

sistema de riego y del manejo de los cultivos.

NOMBRE/S CONFERENCIANTE/S: *Zapata N., Nerilli E., Chalghaf B., Martínez-Cob A., Chalghaf I., Fliman D., and Playán E.*

Introducción y Objetivos

En los nuevos regadíos del Valle Medio del Ebro se están implantando explotaciones frutícolas mucho más avanzadas que las fincas tradicionales. El adecuado diseño y manejo del riego es imprescindible para conseguir la sostenibilidad de las explotaciones. En este trabajo se presenta el análisis del uso del agua en una explotación frutícola comercial en Caspe (Zaragoza) y se compara con el riego de una estrategia estándar y otra de riego deficitario controlado (RDI).

Material y Métodos

El estudio de variabilidad del viento en la finca (Fliman y otr., 2009) se ha integrado para caracterizar la exposición al viento en cada una de las zonas de cultivo de la finca, melocotón temprano (EMP), melocotón medio (MMP), melocotón tardío (LMP), cerezo y albaricoquero (Figura 1). Para calcular la ET₀ en cada zona se han utilizado las variables meteorológicas diarias de la estación SIAR de Caspe (<http://servicios.aragon.es/oresa/>) a excepción de la velocidad del viento, cuyos valores diarios se han obtenido para cada zona de cultivo del estudio de variabilidad del viento (Fliman y otr., 2009). Los valores de coeficientes de cultivo de las distintas especies y ciclos se han obtenido del trabajo de Martínez-Cob, 2004. La Tabla 1 presenta los coeficientes utilizados en cada una de las fases de desarrollo de los cultivos estudiados. La duración de cada una de las fases de desarrollo del cultivo según FAO56 (Allen y otr., 1998) se ha obtenido de datos fenológicos recogidos a lo largo de dos campañas de cultivo en la finca. Los valores diarios de ET₀ de cada zona de cultivo, junto con los valores diarios de los coeficientes de cultivo se han utilizado para calcular lo que llamaremos las necesidades de agua del cultivo bajo condiciones estándar (ET_{std}). Las necesidades de agua del cultivo bajo estrategias de riego deficitario controlado (ET_{CRDI}) se han estimado reduciendo las necesidades de riego estándar en las fases de desarrollo del fruto que no son sensibles al estrés hídrico. Para ello, en dichas fases se ha multiplicado la ET_{std} por un coeficiente de reducción (KrRDI). La duración de las fases de desarrollo del fruto propuestas por Naor (2006) se han establecido con los datos fenológicos de la finca. Los periodos de déficit, así como los niveles de déficit a aplicar en cada especie frutal se han obtenido de la literatura. Estos datos se presentan en la Tabla 1.

Se realizó una evaluación del sistema de riego por goteo de la finca. Se seleccionaron diez subunidades, dos en cada cultivo (puntos de control en la Figura 1), en las que se realizaron evaluaciones de riego según la metodología del ITRC descrita en Burt, 2004. Se caracterizó la uniformidad de distribución global del cuarto bajo (DU_qGlobal), de cada subunidad, que incluye la uniformidad de distribución debida a diferencias de presión (DU_qp) y la uniformidad de distribución debida a otros factores (DU_qOthers, taponamientos, variaciones de fabricación, envejecimiento o erosión de los goteros).

El técnico de la finca nos facilitó los registros en horas de riego diarias de cada una de las subunidades de la finca (90 válvulas) para las campañas de riego del 2005 hasta el 2009. Con estos datos se estimaron los tiempos de riego de cada cultivo y año (EIT, horas). Además, con el tiempo de riego y los caudales nominales de cada electroválvula se estimaron las dosis de riego de cada cultivo a lo largo de la campaña de riego (EID, mm). Estas EID se compararon con las necesidades de riego estándar y bajo riego deficitario controlado. En los puntos de control se instalaron contadores de agua para realizar un seguimiento sobre los riegos efectivamente aplicados.

Resultados y Discusión

La Tabla 2 resume los valores estacionales de ET_{std} y ET_{CRDI} y las láminas de riego estimadas con las programaciones de riego registradas por el técnico de la finca (EID) para cada uno de los cultivos estudiados. La variabilidad estacional de las necesidades de agua de los cultivos (tanto bajo estrategia estándar como de RDI) es mucho menor que la variabilidad de las dosis de riego estimadas, especialmente para los ciclos temprano y tardío de melocotonero. En estos ciclos, se aprecia una clara evolución de las pautas de riego, pasando de ser excedentarias en 2005 a cada vez más deficitarias a partir de 2006.

La Figura 2 presenta la evolución estacional de las EID, ET_{std} y ET_{CRDI} de los tres ciclos de melocotonero en tres campañas de riego 2007, 2008 y 2009. Aunque los valores estacionales de EID son en la mayoría de los casos comparables a los de ET_{CRDI}, sobre todo desde 2007, las pautas de riego no siguen la estrategia de riego deficitario que se propone en este trabajo. Incluso algunos van en contra de la filosofía del RDI (para el ciclo medio y tardío de melocotonero en 2008 y 2009) ya que en la fase de crecimiento rápido del fruto (FIII), el cultivo sufre estrés (tal y como lo indica la falta de paralelismo entre las curvas en esos periodos).

Los emisores del sistema de riego son no autocompensantes, lo que implica que las variaciones de presión afectan en gran medida a las variaciones de caudal. Los modelos de emisor son iguales en ocho de los diez puntos de control siendo diferentes en los otros dos puntos (C6 y C7, en el EMP). El número de goteros por árbol es de ocho. El año de fabricación de los emisores es el 2001 para las subunidades C2 a C9 y el año 2004 para las subunidades C1 y C10. Los valores de uniformidad globales son en general muy elevados, a excepción de los puntos C9 y C5 que presentan respectivamente uniformidades de 0.73 y 0.85. En ambos casos la falta de uniformidad se debe a la variación de la presión de funcionamiento, ya que DU_qp también presenta los mismos valores, mientras que la DU_qOthers adopta valores elevados (0.97 y 0.99, respectivamente). En general, podemos concluir que la uniformidad del sistema es elevada (la media de la finca es 0.92, superior al presentado en otros trabajos de evaluación en fincas comerciales) y que los elevados valores de DU_qOthers indican el buen envejecimiento que está teniendo el material de riego instalado.

Tabla 1. Coeficientes de cultivo para una estrategia de riego estándar (Martínez-Cob, 2004) y coeficientes de reducción para una estrategia de riego deficitario controlado.

Cultivo	Kc estándar			Kr de RDC		
	Kcini	Kcmed	Kcfinal	FII	FIVini	FIVfin
Melocotón Temp.	0.44	0.93	0.24	-	0.4	0.6
Melocotón Med.	0.38	0.94	0.36	0.25	0.15	0.6
Melocotón Tard.	0.36	0.94	0.31	0.25	0.25	0.25
Cerezo	0.36	0.98	0.2	-	0.5	0.5
Albaricoque	0.36	0.98	0.2	-	0.4	0.4



Figura 1. Distribución de los cultivos y localización de los puntos de control y de las estaciones de medición del viento en la finca de la Herradura.

Tabla 2. Valores estacionales (2004 a 2009) de necesidades de riego estándar (ET_{std}), bajo riego deficitario controlado (ET_{CRDI}) y láminas de riego aplicadas según los registros del técnico de finca (EID), para cada uno de los cinco cultivos.

Año	EMP			MMP			LMP			Cerezo			Albaricoquero		
	ET _{std} (mm)	ET _{CRDI} (mm)	EID (mm)	ET _{std} (mm)	ET _{CRDI} (mm)	EID (mm)	ET _{std} (mm)	ET _{CRDI} (mm)	EID (mm)	ET _{std} (mm)	ET _{CRDI} (mm)	EID (mm)	ET _{std} (mm)	ET _{CRDI} (mm)	EID (mm)
2004	787	581	-	828	531	-	834	587	-	673	448	-	835	591	-
2005	848	613	1315	898	588	-	912	660	1222	720	480	682	903	626	-
2006	871	623	702	927	583	617	944	688	612	737	486	785	927	641	-
2007	805	567	621	858	541	614	883	640	549	677	445	-	849	577	-
2008	777	545	604	828	544	518	852	636	484	658	439	523	819	550	422
2009	812	580	487	866	554	507	881	637	493	679	448	554	859	589	540
Avg.	817	585	789	867	557	585	884	641	703	691	458	639	865	596	480
SD	36	29	302	39	23	90	40	33	304	31	20	118	41	33	82

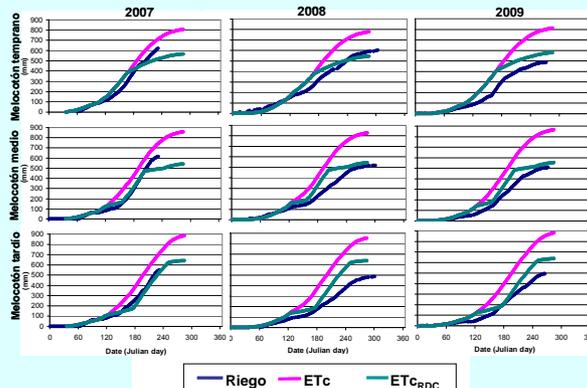


Figura 2. Evolución estacional de las EID, ET_{std} y ET_{CRDI} de los tres ciclos de melocotonero en tres campañas de riego, 2007, 2008 y 2009.

Los tiempos de riego registrados por el técnico de la finca como tiempos efectivamente programados no siempre son coincidentes con los que realmente se aplican al cultivo. En ocasiones se encuentran divergencias importantes. La Figura 3 ilustra estas diferencias. Especialmente importantes son las diferencias registradas en el punto de control C7 perteneciente al melocotonero de ciclo temprano (Figura 3b). Estas importantes diferencias pueden deberse a fallos de operación (las válvulas no se abren o no se cierran, o hay roturas) o a fallos en la configuración de las programaciones de riego. Hay que tener en cuenta que el técnico debe de programar 90 válvulas de riego, en cinco cultivos, cada uno de ellos con un número de variedades importante.

Conclusiones

- Se presentan diferencias en las presiones de trabajo entre las subunidades testeadas. Las diferencias en las presiones de trabajo, así como las diferencias entre las relaciones presión/caudal de los emisores deben de considerarse cuando se programan los riegos. Estas diferencias resultan especialmente importantes cuando se dan entre subunidades del mismo cultivo (como en el albaricoquero C1 y C10 y en el melocotón medio C8 y C9) ya que los tiempos de riego de estas subunidades no deben de generalizarse aunque se trate del mismo cultivo.
- Dentro de cada subunidad, la DU_qGlobal resultó satisfactoria excepto para la subunidad C9 (0.73) que debido a la variación de presión resultó inferior a la requerida. Los elevados valores de DU_qOthers en todas las subunidades analizadas son un indicador del buen envejecimiento que están teniendo los emisores de riego.
- El análisis de las pautas de riego de la finca muestra una evolución de las mismas desde 2004 y 2005, años en los que se aplicaban riegos excedentarios, hasta 2006, año a partir del cual se aplicaron riegos cada vez más deficitarios. Las prácticas de riego deficitario en la finca no se corresponden exactamente con las técnicas de riego deficitario controlado, ya que en periodos de especial sensibilidad al estrés en cultivos como el melocotonero tardío y el albaricoquero se aplicó estrés.
- El tiempo de riego programado por el técnico de la finca difiere de forma importante con el tiempo de riego que se aplica realmente, especialmente en las zonas controladas de melocotón temprano. A pesar de la automatización del sistema de riego no hay un control sobre las láminas de riego aplicadas.

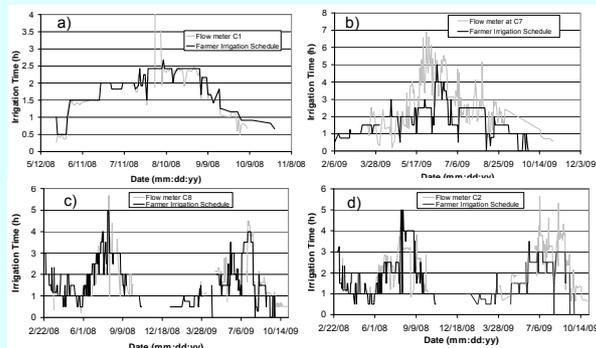


Figura 3. Tiempo de riego registrado por los contadores de pulsos (línea gris) y tiempo programado por el técnico de la finca (línea negra) en cuatro de los puntos de control (a) Albaricoquero, (b) EMP, (c) MMP y (d) LMP.

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage paper No. 56, Rome, Italy.
 Fliman, D., Playán, E., Brieta, A. and Zapata, N. (2009). Caracterización de la variabilidad espacial del viento en una finca comercial de frutales de hueso. XVIII Congreso Nacional de Riego y Drenaje. Murcia, España.
 Martínez-Cob, A. (2004). Revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la Cuenca del Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro (2004). PH-12.1.
 Naor A (2006) Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. Hortic Res 32:111-116.

Organizadores:

Colaboradores:



Aqua España, Institut de l'Aigua, Universitat de Lleida, Universidad de Alcalá, IAH-AIH, AEF Bombas, AFRE, PTEA, AERYD, ICID-CERYD, AEDyR, IUACA, ETSIA-UPM, ANIA, Rideco, TRAGUA CONSOLIDER, IMDEA Agua CBB, CUADLL, Club del Agua Subterránea, AEUAS, FCIHS, IWRA