

# EFECTOS DE LA MODERNIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE ALMUDÉVAR (HUESCA) SOBRE EL CULTIVO DEL MAÍZ

Jiménez-Aguirre, MT.<sup>1</sup>, Isidoro, D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniera Agrónoma. Becaria de Investigación. [mtjimenez@cita-aragon.es](mailto:mtjimenez@cita-aragon.es)

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo. Investigador. [disidoro@aragon.es](mailto:disidoro@aragon.es)

Unidad de Suelos y Riegos (Unidad Asociada EEAD-CSIC), Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA-DGA), Avda. Montañana 930, 50059-Zaragoza,

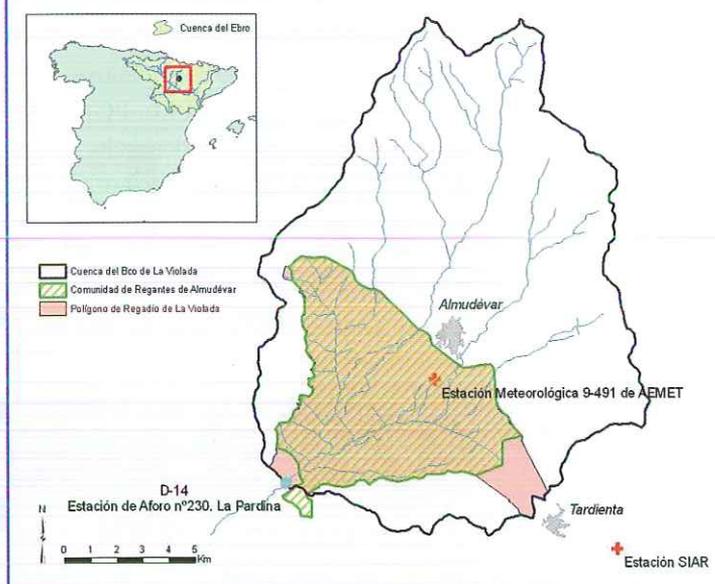
## INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas comunidades de regantes de toda España se encuentran en proceso de modernización de sus regadíos, o lo han concluido ya, en el marco del Plan Nacional de Regadíos y del Plan de Choque de Modernización de Regadíos. La modernización de los regadíos persigue fundamentalmente mejorar la eficiencia en el uso del agua pero también permite reducir las aportaciones de contaminantes agrícolas a las masas de agua. El efecto del cambio de sistema de riego (de la modernización del regadío) sobre la eficiencia en el uso del agua y los fertilizantes y las emisiones de nutrientes sólo puede estudiarse en comunidades de regantes con datos antes y después de la transformación.

Este es el caso de la Comunidad de Regantes de Almudévar (CRA; 3718 ha amuebladas en 2011) en Huesca, en la que el sistema de riego tradicional por inundación se convirtió a aspersión en los años 2008 y 2009 después de un proceso iniciado a partir de 1999 con la construcción de 5 balsas de regulación y otras actuaciones y culminado en mayo de 2005 con el Proyecto de Modernización del Riego en la Comunidad de Regantes de Almudévar.

La CRA ha sido objeto de diversos estudios relacionados con el manejo del riego y la calidad del agua de drenaje desde los años 80. En concreto, se dispone de datos de manejo del riego y la fertilización y de salidas de N de la zona regable de los años 1995 y 1996, en los que el cultivo mayoritario fue también el maíz, siempre como cultivo único (43% en 1995 y 52% en 1996). En la campaña de riego de 2011 el cultivo dominante ha

Figura 1. Comunidad de Regantes de Almudévar, polígono de riego de La Violada y cuenca hidrográfica del Barranco de La Violada, situada en la cuenca del Ebro.



sido el maíz, por primera vez después de la modernización, lo que ha permitido recopilar una información comparable, en términos ambientales y de manejo, con la de los años 1995 y 1996.

Una primera diferencia entre el cultivo de maíz en 2011 frente a 1995-96 es el predominio del cultivo de maíz como segunda cosecha en 2011, con un 17% de la superficie total sembrada de maíz como cultivo único y un 53% sembrada de maíz después de cebada, veza o guisante (doble cultivo).

Este trabajo pretende comparar el manejo del agua y de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz en la CRA en los años 1995 y 1996 (riego por inundación) y en 2011 (riego por aspersión), así como su influencia sobre las exportaciones de N a través de la red de drenaje. De momento, solo se han analizado las prácticas de manejo del maíz como cultivo único. Las implicaciones sobre el aprovechamiento del agua y del N (y económicas) de la introducción del maíz como segunda cosecha en aspersión requieren un análisis >>>

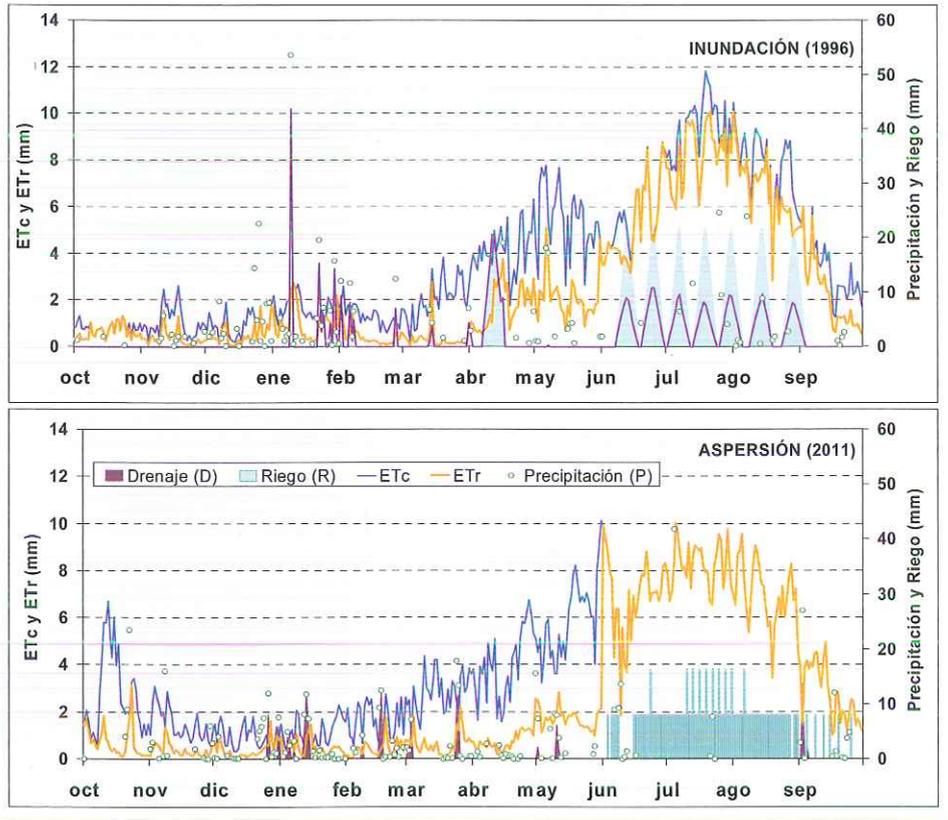
►►► sis más pormenorizado que queda pendiente para futuros trabajos.

## LA COMUNIDAD DE REGANTES DE ALMUDÉVAR

La Comunidad de Regantes de Almodévar se encuentra situada en la provincia de Huesca a 18 km de la capital y ocupa la parte baja de la cuenca del Bco de La Violada aguas arriba de la estación de aforo de La Pardina [EA 230 de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE); punto D-14, Fig. 1]. La zona regable se caracteriza por la existencia de una capa de arcillas impermeables en el subsuelo, por lo que las aguas de drenaje de la zona de riego se recogen íntegramente a través del Bco de La Violada y pueden controlarse en la estación de aforo del punto D-14. (Fig. 1). El 91% de la superficie de regadío aguas arriba de D-14 corresponde a la comunidad de Almodévar y el resto pertenece a

las comunidades de Tardienta (384 ha) y Gurrea (116 ha); con lo que las prácticas de manejo del riego y de la fertilización en la CRA son responsables en buena ►►►

Figura 2. Evolución diaria de los principales términos del balance de agua en el suelo para el cultivo de maíz en Almodévar en los años 1996 y 2011.



Tel. 935 443 040  
 www.itc.es

## Dosificación de fertilizantes en pivots, coberturas y goteos

- Mayor producción de los cultivos
- Mayor rendimiento de los abonos
- Ahorro en costes de explotación
- Control de la fertilización



►►► medida de las salidas de N por D-14.

El clima de esta zona es de tipo mediterráneo, con una precipitación media anual de 430 mm, con 72 días de lluvia por año, y una temperatura media anual de 13.8°C (periodo 1986-2008). Las precipitaciones se producen a lo largo de todo el año aunque concentrándose en primavera y otoño y además presentan gran variabilidad interanual (entre 229 mm en 1998 y 600 mm en 2000).

La CRA acometió la transformación de su zona regable en 2008-09, si bien desde 1999 ya se venían realizando obras de modernización (construcción de la primera balsa de regulación). En los años 90 el agua de riego era servida a través de 9 tomas en el canal de Monegros, 14 en la acequia de La Violada y 16 sobre la Acequia de Santa Quiteria. El caudal por cada acequia se ajustaba a primera hora del día (fijando la altura de las compuertas en función del volumen a suministrar atendiendo al riego demandado y del nivel de agua en los canales principales) y se mantenía constante durante todo el día. En la actualidad el riego se efectúa a través de 5 tomas principales que abastecen a las balsas de Abariés (que abastece de riego a 1360 ha), Matilero A y B (392 ha), Artical (262 ha), Violada (1400 ha) y Colladas (401 ha), desde las que se riega por aspersión el total de la comunidad. Las 6 balsas de riego en uso actualmente tienen una capacidad de 2.43 hm<sup>3</sup>.

Antes de la modernización, el riego se efectuaba a pie, en tablares nivelados y en la mayoría de los casos sin salida de escorrentías superficiales. Dentro de cada acequia, el riego se efectuaba a turnos prácticamente fijos, comenzando por las parcelas situadas aguas arriba, resultando prácticamente imposible reducir el tiempo entre riegos en una parcela por debajo del tiempo necesario para el riego de toda la superficie servida por la acequia. Los pedidos de riego se efectuaban con unos días de antelación a la fecha solicitada y los regantes debían efectuar el riego en el momento en que les llegaba el agua, a cualquier hora del día.

En la actualidad el riego se gestiona con un sistema de telecontrol desde la propia CRA. Los pedidos se realizan normalmente el día anterior al riego, o poco antes, y la comunidad se encarga de suministrarlo en la fecha solicitada (en la inmensa mayoría de los casos) ajustando las horas de riego de cada parcela a la capacidad de las conducciones y a las horas de menor coste energético. El sistema cuenta con un total de 290 hidrantes, cada uno de los cuales abastece a 3.1 parcelas y 12.9 ha de media.

**Figura 3. Aplicación de fertilizante nitrogenado (solución N32) directamente al agua de riego en las acequias en riego por inundación en Almodóvar.**



## TOMA DE DATOS

### ► Manejo del agua

El manejo del agua de riego (número de riegos, intervalo entre riegos, volumen aplicado y aplicación de riegos de presiembra —o huebra— con su fecha de aplicación) se estableció en los años 1995 y 1996 a través de entrevistas a los agricultores (17 entrevistas en 1995 y 25 en 1996) y de la información facilitada por la propia CRA. En 2011, el manejo del riego en el cultivo de maíz se obtuvo a partir de 28 encuestas y del análisis de la base de datos de riegos por parcela facilitada por la CRA. Las fechas de siembra y madurez del cultivo también se obtuvieron a partir de las encuestas en los dos periodos.

El volumen de agua de riego suministrado a la CRA en los años hidrológicos 1995 y 1996 (1 de octubre a 30 de septiembre) fue facilitado (para cada toma de la CRA) por la oficina de la CHE de Huesca y para el año 2011 fue facilitado por la CRA.

Para establecer el manejo del agua se realizó un balance de agua diario en el suelo siguiendo la metodología FAO, a partir de los datos meteorológicos diarios de la zona, las propiedades medias de los suelos y las prácticas de riego en cada periodo establecidas a través de las encuestas. Los datos medios diarios de precipitación (P), velocidad del viento (Vw), eva- ►►►

▶▶▶ potranspiración de referencia Penman-Monteith (ET<sub>o</sub>) y humedad relativa (HR) se tomaron en 2011 de la de la red estación SIAR de Tardienta situada en uno de los extremos de la comunidad (Fig. 1). Los datos meteorológicos para los años de 1995 y 1996 se corresponden a la estación 9-491 de la AEMET, localizada en el interior de la CRA (Fig. 1). El número de riegos utilizado en los balances y las fechas de riego se ajustaron lo más posible a los datos obtenidos de las encuestas y de la base de datos de la CRA en cada año. El balance de agua en el suelo para 1996 y 2011 se presenta a modo de ejemplo en la Figura 2.

La evapotranspiración de cultivo ET<sub>c</sub> (ET<sub>c</sub> = KC · ET<sub>o</sub>) se calculó a partir de ET<sub>o</sub> y de los coeficientes de cultivo (KC) estacionales propios de la zona. El balance de agua permitió estimar la evapotranspiración real del cultivo (ET<sub>r</sub>) así como el drenaje por debajo de la zona de raíces, la precipitación efectiva (P<sub>ef</sub>, la que es usada por el cultivo) y el contenido de agua en el suelo diario (W). Con los resultados del balance se pudo calcular la eficiencia de riego (Ef<sub>R</sub>) en cada periodo (1995, 1996 y 2011)

En 2011, se incluyó además el término de pérdidas por evaporación y arrastre (PEA) debido a la importancia del viento en el valle del Ebro y su influencia sobre el riego por aspersión. Las PEA se estimaron como un porcentaje del riego diario aplicado a partir de V<sub>w</sub> (en m/s) y HR (%) mediante una fórmula empírica. El volumen de agua consumido total (evapotranspirado a la

atmósfera y que deja de estar disponible en los canales o los drenajes para su aprovechamiento) es en cada año la suma de ET<sub>r</sub> y PEA.

Finalmente, el déficit hídrico (DH) es un término que indica el grado de satisfacción de las necesidades de agua del cultivo y se estimó, a partir de los resultados del balance, como la diferencia entre ET<sub>c</sub> y ET<sub>r</sub> dividida por ET<sub>c</sub>.

### ▶ Manejo del nitrógeno

Las encuestas realizadas en 1995-96 y en 2011 permitieron caracterizar las aplicaciones de fertilizantes en ambos periodos: fertilizantes empelados (minerales y orgánicos) y dosis y fechas de aplicación. Con las dosis obtenidas y la composición de los abonos minerales y orgánicos se obtuvieron las cantidades de N aportadas con cada aplicación y para el total del ciclo del cultivo (como suma de todas las aportaciones, NF), distinguiendo entre N de origen mineral y orgánico.

A través de las encuestas se obtuvieron también los rendimientos del maíz y las prácticas de manejo de los residuos. La cantidad total de N extraída por el cultivo de maíz (NEXT) se calculó como el producto del rendimiento (en T de grano seco al 14% de humedad) por el contenido de N en el producto cosechado (para el que se tomó un valor de 28 kg de N por tonelada de materia seca), puesto que la práctica general en la CRA es enterrar los residuos de cosecha (según se estableció a través de las encuestas).

La eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN) se ▶▶▶

La solución de tus tierras

PRS1 System

romur AUTOMATISMOS

ROMUR AUTOMATISMOS S.L.  
 C/ Sicilia 232 entlo. 1ª | BARCELONA  
 Tel./Fax. 932.319.081  
 romur@romur.es | www.romur.es

►►► ha calculado como la relación entre el contenido en N de la cosecha y el N aplicado por fertilización.

El caudal medio diario a través de D-14 para los años hidrológicos 1995, 1996 y 2011 fue facilitado por la CHE. Durante los dos periodos se tomaron muestras diarias de agua en D-14 mediante un tomamuestras automático en las que se determinó la concentración de N en forma de nitrato (NO<sub>3</sub>). En 2011, se determinó además la concentración de N en forma de amonio (N-NH<sub>4</sub>) en algunas muestras, que resultó despreciable por lo que se asumió que la totalidad del N se exporta en forma de NO<sub>3</sub>. La masa total de N exportada por D-14 se obtuvo a partir de las concentraciones medidas de N-NO<sub>3</sub> y los caudales diarios.

La masa de N exportada a través del Bco de La Violada en el punto D-14 (NQ) no procede únicamente del cultivo de maíz; ni únicamente de la CRA, sino también del resto de la superficie regada de otras comunidades y de la superficie de secano al Norte del Canal de Monegros (Fig. 1). Pero al ser el maíz el cultivo dominante en 1995-96 y 2011 y el que recibe una mayor fertilización nitrogenada, las diferencias entre las prácticas de riego (efecto del cambio del sistema de riego) y fertilización entre ambos periodos se pueden considerar responsables, en buena medida, de las diferencias observadas en las exportaciones de N. Por tanto, la relación NQ/NF se puede considerar sólo como una aproximación a las pérdidas totales de fertilizante nitrogenado a través del drenaje, útil para establecer la comparación entre los 2 periodos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ► Riego y aprovechamiento del agua

El riego del maíz, establecido a través de las encuestas, se ha reducido en un 32% entre los años 1995 y 1996 (1140 mm) y 2011 (860 mm) (Tabla 1). El intervalo entre riegos fue de 11.9 días en 1995-96 (valor muy próximo al adór facilitado por la CRA, de 13 días entre riegos), frente a tan solo 1.4 días en 2011. En riego por inundación se aplicaron 8.5 riegos al año frente a los 105 de media en 2011. Igualmente, el volumen aplicado en cada riego fue muy superior (134 mm) en riego por superficie que en aspersión (8.2 mm) (Tabla 1).

La disminución del volumen de riego en la CRA (32.3 Mm<sup>3</sup> en 1995 y 31.4 hm<sup>3</sup> en 1996 frente a 21.5 hm<sup>3</sup> en 2011), junto con el aumento del consumo en riego por aspersión (para el maíz, cultivo dominante, y para los demás cultivos) es responsable de la disminución (81%) del caudal de salida por D-14 (40.7 hm<sup>3</sup>/año en 1995 y 46.7 Mm<sup>3</sup>/año en 1996 frente a 8.4 hm<sup>3</sup>/año en 2011).

El consumo de agua del maíz (ETr) se incrementó

**Tabla 1. Comparación del manejo de riego por aspersión (2011, resultados de la base de datos de la CRA) y por inundación (1995 y 1996; resultados de las encuestas sobre manejo del riego y fertilización) en maíz, entre paréntesis la desviación estándar.**

	Inundación	Aspersión
Volumen total (mm)	1140 (418)	860 (360)
Intervalo medio (días)	11.9 (1.2)	1.4 (0.2)
Número de riegos	8.5 (1.3)	105 (15)
Dosis media de riego (mm)	134 (37)	8.2 (2.9)

**Tabla 2. Balance de agua en el suelo durante la estación de riego para cultivo de maíz en riego por superficie (años 1995-96) y por aspersión (2011): Volumen total de riego (R), evapotranspiración real (ETr), drenaje (D), pérdidas por evaporación y arrastre (PEA), uso consuntivo (UC = ETr + PEA), eficiencia de riego (EfR), fracción consuntiva [FC = (ETr + PEA)/(R + P)] y déficit hídrico (DH).**

	Inundación	Aspersión	Incremento
R (mm)	1105	804	-27%
ETr (mm)	790	842	7%
D (mm)	549	50	-91%
PEA (mm)	--	122	--
UC (mm)	790	964	22%
EfR	54%	82%	28%
FC	62%	96%	34%
DH	17%	6%	-11%

**Tabla 3. Uso del N durante el año hidrológico completo en riego por superficie (1995-96) y riego por aspersión (2011) en cultivo de maíz en Almodévar: N exportado por la red de drenaje por unidad de superficie regada (NQ), N extraído por el cultivo de maíz (NEXT), N aplicado por fertilización (NF), eficiencia en el uso del N (EUN), relación NQ/NF y rendimiento medio de la cosecha (Rdto). Entre paréntesis la desviación estándar de los términos obtenidos a partir de las encuestas.**

	Superficie	Aspersión	Incremento
N <sub>Q</sub> (kg/ha)	82.5	11.9	-86%
N <sub>EXT</sub> (kg/ha)	287 (47)	402 (40)	40%
N <sub>F</sub> (kg/ha)	431 (142)	316 (58)	-27%
EUN	67%	127%	60%
N <sub>Q</sub> /N <sub>F</sub>	19%	4%	-15%
Rdto (kg/ha)	10237 (1684)	14342 (1444)	40%

en un 7%, desde 790 mm en riego por superficie a 842 mm en aspersión debido a un suministro de agua más ajustado a las necesidades del cultivo (riegos diarios en época de mayor consumo) que redujo el estrés hídrico soportado por el cultivo, como demuestra la variación del DH desde el 17% en inundación al 6% en aspersión. Las PEA producidas en 2011 (122 mm), inexisten ►►►

▶▶▶ tentes en riego por superficie, representaron un 15% del riego aplicado. El incremento de la ETr y de las PEA ha supuesto un aumento en el uso consuntivo del agua del 22%. Además el drenaje calculado se ha reducido un 91%, de 549 mm a 50 mm en 2011 (Tabla 2). En cuanto a la eficiencia de riego, en aspersión se alcanzó una EfR del 82%, un 28% superior a la obtenida en riego por inundación (54%) (Tabla 2).

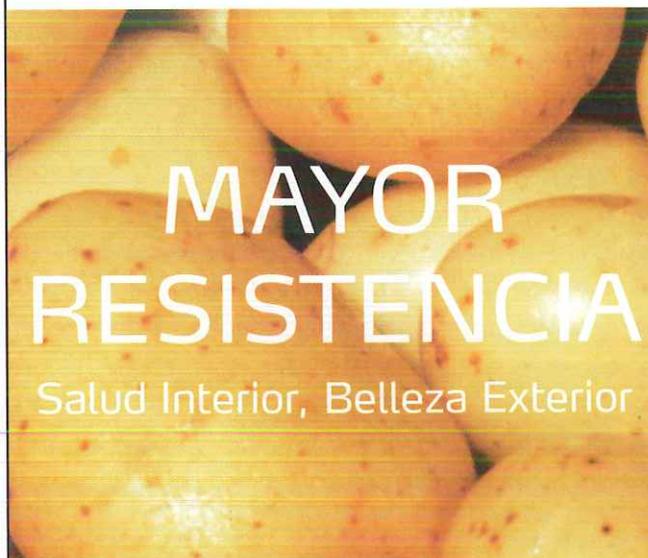
La disminución del déficit hídrico se ha visto reflejada en un aumento más que notable del rendimiento del cultivo (de 10237 kg/ha a 14342 kg/ha). No obstante, otros factores también han podido influir en este aumento de los rendimientos, en particular, el mejor aprovechamiento del fertilizante nitrogenado (al reducirse las pérdidas por percolación en riego por aspersión) y la eliminación de los tablares de riego por aspersión con la modernización que ha supuesto un ligero incremento de la superficie útil de cultivo.

En resumen, en el nuevo sistema de riego por aspersión se ha reducido el volumen de agua empleado y se ha aumentado el volumen consumido con relación al regadío tradicional, y se ha obtenido una mayor eficiencia en el riego. Lo que demuestra que la modernización de los sistemas tradicionales por gravedad supone un importante ahorro en la detracción de agua para riego (del 33% en este caso) y un mayor aprovechamiento consuntivo (ETr y PEA) del agua (incremento del 22%) lo que implica una disminución del recurso total disponible en la cuenca.

#### ▶ Fertilización y uso del nitrógeno

Las aplicaciones de N por fertilización se redujeron en un 27%, de 431 kg/ha en 1995-96 a 316 kg/ha en 2011 (Tabla 3). Esta reducción se atribuye en parte a que en riego por aspersión las aplicaciones se realizaron de forma conjunta con el riego (prácticamente diario) y se pudieron ajustar más a las necesidades del maíz en cada momento de su desarrollo. En el sistema tradicional de riego por superficie, la aplicación de coberteras líquidas con el riego daba lugar a elevadas pérdidas de N en el agua de drenaje, y los agricultores tenían que elevar las dosis aplicadas para contrarrestar esas pérdidas (Fig. 3). Otros factores, como el precio de los fertilizantes, también pueden haber influido en esta reducción.

El aumento de los rendimientos obtenidos en aspersión (14342 kg/ha) respecto a los de inundación (10237 kg/ha) ha supuesto un aumento del 40% en la cantidad de N extraída por el maíz (NEXT) desde 287 kg/ha a 402 kg/ha en inundación y aspersión respectivamente. Esto unido a la disminución en las aplicaciones ▶▶▶



# MAYOR RESISTENCIA

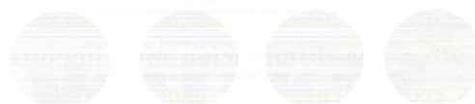
Salud Interior, Belleza Exterior

**YaraLiva** es una gama de Nitratos de Calcio de muy alta calidad. Está compuesta por Nitratos de Calcio para aplicación al suelo (Nitrabor y Tropicote) y por Nitrato de Calcio 100% soluble (Calcinit). Los productos **YaraLiva** mantiene el cultivo más fresco durante más tiempo, mejorando la estructura celular y la calidad.

No sólo se alarga la vida postcosecha, sino que también se consigue mayor resistencia a enfermedades criptogámicas, más firmeza, mayor desarrollo de las raíces y un cultivo de mejor calidad en general. El aumento de la calidad del cultivo hará aumentar la rentabilidad.



**YaraLiva™**



info.iberian@yara.com

▶▶▶ de N (NF) ha significado un aumento de la eficiencia en el uso del nitrógeno del 67% al 127% (Tabla 3). La EUN superior al 100% en

2011 debe interpretarse como señal de la utilización por parte del cultivo de la reserva de N en el suelo y se hace necesario comprobar si se mantienen esos valores en los próximos años (Tabla 3).

Respecto a la cantidad de N vertido a la red de drenaje, la relación entre el N exportado por el drenaje y el N aplicado al maíz (NQ/NF) se ha reducido del 19% en inundación al 4% en riego por aspersión. La masa de nitrato exportada por D-14 a lo largo del año hidrológico ha disminuido un 86%, pasando de 82.5 kg/ha a 11.9 kg/ha (Tabla 3). Esto supone una reducción de la emisión de N a la red fluvial a través de D-14 de 275 T/año: de 318.7 T/año en 1995-96 a 44.3 T/año en 2011.

Las aplicaciones de fertilizante nitrogenado se distribuyeron de forma diferente en 1995-96 y 2011 (Tabla 4). Mientras en 1995-96 solo se efectuó una aplicación de abono orgánico, en 2011 se llegaron a aplicar 2, en fechas más tempranas (enero en lugar de marzo). La forma dominante de abono orgánico empleado fue el estiércol de vacuno en ambos periodos.

En riego tradicional, se aplicó un abonado de presiembra (abono complejo: 15-15-15 y 10-26-26 los más frecuentes) y una o dos coberteras: la primera sólida (urea o nitrato amónico 33.5) o líquida (solución nitrogenada N32), la segunda generalmente líquida, aplicada con el riego (N32), excepcionalmente una tercera (N32).

En riego por aspersión, el N aplicado con el abonado de presiembra (abonos complejos 10-26-26 o 18-46-0 DAP) y las dos primeras coberteras (la primera de urea o N32, el uso de NA 33.5 ha desaparecido, y la segunda exclusivamente de N32) se redujo respecto al riego a manta y en cambio, se aplicaron un mayor número de coberteras líquidas (hasta 4 en total), concentrándose las 3 últimas en el mes de julio (Tabla 4).

Los resultados muestran un aumento claro en la EUN junto a una disminución muy importante (en términos económicos) en el uso de fertilizantes nitrogenados. El aumento del rendimiento del maíz, la disminución de las aplicaciones de N y la disminución

**Tabla 4. Fecha media de aplicación (día-mes) y dosis (NF, kg N/ha) de la fertilización nitrogenada aplicada al cultivo de maíz en riego por inundación (años 1995-96) y en aspersión (2011).**

Sistema de Riego	Fertilización Orgánica				Fertilización Mineral - Coberteras									
	Primera		Segunda		Fondo		Primera		Segunda		Tercera		Cuarta	
	Fecha	N <sub>F</sub>	Fecha	N <sub>F</sub>	Fecha	N <sub>F</sub>	Fecha	N <sub>F</sub>	Fecha	N <sub>F</sub>	Fecha	N <sub>F</sub>	Fecha	N <sub>F</sub>
Inundación	6-mar	62	-	-	5-abr	91	13-jun	158	19-jul	105	27-jul	11	-	-
Aspersión	15-ene	17	31-ene	28	12-abr	63	4-jun	107	5-jul	57	11-jul	35	20-jul	10

de la relación del nitrógeno exportado en el agua del drenaje respecto al N aplicado, indican que la modernización del sistema de regadío supone un mejor aprovechamiento del N en el cultivo del maíz en aspersión frente al riego por inundación. La disminución de la masa de N en el agua de drenaje supone además una mejora ambiental reseñable.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

La modernización del regadío en Almodévar ha supuesto en primer lugar una reducción muy destacable del volumen de agua detráida para riego (de 31.8 hm<sup>3</sup> en 1995-96 a 21.3 hm<sup>3</sup> en 2011) a nivel de toda la comunidad, lo que implica un mayor volumen de recurso disponible para riego en otras ubicaciones.

Respecto al cultivo de maíz, la modernización ha permitido, en primer lugar, la aparición del cultivo asociado con un predominio del maíz como segunda cosecha (tras cebada, veza o raygras: 53% de la superficie total) frente al cultivo único (17%); una práctica inexistente en los 90 y que tiene unas implicaciones sobre el aprovechamiento del agua y del N que no se han analizado en este trabajo. Es preciso verificar si esta tendencia al cultivo doble obedece a la necesidad de recuperar las inversiones realizadas para la modernización y si disminuye en los próximos años.

En segundo lugar, los resultados ponen de manifiesto un claro ahorro en el agua empleada para el riego del maíz (32%), pero con un incremento en el uso consuntivo total (22%) que supone una disminución de los recursos a nivel de cuenca. También se aprecia una disminución de las aguas de drenaje de la zona regable del 81% y una reducción en su carga de N (86%) que supone un beneficio ambiental considerable. Finalmente, la modernización ha permitido un aumento de la producción del 40%, considerando únicamente el cultivo único de maíz. Junto a estas mejoras, la modernización conlleva el beneficio adicional de la mejora de las condiciones de trabajo de los agricultores y del control preciso del agua utilizada, más difíciles ▶▶▶

# VALLEY

►►► de evaluar cuantitativamente.

Todo ello apunta a una mayor eficiencia en el uso de los recursos agua y N y una disminución importante de la contaminación por NO<sub>3</sub> en las aguas de drenaje en los regadíos modernizados. Económicamente, el ahorro (reducción en el uso de agua y de fertilizantes más la disminución del coste ambiental debido a la contaminación por NO<sub>3</sub>) y el incremento productivo inducidos por estas mejoras deberán contrastarse con el incremento previsible en los costes de explotación (energía para el riego) y con las inversiones necesarias para la transformación.

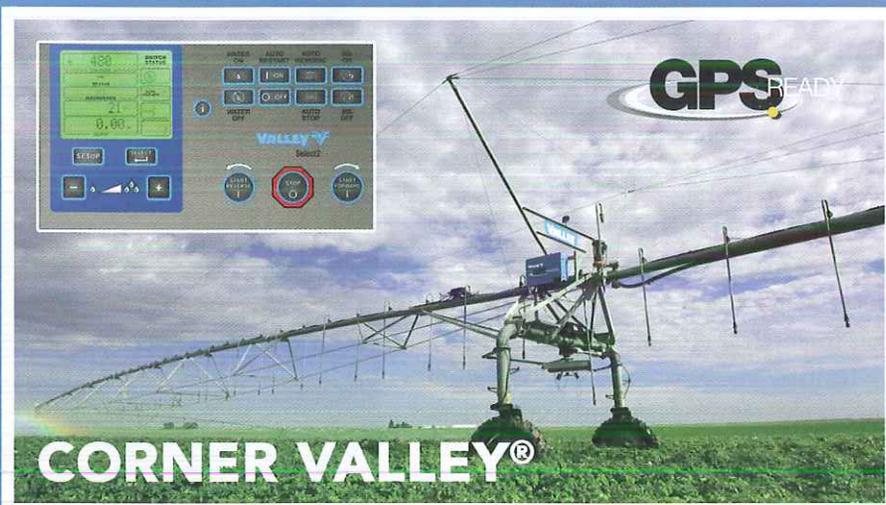
## AGRADECIMIENTOS

Han colaborado en este trabajo la Comunidad de Regantes de Almodévar, la Confederación Hidrográfica del Ebro (a través de los Convenios de Colaboración CITA-CHE) y el ex-Ministerio de Ciencia e Innovación a través del proyecto AGL2010-21681-C03-03 del Plan Nacional I+D+i y la concesión de una beca FPI a M<sup>a</sup> Teresa Jiménez-Aguirre. Agradecemos también la colaboración de Talel Stambouli del CITA y los agricultores entrevistados. 

191A135

## EN VALLEY® TENEMOS LO QUE TÚ NECESITAS

Máximiza la superficie regada con el Corner Valley® y el Bender160



Con el Corner Valley® se optimiza el riego de las esquinas mediante su brazo extensible (disponible con tecnología GPS-RTK)



Bender160™ permite a cualquier pivot flexionarse hasta 160° en cualquier dirección, aumentando así la superficie regada



VALMONT, S.A.U.  
www.valley-es.com  
inforiego@valmont.es  
Tfno. 91 679 43 00

# VALLEY

A valmont  PRODUCT