

Análisis del regadío III: ¿la modernización de los regadíos reduce la contaminación de las aguas?

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

Índice

1. Regadíos y contaminación de las aguas	2
2. ¿Cómo puede degradar el regadío la calidad de las aguas?.....	2
3. ¿Concentración o masa de contaminantes?.....	5
4. Efectos de la modernización de regadíos sobre la calidad de las aguas.....	5
5. Resumen y conclusiones	7

Hoja Técnica
03/2010



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/>

1. Regadíos y contaminación de las aguas

En la Hoja Técnica 01/2010 se expusieron una serie de conceptos para comprender la influencia del regadío sobre la disponibilidad del agua en una cuenca. Desde una perspectiva cuantitativa, se mostró que la capacidad de reaprovechamiento de este recurso requiere distinguir entre su uso y su consumo. Para realizar tal distinción se indicó la necesidad de establecer un balance que determinase los destinos del agua tras su uso por el regadío.

La evaluación del aprovechamiento del agua en la agricultura requiere considerar otros aspectos, además de los puramente cuantitativos. La calidad es uno de ellos. **Los sólidos disueltos y en suspensión presentes en los retornos de riego (escorrentía/percolación), producen generalmente la contaminación de las aguas receptoras de dichos retornos** que es preciso conocer. No sólo porque dicha contaminación **influye directamente en la disponibilidad del agua**, sino también porque **puede provocar impactos medioambientales negativos** sobre los ecosistemas fluviales, y encarecer los tratamientos para poder reutilizar el agua en otros usos, como los urbanos e industriales.

En esta Hoja Técnica se exponen algunos de los conceptos más importantes que se utilizan para conocer el impacto del regadío sobre la calidad de las aguas. Mediante los mismos se pueden responder preguntas como si un aumento de la concentración de nitratos en los retornos de riego supone o no un aumento de la contaminación de ríos y acuíferos. El objetivo de este documento es explicar el significado de estos conceptos, y utilizarlos para analizar el impacto que la modernización del regadío puede tener sobre la calidad de las aguas.

2. ¿Cómo puede degradar el regadío la calidad de las aguas?

Los procesos principales por los que el regadío puede degradar la calidad de las aguas son los siguientes:

Efecto “concentración”: una fracción del volumen de agua en el suelo es evaporada directamente del suelo o es transpirada por las plantas, aumentando la concentración de los sólidos disueltos (nitratos, sales u otros contaminantes solubles) en el agua remanente en el suelo. Considerando que la concentración (g/L) es la relación

entre la masa de un contaminante (en gramos) y el volumen de agua (en litros) en el que esta masa se encuentra disuelta, este efecto supone un **aumento de la concentración** porque la masa disuelta es constante (hasta ciertos límites de concentración) pero el volumen de agua disminuye porque una parte de la misma es evaporada.

Este efecto es el que se produce **como consecuencia de la evapotranspiración** (ET) de las plantas. La concentración de la solución del suelo aumenta de forma inevitable con la evapotranspiración (transpiración de las plantas y evaporación del suelo). Por ello, la tendencia “natural” en la agricultura de regadío es que la solución del suelo y, por lo tanto, las aguas de drenaje (percolación), se concentren debido a la ET de los cultivos. Ello implica que cualquier contaminante que lleve el agua de riego se concentrará en las aguas de drenaje, y por lo tanto, las aguas de retorno tendrán una calidad inferior (mayores concentraciones) a la del agua de riego.

El efecto concentración (también llamado evapoconcentración) se produce asimismo en cualquier masa de agua sujeta a evaporación (embalses, canales a cielo abierto, lagunas, etc.).

Efecto “aporte”: una masa de un sólido se agrega a un volumen de agua determinado. En este caso **la concentración aumenta** porque la masa disuelta aumenta y el volumen de agua permanece constante.

El efecto aporte se produce por el hombre **al añadir agroquímicos** (fertilizantes, fitosanitarios, etc) y, de forma natural, **al circular el agua por el suelo o subsuelo disolviendo los minerales presentes**.

Cuanto mayor es el volumen de agua que circula por sistemas-fuente de sales (por ejemplo, estratos geológicos salinos), mayor es la masa disuelta de sales. El efecto aporte es el **efecto dominante** en los procesos de incorporación de sales a las aguas de drenaje **en los regadíos de medios áridos y semiáridos**, donde la presencia de sales en el suelo o el subsuelo es habitual. En muchos regadíos de la cuenca del Ebro hay minerales como calcita y yeso en el suelo o subsuelo, y su disolución controla la salinidad de la solución del suelo y de las aguas de drenaje.

La transformación en regadío de nuevas tierras requiere delimitar las que pueden provocar un mayor efecto aporte e incluso excluirlas de los procesos de puesta en riego. En la cuenca del Ebro, la contaminación por sales de los cauces puede verse incrementada sustancialmente si se transforman terrenos especialmente salinos o cuyo drenaje pueda movilizar sales almacenadas en profundidad.

Efecto “intrusión”: el agua del mar entra a los acuíferos costeros debido a su sobre-explotación. Este efecto produce un **aumento de la concentración salina** porque la masa aumenta proporcionalmente más que el volumen de agua, **ya que la concentración salina del agua de mar es generalmente superior a la del acuífero**. En este caso, la contaminación es de carácter sódico (aumento de la sodicidad o proporción del sodio respecto al resto de cationes).

Existe además un efecto menos importante de contaminación de las aguas, denominado **efecto “detracción”**. Por el mismo las aguas de un río aguas abajo de una detracción de agua tienden a **aumentar su concentración** de sólidos disueltos totales (SDT) debido a que, generalmente, los flujos subterráneos que aportan agua al río tienen unos SDT mayores que el agua del río. **Al detraer aguas de menor SDT se eliminan volúmenes de dilución**, y la mezcla que resulta del agua remanente en el río, después de la detracción, con el agua subterránea entrante aumenta los SDT.

La Figura 1 ilustra cómo se produce la salinización de las aguas de un río debido a los efectos evapoconcentración, aporte y detracción.

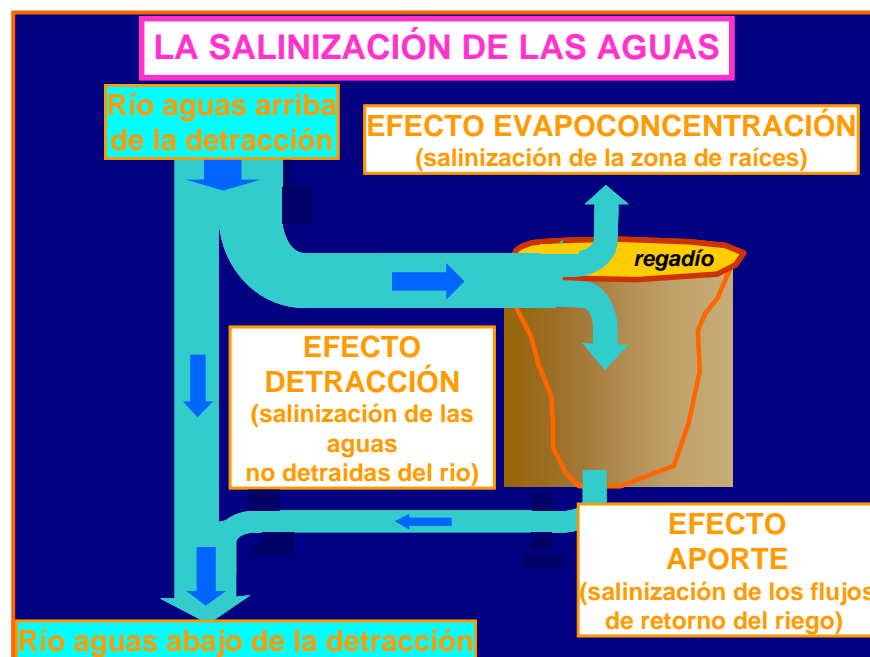


Figura 1. Diagrama de los flujos de salinización de las aguas de un río debida a los efectos evapoconcentración, aporte y detracción.

3. ¿Concentración o masa de contaminantes?

A través de los procesos que acabamos de describir, el regadío constituye una fuente de contaminación difusa (no se produce en un punto, como en una industria, sino en un área extensa) que puede provocar la degradación de la calidad de las aguas que reciben sus flujos de retorno. Si se superan ciertos límites, esta degradación de la calidad puede afectar negativamente a los ecosistemas, y a la propia disponibilidad del agua para su aprovechamiento. Por este motivo es necesario controlar los efectos que el regadío puede tener sobre la calidad de las aguas. Una pregunta importante para llevar a cabo este control es la variable a cuantificar en los retornos de riego: ¿la concentración o la masa del contaminante? La respuesta depende del objetivo establecido.

Si los retornos de riego van a utilizarse directamente para otros usos, la **concentración** del contaminante es la variable de interés, ya que afecta directamente a dichos usos. Así, distintos Organismos, incluida la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), han establecido niveles guía y umbrales de concentración de los distintos contaminantes para los diferentes usos del agua.

Sin embargo, **si los retornos de riego se vierten en un río o acuífero con una mejor calidad que la de los retornos**, la **masa** del contaminante en los retornos es la variable de interés, ya que es la que determina el grado de contaminación resultante de la mezcla de ambas aguas. Por tanto, **para disminuir el impacto de la agricultura de regadío, debe reducirse la masa de contaminantes exportados mediante la reducción de los retornos de riego** (en particular, del drenaje subsuperficial).

Considerando estos conceptos, se analizan a continuación las consecuencias que sobre la contaminación de las aguas puede tener la modernización de regadíos.

4. Efectos de la modernización de regadíos sobre la calidad de las aguas

Tal como se ha descrito en la Hoja Técnica anterior, la modernización supone una modificación de los flujos de agua de las zonas regables, incrementándose la fracción de agua evapotranspirada y reduciéndose la del agua percolada. Estas variaciones tienen una influencia directa sobre las tres razones principales de degradación de la calidad de las aguas anteriormente indicadas. Dado que en los regadíos de la cuenca del Ebro el

efecto “intrusión” no es relevante, el siguiente análisis se centra en los efectos “evapoconcentración y “aporte”.

Efecto “evapoconcentración”. El incremento de la fracción de evapotranspiración respecto al volumen total de riego que se deriva de la modernización aumenta este efecto, conduciendo a un **incremento en la concentración del contaminante** en la solución del suelo y en las aguas de drenaje. Un ejemplo típico negativo derivado del aumento del efecto evapoconcentración es el del riego deficitario controlado con aguas salinas, donde la salinización del suelo puede comprometer la viabilidad de este sistema en áreas con lluvias insuficientes para el lavado de las sales acumuladas en la zona de raíces de los cultivos.

Por otro lado, el aumento del efecto evapoconcentración y de la concentración de sales en el suelo puede hacer que se rebase el producto de solubilidad de ciertos minerales, conduciendo a su **precipitación** y a la **reducción en la masa** de sales exportadas en los retornos de riego. En este caso, el aumento del efecto evapoconcentración tendría un **efecto beneficioso sobre la calidad de las aguas** receptoras de los retornos del riego.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la mayor parte de los minerales precipitados están ligados al calcio, lo que puede provocar un aumento progresivo de la sodicidad de la solución del suelo y del drenaje. Esta sodificación puede tener efectos negativos sobre la estabilidad estructural de los suelos (reduciendo su capacidad de conducir agua) y sobre el rendimiento de los cultivos sensibles a toxicidad por sodio. Este es el caso de la mayoría de los frutales.

En definitiva, el **riesgo potencial de salinización y sodificación del suelo** debe tenerse muy en cuenta en la modernización **de zonas en las que el agua de riego es de baja calidad** (salinidad moderada-alta). **En estos casos se deberá incrementar el volumen de agua de riego** aplicada para reducir el efecto “evapoconcentración” y satisfacer las necesidades de lavado de los cultivos.

Efecto “aporte”. La modernización produce un incremento de la fracción de evapotranspiración y una reducción de la percolación profunda, por lo que el efecto aporte disminuye. Por lo tanto, **el efecto final de la modernización** sobre la calidad de las aguas receptoras de los retornos de riego **es positivo**, ya que se reducen **las masas exportadas de contaminantes** en dichos retornos.

Un efecto añadido de la modernización de los sistemas de riego (transformación del riego por gravedad a riegos presurizados) es el de la reducción potencial en la adición de fertilizantes, ya que el **fertiriego** (muy adaptado a riegos presurizados automatizados) **favorece una aplicación mucho más eficiente del fertilizante** en el tiempo y en el espacio. Asimismo, en riego presurizado se ajustan mejor las aplicaciones de fertilizantes a las necesidades de los cultivos, ya que en riego por gravedad se fertiliza a menudo en exceso para compensar las pérdidas por percolación profunda.

Debido a que en la mayoría de los **regadíos de zonas áridas y semiáridas** el efecto aporte es más importante que el efecto evapoconcentración (debido principalmente a la presencia de sustratos salinos en el subsuelo), cabe concluir que **la modernización de regadíos tiene un impacto beneficioso sobre la conservación de la calidad de las aguas.**

No obstante, dado que la modernización reduce el volumen de los retornos y aumenta la concentración de contaminantes, **las posibilidades de reutilización directa** (sin mezclarse con otras aguas) de estos retornos **se ven reducidas** respecto a la situación previa a la modernización. Esto implica la disminución de la cantidad y calidad de agua para los usuarios que aprovechan directamente estos retornos, pudiendo necesitar de aportaciones de agua de otras fuentes para mantener estos usos, e incluso la función ecológica de los colectores de drenaje.

5. Resumen y conclusiones

1. Los **procesos principales por los que el regadío degrada la calidad de las aguas** son el efecto “**evapoconcentración**” (aumento de la concentración de contaminantes debido a la reducción del volumen de agua como consecuencia de la evapotranspiración de las plantas), el efecto “**aporte**” (aumento de la concentración de contaminantes debido al incremento de su masa como consecuencia de la disolución de contaminantes presentes en el suelo o aportados como agroquímicos) y el efecto “**intrusión**” (aumento de la concentración de sales en las aguas de un acuífero costero por la entrada de agua del mar debido a su sobre-explotación).
2. **La modernización de regadíos supone un efecto externo positivo sobre la calidad general de las aguas** en una cuenca, ya que se reduce el efecto aporte y la masa de contaminantes exportados con los retornos de riego. Esta masa de

contaminantes y no su concentración es la que determina la pérdida de calidad de las aguas receptoras de los retornos de riego.

3. **La modernización de regadíos puede suponer un efecto interno negativo en los casos en los que el aumento del efecto evapoconcentración conduzca a la salinización y/o sodificación excesiva del suelo.** La salinización puede provocar el descenso del rendimiento de los cultivos, mientras que la sodificación puede provocar la pérdida de estabilidad estructural (conductividad hidráulica) de los suelos y la toxicidad iónica específica en cultivos sensibles.
4. **La modernización de regadíos puede suponer una disminución de la cantidad y calidad del agua disponible para aquellos usuarios que reaprovechan directamente los retornos de riego.**
5. **Una adecuada gestión del agua de riego, de los fertilizantes y de los fitosanitarios es imprescindible** para conseguir el máximo potencial de reducción de la contaminación que la modernización del regadío puede proporcionar. La mejora de la calidad de las aguas que ello suponga será un beneficio para la sociedad en su conjunto.