

EVALUACIÓN DEL MANEJO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA LOMA DE QUINTO DE EBRO

Dechmi, F.¹ (P), Playán, E.¹, Faci, J.M.²

Resumen

En este trabajo se presentan los primeros resultados de un estudio amplio de una zona regable por aspersión en la Comunidad de Regantes de la Loma de Quinto de Ebro. Se describe brevemente la metodología utilizada y los factores analizados. Se ha hecho un primer análisis de los factores que pueden influir en la eficiencia del riego en el año 1997 caracterizado por su clima excepcionalmente húmedo en comparación con el año medio. Los factores siguientes fueron identificados como los que tienen más efecto en la utilización del agua de riego en la loma: suelo, el cultivo, viento y agricultor.

Abstract

In this work we present preliminary results from a study on water use at the Loma de Quinto de Ebro sprinkler irrigation district. The methodology used and the factors object of analysis are briefly discussed. The paper focuses on irrigation water use in 1997, a year characterised by lower than average water requirements. The following factors were identified as relevant to water use in the district: soil, crop, wind speed, and farmer.

Introducción

La zona de estudio es la Comunidad de Regantes de la Loma de Quinto de Ebro (sureste de la provincia de Zaragoza), con una superficie de regadío de 2.500 ha. Esta comunidad agrupa a 284 propietarios de 364 fincas (Lasierra, 1993). La transformación y la puesta en marcha de esta zona se realizaron en 1987 (Herrero y Bercero, 1991). En la actualidad, los cultivos principales son alfalfa, maíz, trigo y girasol. La característica principal de este sistema es que el agua se bombea del río Ebro, salvándose un desnivel de 132 m hasta un embalse desde el que se riega por presión natural. El sistema de riego mayoritario es la aspersión, en sus distintas variantes. Algunas parcelas usan riego por goteo para árboles frutales. El coste de la energía necesaria para la elevación es muy elevado, y por ello resulta muy necesario hacer un uso eficiente del agua de riego (Faci, 1988).

El estudio de esta zona resulta muy relevante en la actualidad, ya que el Gobierno de Aragón ha previsto poner en marcha el plan estratégico del Bajo Ebro

¹ Departamento de Genética y Producción Vegetal, Laboratorio de Agronomía y Medio Ambiente. EEAD-CSIC. Apdo. 202. 50080 Zaragoza. farida@eead.csic.es
playan@eead.csic.es

² Unidad de Suelos y Riegos, Laboratorio de Agronomía y Medio Ambiente. SIA-DGA. Apdo. 727. 50080 Zaragoza. faci@syrsig.mizar.csic.es

Aragonés (PEBEA), en el que se plantea transformar 20.000 ha en los próximos años (CREA, 1996). En el PEBEA se realizarán transformaciones de riego de características similares a las de la Loma. Por otro lado, la Comunidad de la Loma de Quinto de Ebro está en la actualidad en fase de proyecto de una ampliación sustancial de su zona regable.

En esta zona se ha comenzado un estudio de la zona regable que cubre los siguientes aspectos:

1. Adaptación de la cartografía catastral informatizada al manejo de agua de la Loma
2. Creación de bases de datos de los cultivos, sistemas de riego, consumos de agua, tamaño y régimen de las fincas, usando un sistema de información geográfica y para los años 89, 95 y 97.
3. Cálculo de las necesidades hídricas de los principales cultivos en los años de estudio. Realización de mapas de uso del agua y del índice estacional de calidad del riego (IECR; relación porcentual entre las necesidades hídricas netas del cultivo de la altura de agua aplicada).
4. Análisis de los factores que pueden influir en la eficiencia de aplicación del riego.

En esta comunicación se presentan los primeros resultados de este estudio, referidos al año 1997. En primer lugar se presenta un análisis del clima y de las necesidades hídricas de los cultivos y la cartografía de sistemas de riego y cultivos. Finalmente se presenta un análisis estadístico de los factores que determinan el uso del agua de riego.

Material y métodos

Para caracterizar el clima del año medio (1989-97) se utilizaron los datos medios mensuales de las temperaturas del aire máximas y mínimas, de la precipitación mensual, del recorrido del viento y de la humedad relativa del aire máxima de la estación de Quinto de Ebro. Los datos de humedad relativa mínima e insolación se obtuvieron de la estación de Zaragoza Aeropuerto. Se utilizaron los datos diarios del recorrido del viento en la estación de Quinto de Ebro para estudiar la interacción del viento con el manejo del riego por aspersión. El cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) se realizó usando el método de Penman-Monteith mediante el programa CROPWAT (Smith, 1993). La precipitación efectiva se calculó utilizando la metodología empírica de precipitación fiable. Para calcular la evapotranspiración de los cultivos se utilizaron los coeficientes de cultivo (K_c) estimados para la comarca de Zaragoza (Martínez-Cob et al., 1997).

Los mapas de sistemas de riego y cultivos se realizaron utilizando las coberturas Arc/Info suministradas por el Catastro, con ayuda del programa ArcView. Los datos necesarios se obtuvieron en una campaña de campo en la que se recolectó información sobre el sistema de riego y el cultivo de cada subparcela catastral.

Para el análisis del uso del agua y de los factores que le influyen se usaron los registros de uso del agua suministrados por la Comunidad de Regantes. Estos registros se toman mensualmente excepto en un número limitado de hidrantes compartidos en los que se anota la fecha, volumen y destinatario de cada riego para cada parcela para poder

facturar el agua independiente a cada propietario. Estos hidrantes compartidos fueron seleccionados para nuestro estudio y comprenden 16 coberturas totales y una maquina lateral de riego. Con los datos de estas parcelas se crearon dos archivos de datos informatizados.

En el primero, se recogió la información sobre las parcelas. Los datos recogidos para cada parcela fueron:

1. Parcela. Se usó un indicativo único para cada parcela catastral.
2. Cultivo Se usó un indicativo único para cada cultivo.
3. Suelo. Se usó la unidad de suelos en que se encuentra la parcela según el mapa de suelos de La Loma (Artieda, 1998).
4. Velocidad media del viento en los días de riego (km h^{-1})
5. Dosis total del riego (mm año^{-1}).
6. Dosis media de riego (mm riego^{-1}).
7. Intervalo medio entre riegos (días).
8. Índice estacional de calidad del riego (IECR, %).
9. Régimen de tenencia de la parcela (propiedad o arrendamiento).

Por otro lado, para cada riego individual en las parcelas seleccionadas, se tomaron los siguientes datos, además de parcela, cultivo y suelo:

1. Dosis de riego (mm).
2. Fecha de riego.
3. Intervalo entre riegos (días).

Resultados y discusión

Clima y necesidades hídricas de los cultivos

La precipitación anual del año medio es de 266 mm, siendo octubre el mes más lluvioso, con una media de 31,8 mm, y julio el mas seco con 5,6 mm. La evapotranspiración de referencia (ET_o) anual del año medio es de 1.243 mm. La temperatura media anual del año medio es de 15,8°C, siendo julio el mes más caluroso, con una media de 26,9°C, y enero el mes más frío con 7,7°C. En el año 1997 la precipitación anual fue de 422,9 mm y la ET_o fue de 998 mm. La temperatura media anual del año 1997 fue de 16.29°C . Estos resultados indican que el año de estudio ha sido anormalmente húmedo y con una demanda evaporativa inferior a la del año medio.

En la Tabla 1 se presentan los valores estacionales de la evapotranspiracion de los cultivos (ET_c) más frecuentes en la zona de estudio y sus necesidades hídricas netas (NHN). Se presentan los valores para el año medio y los correspondientes a 1997.

Se observa que la ET_c de los cultivos en 1997 han sido muy inferior a la del año medio. Así la ET_c de la alfalfa, que fue de 1122 mm en el año medio, solo alcanzó un valor de 864 mm en 1997. Asimismo, las NHN de los cultivos se vieron muy reducidas en el año 1997 debido a la importante contribución de la precipitación efectiva. Así las NHN de alfalfa en 1997 fueron de 718 mm frente a 872 mm en el año medio. Lo mismo ocurrió para el resto de los cultivos.

Tabla 1: *evapotranspiración de los cultivos (ETc) y necesidades hídricas netas para el año medio y para 1997*

Cultivo	Año medio		1997	
	ETc (mm)	NHN (mm)	ETc (mm)	NHN (mm)
Alfalfa	1122,2	872,6	864,3	718,1
Maíz	776,4	660,6	560,1	470,6
Trigo	499,7	397,1	406,1	341,2
Girasol	647,8	560,3	461,3	379,8
Frutales	878,5	723,0	654,0	553,3

Sistemas de riego y cultivos

En la Figura 1 se presenta un mapa de los sistemas de riego instalados en la Loma de Quinto de Ebro. La distribución porcentual de los distintos sistemas se muestra en la tabla 2. Se observa que los sistemas de riego no están distribuidos al azar. Las máquinas de riego (pivote y maquinas laterales) se agrupan en la zona Sudoeste, donde las parcelas son más grandes. Las coberturas totales se agrupan principalmente en la zona norte y nordeste. La cobertura total es el sistema más empleado y prácticamente ocupa la mitad de la superficie de la zona regable.

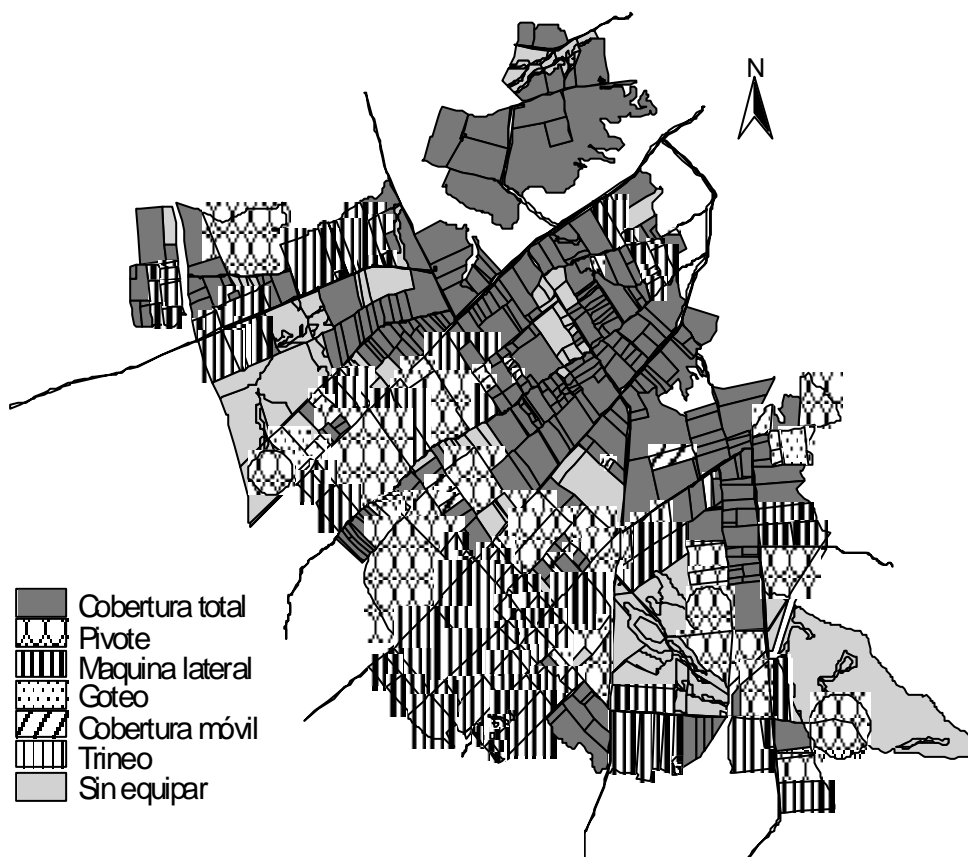


Figura 1. *Mapa de sistemas de riego en la Loma de Quinto de Ebro*

Tabla 2: *Distribución porcentual de los sistemas de riego en la Loma de Quinto de Ebro*

Sistema de riego	Superficie (%)
Cobertura total enterrada	49,5
Maquinas laterales	27,4
Pivote	20,3
Goteo	1,9
Cobertura móvil	0,7
Trineo	0,2

La Figura 2 muestra el mapa de cultivos en el año 1997 en la Loma. La distribución porcentual de los cultivos se presenta en la tabla 3. La alfalfa es en la actualidad el cultivo mayoritario de la Loma, ocupando un porcentaje del 39.8%. Esto es debido a su elevado margen bruto y a la existencia de una deshidratadora en la zona. El segundo cultivo en importancia es lo que denominamos “cultivo mixto”, que corresponde a las parcelas que tenían principalmente los cultivos de alfalfa maíz y trigo en distintas proporciones, pero que no se pudieron separar por no tener la superficie específica de cada una de ellas dentro de la parcela catastral que ocupan.

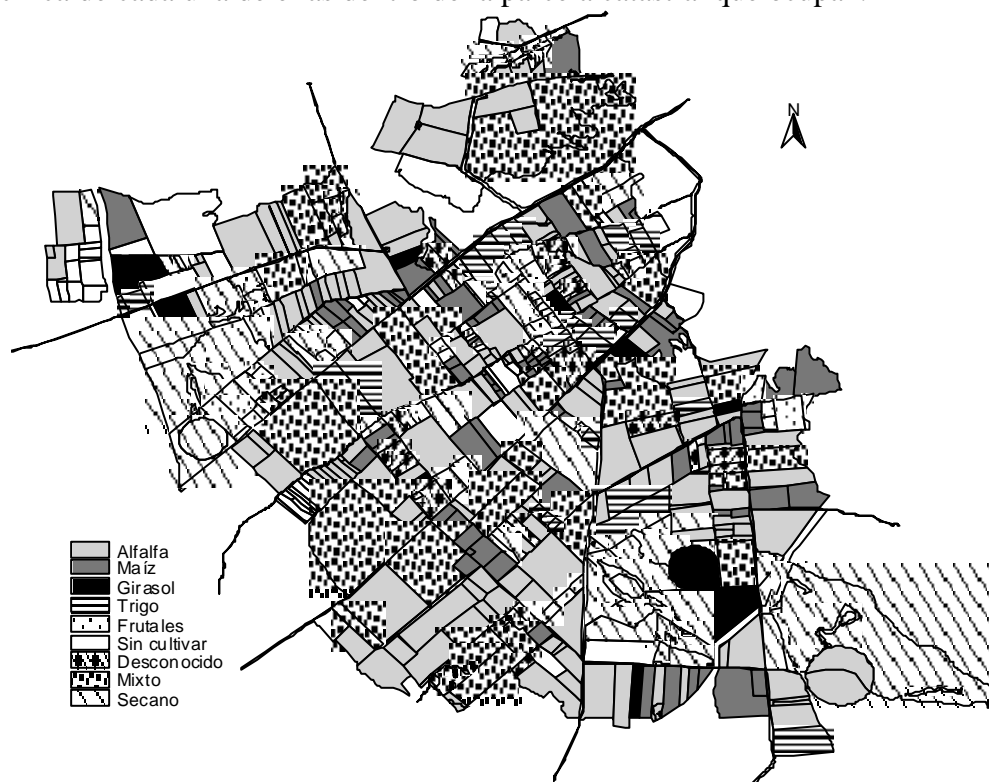


Figura 2. *Mapa de cultivos en la Loma de Quinto de Ebro para 1997*

Análisis del uso del agua

En el mapa de suelo, Las clases del suelo correspondientes a las parcelas de estudio tienen una profundidad variable de 41 a más de 120 cm y una capacidad media de retención de agua variable entre 25 y 200 mm.

Tabla 3: *Distribución porcentual de los cultivos respecto a la superficie en la Loma de Quinto de Ebro (1997)*

Cultivo	Superficie (%)
Alfalfa	39,8
Cultivo mixto	23,3
Maíz	12,1
Sin cultivar	10,5
Trigo	5,3
Girasol	4,3
Cultivo desconocido	3,2
Frutales	1,8

La dosis total de riego aplicada al cultivo de alfalfa varió entre 505 mm y 1022 mm. La dosis total aplicada en el maíz ha varió entre 601 mm y 861 y para el trigo ha varió entre 113 y 319. En comparación con las necesidades hídricas de los cultivos, los riegos de algunas parcelas son deficitarios. La dosis media de riego para todas las parcelas varió entre 18 mm y 73 mm, con una media de 44 mm y un coeficiente de variación del 30%. En un primer análisis, estas dosis de riego parecen elevadas para algunos tipos de suelos existentes en la zona de estudio. El intervalo medio entre riegos ha variado entre 8,6 y 28,0 días, con un valor medio de 12,3 días y un coeficiente de variación del 40%. Hay que tener en cuenta que el valor del intervalo de riego medio corresponde a toda la estación del cultivo. En la época de mayor demanda evaporativa el intervalos se reduce.

El índice estacional de calidad del riego (IECR) varió entre 55% y 302%, con un valor medio de 125%. Un valor del IECR por encima de 100 % es una indicación de que el riego ha sido insuficiente para cubrir la necesidades hídricas netas (NHN). Para alfalfa, el valor el IECR ha tenido un valor de 111 % y sin embargo para maíz y trigo este índice ha tenido un valor de 70 y 190% respectivamente.

Para estudiar la relación entre las variables del manejo de riego, se han obtenido unas matrices de correlación para las variables los de riegos individuales (Tabla 4) y para las variables medias de las parcelas (Tabla 5).

Tabla 4: *Matriz de correlación entre las variables cuantitativas analizadas en riegos individuales*

Variabes	Dosis (mm)	Intervalo (días)	Viento (km/h)	Fecha (-)
Dosis (mm)	1,000	0,1354	-0,1411*	0,0818
Intervalo (días)		1,0000	0,0487	-0,2753 ***
Viento (Km/h)			1,0000	-0,2099 ***
Fecha (-)				1,0000

* indica $0.05 \geq P > 0.01$; ** indica $0.01 \geq P > 0.001$; *** indica $P \geq 0.001$

La correlación entre la dosis de riego y la velocidad del viento es baja, aunque significativa. Cuando el riego tiene lugar en un día con viento se aplica menos dosis, ya que el agua se aprovecha mal en esas circunstancias. Los agricultores seleccionan días de bajo viento para regar. La media anual de viento en la zona es de 4,52 km/h, mientras que en los días de riego la media es de 3,33 km/h. Existe una correlación significativa el viento y la fecha de riego. Asimismo, se encuentra un correlación significativa entre el intervalo y la fecha de riego. Esto puede ser debido a dos efectos: que el viento sea más

suave hacia el final de la temporada y/o que los agricultores seleccionen mejor los días de riego en este periodo. Finalmente, el intervalo de riego se reduce conforme adelanta la temporada y las necesidades de riego aumentan. La tabla 5 profundiza en este análisis aportando correlaciones entre las variables cuantitativas de cada parcela.

Tabla 5: *Matriz de correlación entre las variables cuantitativas analizadas en cada parcela*

Variables	Viento (km/h)	Dosis Total (mm)	Dosis media (mm)	Inter. medio (días)	IECR %
Viento (km/h)	1,000	0,4195	-0,3920	-0,2386	-0,3887
Dosis total (mm)		1,0000	0,2869	-0,5563 *	<i>Vars. ligadas</i>
Dosis med. (mm)			1,0000	0,4126	0,0002
Intervalo (días)				1,0000	0,8082 ***
IECR (%)					1,0000

Los resultados indican que existe una correlación significativa entre la dosis total y el intervalo medio entre riegos. Quienes apliquen fuertes dosis estacionales lo hacen usando intervalos más pequeños, no aumentando la dosis de cada riego. Al aumentar el intervalo entre riegos para los distintos cultivos estudiados, aumenta el valor de IECR. Esto puede ser debido a que el IECR a menudo muestra valores que corresponden a riego deficitario, pero también puede ser debido a que los riegos más espaciados sean más eficientes, debido a una reducción de la evaporación. La dosis media aplicada en riego no ha mostrado ninguna correlación con ninguna de las variables estudiadas.

A partir de las dos matrices de datos se realizaron análisis de la varianza cuya significación se presenta en la tabla 6.

Tabla 6: *Resumen de los resultados de los análisis de la varianza*

Variable dependiente	Parcela	Suelo	Cultivo	Tenencia
Intervalo	ns	ns	ns	-
Intervalo medio	-	ns	ns	ns
Dosis	***	***	*	-
Dosis media	-	ns	ns	*
Dosis total	-	ns	***	ns
IECR	-	ns	***	-

La dosis de riego depende de factores como la parcela, el tipo de suelo y cultivo. Esto confirma que los agricultores realizan un manejo adecuado del riego, ya que aplican diferentes cantidades de agua a distintos cultivos y suelos. La interacción dosis - parcela muestra el efecto del manejo del riego: cada agricultor aplica una dosis de riego según sus propios criterios. En cuanto a la dosis media de riego, se encontraron diferencias con el régimen de tenencia de la tierra. Los propietarios aplican una media de 38 mm, mientras que los arrendatarios aplican 49 mm. Se encontró un efecto significativo de la dosis total aplicada y del valor de IECR para los distintos cultivos.

Conclusiones

El presente trabajo se ha realizado para 1997, un año muy distinto del año medio. En particular, ha tenido mayor pluviometría y menor demanda evaporativa. Por

ello, los resultados del trabajo están condicionados por las características climáticas específicas del año 1997.

En el año 1997, la alfalfa ha sido el cultivo más importante en el regadío de la Loma de Quinto de Ebro, ocupando más del 40% de la zona regable. El índice estacional de la calidad de riego para alfalfa ha sido de 111% indicando un volumen estacional de riego ligeramente inferior a las necesidades hídricas del cultivo. El IECR para maíz fue de 70% lo cual indica un riego superior a sus necesidades. Por el trigo el IECR fue de 190% indicando que el riego no cubrió las necesidades hídricas del trigo, o bien que el cultivo del trigo extrajo buena parte del agua acumulada en el suelo durante el invierno.

Los agricultores se ven forzados por el elevado precio del agua a realizar un manejo adecuado del agua. Con frecuencia parecen haber renunciado a obtener producciones por hectárea máximas para obtener el máximo beneficio por unidad de agua. Esto parece evidente por los elevados valores obtenidos para el IECR, que en promedio supera el 100%. Uno de los factores del manejo es el viento. Los agricultores seleccionan los días de bajo viento y si se ven forzados a regar en un día de alto viento aplican dosis pequeñas. En cuanto a los suelos, los agricultores que aplican dosis estacionales elevadas lo hacen aumentando la frecuencia de riego, ya que aumentar la dosis de cada riego podría suponer pérdidas por percolación. Se ha detectado que los agricultores aplican distintas cantidades de agua a cada cultivo y a cada suelo. A pesar de que estas técnicas están generalizadas, se ha detectado un importante efecto individual de manejo del riego.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la comunidad de regantes de la Loma de Quinto de Ebro su interés y disposición. En particular, al secretario, José Alcaine, y al equipo directivo.

Referencias Bibliográficas

- Artieda O., 1998. Mapa provisional de suelos del nuevo regadío de Quinto (Zaragoza). Escala 1:50.000. Departamento de Suelos y Riegos SIA-DGA.
- CREA, 1996. Plan estratégico del Bajo Ebro Aragonés. Aragón Agua y futuro. 22 pp.
- Faci J. M., 1988. Establecimiento de un plan de riegos en la Loma de Quinto de Ebro. Surcos de Aragón 11, 5-11.
- Herrero J.; Bercero A., 1991. La salinidad en el nuevo regadío de Quinto (Zaragoza). Suelo y planta, 1, 582-602.
- Lasierra J, 1993. Quinto de Ebro, la lucha por agua. Comunidad de Regante de la Loma de Quinto de Ebro (Zaragoza). 31pp.
- Martinez-Cob A.; Faci J.M. y Bercero A., 1997. evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón. Publicación 1882. Institucion Fernando el Católico, Zaragoza. 224pp.
- Smith M, 1993: CROPWAT. Programa de ordenador para planificar y manejar el riego. Estudio FAO riego y drenaje nº 46, 133 p.