

Análisis del regadío IV: ¿qué efectos tendrá la modernización de Riegos del Alto Aragón?

S. Lecina, D. Isidoro, E. Playán, R. Aragüés

Índice

1. Introducción	2
2. El sistema de Riegos del Alto Aragón.....	2
3. Información utilizada	4
4. Riegos del Alto Aragón antes de la modernización	4
5. Riegos del Alto Aragón después de la modernización.....	8
6. Resumen y conclusiones	10

Hoja Técnica
04/2010



Centro de Investigación y Tecnología
Agroalimentaria de Aragón -
Gobierno de Aragón
Unidad de Suelos y Riegos (asociada al CSIC)
Avenida de Montañana 930
50059 Zaragoza (España)
<http://www.cita-aragon.es/>



Estación Experimental de Aula Dei -
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Departamento de Suelo y Agua
Apdo. Correos 13.034
50080 Zaragoza (España)
<http://eead.csic.es/>

El Grupo de Investigación Riego, Agronomía y Medio Ambiente está formado por el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (Gobierno de Aragón) y la Estación Experimental de Aula Dei (CSIC). En la redacción de esta Hoja Técnica ha participado Ager ingenieros, ingeniería rural y civil S.L.

1. Introducción

Los diferentes planes de **modernización de regadíos** prevén la mejora de las infraestructuras hidráulicas de dos millones de hectáreas en nuestro país, de las que 175.000 se encontrarían en la cuenca del Ebro. El **principal propósito** de esta inversión por parte de los agricultores es **incrementar la productividad** de sus explotaciones, condición indispensable para lograr su sostenibilidad en el contexto socio-económico actual. Este incremento de productividad es debido a un cambio en el modo de usar el agua, que a su vez tiene **implicaciones hidrológicas** (menor disponibilidad de agua) y **medioambientales** (mejor calidad del agua) en las cuencas.

En las anteriores Hojas Técnicas se han expuesto los diferentes indicadores utilizados para determinar la productividad del regadío, así como el modo de evaluar el uso del agua y determinar la contaminación que se produce en la misma. **En esta Hoja Técnica se aplican estos conceptos para analizar** cómo se utiliza el agua en la mayor zona regable de la Unión Europea: **Riegos del Alto Aragón**. Igualmente se discutirán las posibles consecuencias que la modernización de este regadío puede tener sobre la productividad agraria, y sobre la cantidad y la calidad de las aguas en la cuenca del Ebro.

2. El sistema de Riegos del Alto Aragón

Riegos del Alto Aragón (RAA) se localiza entre las provincias de Huesca y Zaragoza. La superficie regable actual es de **123.354 ha**, distribuidas en un territorio de 2.500 km² situado entre 200 y 425 m de altitud, dentro de las subcuencas de los ríos Gállego, Flumen, Alcanadre, Cinca y Ebro (Figura 1).

RAA dispone de seis embalses de cabecera con una capacidad total de 930 hm³, 223 km de canales de transporte, 2.000 km de canales principales de distribución, y 3.000 km de desagües principales. La práctica totalidad de canales y acequias se encuentran revestidos de hormigón. Además del abastecimiento de su regadío, suministra agua a 588 explotaciones ganaderas, 10 polígonos industriales, y 110 núcleos de población, entre ellos las ciudades de Huesca y Barbastro.

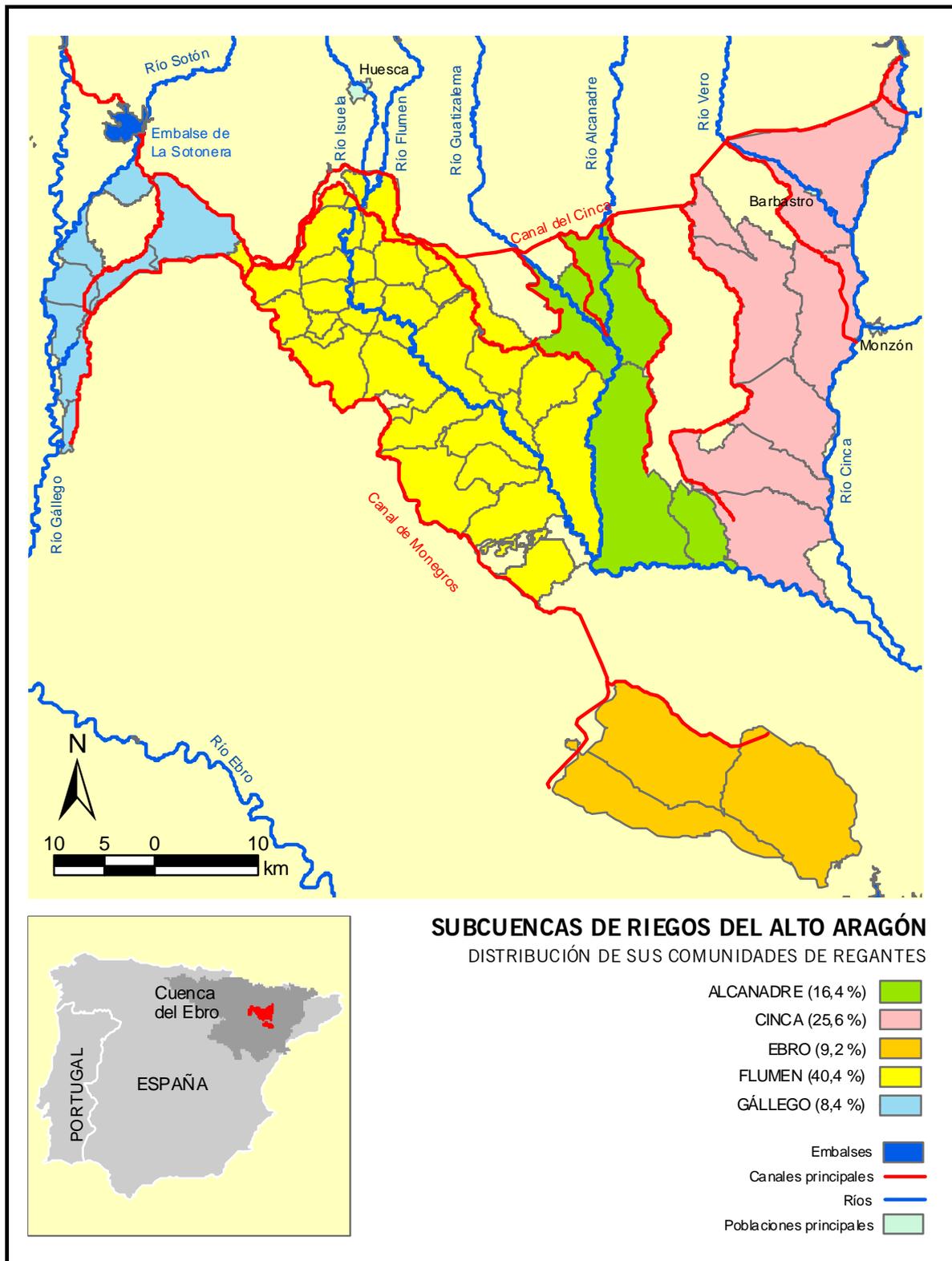


Figura 1. Distribución por subcuencas de las comunidades de regantes de RAA (entre paréntesis se indica el porcentaje de superficie regable de cada subcuenca).

Los cultivos extensivos han sido tradicionalmente mayoritarios. Los mismos han evolucionado desde un patrón basado en cereales de invierno a otro en el que los

cultivos de verano (maíz y alfalfa), con mayores necesidades hídricas, son predominantes.

En la actualidad, una superficie de **52.218 ha está en proceso de modernización** (conversión a riegos presurizados, principalmente aspersión), o lo ha concluido recientemente. Ello supone el 58 % de la superficie regable que se riega por gravedad en esta zona, y el 30 % de la superficie total que se pretende modernizar en la cuenca del Ebro. El coste de esta modernización supone más de 500 millones de euros.

Paralelamente a la modernización de infraestructuras, se ha avanzado en la modernización de la gestión. En el año 2001 **la Comunidad General adoptó el programa informático Ador, diseñado para la gestión diaria de CCRR.** Este programa ha sido desarrollado en la Estación Experimental de Aula Dei (CSIC) y el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA-Gobierno de Aragón).

3. Información utilizada

Para desarrollar el presente estudio se utilizaron los datos recopilados en el programa Ador, datos procedentes de las estaciones agrometeorológicas localizadas en RAA, así como los resultados obtenidos en diversos proyectos de investigación llevados a cabo en la zona, y diversas estadísticas oficiales sobre rendimientos, costes de producción y precios de productos agrícolas. A partir de esa información, se elaboró la contabilidad del agua para el año hidrológico octubre 2002-septiembre 2003 desde compuerta de canal, y se estimó el impacto económico y medioambiental del uso del agua. No se incluyeron en este estudio 425 ha del sector XXXVII del Canal de Cinca en las que en 2003 todavía no había concluido su transformación de secano en regadío.

Este año fue el primero en el que se dispuso de datos de demanda de agua y cultivos en Ador. Hasta entonces no se había concluido y puesto en servicio ninguna obra de modernización que supusiera un cambio de sistema de riego. La campaña de riegos se desarrolló normalmente, pues no se produjeron restricciones de agua ni ninguna otra circunstancia que afectase a la producción agrícola.

4. Riegos del Alto Aragón antes de la modernización

Las comunidades con riego por aspersión fueron las que presentaron un patrón de cultivos más intensificado, donde maíz y alfalfa ocuparon el 74 % de la

superficie regable. Además, en un 8 % de esta superficie se produjeron dobles cosechas. En las comunidades con riego por gravedad estos dos cultivos y el arroz ocuparon el 63 %. La superficie regable no cultivada también fue mayor en estas últimas comunidades, debido en parte a la mayor presencia relativa de suelos afectados por salinidad (Figura 2).

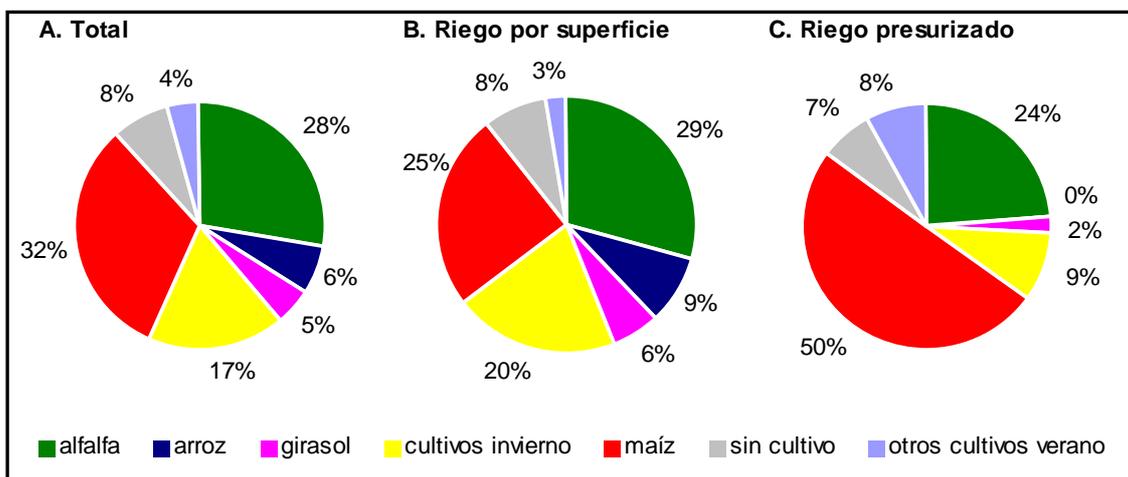


Figura 2. Distribución de cultivos por tipos de riego en RAA durante la campaña 2002-03.

La Tabla 1 muestra la contabilidad de agua para cada tipo de riego durante la campaña de riego analizada. La superficie regada por aspersión **usó** (esto es, **agua aplicada**) en promedio un 4,2 % más de agua ($6.469 \text{ m}^3/\text{ha}$) que la regada por gravedad ($6.206 \text{ m}^3/\text{ha}$). La razón de este menor uso de agua en los regadíos por superficie se debe a la menor intensidad del patrón de cultivos (más cultivos de invierno y menos de verano, Figura 2), y al reaprovechamiento de las aguas de retorno de riego que es mayor que en los regadíos presurizados.

La superficie regada por aspersión **consumió** un 42 % más de agua ($6.025 \text{ m}^3/\text{ha}$) que la regada por gravedad ($4.231 \text{ m}^3/\text{ha}$). Este consumo es prácticamente en su totalidad debido a la evapotranspiración, dado que los retornos de riego son mayoritariamente aprovechables tanto por su calidad (como se expondrá a continuación) como por la localización de RAA (a más de 250 km del mar).

Tabla 1. Contabilidad del agua para cada tipo de riego y el conjunto de la zona regable de RAA durante la campaña 2002-03

	2002-03	2002-03	2002-03
	Gravedad	Aspersión	Total
SUPERFICIE (ha)	88.527	34.402	122.929
USO DE AGUA (hm ³)	549,4	222,5	772,0
CONSUMO DE AGUA (hm ³)	374,5	207,3	581,8
BALANCE DE AGUA (hm ³)			
Evapotranspiración	359,1	207,0	566,2
Productiva	353,7	171,5	525,2
No Productiva	5,5	35,5	41,0
Escorrentía/Percolación	190,3	15,5	205,8
No Recuperable	15,4	0,3	15,7
Recuperable	174,9	15,3	190,2

El 93 % del agua aplicada en las comunidades con riego por aspersión se consumió, en contraste con las comunidades con riego por gravedad, donde únicamente se consumió el 68 %. En el conjunto de RAA este porcentaje alcanzó el 75 %. Este mayor consumo relativo de agua en aspersión se debió principalmente a dos factores: 1) La mayor evapotranspiración de los cultivos, gracias a una más frecuente y uniforme aplicación del agua de riego; 2) Las pérdidas de agua hacia la atmósfera por evaporación y arrastre, que se estima alcanzan de media un 15 % del agua aplicada en el riego por aspersión de la zona. Estas pérdidas por evaporación y arrastre provocan a su vez que la evapotranspiración productiva de los cultivos supusiese el 83 % del consumo total, frente al 94 % en el riego por gravedad. Para el conjunto de RAA, el agua consumida productivamente respecto al consumo total fue del 90 %. Esta cifra indica que **el margen para ahorrar agua en RAA es reducido** (es decir, para disminuir el consumo), ya que la mayor parte del agua consumida lo hace productivamente. El ahorro de agua sin descenso en la producción de los cultivos sólo es posible disminuyendo las pérdidas por evaporación y arrastre del riego por aspersión, dado que el volumen de los retornos de riego no recuperables no es relevante.

En las comunidades con riego por gravedad, el volumen unitario de los retornos de riego alcanzó un valor medio de 4.140 m³/ha en parcela. El reuso de parte de estos retornos en las propias comunidades supone que este volumen disminuya a 2.150 m³/ha considerando el conjunto de la zona regable. En riego por aspersión, los retornos de riego

fueron sensiblemente inferiores (451 m³/ha). Diversos estudios realizados en la zona han mostrado que los retornos presentan una concentración media de contaminantes en áreas de riego por aspersión (7.000 mg/l de sales y 120 mg/l de nitratos) muy superior a la de las áreas con riego por gravedad (1.700 mg/l de sales y 30 mg/l de nitratos).

Sin embargo, la masa media de contaminantes exportados desde las zonas de riego por aspersión fue mucho menor que desde las zonas de gravedad, debido principalmente a la diferencia en el volumen de retornos. En efecto, los retornos procedentes del riego por aspersión se estimó que exportaron una media en torno a 4,6 t/ha de sales y 44 kg/ha de nitratos. Los procedentes del riego por gravedad exportaron una media aproximada de 6,2 t/ha de sales (esto es, un 35 % más que en aspersión) y 83 kg/ha de nitratos (esto es, un 89 % más que en aspersión). Dado que la masa de contaminantes exportados por los retornos de riego es la que determina la degradación de calidad de los sistemas receptores de los mismos (ríos, acuíferos, lagos), se concluye que, a igualdad del resto de características, **las zonas regables presurizadas contaminaron menos que las zonas regables por superficie**. No obstante, todos estos retornos pudieron ser reutilizados aguas abajo de RAA, salvo un escaso volumen que fue interceptado por pequeñas lagunas y zonas endorréicas presentes en la zona.

La productividad económica obtenida en las zonas de riego presurizado fue superior a la obtenida en las de riego por gravedad. La productividad neta por hectárea regable en aspersión (748 €/ha) fue un 51 % superior que en gravedad (495 €/ha), a pesar de que los costes de mantenimiento y operación (incluida la energía) son mayores en las zonas presurizadas. Igualmente, la productividad del agua aplicada, por la que pagan los agricultores en RAA, fue un 40 % superior en aspersión (0,120 €/m³) que en riego por gravedad (0,086 €/m³). En la determinación de estas productividades no se han considerado las aproximadamente 2.000 ha de superficie ocupada por viñedos regados por goteo existentes al norte de RAA

En la actualidad, estos valores de productividad pueden ser muy diferentes debido a la creciente variabilidad de los precios de los productos agrarios y de los factores de producción como los fertilizantes o la energía. No obstante, la diferencia relativa entre ambos sistemas de riego pone de manifiesto la **mayor productividad del riego por aspersión, frente a los antiguos sistemas de riego por gravedad en RAA**, lo que implica mayores beneficios, y una mayor protección de los mismos cuando se producen situaciones de escasez de agua.

5. Riegos del Alto Aragón después de la modernización

La situación posterior a la modernización se estimó para las mismas condiciones del año hidrológico 2002-2003 que se acaban de describir. La superficie regada por aspersión se consideró incrementada en 52.218 ha, correspondientes a las 20 comunidades que actualmente tienen aprobado o finalizado el proceso. Ello supone que el 69 % de la superficie total de RAA dispondría de riego por aspersión, frente al 27 % previo a la modernización. Respecto al patrón de cultivos, se analizaron dos escenarios:

Escenario 1: se consideró el mismo patrón de cultivos medio, por tipo de riego, que el descrito para la campaña 2002-2003. Ello supone asumir que las comunidades modernizadas adoptarían el mismo patrón de cultivos que presentaban las comunidades que ya disponían de riego por aspersión en la citada campaña.

Escenario 2: se estimó que las comunidades que dispongan de sistemas de riego por aspersión intensificarán su patrón de cultivos respecto al de la campaña 2002-2003, mientras que las que mantengan el riego por gravedad disminuirán dicha intensidad. Ello equivale a incrementar en un 16 % la superficie ocupada por cultivos extensivos de verano (alfalfa y maíz) en las zonas de riego por aspersión, y disminuirlo en un 27 % en las zonas de riego por gravedad. Estos porcentajes de variación se estimaron a partir de la situación de las comunidades que en 2002-2003 presentaron una mayor y menor intensificación de cultivos.

En la Tabla 2 se muestra la contabilidad del agua en la situación previa a la modernización y para cada escenario. En el caso del primer escenario se observa cómo la evapotranspiración productiva se incrementa un 21 % respecto a la situación previa a la modernización, como consecuencia de la mayor proporción de cultivos de verano, y la mejor satisfacción de sus necesidades de agua. El volumen de evapotranspiración no productiva se dobla tras la modernización debido a las pérdidas por evaporación y arrastre de los nuevos sistemas de riego por aspersión. De este modo, **el consumo total de agua aumenta un 18 % (107 hm³)**, lo que implica un **descenso equivalente en la disponibilidad de agua en la cuenca del Ebro**.

Por el contrario, **los retornos de riego disminuyen un 33 %** respecto a la situación previa a la modernización, debido a la mayor eficiencia de riego en parcela en las zonas modernizadas, lo **que a su vez provoca una disminución de la exportación de sales y**

nitratos del 4 y del 17 % respectivamente. Este hecho supondrá una mejora de la calidad de las aguas de los principales ríos receptores de estos retornos de riego de RAA. No obstante, los usuarios que reutilizan directamente los retornos de riego antes de llegar a estos ríos principales, dispondrán de una menor cantidad de agua y de menor calidad, dado que las concentraciones de sales y nitratos aumentarán como consecuencia de la reducción de los volúmenes de retorno. Este puede ser el caso, por ejemplo, de los usuarios de las aguas de los ríos Flumen o Alcanadre, en los que sus caudales durante el verano se deben principalmente a los retornos de riego.

Tabla 2. Contabilidad del agua en RAA durante la campaña 2002-03 y en los dos escenarios de modernización.

	2002-03	Escenario 1	Escenario 2
SUPERFICIE (ha)	122.929	122.929	122.929
USO DE AGUA (hm ³)	772,0	820,7	847,6
CONSUMO DE AGUA (hm ³)	581,8	689,0	729,9
BALANCE DE AGUA (hm ³)			
Evapotranspiración	566,2	683,0	724,5
Productiva	525,2	599,7	632,2
No Productiva	41,0	83,3	92,3
Escorrentía/Percolación	205,8	137,7	123,1
No Recuperable	15,7	6,1	5,4
Recuperable	190,2	131,6	117,8

Dado que el incremento de la evapotranspiración total es superior a la disminución de los retornos de riego en valores absolutos (117 hm³ frente a -68 hm³, respectivamente), **el uso del agua aumentara un 6 %** respecto a la situación previa a la modernización (49 hm³).

Las productividades netas del suelo y del agua se incrementarían un 21 % y un 13 % respectivamente. Las productividades netas de las explotaciones de las comunidades modernizadas alcanzarían los valores medios antes referidos para el riego por aspersión (748 €/ha, 0,120 €/m³). En el caso de la productividad por hectárea esto supone un incremento medio de 253 €/ha respecto a las explotaciones que mantengan el riego por gravedad. Sin embargo, **este valor es inferior al coste de la inversión en modernización**, estimado en una cuota anual media de 300 €/ha (incluidos costes financieros y ayudas públicas para un periodo de amortización de 50 años). Por este

motivo, resulta razonable pensar que **una mayor intensificación del patrón de cultivos**, como la planteada en el escenario 2, **será necesaria para abordar el coste de la inversión en modernización**.

Los resultados obtenidos para el escenario 2 muestran que una mayor intensificación de cultivos en las zonas de aspersión supondrá un mayor incremento del uso y consumo de agua en RAA (Tabla 1). En efecto, el incremento del uso alcanzaría el 10 % (76 hm³), mientras que el del consumo sería del 25 % (148 hm³). En este caso, el incremento medio de la productividad por hectárea en las explotaciones que se modernizasen sería de 341 €/ha. Este valor, aunque superior al del coste de la inversión, apenas deja margen para amortiguar las variaciones en los precios de los productos agrarios y de la energía que se están produciendo en la actualidad. Este hecho pone de manifiesto que **la mejora de las infraestructuras de riego es un proceso necesario, pero no suficiente, para lograr la sostenibilidad económica de las explotaciones**. La optimización del manejo agronómico y del riego, el incremento del tamaño de las explotaciones, y una gestión empresarial de las mismas serán también necesarias, entre otros factores, para lograr su sostenibilidad a medio-largo plazo.

6. Resumen y conclusiones

1. **Los mayores rendimientos y la mayor intensificación del patrón de cultivos en las comunidades que cuentan con sistemas de riego por aspersión** en RAA les permite, entre otros aspectos, obtener unas mayores productividades económicas, tanto por hectárea como por metro cúbico de agua usada. Ello **proporciona a estas explotaciones unos mayores beneficios, y una mayor protección frente a las restricciones de agua provocadas en épocas de sequía**.
2. **Esta mayor productividad supone a su vez un mayor consumo de agua**, debido a la mayor presencia de cultivos de verano, y a que mayores rendimientos están ligados a unas mayores necesidades de agua. A ello se debe añadir las pérdidas de agua por evaporación y arrastre que se producen en el riego por aspersión, las cuales suponen un consumo no productivo de agua que no se da en el riego por gravedad. **Este mayor consumo implicará una menor disponibilidad de agua en la cuenca del Ebro**.
3. **Los volúmenes de retornos de riego en las zonas con sistemas de aspersión son notablemente inferiores** a los de gravedad, debido a la mayor eficiencia de riego en

parcela. Ello **supone a su vez una menor exportación en la masa de contaminantes** como sales o nitratos desde RAA a los ríos de la cuenca del Ebro, que mejorarán en su calidad.

4. **La inversión en la modernización del regadío es necesaria, pero no será suficiente para asegurar la sostenibilidad económica de las explotaciones** de RAA a medio-largo plazo. Aumentar el tamaño de las explotaciones, incrementar el nivel de su gestión técnica y empresarial, entre otras acciones, también será necesario.
5. **La modernización del regadío en RAA será beneficiosa para las explotaciones y la sociedad en su conjunto.** Aunque la disponibilidad de agua disminuya, la productividad económica de la agricultura se incrementará, y la calidad global de las aguas de la cuenca mejorará. En el caso de que la modernización no se acometiera, la sostenibilidad de la zona regable estaría seriamente amenazada por la dependencia de la mano de obra para el riego, la baja rentabilidad económica, y la exportación de contaminantes, entre otros factores.