

[NUEVAS TECNOLOGÍAS]

Evapo-transpiración y programación del riego para las necesidades hídricas de olivares específicos

Luca Testi

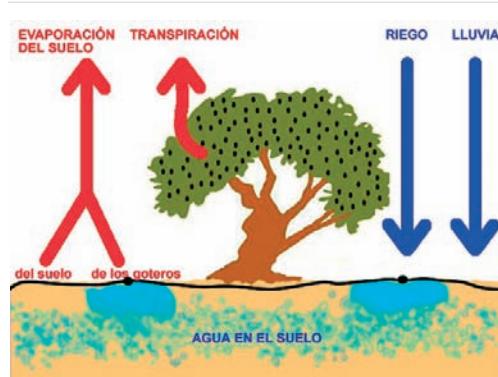
Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC) y Universidad de Córdoba

Francisco Orgaz Rosúa

Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC)

El olivar es uno de los cultivos que más rentabiliza el agua de riego, pero su escasez crea incertidumbre en el futuro, lo que obliga a una cuidadosa programación de los riegos. En el artículo, sus autores detallan el procedimiento de programación de riegos por balance de agua en el olivar y presentan un nuevo método para el cálculo preciso de la evapo-transpiración.

Figura 1:
Balance de agua



El olivo es una planta muy resistente a la sequía, porque evolucionó en el clima árido de las zonas mediterráneas. Tradicionalmente se ha cultivado en secano y en suelos pobres y poco aptos para cereales. Sería un error, sin embargo, considerar el olivar como un cultivo en que el riego sea poco beneficioso: ocurre todo lo contrario. En efecto, el olivo es una de las plantas que aprovecha el agua de riego de la manera más eficiente entre las cultivadas en España.

En las últimas dos décadas la superficie de olivar de regadío ha ido en constante aumento. En algunas zonas del sur del país, el olivar se ha convertido en el principal destino de los recursos hídricos locales de uso agrícola.

La extraordinaria capacidad productiva actual del olivar español se debe en buena medida al riego: mirando a un futuro más seguro que probable de escasez hídrica a nivel global, el destino del sector oleícola, su capacidad de mantener la rentabilidad y de seguir aportando riqueza a zonas con escasas alternativas económicas, se ve en entredicho. Así que regar es, cada día más, un asunto muy serio, y el olivar no es ninguna excepción a esta regla.

Hacerlo bien

Si regar es "esparcir agua sobre una superficie, como la de la tierra, para beneficiarla" (diccionario RAE, 22^a ed.), regar bien significa utilizar toda la información científica disponible para que el agua esparcida sea justo y solamente la que se necesita para alcanzar los objetivos



que nos proponemos. Y esto implica cálculos. El agua es valiosa y escasa, y, como el dinero, hay que manejarla con herramientas económicas: hacer un balance.

En la **Figura 1** se muestra un balance de agua simplificado. Las entradas a cuenta (el agua en el suelo es la "caja") son las precipitaciones y el riego, y se muestran en color azul. Las salidas (o gastos, en color rojo) son la transpiración de las plantas (desde las hojas) y la evaporación desde el suelo. En el caso de riego de alta frecuencia (como el goteo) la evaporación desde el suelo es mejor considerarla separada en dos fuentes: del suelo en general y de las manchas húmedas de los goteos.

Como en cualquier balance, el total debe ser cero: si las salidas son mayo-



El cálculo exacto de la evapo-transpiración considera por separado la transpiración desde la planta y evaporación desde el suelo



res que las entradas, el agua en el suelo disminuye. Si conocemos cuantitativamente y de forma precisa las lluvias, la transpiración y la evaporación desde el suelo, entonces podemos cuantificar los riegos, de forma que la cantidad de agua en el suelo, en todo momento sea: a) suficiente para evitar un efecto negativo en los procesos fisiológicos de la planta asociados a la producción (evitar el estrés hídrico) y b) no excesiva como para perderla en procesos de percolación, sea eso durante la campaña de riego, o mas tarde cuando se reanuda la estación lluviosa.

Las lluvias son fáciles de medir, y muchos agricultores tienen pluviómetros en su finca. Muchas Comunidades Autónomas han instalado en el territorio redes de estaciones agrometeorológicas, herramientas valiosísimas

mas, cuyos datos en tiempo real (entre los cuales están las precipitaciones) se difunden en Internet. Lo complicado viene con las flechas rojas de **Figura 1**.

Transpiración, evaporación y coeficiente de cultivo

Las salidas de nuestro balance de agua (**Figura 1**), o sea, la transpiración de las plantas y la evaporación desde el suelo, se suelen estimar conjuntamente, como evapo-transpiración (ET). La ET de una especie determinada depende de factores ambientales

y de manejo, y se calcula como $ET = ET_0 * K_c$, o sea el producto de la evapo-transpiración de referencia (ET_0) que cuantifica la demanda evaporativa de la atmósfera, por un coeficiente de cultivo (K_c), que contempla conjuntamente los efectos del estado de desarrollo (tamaño) del cultivo y la evaporación desde la superficie del suelo. Esta simplificación es aceptable en cultivos herbáceos y que cubren todo el suelo durante gran parte de su ciclo.

En el caso del olivar se ha usado tradicionalmente esta metodología con valores de K_c obtenidos experimentalmente (Orgaz y Fereres, 1999). Su

Tabla 1:

Nuevo método para el cálculo de la evapo-transpiración del olivar

Cálculos preliminares para determinar la interceptación de radiación Q_d :		
1	CS: Fracción de suelo cubierto (fracción, entre 0 y 1)	$(\pi D^2) / 4 * (dp/10000)$
2	V_o : volumen de copa ($m^3 / árbol$)	$V_o=1/6 \pi D^2 * H$
3	V_u : volumen de copa por unidad de superficie (m^3/m^2)	$V_u=V_o * (dp / 10000)$
4	DAF: densidad de área foliar	$DAF = 2 - 0.53 * (V_u - 0.5)$ Nota: DAF no puede ser > 2
5	K_{ext} : coeficiente de extinción de la radiación	$K_{ext} = 0.52 + 0.00079 * dp - 0.76 * e - 1.25 * DAF$
6	Q_d : fracción de radiación interceptada	$Q_d = 1 - e - K_{ext} * V_u$
Cálculo de los componentes del coeficiente de cultivo K_c :		
7	K_p : coeficiente de transpiración	$K_p = Q_d * F_1 * F_2$ (ver tabla 2)
8	K_s : coeficiente de evaporación desde el suelo	$K_s = \left[0.28 - 0.18 CS - 0.03 ET_0 + \frac{3.8 FL(1-FL)}{ET_0} \right]$ Nota: K_s debe ser siempre $> 0.3/ET_0$
9	K_g : coeficiente de evaporación desde el suelo mojado por los goteros	$K_g = \frac{1.4 e^{-1.6 Q_d} + \left(\frac{4.0 \sqrt{i-1}}{ET_0} \right)}{i}$ Nota: K_g debe ser siempre $\leq 1.4 e^{-1.6 Q_d}$
Cálculo de las fuentes de la evapotranspiración		
10	E_p : transpiración de la planta	$E_p = ET_0 * K_p$
11	E_s : evaporación desde el suelo	$E_s = (ET_0 * K_s) * (1-fw)$ Nota: fw = 0 en los meses en que no se riega
12	E_g : Evaporación desde el suelo mojado por los goteros	$E_g = (ET_0 * K_g) * fw$ Nota: fw = 0 (y por consecuencia $E_g=0$) en los meses en que no se riega
13	ET: Evaporación total	$ET = E_p + E_s + E_g$
Símbolos:		
D	Diámetro medio de copa (m)	
H	Altura de la copa de los árboles (m)	
dp	Densidad de plantación (árboles / ha)	
FL	Frecuencia de lluvia (número lluvias en un mes / número de días del mes)	
i	Intervalo entre riegos (con riego diario $i = 1$)	
fw	fracción de suelo mojado por los goteros (fracción, entre 0 y 1)	

uso, sin embargo, puede acarrear errores importantes asociados a la evaporación desde el suelo (E_s). Un olivar típico sólo cubre una fracción reducida del suelo (usualmente menos del 50%, incluso en el caso de olivares adultos intensivos), por lo que la E_c suele ser una fracción importante de la ET, y muy variable en función de la frecuencia de humedecimiento de la superficie del suelo (lluvias). Por lo tanto, si queremos saber con mayor precisión cuanta agua sale de nuestra cuenta a través de las dos flechas rojas de **Figura 1**, para el olivar hay que dar un pasito más, y llegar a más detalle.

Un nuevo método para el cálculo de la evapo-transpiración

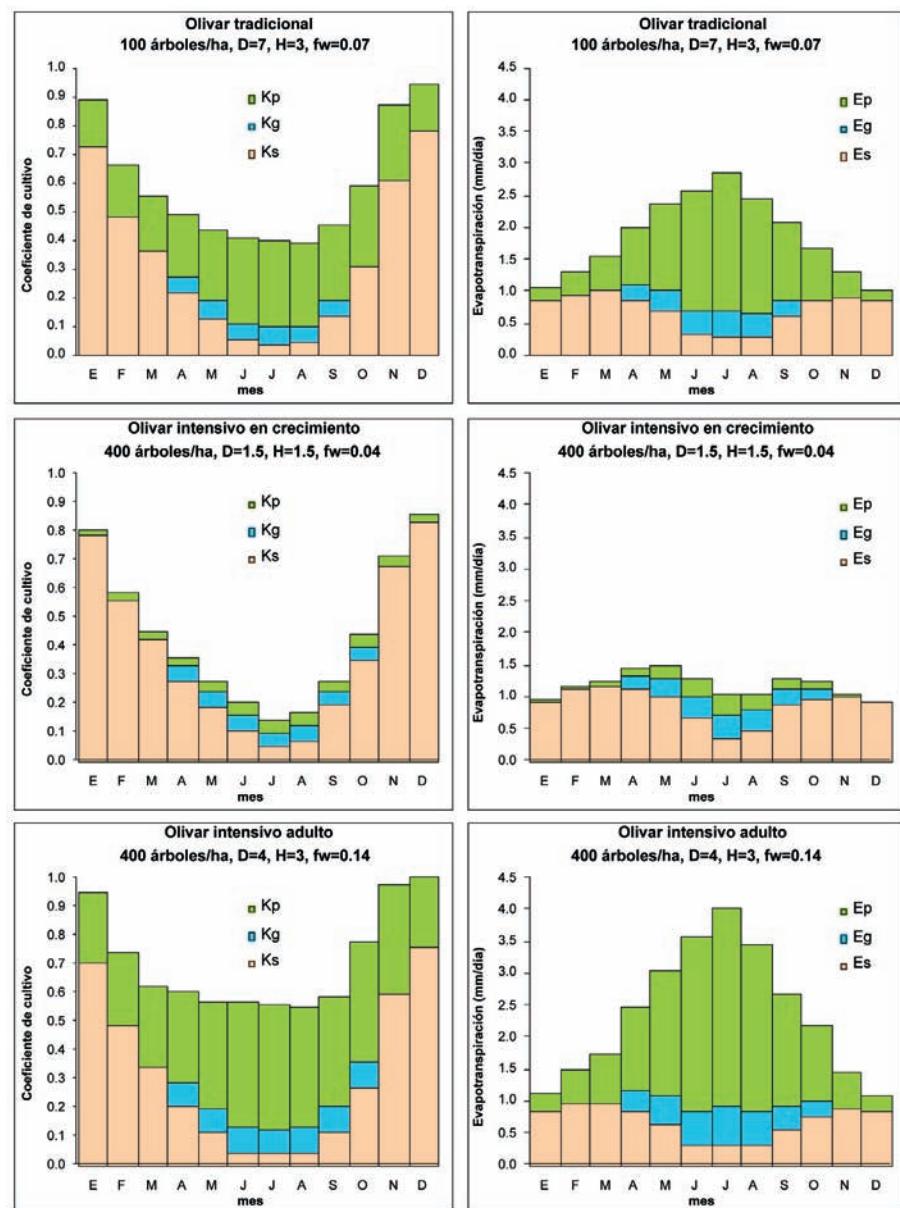
Los problemas planteados por la complejidad en las variabilidad del K_c en olivares se han resuelto recientemente, gracias a la culminación de una larga labor de investigación realizada conjuntamente por el Instituto de Agricultura Sostenible de Córdoba (CSIC) y la Universidad de Córdoba.

El método prevé considerar la evapo-transpiración del olivar como suma de sus tres fuentes: transpiración de la planta (E_p), evaporación de la superficie del suelo general (E_s) y (en caso de riego localizado - lo más frecuente en olivar) evaporación desde los bulbos húmedos (E_g).

Estos tres flujos de salida se calculan multiplicando la evaporación de referencia (ETo) por tres coeficientes específicos, respectivamente K_p , K_s y K_g , cuya suma representa el coeficiente de cultivo K_c . El método obtiene estos coeficientes mes a mes, con cálculos simples en

Figura 2:

Ejemplos de cálculo de la evapo-transpiración utilizando los datos climáticos medios de Córdoba, para tres olivares distintos



función de variables meteorológicas, tamaño de los árboles y características de manejo.

La variable más importante para el reparto del coeficiente de cultivo es la interceptación de la radiación solar por las copas de los árboles; expresamos ésta con un coeficiente (Q_d) cuyo rango está entre los dos valores límite de 0 (suelo desnudo: toda la radiación solar llega al suelo) y 1 (cobertura completa, toda la radiación se ve interceptada por las copas de los árboles). Los cálculos para obtener el Q_d se muestran en la parte superior de la **Tabla 1** (ecuaciones de 1 a 6) La inter-

ceptación de radiación debe de ser recalculada cuando se produzcan variaciones en el tamaño de los árboles (por ejemplo plantaciones en crecimiento o poda).

Una vez obtenidos para cada mes los tres componentes del K_c (ecuaciones de 7 a 9, **Tabla 1**), la evaporación de cada fuente se obtendrá con las ecuaciones 10, 11 y 12 (**Tabla 1**). Hay que destacar que no hay suelo mojado por los goteros en los meses en que no se riega. La fracción de suelo mojada por los goteros (fw) valdrá 0 en estos meses, y por consecuencia E_g también será igual a 0.



El método propuesto puede calcular con precisión la evapo-transpiración de los olivares siempre que éstos no estén sometidos a estrés hídrico

Empleo recomendado del nuevo método

Nosotros aconsejamos emplear el nuevo método en dos fases. La primera prevé los cálculos del "año medio" (los valores promedios de ET₀ y de frecuencias de lluvia de una zona determinada, así como los valores promedios de dimensiones de árboles, la duración media de la estación de riego, etc.) Ésta primera fase permite obtener una aproximación de la evapo-transpiración media mensual del olivar específico en el promedio de las condiciones esperadas durante un largo periodo, permitiendo la ejecución de un balance de agua válido como media de muchos años.

De este cálculo se pueden obtener informaciones valiosas para la toma de decisiones: algunos ejemplos son dimensionar los sistemas de riego en la fase de proyecto, la determinación de la superficie a plantar de un olivar determinado o cuan intensivo puede ser un proyecto de plantación en función de la dotación hídrica de la finca.

La segunda fase se pone en práctica cuando se dispone de datos agrometeorológicos (lluvias y ET₀) en tiempo real: la evapo-transpiración media mensual se corrige a posteriori volviendo a aplicar las ecuaciones de 7 a 13 mensualmente, con los datos reales de ET₀, frecuencia de lluvia, fracción de suelo mojado y intervalo entre riegos. De esta forma la evapo-transpiración calculada tendrá en cuenta las características específicas del año meteorológico en curso.

En la **Figura 2** se presentan tres ejemplos de cálculo de la evapo-trans-



piración, utilizando los datos climáticos medios de Córdoba, para tres olivares distintos: uno (arriba) es un olivar tradicional adulto, con olivos grandes y espaciados (100 árboles por hectárea); el segundo es un olivar intensivo, de 400 árboles por hectárea, con olivos todavía pequeños; el tercero (abajo) el mismo olivar intensivo, una vez alcanzada la madurez productiva.

De la **Figura 2** se pueden destacar algunas consideraciones generales: 1) el suelo es siempre una fuente importante de evaporación, especialmente cuando la cubierta vegetal es reducida; 2) la curva del coeficiente de cultivo (figuras de la izquierda) tiene siempre forma cóncava en olivar, al contrario de lo que pasa en frutales de hoja caduca o en cultivos herbáceos. Esto se debe a la estación lluviosa mediterránea, que mantiene mojado el suelo frecuentemente durante los me-

ses de menor demanda evaporativa (otoño-invierno-primavera); 3) el coeficiente de cultivo del olivar durante el verano, incluso en condiciones culturales bastante intensivas, es por lo general bajo, y difícilmente superará el valor de 0,7.

Es importante subrayar que el método propuesto puede calcular con precisión la evapotranspiración de los olivares siempre que éstos no estén sometidos a estrés hídrico (olivares bien regados); en caso de estrés el olivo disminuye su transpiración, y el método no tiene todavía en cuenta esta reducción. No obstante, el trabajo de investigación en el Instituto de Agricultura Sostenible continúa, y se prevé que pronto el método incluirá la reducción de la transpiración debido a estrés.

Tabla 2:

Valores de los parámetros F1 y F2 para el cálculo de la componente de transpiración del coeficiente de cultivo (K_p)

Valores de F1 para el cálculo del K_p

F1 = 0.72 para densidades de plantación < 250 árboles /ha

F1 = 0.66 para densidades de plantación > 250 árboles /ha

Valores de F2 para el cálculo del K_p

Mes	F2
Ene	0.70
Feb	0.75
Mar	0.80
Abr	0.90
May	1.05
Jun	1.25
Jul	1.25
Ago	1.20
Sep	1.10
Oct	1.20
Nov	1.10
Dic	0.70



empresa líder en el mercado europeo de fabricación de geomembranas termoplásticas presenta su

Sistema de Cubrición Fija

ATARSUN

- + Paneles de malla de gran anchura >5m
- + Sombra superior al 97% con cualquier ángulo de incidencia
- + Alta permeabilidad al agua de lluvia
- + Adaptable a cualquier configuración de la balsa en planta y a cualquier tipo de remate perimetral que tenga (bordillo, vallas, ...)
- + Gran planeidad y estabilidad frente al viento
- + Alta resistencia a la radiación UV y al envejecimiento por intemperie
- + Facilidad de montaje, incluso posibilidad de automontaje por el cliente



El sistema **ATARSUN** está formado por una malla tejida de elevada resistencia que aloja en su interior un conjunto de cables o cintas para ser soportadas desde el perímetro de la obra. La malla cuenta con un muy alto porcentaje de sombra, gran capacidad de evacuación de agua de lluvia y permite obtener una gran planeidad, así como una alta estabilidad frente al viento.

Para Asistencia Técnica y Presupuesto económico, consúltenos:
Ctra. de Córdoba Km 429 - 18230 Atarfe - GRANADA
Tel.: 902 439 200 - Fax: 958 439 128
comercial@atarfil.com - www.atarfil.com

Tabla 3:

Parámetros hidrológicos estándar de suelos por clase de textura. Adaptado de Villalobos y otros (2002).

Clases texturales	Capacidad de Campo (CC, %)	Punto de Marchitez (PM, %)	Intervalo de humedad disponible (IHD, %)
Arenoso	15	7	8
Franco-Arenoso	21	9	12
Franco	31	14	17
Franco-arcilloso	36	17	19
Arcillo-limoso	40	20	20
Arcilloso	44	21	23

Tabla 4:

Estrategia 1: regar con ET - lluvias									
MES	a	b	c	d	e	f	g	h	i
	ETo mm/día	Kc	ET mm/día	ET mm/mes	Lluvia mm/mes	ET- Lluvia mm/mes	Riego mm/día	Déficit mm/mes	Déficit acumulado mm
Enero	1.20	0.90	1.1	33	49	-16	0	-16	0
Febrero	2.00	0.69	1.4	38	46.2	-8	0	-8	0
Marzo	2.80	0.56	1.6	48	55.3	-7	0	-7	0
Abril	4.10	0.49	2.0	61	33.6	27	27	0	0
Mayo	5.40	0.44	2.4	74	23.8	50	50	0	0
Junio	6.30	0.41	2.6	78	11.2	67	67	0	0
Julio	7.20	0.40	2.9	89	0	89	89	0	0
Agosto	6.30	0.39	2.5	77	0	77	77	0	0
Septiembre	4.60	0.46	2.1	63	23.8	39	39	0	0
Octubre	2.80	0.63	1.8	55	40.6	14	14	0	0
Noviembre	1.50	0.88	1.3	40	62.3	-23	0	-23	0
Diciembre	1.10	0.95	1.0	32	65.1	-33	0	-33	0
TOTAL						363			
Estrategia 2: regar con una cantidad fija vaciando el deposito suelo									
MES	a	b	c	d	e	f	g	h	i
	ETo mm/día	Kc	ET mm/día	ET mm/mes	Lluvia mm/mes	ET- Lluvia mm/mes	Riego mm/día	Déficit mm/mes	Déficit acumulado mm
Enero	1.20	0.90	1.1	33	49	-16	0	-16	0
Febrero	2.00	0.69	1.4	38	46.2	-8	0	-8	0
Marzo	2.80	0.56	1.6	48	55.3	-7	0	-7	0
Abril	4.10	0.49	2.0	61	33.6	27	27	0	0
Mayo	5.40	0.44	2.4	74	23.8	50	36	14	14
Junio	6.30	0.41	2.6	78	11.2	67	36	31	45
Julio	7.20	0.40	2.9	89	0	89	36	53	98
Agosto	6.30	0.39	2.5	77	0	77	36	41	139
Septiembre	4.60	0.46	2.1	63	23.8	39	36	3	142
Octubre	2.80	0.63	1.8	55	40.6	14	14	0	142
Noviembre	1.50	0.88	1.3	40	62.3	-23	0	-23	120
Diciembre	1.10	0.95	1.0	32	65.1	-33	0	-33	87
TOTAL						221			

Columna	valor obtenido de:	Columna	valor obtenido de:
a	estaciones agrometeorológicas	e	estaciones agrometeorológicas
b	método de cálculo propuesto (ver Tabla 1)	f	d - e
c	a * b	h	f - g
d	c * número de días en el mes	i	i (mes anterior) + h (mes)

De la evapotranspiración al riego

Conocer la evapo-transpiración de nuestro olivar es condición necesaria, pero no suficiente, para definir planes de riego. Los riegos se programan en función de objetivos de producción (sean esos cuantitativos o cualitativos) y estrategias de manejo. El método de cálculo de la evapo-transpiración presentado permite resolver el balance de agua, y, por lo tanto, obtener la cantidad de riego necesaria para alcanzar un objetivo, pero no fija éste último. En principio consideraremos la programación de riegos para máxima producción (ausencia de déficit hídrico).

Todo programa de riego basado en

balance de agua debe partir del conocimiento de las características hidrológicas estándar del suelo: capacidad de campo (CC, contenido máximo de agua que es capaz de retener el suelo a largo plazo); punto de marchitez permanente (PM, contenido de agua en el suelo por debajo del que la planta no puede extraer agua), y profundidad del suelo. La diferencia entre CC y PM se define como Intervalo de Humedad Disponible (IHD, ver **Tabla 3**); multiplicando este valor por la profundidad radicular en mm se obtiene el total de la lámina de agua almacenable en el suelo que puede ser utilizada por el cultivo. A pesar de que el olivo es capaz de profundizar mucho con sus raíces, nosotros aconsejamos de no utilizar profundidades superiores a 1 m a fines de cálculo de balance hídrico.

Es importante recordar que no toda esta agua extraíble puede ser extraída con la misma facilidad: conforme el perfil se va secando, las plantas extraen agua con dificultad creciente, y se produce estrés hídrico. Como norma general, para el olivo solo el 70-75% del agua extraíble lo es sin perjuicio de la producción. Llamamos este porcentaje Nivel de Agotamiento Permisible (NAP). En plantaciones jóvenes el NAP debe de ser fijado de manera más conservadora (aproximadamente 50%).

Multiplicando IHD * profundidad radicular * NAP obtendremos el Déficit Permisible (DP), que es el valor (en mm) por debajo de la capacidad de campo a que puede descender el agua del suelo sin detimento a la producción.

Para hacer ejemplos de programación tomamos el caso del olivar tradicional (el ejemplo de 100 árboles/ha) cuya evapo-transpiración máxima se calculó en la parte superior de **Figura 2**. Suponemos además que el suelo sea arcillo-limoso, de 1000 mm de profundidad. El déficit permisible (IHD*profundidad radicular*NAP) será 0.2 * 1000 * 0.75 = 150 mm.

Estrategias para la programación

Una de las posibles estrategias para programar riegos sin restricciones, es regar con la evapo-transpiración descontada de las lluvias, mes a mes; dicho de otra forma, sería reponer los gastos en el balance (flechas rojas en **Figura 1**). En la parte superior de la Ta-



El método prevé considerar la evapo-transpiración del olivar como suma de sus tres fuentes: transpiración de la planta (Ep), evaporación de la superficie del suelo general (Es) y en caso de riego localizado, evaporación desde los bulbos húmedos (Eg)

bla 4 se muestra un ejemplo de un programa de riego de este tipo. En la parte inferior de la tabla se usa una estrategia diferente: se riega con una cantidad fija, de manera que proporcionamos con el riego, mes a mes, menos agua de la que es gastada; el olivo extraerá del suelo la diferencia. La cantidad mensual se tiene que dimensionar de manera que a final de la campaña de riego el déficit de agua en el suelo se encuentre cerca del déficit permisible (150 mm en este caso), pero sin sobrepasarlo.

Comparando las dos estrategias se puede destacar que: a) el volumen de riego anual es notablemente inferior en la segunda estrategia, que ahorra 142 mm o 1430 m³/ha; b) el caudal punta (mes de julio) es muy alto en la primera estrategia, lo cual implica un mayor coste del sistema de riego (motores, bombas y filtros tienen que ser más grandes, sin mencionar el mayor gasto de energía y las emisiones de carbono para obtenerla); y por último c) el déficit de agua en el suelo (columna i) en la primera estrategia se mantiene constante y cerca de la capacidad de campo: el agua de las lluvias de otoño caerá en un suelo casi lleno, incapaz de almacenarla, y percolará, desaprovechándose.

Conclusiones

Estos dos pequeños ejemplos ponen de manifiesto que hay grandes posibilidades de ahorro de agua en el riego del olivar, y una determinación precisa del componente más oculto del balance de agua - la evapotranspiración - es clave para diseñar con seguridad estrategias que exploten con éxito estas posibilidades.

Por último, la estrategia de riego debe contemplar las limitaciones impuestas por circunstancias específicas. Así, cuando el suministro de agua es limitado el objetivo de alcanzar la máxima producción por unidad de agua aplicada entra en el dominio del riego deficitario.

Actualmente, están culminando los trabajos de varios equipos de investigación españoles en relación al manejo del riego deficitario controlado en olivar. Sus resultados proporcionarán información muy valiosa a la hora de programar los riegos del olivo en situaciones de escasez de agua. El método aquí presentado, al calcular la evapotranspiración sin estrés (máxima), permitirá déficit de riego a que deberá someterse el cultivo durante períodos específicos, cuantificándolo como un porcentaje de las necesidades máximas.

Bibliografía

Allen, R.G., J.S. Pereira, D. Raes y M. Smith (1998). Crop evapotranspiration : guidelines for computing crop water requirements. En: FAO irrigation and drainage paper. Fo-

od and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. 300 p.

Orgaz, F. y E. Fereres (2004). Riego. En: El Cultivo del Olivo, 5^a edición. Eds. D. Barranco, R. Fernandez-Escobar and L. Rallo. Mundi-Prensa, Madrid, , pp. 251-272.

Orgaz, F., L. Testi, F.J. Villalobos y E. Fereres (2006). Water requirements of olive orchards - II: determination of crop coefficients for irrigation scheduling. Irrigation Science. 24:77-84.

Orgaz, F., F. Villalobos, L. Testi, M. Pastor, J.C. Hidalgo y E. Fereres (2005). Programación de riegos en plantaciones de olivar. Metodología para el calculo de las necesidades de agua de riego en olivar regado por goteo. En: Cultivo del olivo con riego localizado. M. Pastor (Ed.) Mundi Prensa - Junta de Andalucía, Madrid-Sevilla, 783 pag.

Testi, L. (2003). Medida e modelización de la evapotranspiración de plantaciones de olivo (Olea europaea L.) Universidad de Córdoba, Departamento de Agronomía. Tesis Doctoral.

Testi, L., F. Villalobos, F. Orgaz y E. Fereres 2006. Water requirements of olive orchards: I) simulation of daily evapotranspiration for scenario analysis. Irrigation Science. 24:69-76.

Villalobos F.J., L. Mateos, F. Orgaz y E. Fereres, 2002. Fitotecnia: bases y tecnología de la producción agrícola. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid., 496 pag. •

LA SOLUCIÓN AL REGISTRO DE VOLÚMENES DE RIEGO EN SISTEMAS POR GRAVEDAD



Contadores

Q-pipe

- Registro de volúmenes y medición de caudales en acequias y tuberías de baja presión.
- Adecuado para aguas no filtradas provenientes de fuentes superficiales.
- De fácil lectura, robusto, preciso y económico.
- No requiere ningún tipo de alimentación eléctrica.
- Opera con un desnivel mínimo por su reducida pérdida de carga.



www.acequia-innova.es / info@acequia-innova.es

Tel./Fax: 954-793-910
Ctra. Bética, 163, Nave 3
P.I. El Cáñamo I
41300 S. José de la Rinconada
SEVILLA