

RIEGO DE REMOLACHA

Estudio comparativo entre goteo y aspersión

Por: J. M. Arroyo*, P. Urbano*, C. Rojo* y F. González*

- *Hacia un uso racional del agua de riego*
- *A intensidades de riego bajas, mejor el goteo*
- *Es importante elegir el sistema según manejo y cultivo*



Cubeta evaporimétrica para el seguimiento de las necesidades de agua de los cultivos

INTRODUCCIÓN

El riego, necesario para alcanzar rendimientos elevados, representa una de las partidas más importantes en el conjunto de costes del cultivo de la remolacha azucarera en la Cuenca del Duero. Además, cada vez resulta más evidente la creciente competencia por el uso del agua por parte de otros sectores distintos al agrícola, especialmente en los años de escasez, lo que puede repercutir en un incremento de su coste. En estas circunstancias, el uso racional del agua de riego se convierte en una cuestión de especial interés y plena actualidad; en el momento actual se ha hecho público el Plan Nacional de Regadíos y se espera la aparición del Plan Hidrológico Nacional.

Ese uso racional exige conocer, en términos cuantitativos, la respuesta del cultivo al aporte de riego, la cual dependerá fundamentalmente, de la cantidad total de agua aplicada, de su dosificación y del sistema de riego utilizado.

En el cultivo de la remolacha azucarera, el riego por aspersión es el de mayor implantación, con gran diferencia. Por esta causa, cuando en 1990 se inició el proyecto "Eco-

nomía en la utilización del agua de riego en el cultivo de la remolacha azucarera en la Cuenca del Duero" (financiado por Ebro Agrícolas, S.A. desde 1990 a 1996 y también por ACOR S.C. de 1990 a 1992) su primer propósito fue, precisamente, determinar criterios objetivos (utilizando tensiómetros y cubetas evaporimétricas) que permitieran realizar un manejo óptimo del riego por aspersión.

A partir de 1993 y dentro de ese mismo proyecto, se iniciaron ensayos de riego por goteo en el cultivo de la remolacha para conocer el comportamiento de ese sistema, novedoso en dicho cultivo, y poder compararlo con el sistema de riego por aspersión. Los ensayos de riego por goteo se prolongaron hasta 1996. En una primera etapa (1993 y 1994) el estudio se centró en la determinación del nivel de reposición y del marco de riego óptimos de este sistema en el cultivo de la remolacha. Ello permitió tener una idea bastante aproximada de la magnitud del posible ahorro de agua de este sistema frente al riego por aspersión. Para contrastar y validar esas referencias iniciales se realizaron, en una segunda etapa (1995 y 1996) sendos ensayos comparativos entre ambos sistemas de riego, en los que el propio sistema de riego era una de las posibles fuentes de variación de los resultados obtenidos.

En el presente artículo se exponen y analizan los datos y resultados obtenidos en es-

tos dos ensayos comparativos que, por otra parte, confirmaron plenamente las referencias iniciales.

DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS

Los dos ensayos comparativos entre ambos sistemas de riego se realizaron durante los años 1995 y 1996 en la finca "La Rasa" (Soria), propiedad de Ebro Agrícolas S.A.

Ambos ensayos se plantearon según un diseño experimental en parcelas subdivididas ("split-split-plot") en el que se estudiaron el sistema de riego, la intensidad de riego y la fecha de recolección. La asignación de estos factores a las parcelas elementales siguió el mismo orden en el que se han expuesto dichos factores. Se establecieron dos niveles para los factores sistema de riego y fecha de recolección, y tres para la intensidad de riego. El número de combinaciones se elevó, por tanto, a 12 (2x2x3) y el de "parcelas elementales" a 60, al disponer de 5 bloques de combinaciones. Esas 60 parcelas elementales estuvieron distribuidas en 30 unidades de riego independiente (15 de riego por aspersión y 15 de riego por goteo). Cada unidad englobaba las dos superficies recolectadas en fechas distintas.

Las unidades de riego en cada uno de los dos sistemas tenían las siguientes características:

- Riego por aspersión: 4 aspersores de

* Departamento de Producción Vegetal :
Fitotecnia.
Universidad Politécnica de Madrid.



Vista general de la parte del ensayo dedicada a riego por aspersión

doble boquilla (5/32x3/32") con un caudal de unos 1200 L/h, dispuestos en un marco de 12x12 m y cuyo aporte de agua estaba controlado por una válvula volumétrica, que corta automáticamente el suministro de riego una vez ha circulado por ella la dosis de riego previamente seleccionada y que registra la cantidad total a lo largo del período de riego.

•Riego por goteo: 5 líneas de riego de 13 m de longitud separadas 1 m (1 línea de riego cada 2 líneas de cultivo), con goteros integrados en tubería de polietileno de baja densidad de 16 mm de diámetro, separados 0,3 m y con un caudal nominal de 1,8 L/h. Una válvula volumétrica se encargaba, igualmente, de controlar el riego de cada unidad.

En la parte central de las unidades de riego, tanto de aspersión como de goteo, se instalaron tensiómetros a 30 cm de profundidad con el objetivo de conocer la evolución de la humedad del suelo, a esa profundidad, a lo largo del período de riego.

Las figuras 1 y 2 muestran, respectivamente, la disposición y dimensiones de las unidades de riego por aspersión y por goteo anteriormente descritas. Para facilitar el manejo de los ensayos todas las unidades de riego pertenecientes al mismo sistema de riego se encontraban agrupadas, siendo esa la única restricción impuesta al azar en relación al diseño experimental anteriormente mencionado.

Las tres intensidades o niveles de riego ensayadas en cada uno de los dos sistemas correspondieron a la reposición del 90, 70 y 50% de (Epan-P), siendo "Epan" la evaporación de agua medida en una cubeta de clase A situada en las proximidades de la parcela y "P" la precipitación registrada por un pluviómetro ubicado al lado de la cubeta. Cada una de esas tres intensidades de riego se suministraba con una frecuencia de dos días para el goteo y siete para la aspersión, aproximadamente, de modo que semanalmente se igualaban los aportes de riego correspondientes a un mismo nivel en los dos sistemas de riego. Además en 1996 se ensayó el nivel

del 110% de (Epan-P) en el sistema de riego por aspersión.

Las dos fechas de recolección tuvieron lugar a mediados de octubre y de noviembre, respectivamente. De cada una de las unidades de riego y en cada una de las dos fechas de recolección se muestreó una superficie de 10 m² (2 líneas de cultivo de 10 m de longitud) de la parte central de dichas unidades. Las determinaciones realizadas sobre las muestras permitieron conocer el rendimiento en azúcar y sus componentes (peso de raíz y polarización), la calidad industrial de la raíz (contenidos en azúcares reductores, alfa-anilino, sodio y potasio) y algunos parámetros relacionados con la parte aérea (peso fresco y seco de hojas y coronas). En el presente artículo, debido a su mayor repercusión económica, se hará referencia a los resultados del rendimiento en azúcar.

DATOS Y RESULTADOS. CONCLUSIONES

Antes de exponer y analizar los resultados de rendimiento de los ensayos se resumen las características edáficas, meteorológicas y las prácticas culturales bajo las que se han desarrollado los ensayos comparativos.

En relación a las primeras, se trata de suelos de textura franco-arenosa (65% de arena, 23% de limo y 12% de arcilla), pH básico (7,3 a 8), bajo contenido en materia orgánica (1,5 a 2%), contenidos normales en fósforo, muy altos en calcio y potasio y bajos en magnesio. No hay problemas de salinidad y el grado de infestación de nematodos (*Heterodera schachtii*) es ligero.

Respecto de los datos meteorológicos, en unos ensayos de este tipo el aspecto más importante es la precipitación recibida por el

Cuadro 1.- Distribución de las precipitaciones (mm) durante el ciclo del cultivo.		
Período	1995	1996
Siembra – inicio del riego	84	155
Inicio – fin del riego	59	84
Fin del riego – 1ª recolección	41	9
1ª – segunda recolección	14	28
Lluvia total durante el cultivo	198	276

Figura 1. Unidad elemental de riego por aspersión.

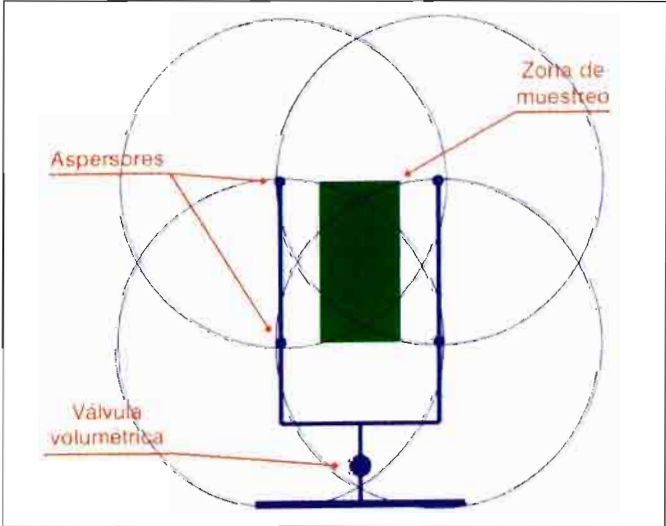
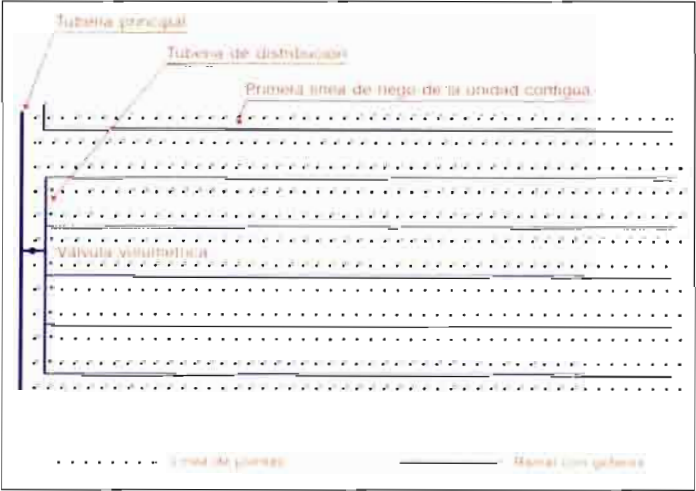


Figura 2. Unidad elemental de riego por goteo.



cultivo durante su ciclo. Los valores correspondientes a cada uno de los dos años de ensayos así como su distribución por etapas se recogen en el cuadro 1.

A excepción del riego, el resto de prácticas culturales fueron las normales en la zona, ya que los ensayos formaban parte de parcelas de cultivo comercial de la finca. Como resumen de las mismas caben mencionar el aporte de 180, 100 y 100 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. La siembra tuvo lugar a primeros de abril, con cultivar Oryx, a un marco de 0,5x0,14 m (50 cm entre líneas y 14 cm entre semillas, dentro de la línea). La densidad de planta en el momento de la recolección se situó en unas 100.000 plantas/ha. Por otro lado, los tratamientos fitosanitarios realizados (herbicidas, uno en pre y dos en post-emergencia; insecticidas, dos y fungicidas, tres) garantizaron un excelente control tanto de las malas hierbas como de las plagas y enfermedades que iban apareciendo.

Finalmente, el periodo de riego se extendió desde mediados de junio a finales de septiembre y los parámetros más representativos figuran en el cuadro 2. También se indican, de forma resumida, los porcentajes de la campaña de riego en los que el nivel de humedad del suelo se situó en el intervalo considerado como óptimo, de acuerdo con los ensayos de riego efectuados en los años precedentes. Este intervalo corresponde a potenciales matriciales entre -0,01 y -0,045



Válvula volumétrica dosificadora del riego en una parcela elemental de riego por aspersión

MPa (lecturas del tensiómetro entre 10 y 45 centibares).

Los resultados obtenidos por cada una de las tres dosis ensayadas en los dos sistemas de riego en el conjunto de los dos años de ensayo y de las dos fechas de recolección se muestran en el cuadro 3.

Las conclusiones que pueden extraerse de

los resultados que ofrece este cuadro junto con los que se han expuesto anteriormente son las siguientes:

1) Cuando se riega con el 90% de (Epan-P) los dos sistemas de riego (aspersión y goteo) obtienen unos rendimientos, tanto en peso de raíz como en azúcar, prácticamente idénticos. Sin embargo, si la dosis de riego se reduce al 70 o al 50% de (Epan-P) el riego por goteo rinde más que el riego por aspersión. Conviene recordar que las frecuencias o intervalos entre riegos consecutivos eran de siete días para el riego por aspersión y dos días para el riego por goteo.

2) La intensidad de riego que permite alcanzar los rendimientos en azúcar más elevados es del 90% de (Epan-P) en riego por aspersión y del 70% de (Epan-P) en riego por goteo. Niveles de riego superiores a los indicados para cada sistema no mejoran el rendimiento y suponen un mayor gasto de agua, mientras que intensidades inferiores ocasionan un descenso significativo del rendimiento. Muy probablemente, este descenso sea superior, en términos económicos, al ahorro de agua conseguido.

3) Esa respuesta productiva del cultivo al nivel de riego en ambos sistemas parece explicarse, de forma satisfactoria, en función del nivel de humedad que se logra mantener en el suelo durante el periodo de riego. En este sentido, tanto con la intensidad de riego del 90% en el sistema de riego por aspersión como del 90 y 70% en el sistema de riego por goteo, el nivel de humedad en el suelo durante la práctica totalidad del periodo de riego está en el intervalo que se considera óptimo, lo que se traduce en unos rendimientos en azúcar bastante similares. Al reducir el aporte de agua en relación a esos óptimos, se reduce igualmente el porcentaje del periodo de riego en el que el cultivo va a tener la disponibilidad de agua necesaria para alcanzar los rendimientos más altos y, consecuentemente, se produce una disminución de producción.

4) El retraso de la fecha de recolección de mediados de octubre a mediados de no-

Cuadro 2.- Parámetros del riego y nivel de humedad en el suelo en los ensayos comparativos de los sistemas de riego. Valores medios de los años 1995 y 1996.

Sistema	Aspersión			Goteo		
	90	70	50	90	70	50
Intensidad de riego (% de Epan-P)	90	70	50	90	70	50
Tiempo con humedad óptima (%)	95	84	56	100	100	66
Riego total en la campaña (mm)	533	414	296	533	414	296
Intervalo medio entre riegos (días)	7,2	7,2	7,2	2,6	2,6	2,6
Dosis media de riego (mm)	35,5	27,6	19,7	14,4	11,2	8,0
Total de riegos en la campaña	15	15	15	37	37	37

Cuadro 3.- Resultados del rendimiento en azúcar y sus componentes en los ensayos comparativos entre los sistemas de riego por aspersión y por goteo. Valores medios de los años 1995 y 1996.

Fuente de variación		Peso de raíz t/ha	Polarización grados pol.	Rendimiento teórico de azúcar t/ha
Intensidad de riego (Epan-P)	Sistema de riego			
90%	Aspersión	77,4	17,7	13,7
	Goteo	79,2	17,6	13,9
70%	Aspersión	72,6	17,6	12,8
	Goteo	80,8	17,5	14,1
50%	Aspersión	69,3	17,2	11,9
	Goteo	73,2	17,6	12,9



Tensiómetro para controlar el nivel de humedad del suelo

viembre incrementó el rendimiento del cultivo en 1,3 t de azúcar/ha, por término medio. Esa mejora se manifestó de forma similar en los dos sistemas y en los tres niveles de riego. Por lo tanto, la fecha de recolección no modificó las conclusiones señaladas en los puntos anteriores, razón por la cual no se

considera necesario mostrar los resultados de las recolecciones individualmente consideradas.

En resumen, el riego por goteo, en las condiciones de manejo citadas, permite alcanzar los rendimientos potenciales del cultivo con una cantidad de agua que puede ser

del orden de un 20% inferior (unos 100 mm) a la necesaria para alcanzar dichos rendimientos con el sistema de riego por aspersión, al ser capaz de mantener unos niveles de humedad en el suelo tan satisfactorios para el cultivo como los que se consiguen con un aporte de riego superior en un 20% en el sistema de riego por aspersión. Esta circunstancia puede derivarse de su intrínseca alta frecuencia de aplicación y de las menores pérdidas por evaporación en la aplicación del agua, sobre todo en condiciones climáticas adversas para el suministro de agua de riego por aspersión (altas temperaturas y vientos moderados o fuertes).

A la hora de tomar una decisión acerca de la elección de uno u otro sistema de riego deben considerarse, junto con el ahorro de agua y energía, aspectos tan importantes como los costes de adquisición y mantenimiento del sistema de riego, la sencillez y operatividad en su manejo y la adecuación al resto de prácticas culturales. Es evidente que en muchos de estos aspectos el riego por goteo en el cultivo de la remolacha ofrece una situación mucho menos ventajosa que el riego por aspersión y ello, muy probablemente, determina que el agricultor remolachero siga utilizando, con las mejoras que sean factibles tanto en el diseño como en los criterios de manejo, el riego por aspersión.



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION
ENESA
INFORMA

TEMA: Cítricos

Desde el 1 de abril de 1999, se puede asegurar la producción de Naranja, Mandarina, Limón y Pomelo, en una única póliza por especie o en una única Declaración denominada Póliza Multicultivo, siempre que se agrupe al menos dos producciones. Con esta nueva modalidad de contratación se simplifica el trámite y se beneficia de una subvención extra de 2 puntos.

Los agricultores que contraten este Seguro tienen cubierta su producción contra los daños en cantidad y calidad por los riesgos de Helada, Pedrisco, Viento e Inundaciones, de acuerdo con la opción de aseguramiento elegida. Los daños excepcionales por Inundación se cubren una vez más en esta campaña, en todas las producciones y en todas las opciones.

También están garantizadas las

pérdidas en la producción potencial de la plantación ocasionadas por el Viento en todas las especies.

Este año, a partir del 1 de agosto, es posible contratar el Seguro del Pixat, mediante el cual se garantizan los daños producidos por esta fisiopatía en la producción de la Mandarina.

El capital asegurado es del 80% del valor de la producción, excepto en el riesgo de Pedrisco para el que la cobertura es del 100%.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, a través de ENESA subvenciona el coste del Seguro de manera que sea menos costoso para el agricultor. Se descuenta en el mismo momento de realizar la póliza y como máximo alcanza el 43% en la Póliza Multicultivo y un 41% en la Póliza por cultivo.

Los porcentajes se acumulan y se aplican según las características del asegurado:

TIPO DE SUBVENCIÓN	PÓLIZA POR CULTIVO	PÓLIZA MULTICULTIVO
SUBVENCIÓN BASE	22%	22%
S. COLECTIVA	5%	5%
S. ADICIONAL	14%	14%
S. MODALIDAD	—	2%
CONTRATACIÓN		

Puede solicitar más información a la ENTIDAD ESTATAL DE SEGUROS AGRARIOS C/ Miguel Angel 23-5º - 28010 MADRID y a su Tomador del Seguro. Éste se encuentra próximo a usted y le puede aclarar las dudas antes de realizar la póliza y posteriormente asesorarle en caso de siniestro.