partes del programa informático para cálculo de programación de riego y fertilización del olivar.



La Caja Rural de Jaén en colaboración con el CIFA de Córdoba planteó en el 2001 la creación de un Servicio de Asesoramiento al Regante de Olivar para poder transferir la técnica del riego a los olivereros. Además de diferentes jornadas de divulgación con afluencia masiva, el SAR-Olivar se dotó de una oficina para atender a las Comunidades de Regantes y particulares. También se editaron unas Hojas Técnicas con recomendaciones generales de riego y artículos relacionados con el cultivo que tuvieron gran difusión en la zona. Este Servicio se mantuvo hasta final del año 2003.

Actualmente el IFAPA a través de su proyecto TRANSFORMA de riego se encarga del Servicio de Asesoramiento al Regante, elaborando recomendaciones de riego y atendiendo a Comunidades de Regantes de Andalucía y los Servicios de Asesoramiento Local creados al amparo del Decreto 236 de Regadíos, Orden 18 de enero de 2002.

Se ha creado un programa informático (**Gráfico 8**) donde se puede calcular el riego y la fertirrigación de un olivar si se dispone de unos datos mínimos de la plantación, del sistema de riego y de la dotación de agua. El programa también necesita datos climáticos básicos como la precipitación y la evapotranspiración del cultivo, que se pueden obtener de la Red de Información Agroclimática del IFAPA (RIA). Esta Red cuenta actualmente con 94 estaciones meteorológicas automáticas, que diariamente descargan los referidos datos climáticos en la página web del IFAPA (www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa/ifapa/).

Este programa está siendo utilizado por diferentes técnicos y olivereros con gran resultado. Se distribuye a través del libro "El Cultivo del Olivar en Riego Localizado", de Miguel Pastor, coeditado por Mundiprensa y la Junta de Andalucía. También pueden conseguirlo a través del Servicio de Asesoramiento al Regante: sar.ifapa@juntadeandalucia.es

Agradecimientos

Sirva de homenaje a Miguel Pastor Muñoz-Cobo, maestro y amigo, que nos transmitió su pasión por el olivo.

Cuando salíamos con él al campo había dos cosas seguras: la primera que íbamos a aprender algo nuevo y la segunda que estaríamos en el campo, por lo menos hasta el anochecer. Ha sido el responsable del equipo de riego y ha dirigido todos los ensayos que se han comentado en el texto, cuyo impacto sobre la olivicultura es patente.

Agradecer a todos los agricultores que nos cedieron sus fincas para poder llevar a cabo los ensayos: José Ramón Blanco, Bartolomé Martínez y Hnos., José María Pastor, Antonia Sanz, Ana Sanz y Hnos. Pastor.

Y por último a las entidades tanto públicas como privadas que han colaborado económicamente en los diferentes ensayos citadas a lo largo del artículo.

Bibliografía

Instituto Andaluz de Estadística, 2003. Anuario Estadístico de Andalucía 2003.
 Doorenbos, J.; Pruitt, W.O., 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje nº 24, Roma.
 Girona, J.; Hidalgo, J.; Pastor, M., 2005. Riego deficitario controlado. Cap 6 en: El Cultivo del olivo en riego localizado. Editor: Miguel Pastor. Mundiprensa-Junta de Andalucía.
 Montaña, C.; Legaz, F.; 2003. Comportamiento agronómico del riego deficitario a goteo superficial y subterráneo en cítricos. Actas del 1º Congreso Iberoamericano de Nutrición Vegetal. Barcelona. 96-108.
 Pastor, M.; Castro, J.; Mariscal, M.J.; Orgaz, F.; Vega, V.; Fereres, V.; Hidalgo, J., 1999. Respuesta del olivar tradicional a diferentes estrategias y dosis de agua de riego. Investigación Agraria: Prod. Prot. Veg., 14(3):175-186.
 Pastor, M.; Hidalgo, J.; Hidalgo, J.C.; Vega, V., 2005. Riego subterráneo y su aplicación al olivar. En VI Simposio del Agua en Andalucía. SIAGA. ITGME pp: 679-692.
 Roldán, J.; Rojas, R.; Romero, A.; Hidalgo, J., 1995. El riego de olivar en la provincia de Jaén. Metodología para el establecimiento de un inventario de riegos.