

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)



Vistas del cultivo de maíz con los diferentes tratamientos de riego. Foto de la izquierda: 50 días tras la siembra (campaña 2002), Foto de la derecha: 60 días tras la siembra (campaña 2002). Fotos: J. Rufat.

01 Introducción

El objetivo final del proceso productivo agrario es incrementar la productividad mediante la mejora conjunta de la producción y la calidad del producto final, sin olvidar el respeto al medio ambiente.

Con este objetivo se puso en marcha la presente actividad, enmarcada en el Plan Piloto para la mejora y modernización de los regadíos. Han participado REGSA (empresa pública de la Generalitat de Cataluña encargada de hacer las obras de transformación y mejora de los regadíos), el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Cataluña, la Comunidad General de los Canales de Urgell y el IRTA, como ejecutora del proyecto titulado "Mejora de la eficiencia del uso del agua de riego: aplicación de diferentes sistemas de riego en maíz en la zona de influencia de las Colectividades de Regantes núm. 5 y 20 en el término municipal de Linyola (Plano de Urgell)". Este proyecto va asociado a un proceso de concentración parcelaria, que supone un cambio del sistema de riego a manta por un sistema de riego a presión, más eficiente y a la demanda del agricultor.

Tras cinco años de realización del estudio comparativo de los diferentes sistemas de riego en maíz, se concluye que con el riego a presión se mejora la producción y se aplica una menor cantidad de agua de riego, hecho que supone una mayor eficiencia productiva o relación entre la producción obtenida y el agua de riego aplicada. Este ahorro de agua es especialmente importante, en valores absolutos, por ser un cultivo con altas necesidades de agua. Hace falta considerar como muy positivo este dato, puesto que en los casos en que haya un coste asociado al volumen de agua empleado (p.e., cuando hay bombeo), la reducción del agua aplicada disminuye los costes totales. Otros aspectos como un menor coste de mano de obra para regar, una mayor eficiencia en el uso de los inputs (trabajo del suelo, abonos, fitosanitarios, herbicidas) así como el respeto al medio ambiente (menor contaminación del freático...) pueden ser un valor añadido en el empleo de sistemas de riego a presión.

02 Objetivos

Los objetivos planteados en el proyecto serían:

- Comparar varios sistemas de riego en cultivos de la zona regada por los canales de Urgell.

- Evaluar la producción y la calidad en función del sistema de riego aplicado.
- Informar de los resultados a los regantes de la zona de estudio.



Figura 1. Mapa de situación y plano de la parcela de ensayo. Año 2004.

03 Características del ensayo

03.01 Parcela demostrativa

La parcela está situada en el término municipal de Linyola (Pla d'Urgell) y dispone de una superficie de 3,66 ha. Las superficies dedicadas a cada sistema de riego oscilan entre los 1.190 m² de una tabla (unidad operacional) regada por goteo hasta los 8.493 m² de una tabla regada por aspersión (Figura 1).

El suelo de la parcela es de baja calidad, de textura arcillosa, con un valor de caliza activa alto muy clorosante, Mg alto, conductividad ligeramente alta y N-nítrico normal-alto (Tabla 1).

La finalidad de seleccionar esta parcela como objeto de la actividad experimental demostrativa fue poner de manifiesto la potencialidad de las tecnologías de riego a ensayar.

03.02 Sistemas de riego

El objetivo principal del ensayo se basa en probar el comportamiento de diferentes sistemas de riego y evaluar los efectos sobre la producción. Los sistemas de riego utilizados fueron (Tabla 2):

- **Riego por gravedad (inundación).** Es el riego tradicional de los Canales de Urgell y por lo tanto la referencia de todas las pruebas que se realizan.
- **Riego por aspersión.** Adaptado en cada caso a las características de los cultivos. Es el sistema de riego que para los grandes cultivos anuales típicos de esta zona (maíz, girasol, etc.) se presenta como alternativo al riego por gravedad.
- **Riego por goteo.** Alternativa al riego por aspersión para cultivos hortícolas, y muy concretamente cuando las condiciones del medio (tipos de suelo, calidad de las aguas, etc.) no son demasiado favorables. En el caso del maíz, se ha probado su aplicación.
- **Riego por cintas exudantes.** Alternativa a los sistemas tradicionales de riego por goteo, en especial para aquellos cultivos de corta duración en los cuales se debe mover el sistema de riego con cierta frecuencia. Se trata muchas veces de un material de menor calidad, pero que permite una renovación más frecuente a un coste muy interesante. También se ha comprobado la utilización de este sistema del mismo modo que en el riego por goteo.

03.03 Programación del riego

El riego se ha programado con una periodicidad semanal, en base a los datos de ETo

Tabla 1. Análisis del suelo. Marzo 2002.

	Suelo (0-30)	Subsuelo (30-60)
pH agua (1:2.5)	8,2	8,3
CE 25° (dS/m)	0,40	0,77
Materia orgánica (%)	2	0,8
N-NO₃ (ppm)	23	15
P asimilable (ppm)	45	11
K (ppm)	206	117
Carbonato cálcico equiv. (%)	24	27
Mg (ppm)	543	548
Caliza activa (%)	13	13

Tabla 2. Características técnicas de los diferentes sistemas de riego empleados en la acción experimental demostrativa.

Años	Sistemas ⁽¹⁾	Emisor ⁽²⁾	Pluviometría ⁽³⁾	Uniformidad ⁽⁴⁾
2001	Aspersión	1790-1570 l/h 869-684 l/h	5,5 mm/h 4,7 mm/h	73% 82%
2002				
2003	Inundación	125-140 l/s		
2004				
2005				
	Goteo	2 l/h	5,7 mm/h	98%
	Cinta	0,9 l/h	4,7 mm/h	93%

⁽¹⁾ Goteo y cinta sólo en 2004 y 2005. ⁽²⁾ Caudal del emisor del sistema de riego por cada cultivo. ⁽³⁾ Pluviometría media de cada sistema de riego. ⁽⁴⁾ Uniformidad media de cada sistema de riego

(evapotranspiración de referencia) de las estaciones de la XAC (Red Agroclimática de la Generalitat de Cataluña) más próximas (El Poal), utilizando los coeficientes de cultivo (Kc) adaptados, y corregidos los datos en base a la eficiencia de aplicación de agua de cada sistema.

Las programaciones de riego tan sólo se han empleado para los sistemas de riego a presión (aspersión, goteo y cinta). En el caso de riego por inundación, se han seguido turnos de riego de 12 días establecidos del colectivo.

03.04 Elementos de medida del agua aplicada

Se dispuso de un contador individual para cada parcela regada por aspersión, goteo o cinta y de un aforador para las parcelas regadas por inundación.

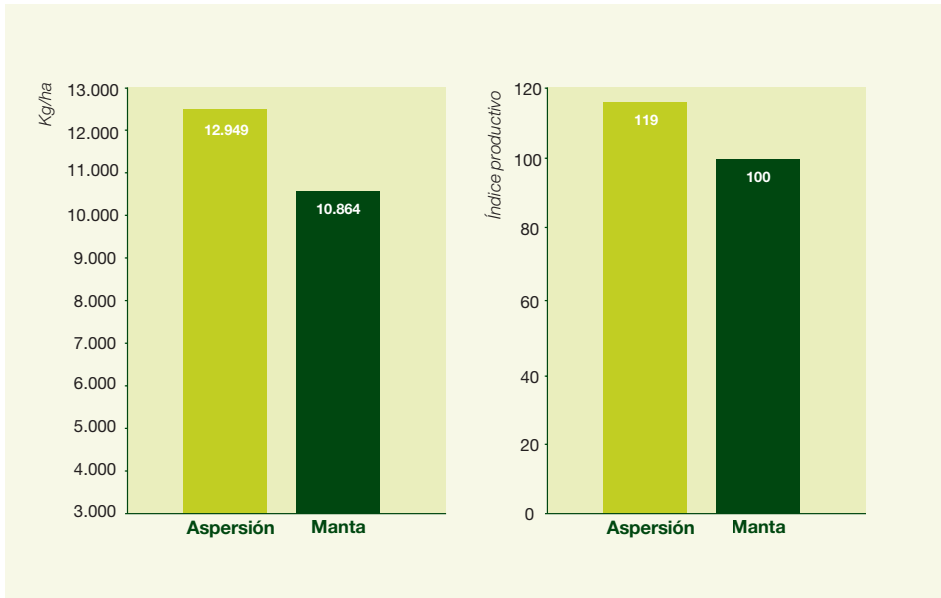
04 Resultados

04.01 Producción

04.01.01 Producción año 2001

Por problemas en el montaje de la instalación de riego, la siembra del maíz por aspersión se retrasó un mes. La cosecha se realizó el mismo día, con una humedad del grano del 19,8% en aspersión y de 17,9% a manta. La producción fue la misma, aun cuando el maíz regado por aspersión fue sembrado un mes más tarde. El objetivo del primer año en la explotación de la parcela, era la puesta a punto y la comprobación del correcto funcionamiento de todo el sistema. Aun así, los resultados obtenidos en maíz ya demostraron que, para una misma producción, con riego a manta se necesitaba un mes más de establecimiento del cultivo.

Figura 2. Producción y índice productivo del maíz según el sistema de riego. Media 2002-2003-2004-2005



→
 ESTA PRODUCCIÓN, EXPRESADA EN PORCENTAJE, SUPONE UN 19% DE INCREMENTO RESPECTO A LA PRODUCCIÓN DEL MAÍZ CON RIEGO A MANTA. ESTO EQUIVALE A DECIR QUE, LA PRODUCCIÓN MEDIA EN RIEGO A MANTA PARA LOS DIFERENTES AÑOS FUE REPRESENTATIVA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

04.01.02 Producción año 2002

El maíz se sembró el mismo día para los dos sistemas de riego. El regado por aspersión admitió una segunda cosecha anterior a la siembra de maíz a base de centeno forrajero. El incremento de producción fue el 11% a favor del riego por aspersión. La humedad en aspersión fue 4,4 puntos más baja, con la consiguiente reducción de gastos de secado.

incremento de producción en aspersión respecto al riego a manta fue del 46%. La humedad fue prácticamente la misma (17,3% a manta y 17,9% por aspersión). Además, el ataque de carcoma fue muy superior en riego a manta. Buena parte de estas diferencias podrían ser atribuibles a la diferente capacidad para soportar las condiciones climáticas tan extremas como las del verano de 2003.

con riego por aspersión del 22% respecto al riego a manta. En esta campaña se introdujo el riego por goteo, hecho que todavía incrementó más la producción respecto a los dos sistemas anteriores, llegando a un 24% más que el riego a manta. La producción de maíz regado a manta fue de 12.059 kg/ha. Los porcentajes de humedad del grano en cosecha fueron de 25,3, 23 y 23,8 para el riego a manta, aspersión y goteo, respectivamente.

04.01.03 Producción año 2003

Como el año 2002, el maíz se sembró el mismo día para los dos sistemas de riego. El

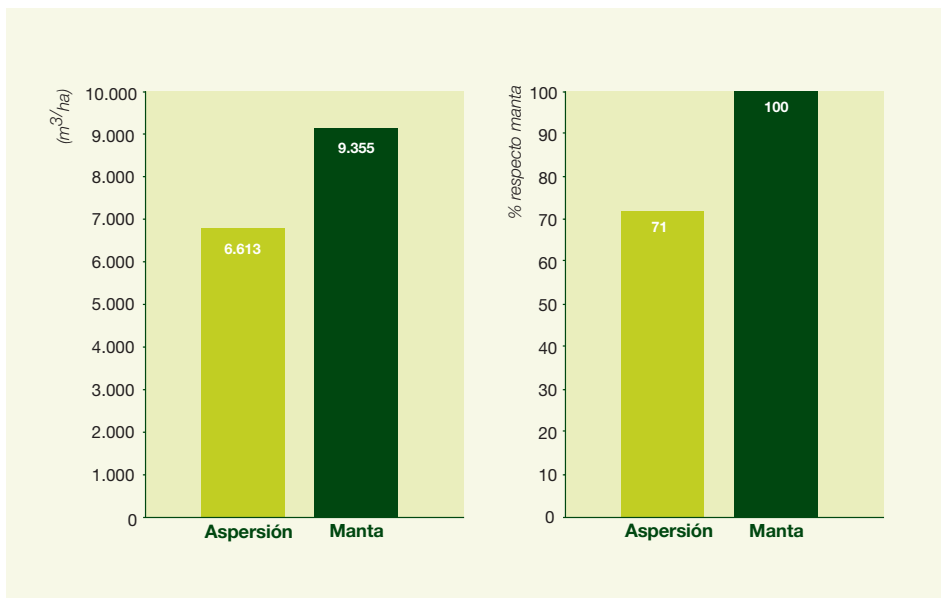
04.01.04 Producción año 2004

Los resultados del cuarto año de ensayo confirmaron la tendencia de los años anteriores, con un incremento productivo de las parcelas

04.01.05 Producción año 2005

En el último año de ensayo los incrementos productivos de las parcelas con riego a presión

Figura 3. Agua aplicada según el sistema de riego. Media 2002-2003-2004-2005.



→
 SI COMPARAMOS LOS VALORES MEDIOS DE LOS AÑOS 2002-2003-2004-2005 (FIG 3), EL AGUA DE RIEGO APLICADA POR ASPERSIÓN FUE UN 29% MENOR QUE EN RIEGO A MANTA

Tabla 3. Producción, agua aplicada y eficiencia productiva del maíz. Años 2002, 2003, 2004 y 2005.

Años	Sistema	Producción (kg/ha al 14%)	Agua de riego (m ³ /ha)	Eficiencia productiva (kg maíz/m ³)	Eficiencia productiva (índice 100 = manta)
2002	Manta	10.537	9.514	1,1	100
	Aspersión	11.636	5.923	2,0	177
2003	Manta	8.300	10.483	0,8	100
	Aspersión	12.157	7.805	1,6	197
2004	Manta	12.059	8.813	1,4	100
	Aspersión	14.757	6.700	2,2	161
	Goteo	14.985	6.207	2,4	176
2005	Manta	12.781	8.608	1,3	100
	Aspersión	13.474	6.024	2,2	168
	Goteo	13.453	6.267	2,2	161
Media 2002-2003-2004-2005	Manta	10.919	9.355	1,2	100
	Aspersión	13.074	6.613	2,0	176
	Goteo	14.219	6.237	2,3	195

fueron del 5%, con valores de 13.474 y 13.453 kg/ha para el maíz regado por aspersión y goteo, respectivamente, mientras que la producción para las parcelas regadas a manta fue de 12.781 kg/ha. Los porcentajes de humedad del grano en recolección fueron de 18,8, 18,4 y 19,8 para el riego a manta, aspersión y goteo, respectivamente.

04.01.06 Resumen productivo 2001-2005

Comparando los resultados productivos, media de los años 2002-2005 (Fig. 2), sin tener en cuenta el primer año (campana 2001), con una fecha de siembra diferente para los dos tratamientos, se obtuvo un incremento de 2.085 kg/ha (879 kg/jornal) para el riego por aspersión (Fig. 2).



DE LOS VALORES MEDIOS DE LOS AÑOS ANALIZADOS, SE DEDUCE QUE LA APLICACIÓN DEL AGUA DE RIEGO POR ASPERSIÓN SUPONE UN INCREMENTO PRODUCTIVO DEL 19%, CON UN AHORRO DE AGUA DE RIEGO APLICADA DEL 29% CON RESPECTO AL RIEGO A MANTA

Esta producción, expresada en porcentaje, supone un 19% de incremento respecto a la producción del maíz con riego a manta. Hay que destacar que la producción media en riego a manta para los diferentes años fue representativa en los resultados obtenidos para la zona de estudio.

04.02 Agua aplicada

La cantidad de agua aplicada en las diferentes campañas en riego a manta fue de 9.514, 10.483, 8.813 y 8.608 m³/ha para los años 2002, 2003, 2004 y 2005, respectivamente (Tabla 3). En las parcelas con riego por aspersión las aplicaciones serían siempre menores (5.923, 7.805, 6.700 y 6.024 m³/ha los años 2002, 2003, 2004 y 2005, respectivamente), mientras que en el riego por goteo se aplicaron 6.207 y 6.267 m³/ha los años 2004 y 2005, respectivamente, valores ligeramente inferiores a los del riego por aspersión.

Si comparamos los valores medios de los años 2002-2003-2004-2005 (fig. 3), el agua de riego aplicada por aspersión fue un 29% menor que en riego a manta.

04.03 Eficiencia productiva

Se entiende por eficiencia productiva la relación entre el resultado obtenido (kg de maíz) por unidad de input (m³ de agua de riego).

Hace falta destacar los resultados superiores de los sistemas a presión con respecto al riego a manta, con un mantenimiento de las posiciones para los diferentes años (Tabla 3). La eficiencia productiva del riego a presión respecto al riego a manta oscila entre un 161% y un 197%. La eficiencia productiva en el riego por goteo haría falta enmarcarla y compararla con los datos del 2004-2005, donde supone una ligera mejora respecto al riego por aspersión. Pese a que los resultados en riego por goteo son sólo de dos años, sí que muestran una tendencia positiva de este sistema y justifican la búsqueda de nuevos sistemas de riego más eficientes.

De los valores medios de los años analizados, se deduce que la aplicación del agua de riego por aspersión supone un incremento de producción del 19%, con un ahorro de agua de riego aplicada del 29% respecto al riego a manta.

05 Autor y colaboradores



Rufat Lamarca, Josep
Área de Tecnología Frutícola. Centro UdL - IRTA
josep.rufat@irta.es

Colaboradores:
Girona Gomis, Joan
Arbonés Florensa, Amadeu
Marta Solà, Mercè
Del Campo Arrate, Jesús