

Red de cuencas experimentales agrarias para la investigación de la contaminación difusa del regadío. Red CICO R.

El plan de trabajo se basó en el desarrollo de balances hídricos en una cuenca hidrológica de regadío (95 ha) a partir de la medida o estimación de las principales entradas, salidas y almacenamiento de agua en la cuenca durante los tres años hidrológicos que comprende el proyecto (2006-2008).

Un adecuado cierre del balance de agua y la asignación de concentraciones a los componentes del balance hídrico han permitido cuantificar la calidad del riego y las masas de contaminantes exportadas (impacto potencial de los retornos de riego) asociándolas a las características físicas (clima y geología) y agronómicas del regadío y periodo estudiado.

Los contaminantes de origen agrario estudiados fueron las sales, nitrato y un diagnóstico preliminar sobre la posible problemática del fósforo en la cuenca de estudio. El desarrollo de los balances estuvo acompañado de la caracterización de la cuenca (suelos, hidrogeología, etc...) y un seguimiento detallado del manejo agronómico (mapas de cultivos, estudio de la gestión del riego, encuestas de manejo agronómico,...). La cuenca hidrológica seleccionada ya fue objeto de estudio en el marco de proyectos de investigación desarrollados en 2001 y 2005, cuando se diagnosticó un inadecuado manejo del riego y de la fertilización como los causantes de elevados retornos de riego y masas de nitrato exportadas.

A raíz de los estudios llevados a cabo en 2001, la comunidad de regantes introdujo mejoras en la gestión del regadío consistentes en el cambio del manejo del riego por inundación (de turnos a la demanda), la asignación de dotaciones máximas de riego, la facturación del agua de riego por volumen consumido, y la expansión de cultivos con menores necesidades hídricas (por la sequía de 2005 y la reforma de la política agraria comunitaria de 2006). Un nuevo seguimiento ha permitido evaluar la eficacia de dichas mejoras permitiendo cumplir los objetivos planteados.

Dentro de las actividades de este proyecto se volvió a acondicionar la estación de aforos del desagüe D-XIX-6 con la instalación de un limnógrafo electrónico, un tomamuestras automático de agua y un pluviómetro electrónico (Figura 1).

Inicialmente, como complemento a la información recabada en anteriores proyectos desarrollados en la zona de estudio, se incidió en la caracterización de suelos (salinidad y capacidad de retención de agua) y acuíferos (cartografía y seguimiento de freáticos y calidad de aguas subterráneas) para lo cual se han utilizado herramientas geofísicas (Sensor Electromagnético Móvil Georreferenciado, Sondeos eléctricos Verticales y Georradar) y se implementó una red de piezómetros (P6 equipado con sonda de nivel, tra y CE) que permitió la estimación de los flujos subterráneos y con ello un adecuado cierre de los balances de agua.

El desarrollo de balances de agua anuales ha permitido evaluar la evolución de la eficiencia en el uso de agua (EUA) en la cuenca, calculada como el porcentaje de los recursos hídricos (agua útil en el suelo al inicio del balance, precipitación efectiva y riego) que han sido aprovechados para la evapotranspiración de los cultivos o almacenados en el suelo para el siguiente cultivo.

Finalmente, también se ha evaluado la operatividad de sensores para la determinación in situ y en continuo de la conductividad eléctrica (CE) y concentración de nitrato de los retornos de riego que pudieran servir para la vigilancia agroambiental de regadíos y utilizados en posteriores proyectos.

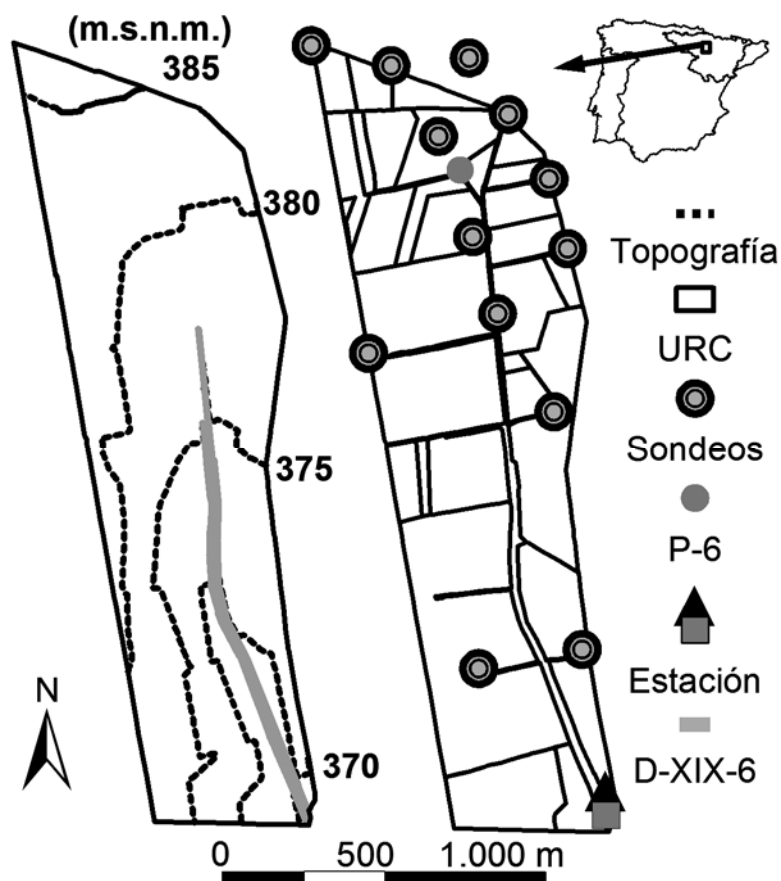


Figura 1. Localización y topografía de la cuenca drenada por el desagüe D-XIX-6. Distribución de las Unidades Riego Cultivo (URC), ubicación estación de control, sondeos y piezómetro P-6.

A diferencia de estudios anteriores de este tipo, la consideración de los flujos subterráneos permitió que los desbalances hídricos de los años 2006-2008 fuesen inferiores al 5% (Tabla 1) mientras que en los años previos a la implantación de la red de piezómetros (2001 y 2005) los desbalances fueron del -19% y -38% indicando la presencia de significativos volúmenes de agua subterránea entrante no considerados hasta el desarrollo de este proyecto.

Tabla 1. Entradas (P: Precipitación, R: Riego, FS: Flujo Subterráneo) y salidas (ET: Evapotranspiración y D: Drenaje) de agua en la cuenca del desagüe D-XIX-6 para los años hidrológicos 00/01, 04/05, y 05/06. Desbalance hídrico sin haber tenido en cuenta los flujos subterráneos ni el estrés hídrico de los cultivos.

AÑO	ENTRADAS			SALIDAS		ENT-SAL	DESBALANCE*
	P	R	FS	ET	D		
-----mm-----							%
2001	526	1086	¿?	843	1105	-336	-19
---	---	---	---	---	---	---	---
2005	211	570	¿?	786	359	-364	-38
2006	450	567	276	830	417	46	3
2007	372	512	277	753	469	-61	-5
2008	305	559	278	686	451	5	0

* Desbalance = [(E-S)/(S+E)]·200

En 2001, sin las mejoras de gestión introducidas por la comunidad de regantes, la EUA fue baja-moderada (63%). Por el contrario, la sequía de 2005 indujo el mayor aprovechamiento del agua alcanzando una EUA del 90%. Los últimos tres años, climáticamente más similares, las EUA oscilaron entre el 82% del año 2007 y el 87% del año 2006, demostrando que las medidas introducidas por la comunidad de regantes incrementaron la EUA más de un 20% registrando valores similares a los obtenidos en modernos regadíos presurizados.

En cuanto a la contaminación de las aguas (sales y nitratos) inducida por el regadío estudiado, se ha constatado que las mejoras en la gestión del riego han provocado el descenso de sus retornos y con ello de la masa de sales y nitrato exportados en ellos (Tabla 2). Los cambios en la distribución de cultivos (cereal de invierno en vez de maíz y alfalfa) han condicionado una disminución significativa de las necesidades de fertilización (de 115 Kg N/ha en 2001 a 75 kg N/ha-año del periodo 2005-2008) y ello también ha podido propiciar los descensos en el nitrato exportado.

Tanto la CE como la concentración de nitrato medias de las muestras diarias colectadas en el desagüe D-XIX-6 descendieron progresivamente desde 1,05 dS/m y 116 mg NO₃/l en 2001 a 0,89 dS/m y 59 mg NO₃/l en 2008 indicando una mejora substancial de la calidad de los retornos de riego. En 2008 se procedió al desbroce del desagüe D-XIX-6 esperando un posible aumento de la concentración de nitrato por la ausencia de vegetación en el cauce que no llegó a producirse.

El seguimiento preliminar de los niveles de fósforo en las aguas de drenaje detectó concentraciones bajas (0,035 mg P/l de media) alcanzando la máxima de 0,09 mg P/l en junio y principalmente como fósforo disuelto.

Tabla 2. Masa de sales y nitrato exportadas por el desagüe D-XIX-6 (Desagüe), calculadas en las entradas por los flujos subterráneos (FS) y generadas en la cuenca de regadío de 100 ha (Cuenca).

Año	Sales			Nitrato		
	Desagüe	FS	Cuenca	Desagüe	FS	Cuenca
	t/ha			kg N/ha		
2001	6.7	---	2.5*	195	---	72*
---	---	---	---	---	---	---
2005	2.7	---	1.0*	59	---	22*
2006	3.0	2.0	1.2	59	40	21
2007	3.3	1.9	1.6	67	40	32
2008	3.1	1.9	1.0	56	36	21

* Estimados a partir de la relación entre flujo subterráneos y desagües obtenida en los años 2006-2008

En definitiva, los primeros resultados ponen de manifiesto que el cambio en el manejo del riego por inundación (de turnos a la demanda), la asignación de dotaciones máximas de riego, la facturación del agua de riego por volumen consumido, y la expansión de cultivos con menores necesidades hídricas (por la sequía de 2005 y la reforma de la política agraria comunitaria de 2006) incrementaron la eficiencia en el uso del agua más de un 20% y redujeron a la mitad las masas de sales y nitratos exportadas.