

Riego del olivar en la comarca de La Loma (Jaén)

Múltiples problemas obligan a plantear nuevas estrategias de riego

La Loma es una de las nueve comarcas en que se divide la provincia de Jaén. En el presente artículo se comentan los problemas del riego del olivar y las posibles soluciones.

● **MIGUEL PASTOR***. **JAVIER HIDALGO****. **VICTORINO VEGA***

España es el primer productor mundial de aceite de oliva, con una cuota del 34% de la media mundial y el 45% de la Unión Europea. En Andalucía se obtiene aproximadamente el 75% del aceite español, contando con casi el 60% de la superficie olivarera, unas 1.311.000 ha en 1994, aunque en la actualidad esta superficie puede ser ya superior, siendo Jaén (40%) y Córdoba (24%) las provincias más olivareras. De este olivar, 118.000 ha son de regadío, con una tendencia a incrementarse aún más la superficie regada. El sector olivarero tiene una gran importancia en la economía de Andalucía, representando aproximadamente el 20% de la Producción Final Agrícola de nuestra región.

El olivo es un árbol típico de clima mediterráneo, bastante tolerante a la sequía, por lo que tradicionalmente se ha cultivado en condiciones de secano. Sin embargo, es evidente que su producción aumenta considerablemente cuando recibe aportaciones de agua complementarias a la lluvia, especialmente en zonas y años de baja pluviometría. Este hecho, unido a la sequía padecida en el primer quinquenio de los 90, ha llevado a un incremento espectacular de la superficie de olivar regado en la provincia de Jaén. Por otro lado el olivo, frente a otros cultivos alter-



Panorámica de olivar tradicional de riego en Canena (zona más occidental de la comarca). En la parte superior derecha de la fotografía se aprecia la balsa de regulación de riego de gran dimensión, muy frecuente en la comarca.

nativos, permite un máximo beneficio marginal del agua, así como un máximo beneficio social, siendo un cultivo que genera un gran empleo de mano de obra.

El incremento de la superficie regada de olivar ha llevado a un conflicto de intereses por el uso del agua con respecto a otros cultivos y otros usos distintos al riego, debido a la escasez de recursos hídricos en la región, lo que supone un gran problema para el Organismo Regulador de la Cuenca (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir). Debido a ello, la iniciativa privada ha buscado en el aprovechamiento de las aguas subterráneas profundas el medio para satisfacer sus necesidades de agua.

La C.H.G., tratando de satisfacer la demanda de los olivares, ha propuesto para las concesiones de olivar el riego utilizando aguas superficiales de escorrentía en el período 15 septiembre-15 abril, con un riego de apoyo en verano, si se dispone de estanque de regulación. Evidentemente, tal como veremos mas adelante, no es ésta la solución ideal.

Descripción de la comarca de La Loma

La comarca de La Loma es una de las nueve en las que se divide la provincia de Jaén. Está situada en el centro de la misma y está delimitada por los ríos Guadalimar (Norte y Oeste) y Guadalquivir (Sur). Su parte suroriental queda delimitada por la Sierra de Cazorla-Las Villas. Los municipios olivareros son los siguientes: Villanueva del Arzobispo, Iznatoraf, Villacarrillo, Torreperogil, Sabiote, Ubeda, Baeza, Begíjar, Lupión, Ibros, Rus y Canena.

Posee una extensión total de 104.375 ha, lo que representa el 7,7% del total de la provincia. Se trata de una comarca con una gran tradición olivarera, con clara tendencia al monocultivo, y donde la superficie de olivar regado ha crecido de forma espectacular.

La topografía dominante en la parte norte y central es ladera y cerro testigo con una altitud media entre 400 y 700 m, siendo la parte sur suavemente ondulada.

La comarca es relativamente homogé-

* Departamento de Olivicultura. Consejería de Agricultura y Pesca. Córdoba

** Junta Central de Regantes y Usuarios Cuenca Alta del Guadalquivir. Baeza

nea en cuanto a suelo se refiere, predominando los Regosoles calcáricos (*Xerorthent típico*), los Vertisoles crómicos (*Chromoxerent éntico*) y los Cambisoles cálcicos (*Xerochrept calcixerólico*). En general se trata de terrenos bastante calizos con pH próximos a 8, franco-arcillosos, con bajo contenido en materia orgánica y ricos en P y K.

Desde el punto de vista del riego hay que destacar que estos suelos suelen tener una elevada capacidad de retención de agua, con valores medios de agua útil del 15%. Teniendo en cuenta una profundidad de 1 m y una densidad aparente de 1,5 t/m³, estos suelos pueden acumular unos 225 mm de agua disponible para el cultivo, lo que supone una aportación importante sobre las necesidades totales óptimas del cultivo.

La pluviometría media de la zona es de unos 500 mm, si bien la sequía del primer quinquenio de los años 90 ha hecho descender sensiblemente la media de la zona. La pluviometría es muy irregular, oscilando entre los 363 mm en el año 1993 y los 801 mm en 1996. Para el período de 16 años considerado, en 9 años la pluviometría total no ha alcanzado la media, mientras que solamente en 2 años (1984 y 1996) se han rebasado los 600 mm. Por lo que respecta a la distribución mensual de las precipitaciones, la tendencia corresponde al clima típicamente mediterráneo, produciéndose casi el 70% de la lluvia total anual en el período octubre-marzo, con un período muy seco que abarca desde junio a septiembre (4 meses), casi sin precipitaciones eficaces, lluvias que casi siempre se producen en forma de fuertes tormentas que generan una gran escorrentía superficial, que ocasionan una fuerte erosión y son poco útiles para el cultivo. Las lluvias de

abril y mayo (100 mm) son muy importantes para el cultivo en esta comarca, ya que por las temperaturas suaves es una época de máxima actividad vegetativa para olivo.

A efectos de programación de riegos, la evapotranspiración de referencia (ET_o) en la comarca varía desde los 1.169 mm anuales de media en Villacarrillo (**cuadro I**) hasta los 1.305 mm en Canena, observándose los mayores valores medios mensuales en los meses de julio y agosto y los mínimos en diciembre y enero.

Las captaciones de agua superficial para riego se realizan principalmente desde los ríos Guadalquivir y su afluente el Guadalimar. Existe un acuífero catalogado por el I.T.G.M.E. con el número 23, con denominación acuífero de Ubeda, con 120 km² y 14 Hm³/año, que actualmente se encuentra sobreexplotado.

En la zona oriental de la comarca (Villacarrillo, Sabiote y la parte oriental de Torreperogil) existe una unidad hidrogeológica de cierta importancia, actualmente en estudio por el I.T.G.M.E. Se compone de materiales del Lías (Jurásico), sobre el que descansa una capa de margas grises impermeables del Andalucense con espesores que oscilan entre los 200 y 500 m. Los sondeos que se están realizando en la zona bajo iniciativa privada son innumerables, con profundidades de hasta 700 m, obteniéndose caudales medios de 15 a 75 l/s, según la calidad de ejecución de la captación. Se piensa que este acuífero se ve recargado en la Sierra de Cazorla, por lo que existen grandes posibilidades para aumentar las disponibilidades de agua de riego para la zona. Las aguas de este acuífero tienen un contenido en sales relativamente elevado (CE=2-3 dS/m), aunque pueden considerarse aptas para el riego de olivar, en especial si tenemos en cuenta que en la mayoría de los casos se emplean riegos localizados de alta frecuencia y la pluviometría de la zona es relativamente alta en invierno, que debe ser suficiente para el lavado de las sales en profundidad.

Descripción de los riegos en la comarca

En un estudio realizado en 1994 (Hi-

dalgo, 1994), la superficie de riego en la comarca era de 34.426 ha de las 84.514 ha de olivar (40,73%), muy superior a las 2.731 ha de riego existentes en 1974. Hoy en día es posible que el regadío haya llegado a sobrepasar en la comarca el 50% de la superficie de olivar, gracias a los nuevos riegos instalados en los últimos dos años, tras el descubrimiento del acuífero de la zona oriental, tal como ya se ha indicado anteriormente. Se estima que sobre las cifras dadas para 1994, presentadas en el **cuadro II**, existen en la actualidad unas 8.000 a 10.000 ha más, regadas con aguas procedentes de unos 75 pozos que explotan dicho acuífero.

La procedencia del agua para riego de olivar puede ser la que aparece en el **cuadro II**. Como complemento al citado cuadro debemos destacar algunos aspectos importantes:

1º La principal fuente de recursos para el riego de olivar son los ríos que bordean la comarca (Guadalquivir y Guadalimar). En los dos últimos años la superficie regada se ha incrementado con la aparición de nuevas Comunidades de Regantes de gran extensión.

2º El número de sondeos realizado es considerable teniendo en cuenta que una gran mayoría se trata de perforaciones de más de 300 m, si bien las aguas son semi-artesanas, lo que abarata su explotación.

3º Se aprovecha la totalidad de las aguas residuales urbanas para riego de olivar en esta comarca, regándose unas 2.500 ha con este recurso.

Otro aspecto a destacar en la comarca de La Loma es la organización que existe, con más de 50 Comunidades de Regantes en 1994, la gran mayoría de las cuales agrupa a un gran número de hectáreas y olivareros. En los dos últimos años se ha incrementado también el número de pequeñas comunidades (estimamos unas 50) en especial en la zona este de la comarca, comunidades formadas por un reducido número de olivareros en torno a un sondeo. En el **cuadro III** se muestra la superficie de riego de olivar organizada en Comunidades en el año 1994, que en aquel momento alcanzaba ya casi el 65% de la superficie total de riego de olivar.

CUADRO I. VALORES ANUALES DE LA EVOTRANSPIRACION DE REFERENCIA (ET_o) Y DE LA PLUVIOMETRIA MEDIA EN LA COMARCA DE LA LOMA

Localidad	ET _o (mm)	P (mm)
Canena	1.305	500
Ubeda	1.187	561
Villacarrillo	1.169	506

CUADRO II. SUPERFICIE DE OLIVAR REGADA SEGUN SU PROCEDENCIA EN LA COMARCA DE LA LOMA EN 1994 Y 1997 (según Hidalgo y estimación propia)

Procedencia	1994 (Hidalgo, 1994)		1997 (propia)	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Río	25.969	75,43	26.000	56
Pozo	3.102	9,01	15.000	32
Río/Pozo	1.408	4,09	1.500	3
Aguas residuales	2.478	7,20	2.500	6
Desconocido	1.469	4,27	1.500	3
Total	34.426	100,00	46.500	100

CUADRO III. GRADO DE ASOCIACIONISMO EN LOS RIEGOS DE OLIVAR EN LA COMARCA DE LA LOMA (1994)

Tipo	Superficie	%
CC.RR.	22.192	64,46
Particulares	9.262	26,90
Desconocido	2.972	8,64
Total	34.426	100,00

Hay que señalar igualmente que un importante porcentaje de la superficie regada no tiene en la actualidad concesión administrativa del organismo regulador de la cuenca (C.H.G.), a pesar de haberlo solicitado sus propietarios, lo cual crea una gran incertidumbre a la hora de la programación de los riegos, así como unos superiores costes energéticos de explotación, al no poder utilizar energía eléctrica, lo que obliga a emplear generadores eléctricos accionados por motores Diésel, o en algunos casos tarifas eléctricas domésticas.

Cabe resaltar que en los riegos de olivar de la comarca de La Loma, y en general de toda la provincia de Jaén, el sistema de riego más empleado es el riego localizado, fundamentalmente el goteo, lo que demuestra que los agricultores tienen conciencia de que el agua es un recurso caro y escaso, por lo que es necesario emplear sistemas de riego que proporcionen la máxima eficiencia. Por otra parte la rentabilidad de este recurso ha sido muy alta en olivar, lo que ha llevado a realizar fuertes inversiones en estos sistemas de riego, siendo frecuentes inversiones entre 400 y 700.000 ptas./ha, aunque muchos agricultores hayan realizado montajes mucho más baratos. En el **cuadro IV** se muestran datos del tipo de riego empleado en la comarca en el año 1994 (Hidalgo, 1994).

Los riegos por superficie existentes se encuentran principalmente en la zona de Vegas del Guadalquivir. Se trata de terrenos nivelados, y además con suelos con una gran capacidad de almacenamiento de agua, y con Concesiones de Riego y costes del canon de agua que permiten unas dotaciones y caudales de aplicación muy elevados, por lo que su baja eficiencia no tiene gran importancia para el agricultor.

Sin embargo, aunque los sistemas de riego con los que se cuenta son en general muy apropiados, la utilización que se está haciendo de las instalaciones no es muy eficaz, en especial por la incertidumbre que tienen los olivareros a la hora de obtener autorizaciones para riego, al no disponer concesiones administrativas para el uso del agua, lo que les lleva a regar cuando pasa agua por el río, tratando de recargar el perfil de modo que el agua almacenada sea utilizada más tarde por el olivo. De esta manera, tanto por exceso como por defecto, normalmente se reduce la eficiencia del agua aplicada.

Con un sistema de riego localizado debería aplicarse el agua en pequeñas dosis y de forma continua a lo largo del tiempo (período primavera a otoño). Sin embargo, en la mayoría de los riegos de la zona se aplica agua de forma interrumpida, regándose continuamente durante una semana (normalmente), permaneciendo después largos períodos de tiempo sin



Aunque los ríos proporcionan la parte más importante de las dotaciones de agua para riego, los agricultores han realizado sondeos profundos buscando satisfacer sus necesidades de agua. En la foto, máquina de rotopercusión limpiando con aire un pozo de 300 m de profundidad. Obsérvese el abundante caudal.

regar. Es decir, se manejan los sistemas de riego localizado de forma similar a como se hacía con el riego a pie. En algunos casos esto puede estar justificado por el condicionamiento para captar agua del río, pero en una gran mayoría de ellos, incluso cuando se poseen balsas de regulación o el agua proviene de sondeos, la metodología de riego es idéntica, con la creencia por parte de los olivareros de que su forma de actuar es la más conveniente.

Otro problema que plantean las instalaciones de la zona es disponer un reducido número de emisores por olivo, dos goteros de 8 l/h en la mayoría de los casos. Datos experimentales obtenidos en la zona muestran mayores producciones cuando se aumenta el número de emisores para una misma cantidad de agua aplicada.

Finalmente debemos destacar que en la zona es frecuente la construcción de grandes balsas de regulación, en especial en las grandes comunidades de regantes, existiendo estanques con capacidades entre 0,5 y 1 Hm³. En un futuro próximo será necesario aumentar aún más el número y la capacidad de los estanques de regula-

ción y almacenamiento, ya que en las futuras concesiones de agua será preceptivo su construcción para poder disponer de agua durante la primavera y verano, ya que solamente se podrá captar agua de los cauces públicos para riego de olivar en el período 15 de septiembre a 15 de abril. De la época en la que autorizan los riegos de olivar, sólo suele ser necesario regar en los períodos 15 septiembre-30 octubre y 1 marzo-15 abril, mientras que en noviembre, diciembre, enero y febrero el agua de lluvia cubre con creces las necesidades del cultivo, por lo que una vez saturado el suelo, lo que ocurre en años de pluviometría media, el riego en esta época es muy poco eficaz.

Programación de riegos

Con la finalidad de poder hacer una primera aproximación sobre las cantidades de agua de riego a aportar a diferentes tipos de olivar en la comarca, expondremos de forma rápida la metodología de cálculo de las necesidades, y posteriormente realizaremos un ejemplo práctico, analizando los parámetros de la plantación que pueden modificar de forma significativa las cantidades de agua a aportar.

La programación del riego debe hacerse empleando la metodología propuesta por la FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977), aportando mediante el riego (R) la diferencia entre la evapotranspiración máxima del cultivo (ET_c) y la lluvia efectiva (P_e). El concepto evapotranspiración engloba las cantidades de agua que se pierden por evaporación desde el suelo, más que la que lo hace desde las hojas de la planta (transpiración). La dotación de riego (R) cuando se emplee una instalación de riego localizado bien diseñada puede calcularse empleando la expresión:

$$R = ET_c - P_e$$

recomendándose regar en los períodos en los que ET_c sea mayor que P_e.

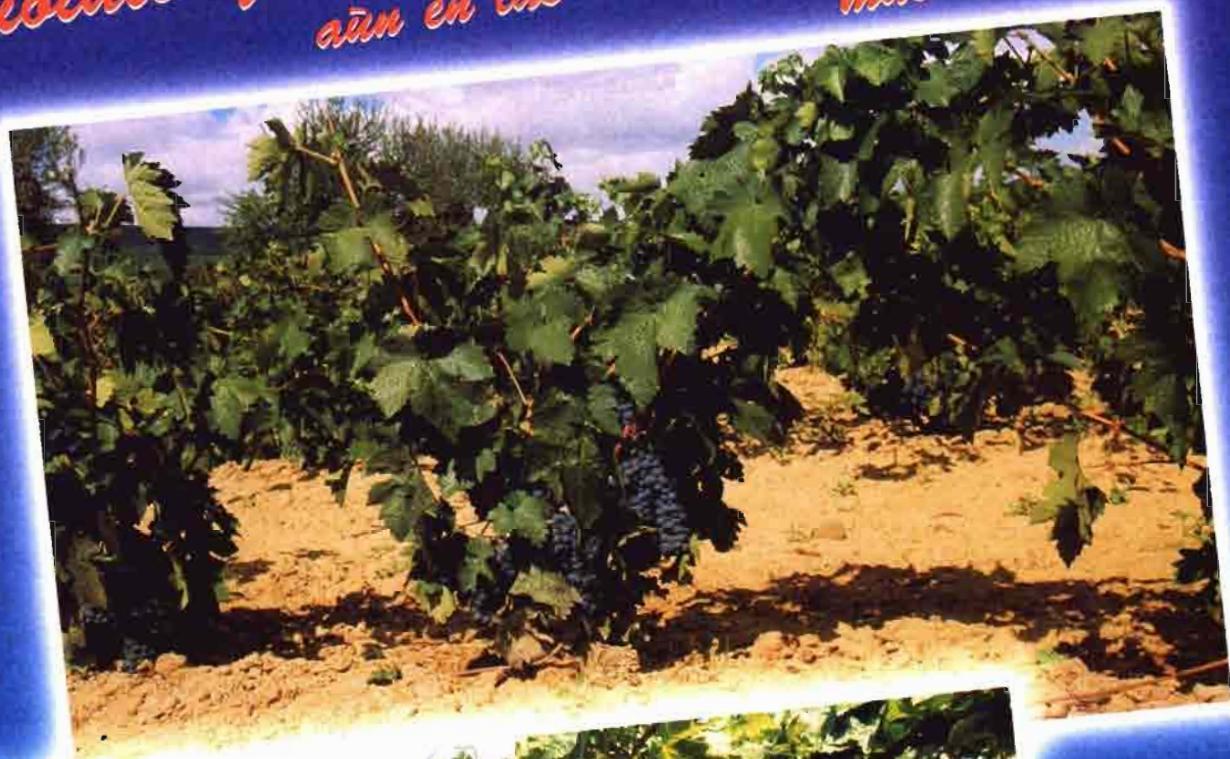
La estimación de ET_c para plantaciones adultas de olivar con volumen de copa y cobertura del suelo estable podría hacerse basándose en datos climáticos reales (por ejemplo los de la semana o quincena anterior), o en datos climáticos medios de varios años, sin que en este caso se cometa un grave error para la programación de riego en olivar de esta comarca, ya que la variabilidad interanual de ET_c es relativamente pequeña, y el suelo, al tener una gran capacidad de retención, constituye un colchón de seguridad capaz de absorber pequeñas diferencias de cálculo. Sin embargo, en el caso de la lluvia efectiva (P_e) no deben emplearse cifras medias para la programación anual del riego, ya que la varia-

CUADRO IV. SISTEMAS DE RIEGO EMPLEADOS EN LA COMARCA DE LA LOMA (1994)

Tipo	Superficie (ha)	%
Localizado	28.035	81,44
Superficie	2.257	6,56
Aspersión	1.162	3,37
Desconocido	2.972	8,63
Total	34.426	100,00

Karamat®

*Antioidio eficaz
aún en las situaciones
más adversas*



Karamat® es un nuevo fungicida antioidio
para viña y parral.



ARAGONESAS



Detalle de gotero autocompensante con caudal 4 l/ha muy utilizado en las instalaciones de riego por goteo en la comarca.

bilidad interanual es muy grande. Para la estimación de la fracción de la precipitación que realmente ha sido efectiva después de producirse una lluvia, lo correcto sería medir la variación del contenido de agua en el suelo antes y después dicha lluvia, lo que sólo es posible en parcelas experimentales. Existen multitud de métodos de estimación de P_e , todos ellos son poco exactos, por lo que podría estimarse con casi igual precisión como el 70% de la lluvia total producida, despreciando las lluvias de escasa intensidad.

El método FAO propone la estimación de la evapotranspiración del cultivo (ET_c) empleando la expresión:

$$ET_c = ET_o \cdot kc$$

en donde ET_o , denominada evapotranspiración del cultivo de referencia, es la evapotranspiración de una pradera de gramíneas con una altura entre 8 y 10 cm que crece sin limitaciones de agua y fertilizantes en el suelo y sin incidencia de plagas o enfermedades, pero puede estimarse en base a datos climáticos. En la zona la fórmula de Hargreaves, que utiliza solamente datos de temperaturas diarias, estima la ET_o con bastante precisión. El coeficiente kc es el denominado coeficiente de cultivo, que debe ser determinado experimentalmente, y que en olivo puede tomar valores comprendidos entre 0,55 y 0,65 según los diferentes meses del año, empleándose la cifra menor en verano siempre que se riegue por goteo y se desprecien las lluvias producidas en esta época (cualquiera que sea su cuantía). El valor máximo de kc correspondería a los meses de primavera y otoño, en el que la superficie del suelo suele estar húmeda además una buena parte del tiempo. En el caso del olivo, el kc no sólo depende del área foliar de la plantación, sino que también de las condiciones climáticas, ya que el árbol cierra estomas cuando la humedad relativa del aire es baja, independiente del contenido de agua del suelo.

Las estimaciones de ET_c mediante la metodología descrita anteriormente, pueden ser válidas para olivares de gran desarrollo y con cobertura del suelo por la copa del árbol superiores al 50%, situación que no se presenta en la mayoría de las plantaciones. Para coberturas inferiores la estimación de ET_c habría que hacerla en base a la expresión:

$$ET_c = ET_o \cdot kc \cdot kr \quad [1]$$

Al no disponerse de información para el caso del olivar, el coeficiente reductor kr

podría determinarse de forma aproximada en base al porcentaje de superficie de suelo cubierta por la copa de los olivos (Sc):

$$kr = 2 \times Sc / 100 \quad [2]$$

El porcentaje de suelo cubierto (Sc) se calcula en función del diámetro medio de la copa de los olivos de la plantación a regar (D en metros) y de la densidad de plantación (N olivos/ha), aplicando la expresión:

$$Sc = \frac{p \cdot D^2 \cdot N}{4 \cdot 100}$$

En la metodología anteriormente descrita no está prevista la utilización de la reserva (agua almacenada en el suelo durante el período lluvioso, otoño-invierno). Sin embargo, en cultivos como el olivar y en las condiciones de Andalucía (pluviometría 500 mm y suelos profundos y con una gran capacidad de retención), esta reserva puede cubrir el 50-60% de las necesidades totales máxima, por lo que su utilización es muy recomendable en programación de riegos en especial en regiones con limitados recursos de agua o cuando éstos tienen un coste muy elevado.

De una forma suficientemente precisa puede estimarse la reserva determinando el contenido de agua en el suelo explorado por las raíces a fecha 31 de marzo (método gravimétrico, sonda de neutrones, etc.), época en la que es normal que ya se haya producido el 70% de la pluviometría total anual, planteándonos no agotar el perfil durante el período de riegos (primavera y verano) por debajo de un determinado nivel umbral, denominado

nivel de agotamiento permisible (NAP), que podría definirse como el contenido de agua del suelo por debajo del cual es previsible que el cultivo empiece a reducir su tasa de transpiración y por tanto su crecimiento y producción. El NAP no tiene un valor único, sino que para cada cultivo puede tomar valores distintos, dependiendo del método de riego y de la demanda evaporativa de la atmósfera. Para el caso del olivo el NAP podría estimarse aplicando la expresión:

$$NAP = 0,70 (\text{Capacidad campo} - \text{Punto de marchitamiento permanente})$$

Este agua podrá consumirse como complemento al riego a lo largo de la estación, siendo recomendable programar su consumo en la época de máxima demanda (verano), de modo que los caudales manejados por hectárea sean mínimos, lo que permitirá que con el caudal disponible podamos regar una máxima superficie, así como abaratar las instalaciones de riego.

Necesidades de agua en la comarca

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, vamos a calcular las necesida-

CUADRO V. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA PARA UN OLIVAR PLANTADO A MARCO 10 x 10 m (100 olivos/ha) CON UN VOLUMEN DE COPA DE 12.000 m³/ha EN LA LOCALIDAD DE VILLACARRILLO

Meses	ET _o	Pefect (mm/día)	Kr(1)	Kc	ET _c (2) (mm/día)	ET _c Pefect (mm/día)	Reserva agua suelo (mm/mes) (3)
Enero	0,86	1,45	0,71	0,50	0,30	-1,14	35
Febrero	1,40	1,68	0,71	0,50	0,50	-1,18	33
Marzo	2,30	1,49	0,71	0,65	1,06	-0,43	13
Abril	3,50	1,17	0,71	0,60	1,49	0,33	-
Mayo	4,90	0,84	0,71	0,55	1,92	1,08	-
Junio	5,73	-	0,71	0,55	2,24	2,24	-
Julio	6,29	-	0,71	0,55	2,46	2,46	-
Agosto	5,23	-	0,71	0,55	2,05	2,05	-
Septiembre	3,83	-	0,71	0,55	1,50	1,50	-
Octubre	2,28	1,02	0,71	0,60	0,97	-0,04	1
Noviembre	1,18	1,21	0,71	0,65	0,65	-0,67	20
Diciembre	0,79	1,56	0,71	0,50	0,28	-1,28	40
Anual					468		

(1) Volumen de copa = 12.000 m³/ha. Diámetro medio = 6,73 m. Superficie cubierta = 35,57 m²/olivo = 3.557 m²/ha → 35,5%. $Kr = 2 \times Sc / 100 = 2 \times 35,5 / 100 = 0,71$.

(2) $ET_c = Kr \times Kc \times ET_o$. (3) Reserva = $(ET_c - Pefect) \times$ número de días.

des de agua de riego de un olivar en la zona de Villacarrillo (**cuadro V**). Suponemos un suelo tipo medio de la comarca, con una capacidad de almacenamiento de agua (agua útil) igual a 225 mm, por lo que la máxima cantidad de agua que podemos extraer del perfil hasta el NAP será de unos 157 mm. Suponemos que el cálculo lo hacemos para un año medio de 505 mm de pluviometría, con unos valores medios mensuales de ETo y Pe que presentamos en el mencionado **cuadro V**.

El olivar que vamos a regar está plantado a marco 10 × 10 m (100 olivos/ha) y el tamaño de los árboles expresado como volumen de copa es 12.000 m³/ha. Unos simples cálculos geométricos, asimilando el árbol a un casquete esférico con relación diámetro-altura igual a 1,33, nos permiten determinar la superficie de suelo cubierto por la copa de la plantación, que en nuestro caso es de 35,57 m²/olivo, por lo que la cobertura es 3,557 m²/ha (= 35,57%). Como vimos anteriormente a este valor corresponde un Kr = 0,71 (expresión [2]). En el **cuadro V** mostramos igualmente los valores de Kc recomendados por Orgaz y col. (1996). En dicho cuadro calculamos mensualmente las necesidades del cultivo (ETc) utilizando la expresión [1]. Una vez deducidos de ETc los valores de Pe conoceremos igualmente las necesidades de riego, así como el agua teóricamente acumulada en el terreno y que constituye reserva (cuando Pe > ETc). Tal como se dijo anteriormente, esta reserva puede ser consumida por el olivo hasta el NAP en los meses de máximas necesidades. En nuestro caso la reserva en el año medio



En los riegos con aguas residuales o cuando se dispone de grandes caudales es frecuente el empleo de microaspersores autocompensantes.

sería de 143 mm, que es algo inferior al NAP (157 mm).

En el **cuadro VI** se hace una programación mensual del riego, contemplándose en ella la posibilidad o no de utilizar la reserva de agua del suelo. Como vemos en dicho cuadro, si no utilizamos la reserva sería necesario aportar anualmente 2.954 m³/ha, con riegos diarios en el mes de máximas necesidades de 246 l/olivo.día, lo cual obligaría a disponer de un caudal de 0,44 l/s/ha en una instalación en la que se disponga de 4 emisores de 4 l/h por olivo. Normalmente no se dispone de estos caudales, por lo que si aplicamos esta metodología de programación se podría regar una pequeña superficie.

Otra posibilidad sería utilizar la reserva y programar un riego diario con una moderada dotación durante un largo período de riegos (marzo-octubre), de modo que el olivo pueda satisfacer sus necesidades de agua simultáneamente a partir del agua del suelo y de las aportaciones de riego. En el **cuadro VI** mostramos también esta posibilidad, planteando la aportación de 105 l/olivo por día en el período marzo-octubre, de modo que a 30 de septiembre hayamos agotado el suelo hasta el

NAP. Esta estrategia nos permite plantear una dotación anual de agua de 2.247 m³/ha, con un caudal continuo necesario de 0,15 l/s/ha, lo que igualmente permite abaratar la instalación al ser necesaria una red de tuberías de diámetro sensiblemente menor. En el **cuadro VII** presentamos las cantidades anuales de agua que son necesarias para regar los olivares de 3 localidades de la comarca con similares características al estudiado, en las que existen diferentes valores de la demanda evaporativa de la atmósfera (ETo).

Un ensayo de comprobación

Este planteamiento, que teóricamente parece satisfacernos plenamente, podría plantear ciertas dudas sobre los resultados que en la práctica se podrían obtener. Durante 5 años (período 1992-1996) y en base a los datos climatológicos medios de la zona (ETo = 1.200 mm), hemos realizado un experimento en un olivar con 80 olivos/ha en el que frente a un olivar de secano no regado y frente a un olivar regado empleando las dosis óptimas calculadas aplicando el método FAO (3.000 m³/ha), hemos aplicado durante 8 meses (marzo-octubre) dotaciones de agua de 80 (1.500 m³/ha) y durante 7 meses (abril-octubre) 120 l/día (2.000 m³/ha), dotación que en éste último caso y en el año medio debe cubrir las necesidades de agua del cultivo sin agotar el suelo por debajo del NAP y, por lo tanto, sin que se prevea afectar negativamente a la producción.

En las cosechas medias de aceitunas obtenidas en el ensayo se observa que no existen diferencias de producción entre los dos tratamientos mejor regados, en los que se ha obtenido una producción media del quinquenio de unos 110 kg/olivo, doble que la del olivar de secano (50,8 kg/olivo) que debe considerarse en este caso como una producción muy aceptable, muy superior a la media de la comarca. Sin embargo, en el olivar regado con 1.500 m³/ha la producción media ha sido de unos 100 kg/olivo habiéndose afectado la producción al haber descendido la reserva en este caso por debajo del NAP. A los costes medios del agua, el aumento de la dosis de riego en 500 m³/ha resulta ser rentable, por lo que en olivares similares a los del ensayo y en zonas con pluviometría de 500 mm, regar con 2.000 m³/ha año debe considerarse como la cantidad mínima recomendable para zonas con ETo = 1.200 mm y con olivos con un volumen de copa de 12.000 m³/ha.

CUADRO VI. PROGRAMACION DEL RIEGO EN OLIVAR (*)

Meses	Sin utilizar reserva del suelo		Utilizando reserva del suelo	
	Riego (1) l/oliv. día	Reserva (mm)	Riego (2) l/oliv. día	Reserv. disp. (mm)
Enero	-	96	-	29
Febrero	-	129	-	62
Marzo	-	143	105	108
Abril	33	143	105	129
Mayo	108	143	105	128
Junio	224	143	105	92
Julio	246	143	105	49
Agosto	205	143	105	18
Septiembre	150	143	105	4
Octubre	-	1	-	6
Noviembre	-	21	-	27
Diciembre	-	61	-	-
l/oliv./año	29.538		22.470	
m³/ha/año	2.954		2.247	

(1) Riego sin agotar reserva = (ETc - Perfect) × S (m²/olivo)

(2) La reserva se agota solamente hasta el NAP.

(*) En un olivar con 100 olivos/ha y un volumen de copa de 12.000 m³/ha en la localidad de Villacarrillo en función de la utilización o no de la reserva de agua acumulada en el suelo durante la estación lluviosa.



Es frecuente la construcción de balsas para acumulación de agua para el riego en verano, ya que en esa época está prohibida la captación de agua de los ríos.



Estación meteorológica automática instalada por el Departamento de Olivicultura que suministrará datos para la programación de riegos en la región.

Los resultados de este ensayo muestran la validez de la hipótesis de trabajo, lo que nos permite aconsejar utilizar la metodología de cálculo propuesta (**cuadros VI y VII**), y por tanto la utilización de la reserva de agua en el suelo a la hora de programar los riegos del olivar.

Factores que influyen en las necesidades de agua de riego del olivar

De la climatología y tipo de suelo de la zona dependen las necesidades potenciales de agua del cultivo (demanda evaporativa), así como la reserva de agua disponible a la salida del invierno. Estos parámetros son fijos a la hora de programar el riego. Sin embargo, para dichas características edafoclimáticas, el tipo de olivar (marco de plantación y tamaño de los árboles) influye sobre las necesidades totales, así como la producción media del olivar.

Al aumentar la densidad de plantación, para un determinado volumen de copa por hectárea, aumenta la superficie de suelo cubierta por la copa de los árboles (Kr), y por lo tanto aumentan las necesidades de agua del cultivo. Como es natural, también aumentará la capacidad productiva de la plantación. En el **cuadro VII** presentamos las necesidades de agua de olivares plantados a marco 10×10 m (100 ol./ha) cultivados en diferentes localidades de la comarca y en función del volumen de copa de la plantación, desde 8.000 m³/ha, volumen típico de los olivares de secano en la comarca, hasta 15.000 m³/ha, volumen de los olivares muy bien regados. Como se observa, las localidades con clima más cálido (Canena) poseen un ETo mayor, y las necesidades de agua son sensiblemente superiores a las de las zonas más frías de la comarca (Ubeda y Villacarrillo).

En el **cuadro VIII** presentamos también las necesidades de agua de un olivar plantado a marco 7×7 m (200 ol./ha) en las mismas localidades y con idénticos volúmenes de copa por hectárea. Estas necesidades son notablemente superiores a las del

olivar con 100 olivos/ha. Si analizamos las producciones teóricas que cabría esperar en la localidad de Villacarrillo para densidades de 100, 200 y 300 olivos/ha, en función del volumen de copa de los olivos. Podemos decir que la producción total obtenida es sensiblemente superior en las plantaciones más intensivas, siendo la rentabilidad por unidad volumen de agua aplicado muy superior en las plantaciones con 200 y 300 árboles/ha que en la plantación tradicional.

La poda y las necesidades de agua del olivar

Finalmente vamos a destacar un aspecto muy importante, la influencia de la poda sobre el consumo de agua del olivar. La poda permite regular el tamaño de los olivos, así como la cantidad de hojas o frondosidad de los árboles (índice de área foliar). En este sentido, podas severas que reduzcan el volumen de copa o su índice de área foliar permiten reducir las necesidades de agua del olivo al reducir el valor de Kr en la expresión [1] que empleamos para el cálculo de las necesidades de agua. Los ahorros de agua pueden ser importantes, del orden del 40%, al reducir el

volumen de copa del olivar desde 10.000 a 8.000 m³/ha. Sin embargo esta reducción trae consigo paralelamente una importante reducción de la producción del olivar. Este aspecto es muy importante, ya que cuando se presentan años de sequía, los olivicultores realizan tradicionalmente podas severas que de una forma muy drástica reducen el tamaño de los árboles, por lo que cuando se presentan años lluviosos o se dispone de agua suficiente para el riego, no se tiene los árboles con el tamaño que permite obtener el máximo potencial de producción, y son las grandes cosechas las que elevan el nivel medio productivo de las plantaciones. Creemos que cuando por razones de sequía haya que reducir las dotaciones de agua, sería preferible una poda con mayor aclareo de ramas finas que reduzca el área foliar, antes que reducir el esqueleto de la plantación (volumen de copa), pues aumentar la frondosidad del árbol es más rápido que aumentar el tamaño de los árboles. ■

BIBLIOGRAFIA

Existe una amplia bibliografía a disposición del lector interesado.

CUADRO VII. NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO EN OLIVAR TRADICIONAL (*)

Localidad	Volumen de copa (m ³ /ha)			
	8.000	10.000	12.000	15.000
Canena	1.574	2.215	2.790	3.651
Ubeda	1.215	1.800	2.337	3.105
Villacarrillo	1.155	1.725	2.262	3.015

(*) En m³/ha y año para el año medio en olivar tradicional (100 olivos/ha) en diversas localidades de la comarca en función del volumen de copa de la plantación.

CUADRO VIII. NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO EN OLIVAR INTENSIVO (*)

Localidad	Volumen de copa (m ³ /ha)			
	8.000	10.000	12.000	15.000
Canena	2.041	2.758	3.418	4.351
Ubeda	1.641	2.290	2.878	3.751
Villacarrillo	1.575	2.215	2.795	3.575

(*) En m³/ha y año para el año medio en olivar intensivo (200 olivos/ha) en diversas localidades de la comarca en función del volumen de copa de la plantación.