

Ensayos de aplicación del riego subsuperficial o enterrado en alfalfa

Resultados preliminares de la comparación con el riego por superficie y aspersión

Existe un interés creciente en el estudio de sistemas de riego más eficientes en cultivos como la alfalfa en zonas tradicionales de cultivo como el área regada por los Canales de Urgell. De ahí que los trabajos sobre el riego subsuperficial en alfalfa puedan proporcionar más información para el sector, aunque no existe apenas bibliografía al respecto. El riego por goteo subsuperficial puede ser una alternativa a los sistemas de riego tradicionales en alfalfa (inundación y aspersión) teniendo en cuenta la posibilidad de ahorro en la aportación de agua de riego y las mejoras técnicas y de manejo del cultivo que conlleva.

J. Rufat, J. Del Campo, M. Mata, A. Rabones y J. Girona.

Área de Tecnología Frutícola. Centre UdL-IRTA. Lleida.

La alfalfa es uno de los cultivos más importantes del territorio español; ocupa una superficie de 256.298 ha, de las cuales el 75% son de regadío. Lleida es la tercera provincia en extensión con 33.761 ha (85% de regadío) (MAPA, 2004). Del análisis de los avances de superficie y producción (MAPA, 2005) se prevé que, a nivel de España, la reducción de producción del año 2005 respecto a 2004 sea del 21,1%, en gran parte debida a los problemas de disponibilidad de agua de riego para el cultivo.

La alfalfa es un cultivo que consume elevadas cantidades de agua, con valores que oscilan entre los 8.000 y 12.000 m³/ha (Fuentes y Lloveras, 2003), la mayor parte suministrada por el riego. Por ser el agua un bien escaso que requiere cada vez más de una correcta racionalización de su uso, el empleo de sistemas de riego eficientes supone una vía de mejora para asegurar tanto un ahorro de agua aplicada como una mejora de la productividad de la misma.

El sector está continuamente buscando nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y reducir los costes de aplicación. La aplicación del riego por aspersión ha supuesto una mejora en la eficiencia de aplicación y en el ahorro de agua (Rufat *et al.*, 2005). El riego por goteo en climas áridos permite una reducción de las pérdidas por evaporación, escorrentía superficial y percolación en profundidad. La aplicación del riego por goteo subsuperficial o enterrado (RSS) supone una reducción casi total de las anteriores pérdidas enumeradas para el riego por goteo superficial, por lo que las necesidades de agua de riego

se reducirán en proporción a la disminución de las pérdidas. El sistema RSS ha sido probado con éxito en el estado de Kansas (EE.UU.) para maíz (Lamm *et al.*, 1995), con resultados económicos mejores que el riego por inundación o aspersión (O'Brien *et al.*, 1998). La aplicación de RSS en alfalfa en California (EE.UU.) supuso un incremento en el rendimiento respecto al riego tradicional (Hutmacher *et al.*, 1992). Al no mojar la superficie del suelo, este sistema disminuye la germinación de las semillas de malas hierbas, además de permitir que durante los días de siega y secado del heno en campo no tenga que interrumpirse o se pueda reducir al mínimo el corte del agua de riego, práctica que permite una mejor brotación del cultivo.

Fruto del acuerdo entre el DARP (Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya), REGSA (empresa pública de la Generalitat de Catalunya) y Regaber, empresa instaladora del riego subsuperficial, se encargó al IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries) la ejecución del proyecto de demostración "Evaluación comparativa del riego subsuperficial en alfalfa en la zona regable por los Canales de Urgell". Los objetivos planteados en el proyecto son:

- Comparar el sistema de riego subsuperficial con el riego por aspersión y por inundación en el cultivo de alfalfa.
- Evaluar la producción y la calidad en función del sistema de riego aplicado.
- Aportar información a los regantes de las diferentes zonas de riego.
- Comparar los costos de funcionamiento de los sistemas de riego.



► Características del ensayo

Parcela demostrativa

La parcela está situada en el término municipal de Vallfogona de Balaguer, en la comarca de La Noguera (Lleida) y consta de nueve bancales, situados perpendicularmente a la pendiente, con una superficie total de 2,24 ha. A partir del segundo bancal y en sentido de cota descendente, se sitúa el ensayo. Los dos primeros se regarán mediante riego subsuperficial, los dos segundos por aspersión y los dos últimos por inundación. El resto no entrarán en el diseño experimental. La razón de esta distribución es evitar que bancales regados con sistemas más eficientes en la aplicación del agua de riego se vean alterados por aportaciones de agua de parcelas situadas en cotas superiores.

Como se ha explicado anteriormente, las superficies de ensayo dedicadas a cada sistema de riego constan de dos bancales, con una superficie de 2.000-3.000 m² por bancal, lo que supone una superficie total de ensayo de 1,4 ha.

La siembra se realizó el 12 de febrero de 2004 a una dosis de 46 kg/ha del ecotipo Aragón, la más comúnmente utilizada en la zona.

Programación del riego

El riego se ha programado con una periodicidad semanal, en base a los datos de la ETo (evapotranspiración de referen-



La tubería portagoteros se encuentra enterrada a 35-40 cm en el suelo.

cia) de las estaciones de la XAC (Xarxa Agroclimàtica de la Generalitat de Catalunya) más cercanas (Vallfogona de Balaguer), utilizando los coeficientes de cultivo (Kc) publicados por la FAO (FAO 24), y corregidos los datos en base a la eficiencia de aplicación del agua de cada sistema. Las eficiencias aplicadas han sido del 90% en el riego subsuperficial y del 70% en el riego por aspersión.



**!!! VITICULTOR !!!
NO SE DEJE CONVENCER
POR OTRAS PUBLICACIONES ENGAÑOSAS**

LOS PROTECTORES ACUDAM OFRECEN:

- * Altos porcentajes de desarrollo
- * Eficaces durante los tratamientos de herbicidas
- * Protegen su vid de los animales roedores
- * Se distinguen de los protectores de tubo, al ser reutilizables para otras plantaciones

**PATENTADO
Y
ECONÓMICO**



ACUDAM

Ferrer i Busquets, 2
Tel 34-973 71 04 04 Fax 34-973 71 04 53
25230 MOLLERUSSA- LLEIDA ESPAÑA



Conexión de la tubería portagoteros a los ramales de riego.



En la imagen inferior, sonda para la medida del contenido de humedad.
Foto superior, monitor de la sonda.

Las programaciones de riego tan sólo se han utilizado para los sistemas de riego a presión (aspersión y goteo). En el caso del riego por inundación se han seguido los turnos de riego establecidos en la zona.

En 2004, primer año de ensayo, se comenzaron a aplicar los distintos tratamientos de riego a mediados de junio.

Sistemas de riego

El sistema de riego subsuperficial o enterrado (RSS) puede ser una alternativa al riego por aspersión, especialmente en cultivos hortícolas, pero también en cultivos perennes o de largo establecimiento (caso de la alfalfa) y para zonas en las que la limitación de la evaporación del agua de riego tenga importancia. En el ensayo, los goteros son autocompensantes y antidrenantes y están integrados en la manguera RAM, situados a una distancia de 60 cm. Los ramales están enterrados a 35-40 cm y separados 80 cm entre sí. El caudal de descarga es de 2,3 l/h.

El riego por superficie o inundación (INU) es el riego tradicional de la zona regada por los Canales d'Urgell y supone una referencia de todas las pruebas realizadas. Los turnos de riego pueden oscilar entre los doce y los veinte días, con un caudal aproximado de 130 l/s.

El riego por aspersión (ASP) es el sistema de riego que para cultivos extensivos (maíz, girasol, alfalfa, etc.) se presenta como alternativo al riego por gravedad. La pluviometría de los aspersores del ensayo es de 1.600 l/h a 3,5 bar de presión.

Se dispone de un contador individual para cada parcela de riego subsuperficial y de un contador para las dos parcelas regadas por aspersión y un contador para la primera parcela regada por inundación.

Controles del contenido de agua en el suelo

Se ha utilizado la sonda Diviner con un tubo de acceso en cada bancale (seis tubos en el total del ensayo) hasta la profundidad máxima permitida por el terreno. Estas profundidades varían entre 102 y 195 cm. Se realizaron lecturas semanales desde su colocación hasta el final de la campaña de riegos.

Durante un período de dos semanas en 2005 se instaló una sonda Enviroscan en los diferentes tratamientos, lo que permitió evaluar en continuo la evolución del contenido de agua en el suelo.

Controles de compactación del suelo

En 2004 se realizó la medida de la compactación del suelo a principio, antes de la aplicación de los tratamientos de riego, y al final, una vez terminada la campaña de riego. Se utilizó un penetrógrafo manual que mide la resistencia a la penetración en el suelo de una varilla con final cónico de 1 cm de área.

Controles de producción y calidad

La producción se ha evaluado mediante un muestreo previo a cada siega (3-4 muestras de 0,25 m² por bancale), verificando los datos con los pesos de producto entregado a la industria deshidratadora.

En cuanto a la calidad, además de la determinación de la masa fresca y la masa seca de las muestras de alfalfa, se ha determinado el porcentaje de proteína de cada una de las muestras secas.



Stroby™ WG

La naturaleza creó el modelo
para este nuevo fungicida.

El fungicida para el control
de oídio en la fresa.

Agricultural Products

 **BASF**

The Chemical Company

BASF España S.A.
Car. Reina, 3-5
08017 Barcelona
Tel. Dpto. Técnico: 95 426 16 60
Mail: bassfesa.basfagro@basf.es
www.agro.basf.es

Resultados preliminares

A continuación se muestran resultados de los dos primeros años de ensayo. En la campaña 2004, año de implantación del cultivo, sólo se pudieron realizar cuatro cortes. En 2005, debido al condicionante de disponibilidad de agua de riego, también se realizaron solamente cuatro cortes, con la pérdida de producción por la falta de agua al final de la campaña. De éstos, solamente se controlaron la producción y agua aplicada del segundo, tercer y cuarto corte.

Producción y agua aplicada

Las cantidades de agua aplicadas y la producción obtenida fueron anormalmente bajas para todos los sistemas de riego, debido a que en 2004 se implantó el ensayo, no pudiendo iniciar la

CUADRO I. VALORES RELATIVOS ACUMULADOS DE AGUA TOTAL APLICADA Y PRODUCCIÓN OBTENIDA PARA LOS TRES SISTEMAS DE RIEGO. AÑOS 2004 Y 2005.

Sistema de riego	Agua riego (%)	Producción (%)
Subsuperficial	95	92
Aspersión	92	68
Inundación	100	100

campaña de riegos hasta bien entrado el ciclo, con una irregularidad en la aportación del agua de riego en los sistemas a presión y con la consiguiente disminución de producción. En 2005, por problemas técnicos en la instalación al principio de la campaña y por las restricciones por la sequía a finales, los valores obtenidos distaron mucho de los totales de un año regular.

Si analizamos los valores relativos acumulados en 2004-2005 (**cuadro I**), se observa una tendencia a aplicaciones superiores en el riego por inundación respecto al riego por aspersión o subsuperficial, mientras que las menores aplicaciones de agua en riego por aspersión y la menor producción consiguiente son fruto de los problemas antes reseñados y no de unas menores necesidades. Del análisis de las tendencias de los valores relativos del riego subsuperficial y por aspersión, comparados con el riego por inundación, la evolución de dichos valores para los sistemas a presión muestra una tendencia a unos mejores resultados de eficiencia (producción obtenida por unidad de agua de riego aplicada) con respecto al riego por inundación. El hecho de que tanto el riego subsuperficial como por aspersión presenten valores de agua de riego aportada muy si-

FIGURA 1.

Evolución del contenido de agua en el suelo para los tres sistemas de riego según tres profundidades: 0-40 cm, 40-80 cm y más de 80 cm. Las flechas verticales corresponden a los riegos por inundación del período de estudio. Año 2004.

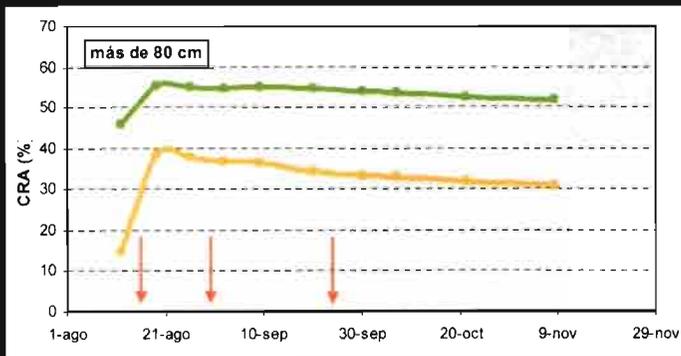
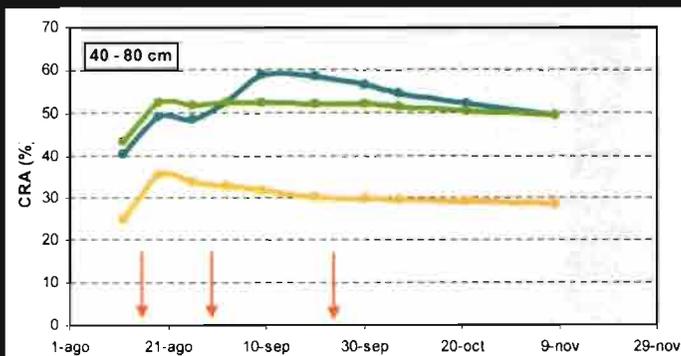
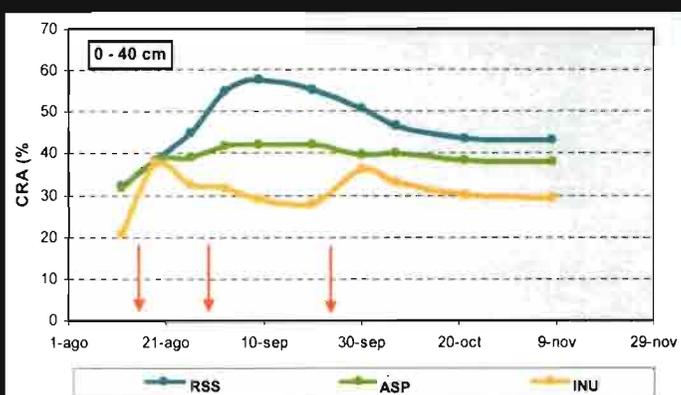
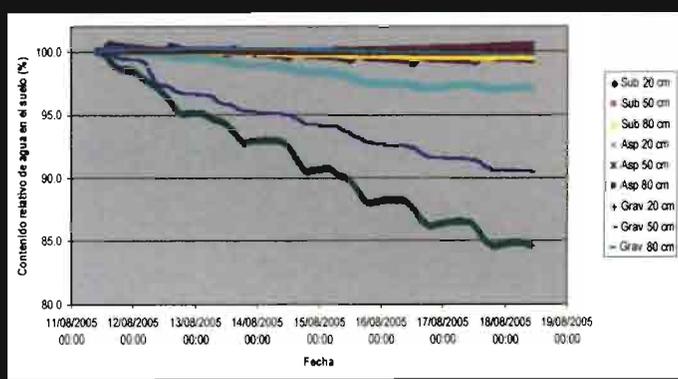
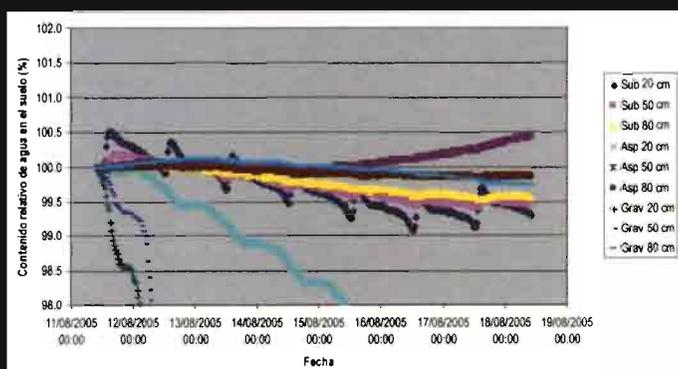


FIGURA 2.

Evolución del contenido relativo de agua en el suelo para los tres sistemas de riego y tres profundidades. Valor 100 para los contenidos iniciales. Año 2005.



milares a inundación indica la precariedad en el riego que afectó a la zona (por imperativos técnicos al principio y por sequía al final de la campaña).

Para las próximas campañas se espera obtener producciones de 18-20 t/ha (Sisquella *et al.*, 2004) como resultado de la implantación del cultivo y un manejo óptimo de los inputs y la posibilidad de realizar los 5-7 cortes de una campaña normal.

Agua en el suelo

De la evolución de los valores en 2004 según la profundidad estudiada (**figura 1**) se observan unos superiores de contenido de agua en el suelo en el RSS y riego por aspersion (ASP) comparado con inundación (INU). Entre los dos primeros, el RSS mantiene tendencias superiores a ASP hasta los 80 cm de profundidad. De estos resultados se desprende la mayor eficiencia del sistema RSS, capaz de sostener niveles superiores de contenido de agua en el suelo. El mantenimiento de unos valores constantes en el tiempo a partir de los 80 cm se explicaría por la presencia de materiales impermeables, lutitas, a dicha profundidad. Las lecturas en la capa más superficial (0-40 cm) reflejan con claridad el momento de la aplicación de riego por inundación y la respuesta del suelo a la extracción de agua por el cultivo, comparado con las capas más profundas.

El seguimiento en continuo para un período corto de tiempo de los perfiles de humedad en el suelo en 2005 (**figura 2**) muestra una evolución diferenciada para los distintos tratamientos (valores relativos a los contenidos iniciales del primer día de

control). Además de observar la cadencia de riego diario en el riego subsuperficial, queda patente la disminución del contenido hídrico a 20 y 50 cm en el riego por inundación y en menor grado en la capa superficial del riego por aspersion. En los demás casos se mantienen los niveles de partida.

Compactación del suelo

Los valores comparados antes de comenzar los tratamientos de riego entre alfalfa de primer año y de segundo año (**figura 3**) muestran diferencias con valores superiores de resistencia del suelo en la parcela de segundo año por una mayor compactación en profundidad, tanto por las labores mecánicas realizadas como por el sistema de riego por inundación, que a largo plazo tiende a compactar más el suelo. A finales de la primera campaña los valores comparados entre el suelo regado por inundación y el regado subsuperficialmente muestran valores similares, con ligeras diferencias en la capa más superficial debido a que el riego subsuperficial moja un volumen de suelo enterrado, sin llegar normalmente a la parte más superficial. Es de esperar una mayor diferenciación en campañas futuras si bien ya se observa un desplazamiento de los valores cuando comparamos los datos iniciales con los finales de un mismo año.

Análisis de calidad

En el año 2004 se realizó un análisis de proteína en el momento de la siega para los distintos sistemas de riego a lo largo de la campaña (**cuadro II**).

El riego por goteo es el mejor sistema para ahorrar agua

UNIRAM es el nuevo gotero integrado de Regaber y Netafim, fruto de la experiencia adquirida con más de 5.000 millones de metros de RAM instalados.

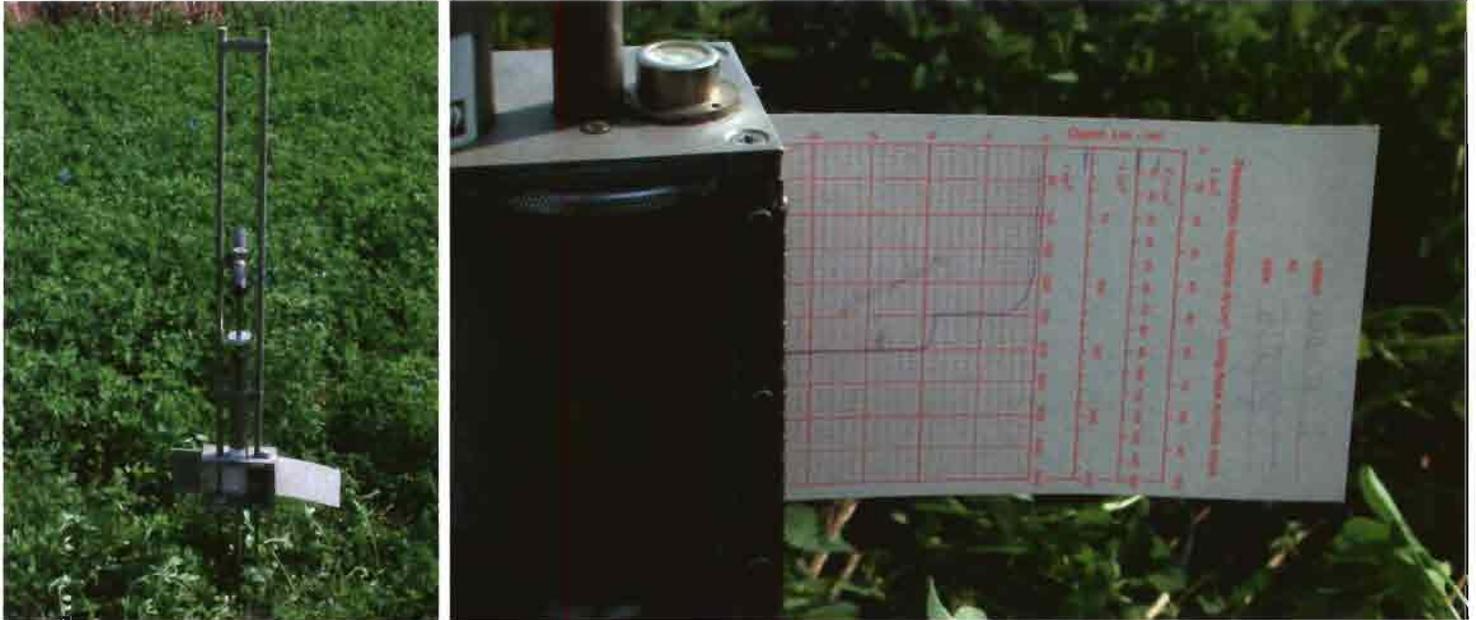
Recomendado para riego en superficie y subterráneo con la máxima fiabilidad.

Consulte a su distribuidor Regaber más cercano

Regaber

ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE RIEGO



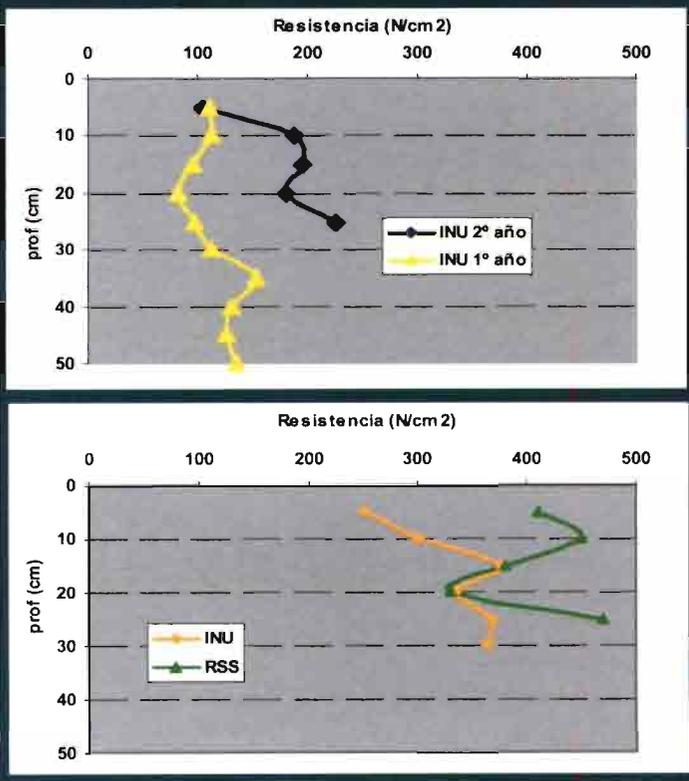


A la izquierda, medida de la resistencia del suelo con un penetrógrafo. Detalle del gráfico de resistencia del suelo, en la imagen derecha.

CUADRO II. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA PARA LOS TRES SISTEMAS DE RIEGO. AÑO 2004.				
Sistema de riego	Fecha de corte			
	5-6	27-7	13-8	9-9
Subsuperficial	18,3	20,3	22,6	21,1
Aspersión	21,8	22,2	24,9	-
Inundación	22,1	23,0	19,8	22,7

FIGURA 3.

Valores de resistencia del suelo a inicio de campaña (26-4) y al final (7-10). Año 2004.



Todos los valores superan el mínimo del 15% exigido para la comercialización de la alfalfa, con una tendencia a valores superiores en los cortes de julio-agosto y menores en el primer corte por la presencia frecuente de malas hierbas. Comparando los tratamientos de riego, los valores no son concluyentes y las diferencias observadas tienen una alta relación con la producción obtenida, con una cierta compensación entre los dos parámetros.

Para futuras campañas, con el cultivo totalmente implantado, la aplicación de sistemas de riego diferenciados aportará una información más contrastable para los valores obtenidos en los diferentes controles que se realicen. ■

Bibliografía

Hutmacher, R.R.; Mead, R.M.; Phene, C.J.; Clark, D.; Shouse, P.; Vail, S.S.; Swain, R.; VanGenuchten, M.; Peters, M.S.; Hawk, C.A.; Donovan, T. y J. Jobes. 1992. Sub-surface drip and furrow irrigation of alfalfa in the Imperial Valley. Proc. 22th California/Arizona Alfalfa Symposium. University of California and University of Arizona Cooperative Extension, December 9-10, Hiltville, California.

Lamm, F.R.; Manges, H.L.; Stone, L.R.; Khan, A.H. y D.H. Rogers. 1995. Water requirement of subsurface drip-irrigated corn in northwest Kansas. Transactions of the ASAE, 38 (2):441-448. S. Joseph, Michigan.

MAPA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2004. Anuario de estadística agroalimentaria. Madrid.

MAPA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2005. Anuario de estadística agroalimentaria. Madrid.

O'Brien, D.; Rogers, D.H.; Lamm, F.R. y Clark, G. 1998. An economic comparison of subsurface drip and center pivot sprinkler irrigation systems. Applied Engineering in Agriculture. 14 (4):391-398. ASAE. S. Joseph, Michigan.

Rufat, J.; Girona, J.; Arbonés, A.; Mata, M. y J. Del Campo. 2005. Mejora de la eficiencia del agua de riego en maíz. Estudio comparativo del riego a presión respecto al riego a manta en el área regable de los Canales de Urgell (Lleida). Boletín Inter Cuencas, 6:10-11.

Sisquella, M. et al., 2004. Técnicas de cultivo para la producción de maíz, trigo y alfalfa en regadíos del valle del Ebro. Fundació Catalana de Cooperació. Lleida. 105 pp.

Fuentes, J.A. y J. Lloveras. 2003. Metodología de la producción de alfalfa en España. Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles.