

REGADÍOS

TRANSFERENCIA EN RIEGOS

Manejo del agua en la alfalfa en el área regable del Bajo Guadalquivir

Benito Salvatierra Bellido
Ingeniero Agrónomo

Iván Sánchez Guilloto
Ingeniero Técnico Agrícola
IFAPA Centro Los Palacios (Sevilla)

Como demanda de I+D+i y para una de las cooperativas más representativas de la comarca del Bajo Guadalquivir, durante el año 2009, el IFAPA junto con el Sistema de Asistencia al Regante (SAR), trabajaron en tres líneas en cuanto a la optimización del uso del agua en el cultivo de la alfalfa, realizándose un estudio teórico del manejo del agua, un ensayo de riego deficitario y la puesta a punto de una herramienta informática ya existente, para modelizar la productividad de agua en la alfalfa. Con estas tres líneas de trabajo, se ha conseguido obtener una aproximación de los niveles de productividad de la alfalfa en función al manejo del riego.

El Sistema de Asistencia al Regante (SAR) del Instituto de Investigación y Formación Agraria de la Junta de Andalucía (IFAPA) desarrolla proyectos concretos con el objetivo específico de Mejora de la Gestión del Uso del Agua. En este ensayo que se describe a continuación, el resultado obtenido ha

sido tener una potente herramienta para establecer futuras estrategias de manejos en distintas situaciones de ofertas de agua.

LA ALFALFA Y EL AGUA

El cultivo de la alfalfa en el Bajo Guadalquivir es actualmente

Foto 1. Intercambio de los aspersores de acuerdo al diseño estadístico de parcelas elaborado



una de las alternativas más consolidadas a los cultivos tradicionales extensivos industriales de la comarca, como son el algodón y la remolacha, ambos con una tendencia a la baja, en rentabilidad y superficie.

La alfalfa es un cultivo con unas necesidades de agua apa-

una fracción de agotamiento permisible del 55 % del agua útil en todo el perfil explorado, lo que nos hace pensar que podemos llegar a un déficit puntual de agua del 55 % sin pérdida de producción.

b) La recolección en este cultivo se realiza de manera fraccio-

// LA ALFALFA EN EL BAJO GUADALQUIVIR ES ACTUALMENTE UNA DE LAS ALTERNATIVAS MÁS CONSOLIDADAS A LOS CULTIVOS TRADICIONALES EXTENSIVOS INDUSTRIALES DE LA COMARCA, COMO SON EL ALGODÓN Y LA REMOLACHA //

rentemente más elevadas que otro cultivo de ciclo más corto, como puedan ser los cultivos tradicionales del Bajo Guadalquivir antes mencionados. Sin embargo, en la alfalfa podemos establecer dos hipótesis que nos hagan pensar en producir alfalfa con menos agua:

a) Se trata de un cultivo con una profundidad radicular que puede llegar incluso a 2 m y con

nada en varios cortes a lo largo del año, con lo que el estrés sufrido de manera puntual sólo se manifestaría en el corte posterior a este estrés.

Por tanto, podemos hablar de un cultivo que se adapta muy bien a zonas regables con las características de la zona del Bajo Guadalquivir, como pueden ser la irregularidad en las precipitaciones, irregularidad en la ofer-



DATOS DE PARTIDA

Producción récord en la comarca: 30.557 kg/ha de materia seca al 12 % en peso (Año 2007)
 Riego neto: 8.191,6 m³/ha
 Eficiencia de aplicación de un sistema de aspersión de cobertura bien diseñado: 0,85
 Riego bruto necesario para una producción máxima: 9.637 m³/ha
 Datos medios climáticos (serie histórica de los últimos 15 años):
 - Precipitación media: 584,8 mm,
 - Evapotranspiración media de la alfalfa: 1.404 mm,

El resultado de este análisis teórico llevó a la curva de productividad que muestra el **Gráfico 1**.

EL ENSAYO DE RIEGO DEFICITARIO

La experiencia consistió en un ensayo de riego deficitario en alfalfa en una zona regable con agua a la demanda. El ensayo se localizó en la parcela 30651 Sector B-XII (Subsector A) en Lebrija (Sevilla) en el segundo año de cultivo. Como material de riego se empleó aspersión de cobertura superficial con aspersores de martillo, boquilla simple 9/64 en marco 12 x 15 m (siendo esta úl-

ta de agua a través de turnos de riego, condiciones de restricciones en las dotaciones anuales por sequía y suelos retentivos de humedad.

ESTUDIO TEÓRICO

Con este planteamiento, el SAR analizó la productividad del agua de riego en la alfalfa desde un punto de vista teórico y con información de la zona. La metodología utilizada fue la recogida en el manual nº33 de la FAO de la serie "Riego y Drenaje".

GRÁFICO 1 / Función de producción del cultivo de la alfalfa en el Bajo Guadalquivir

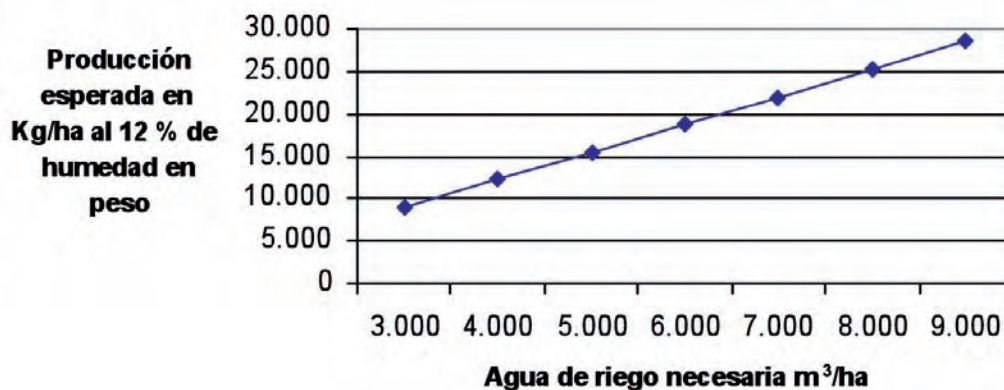
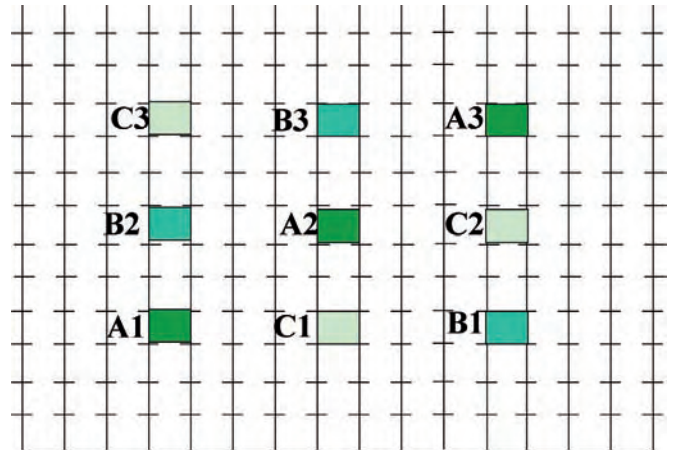


FIGURA 1 / Esquema del diseño del ensayo de riego. La letra hace referencia a la variable estudiada, la dosis. Y el número indica la posición de cada repetición dentro de cada bloque



tima la distancias entre ramales) con tuberías de PVC de 63 mm.

► Objetivo

A partir del resultado teórico, el SAR comenzó a analizar el consumo de agua de esta planta para poder optimizar el manejo del riego para distintas situaciones en cuanto a deficiencia en la disponibilidad del recurso. Para ello puso en marcha un ensayo de riego deficitario con los siguientes objetivos: analizar el comportamiento productivo de dosis más bajas de riego, contrastar los valores teóricos obtenidos y poner a punto una herramienta de modelización de la productividad de agua en la alfalfa.

► Diseño

El ensayo fue gestionado por el SAR y manejado por el propio agricultor con las directrices dadas continuamente de programación de riego. El diseño del ensayo fue mediante bloques al azar donde la variable a estudiar fue la dosis de riego. Se llevaron a cabo tres programaciones de riego con tres dosis diferentes: 100% de las necesidades máximas, 80% y 60%.

La disposición de los bloques se llevó a cabo longitudinalmente según las tuberías de los aspersores como se observa en la **Figura 1**. Y posteriormente se distribuyeron las repeticiones aleatoriamente.

La ejecución del ensayo se realizó utilizando boquillas de aspersores con caudales proporcionales a las dosis buscadas. (**Foto 1**)

Las parcelas del grupo A tenían boquillas con un caudal similar a las de la instalación de riego. Las parcelas del grupo B tenían unas boquillas con un caudal nominal del 20% menor a las del grupo A. Y las boquillas colocadas en las parcelas del grupo C tenían en los aspersores circundantes boquillas con un caudal nominal un 40% menor a las boquillas del grupo A. (**Figura1**).

Cada uno de los tres tipos de parcelas fueron evaluadas según

el protocolo de evaluación de riego por aspersión en campo del SAR con resultados de uniformidad algo menores a los valores aceptables (Uniformidad de distribución del 75%), debido a presiones de la red de riego en parcela por debajo de 3 bar.

► **Gestión del riego**

El número de riegos dados fueron menores a los exigidos para las necesidades máximas teóricas por cuestiones de operatividad del agricultor. Por tanto, las dosis reales ensayadas con respecto a las necesidades máximas fueron:

- 77,8 % de las necesidades máximas.
- 59,3 % de las necesidades máximas.
- 44,9 % de las necesidades máximas.

Para llevar a cabo el ensayo se utilizó el método de balance de agua en el suelo, donde para ello se calculaba diariamente la evapotranspiración de la alfalfa.

Además, en la programación de riego se tuvieron en cuenta los parámetros de la **Tabla 1** para la aplicación del método del balance diario del agua en el suelo. Se adoptó como estrategia de riego la correspondiente a dosis fija, es decir, aplicar riego de 12 horas cada vez que fuera necesario en la estrategia de mayor dosis, priorizando siempre las labores del cultivo y posponiendo el riego en caso de que fuera necesario.

TABLA 1 / Caracterización de los parámetros para la programación de riego en el ensayos de la alfalfa mediante la modalidad efecto promedio de los cortes

Periodo	Inicial	Desarrollo	Medio	Final
Número de días	10	20	-	10
Kc	0,4	-	0,95	0,9
Profundidad radicular	1,2	-	1,5	1,5
NAP	0,55	0,55	0,55	0,55
Estrategia de riego	Dosis fija (riegos de 12 horas)			



Foto 2. Detalle de la recolección de las parcelas del ensayo

► **La recolección**

Una vez planificada la programación del riego y la operatividad del mismo, era necesario prever la recolección de cada una de las parcelas de ensayo en cada uno de los cortes.

La parcela era segada en su totalidad por la cooperativa que gestionaba la recolección, acto seguido se delimitaban las parcelas de ensayos con una cinta y se procedía a la recolección y pesado (**Foto 2**). Simultáneamente, se obtenía una muestra para analizar en el instante la humedad. Una vez pesadas las parcelas experimentales y devueltas las muestras al campo, la máquina encargada de la recolección procedía sobre toda la parcela.

TABLA 2 / Caracterización de los parámetros para la programación de riego en el ensayos de la alfalfa mediante la modalidad efecto promedio de los cortes

Tratamiento	Producción/ha (Kg/ha)	Valor Medio (Kg/ha)
A-177,8%	25.265	24.349
A-277,8%	23.455	
A-377,8%	24.326	
B-159,3%	22.390	21.083
B-259,3%	20.869	
B-359,3%	19.990	
C-144,9%	20.094	20.093
C-244,9%	21.466	
C-344,9%	18.719	

TABLA 3 / Aplicación del test de Tukey sobre los resultados del análisis de la varianza.

Grupos homogéneos (Variable: rendimiento kg/ha)			
	Observaciones	Media	Test de Tukey
Tratamiento del 77,8%	3	24.349	A
Tratamiento del 59,3 %	3	21.083	B
Tratamiento del 44,9 %	3	20.093	B

► **Producciones obtenidas**

Los resultados de cada campo de ensayo se exponen en la **Tabla 2** donde se expresan los datos de cada repetición y la media de las tres repeticiones del ensayo en kg/ha. Todos los datos están corregidos hacia una

humedad estándar al 12% para el análisis de los resultados.

En los **Gráficos 2 y 3** se reflejan las producciones para cada uno de los cortes y en función de la dosis de riego aplicada. El orden de los cortes hace referencia a la campaña 2009 según año natural.

GRÁFICO 2 / Detalle de la recolección de las parcelas del ensayo. Producción en cada corte y total

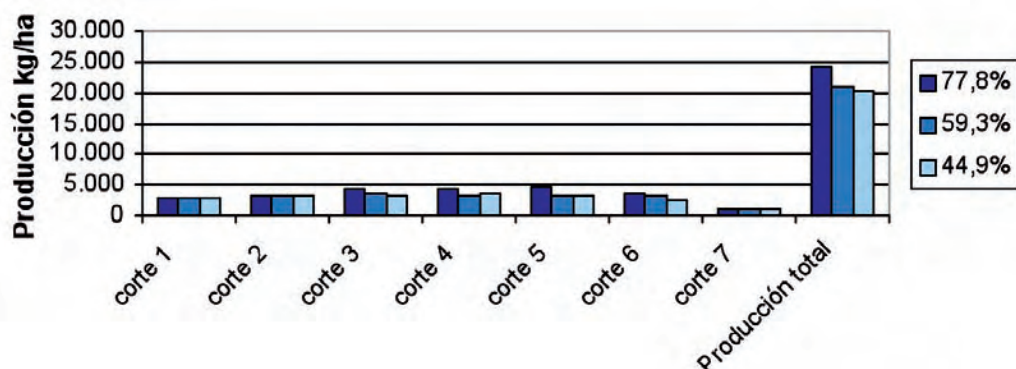
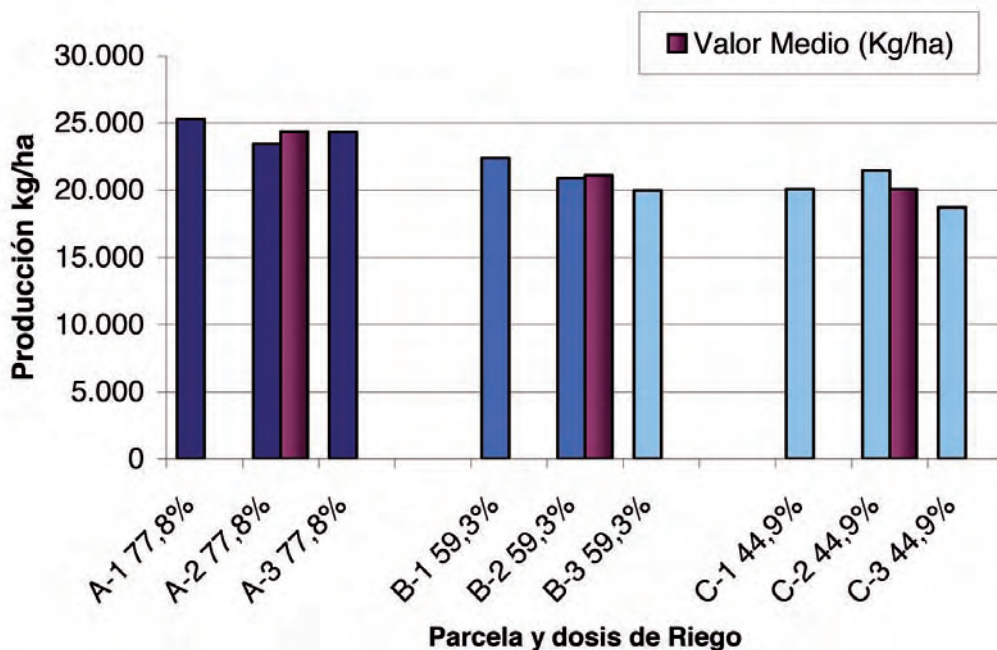


GRÁFICO 3 / Detalle de la recolección de las parcelas del ensayo. Producción total



Del análisis de la varianza de la variable rendimiento del conjunto de todos los cortes de alfalfa, resultan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las dosis de riego ensayadas. Los resultados se pueden ver en la **Tabla 2**.

En la **Tabla 3**, se muestran los grupos homogéneos de dosis de riego, cuya diferencia en rendimiento, que aparece en los resultados, hay que evaluarla en los grupos de tratamiento que nos marca el Test de Tukey, uniendo las dosis de riego por letras.

Según el análisis estadístico

elaborado, podemos concluir que las diferencias son estadísticamente significativas sólo entre el tratamiento del 77,8% y el de 59,3%. Sin embargo, los resultados absolutos obtenidos son coherentes, ya que la diferencia de dosis entre el segundo y el tercer grupo no es tan alta como entre el primer y segundo grupo.

Si se observan los consumos en cada uno de los casos, la dosis del primer grupo requiere una disponibilidad de riego de 7.056 m³/ha (según la **Tabla 4**) obteniendo valores de producción de 24.349 kg/ha, resultado que hacen que el cultivo sea sobradamente rentable y sostenible. Por tanto, si se cuenta sólo y exclusivamente con la concesión de agua de la superficie de la parcela sembrada de alfalfa, contaríamos con valores de 6000 m³/ha de disponibilidad de agua, y según la función de producción generada por estos datos experimentales, obtendríamos un valor de producción de 22.566 kg/ha, resultado igualmente aceptable para la sostenibilidad del cultivo en la comarca del Bajo Guadalquivir.

Los datos obtenidos en la **Tabla 4** como consecuencia de un riego del 100% de las necesidades máximas no son resultados experimentales. El riego bruto es el resultado a tiempo real de la programación de riego mientras que el dato de la producción se ha obtenido a partir de la fun-

TABLA 4 / Caracterización de los parámetros para la programación de riego en el ensayos de la alfalfa mediante la modalidad efecto promedio de los cortes

DATOS RESUMEN DEL ENSAJO				
	Precipitación media considerada (m ³ /ha)	5.848		
	Precipitación campaña del ensayo (m ³ /ha)	5.640		
DOSIS DE RIEGO	100%	71,4%	54,4%	41,2%
Riego bruto (m ³ /ha)	9.072*	7.056	5.376	4.070
Producción media (kg/ha)	27.019**	24.349	21.083	20.093

* Necesidades de riego máximas teóricas

** Producción teórica estimada en función a la curva de producción generada por el ensayo

ción de producción generada por los datos experimentales ensayados.

CONCLUSIONES

La experiencia en campo del riego de la alfalfa ha servido para contrastar los hábitos de los agricultores de la zona, bien directamente por el calendario de riego utilizado o bien por las producciones obtenidas. Estos hábitos de riego con sistemas de riego similares al ensayo indican que la mayoría de los consumos están muy por debajo de las necesidades máximas teóricas, obteniendo en estos casos niveles de rentabilidad aceptables para los agricultores.

Considerando la alfalfa como un cultivo estigmatizado como un gran consumidor de agua, he-

// EL CULTIVO DE LA ALFALFA, DADA SU FLEXIBILIDAD DE ADAPTACIÓN A DISTINTOS NIVELES DE OFERTA DE AGUA, INCENTIVA LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA, SIN RIESGOS DE PÉRDIDA ABSOLUTA DE LA COSECHA //

mos conseguido a través de esta experiencia, demostrar que en la comarca del Bajo Guadalquivir este cultivo se adapta perfectamente a la oferta de agua existente. Incluso siendo un cultivo que en años puntuales de sequía se adapta, sin ningún riesgo de pérdida del cultivo, a situaciones más restrictivas de la dotación normal. Como hemos comprobado, el cultivo tiene una alta capacidad de exploración de las raíces y está en una zona de suelos altamente retentivos de

humedad. Por tanto, el cultivo de la alfalfa, dada su flexibilidad de adaptación a distintos niveles de oferta de agua, es un cultivo que incentiva la optimización del uso del agua, sin riesgos de pérdida absoluta de la cosecha.

► Herramienta informática

De los datos teóricos expuestos y de los datos obtenidos experimentalmente, ultimamos con una base documental muy apropiada para el uso de una he-

rramienta muy potente para simulación de estrategias de riegos desde el punto de vista de la rentabilidad. Para ello se está poniendo a punto el programa de simulación de riego de la FAO, "Aquacrop". El objetivo de la utilización de esta herramienta es prever el rendimiento que podemos obtener con determinadas estrategias de riego en función de las la oferta de agua y el sistema de riego utilizado.

Una vez conseguida la puesta a punto de esta herramienta, el SAR contará con una herramienta de transferencia muy precisa y para cualquier casuística que se presente. Posteriormente, la obtención de resultados de simulación para situaciones previstas en la zona regable, se transferirán a través del sistema de recomendaciones de riego desarrollado por el SAR.



Evaluación de la uniformidad del riego de las distintas parcelas experimentales

BIBLIOGRAFÍA

Doorenbos, J. And Kassam, A.H. 1979, Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, FAO, Rome, Italy. 193 pp.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes and D., Smith, M. (1998). "Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements". FAO Irrigation and Drainage Paper No 56, Rome.

Wright, J.L. 1988. Daily and seasonal evapotranspiration and yield of irrigated alfalfa in southern Idaho. Agron. J. 80: 662-669.

la etiqueta del beneficio



Consultoría en Gestión Comercial y Marketing

especializada en el sector agrario

Le proporcionamos las estrategias, los sistemas y las herramientas para que consiga aumentar su **BENEFICIO**



+ ventas
+ precio
+ clientes
+ ...

nuestros consultores
tienen experiencia en la
comercialización agraria