

Modelos de simulación para minimizar la contaminación difusa: caso del fósforo / Farida Dechmi



Fecha: 19-Jul-2019

Farida Dechmi

Unidad de Suelos y Riegos (asociada a EEAD-CSIC)

[📍 Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón \(CITA\)](#)

Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2)

fdechmi@aragon.es

Cada día resulta más crucial la necesidad de la información en la toma de decisiones sobre la gestión de los recursos naturales. Sin embargo, existe un vacío importante entre la información que se necesita y la que se genera tradicionalmente mediante la investigación experimental. Para este propósito una herramienta como los modelos de simulación es de gran utilidad. Sin embargo, para que las predicciones de los modelos resulten fiables, y tengan una utilidad práctica éstos han de ser adecuadamente calibrados y validados para las condiciones en que se pretenden utilizar.

Los modelos de simulación están considerados como herramientas que facilitan la toma de decisiones para seleccionar la mejor alternativa que se puede lograr con una combinación de recursos y manejos. También son muy útiles para describir, explicar o comprender mejor la realidad, cuando es imposible trabajar directamente a tiempo real ya que permiten simular procesos difíciles de medir o prever determinadas situaciones sin necesidad de esperar a que

éstas se produzcan. Y, sobre todo, son herramientas que permiten evaluar una situación de una forma rápida y poco costosa, lo que permite reducir mucho los trabajos experimentales y ahorrar tiempo y dinero.

En el ámbito agrícola, la tendencia actual es desarrollar o utilizar modelos que permiten optimizar la producción, planificar las actividades agrícolas y la gestión de los insumos de producción considerando sus impactos medioambientales. Esto debido a la presión actual derivada del marco legal europeo que regula la contaminación de las aguas de origen agrícola como las Directivas 91/676/CE, 2000/60/CE y 2006/118/CE. En ellas se aboga por la obtención y mantenimiento del buen estado ecológico de las masas de agua en los países pertenecientes a la UE. Esta legislación está orientada más bien hacia la contaminación por nitratos. Sin embargo, se ha visto que, de los nutrientes utilizados en la agricultura, el fósforo (P) es el elemento que, con mayor frecuencia, limita el desarrollo de la vegetación acuática. Por otra parte, en cantidades superiores a determinados umbrales puede causar la eutrofización de las masas de agua (Figura 1). El proceso de la eutrofización puede comenzar a partir de contenidos de P tan bajos como $0,02 \text{ mg L}^{-1}$. De hecho, el transporte del fósforo desde el suelo a los sistemas acuáticos superficiales implica, a menudo, serias consecuencias sobre los parámetros de los que depende la calidad medioambiental.



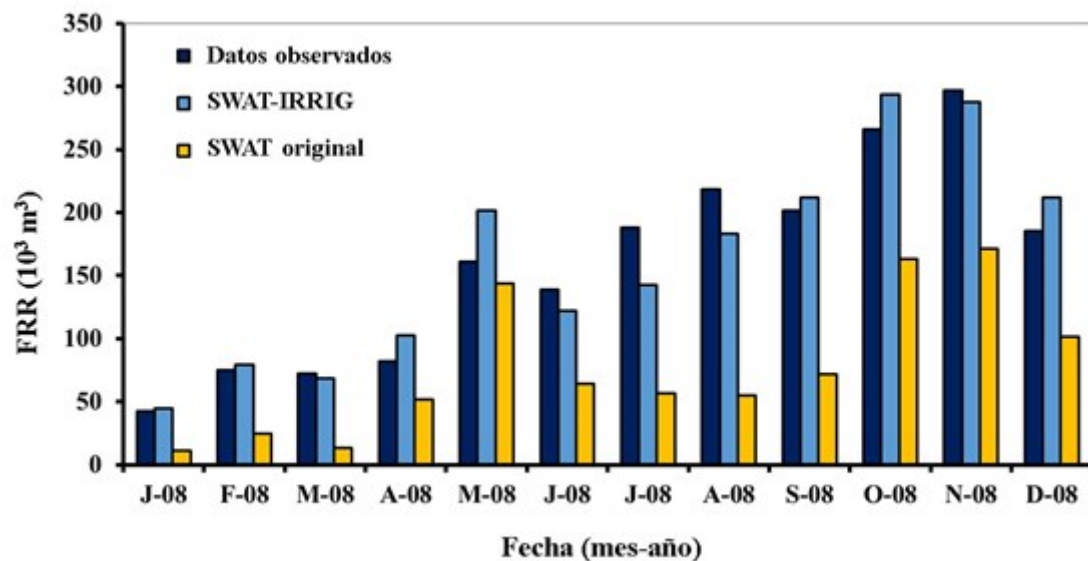
Las imágenes son propiedad del autor y su uso o distribución no está autorizado sin su expreso consentimiento

Figura 1. Desagüe cubierto de algas y plantas acuáticas (aguas eutróficas).

En este sentido, estamos utilizando en la Unidad de Suelos y Riego (CITA) modelos hidrológicos que permiten simular los flujos de transporte de los solutos como los nutrientes (N y P) con el objetivo de contribuir a reducir el impacto de la agricultura sobre la calidad del agua de los flujos de retorno de riego. Uno de nuestros trabajos que están relacionados con la modelización del transporte de P desde los campos agrícolas hacia las aguas superficiales se hicieron con el modelo SWAT (siglas de Herramienta para la Evaluación del Suelo y Agua en inglés). Es uno de los modelos de simulación de hidrología y transporte de solutos más

conocidos en el mundo de la investigación. SWAT ha demostrado ser una herramienta eficaz para la evaluación de los recursos hídricos y la cuantificación de la contaminación difusa a través el mundo. Una de las características más relevantes de este modelo es su alta sensibilidad a pequeños cambios en los parámetros de entrada. Esta característica es muy útil a la hora de simular escenarios de buenas prácticas agrícolas.

Sin embargo, el uso de este modelo en una cuenca ubicada dentro del sistema de Riego de Alto Aragón (Huesca) mostró que el modelo no es capaz de reproducir correctamente los flujos de retorno de riego de esta cuenca. Por lo tanto, se modificó el código fuente de este modelo para adaptarlo a las condiciones del regadío del Valle Medio del Ebro. La comparación entre los resultados del modelo original (SWAT) y el modelo modificado (SWAT-IRRIG) muestra claramente la mejora de la predicción de los flujos de retorno de riego a la salida de la cuenca considerada (Figura 2).



Las imágenes son propiedad del autor y su uso o distribución no está autorizado sin su expreso consentimiento

Figura 2. Volumen de los flujos de retorno de riego mensuales (FRR) medidos y simulados mediante los modelos SWAT original y modificado SWAT-IRRIG.

En este trabajo, se han simulado un total de 20 escenarios de buenas prácticas agrícolas (BPA) mediante el modelo SWAT-IRRIG previamente calibrado y validado. La combinación de diferentes BPA relacionadas con el manejo de la fertilización (aplicación de las dosis recomendadas), el manejo del riego (dosis acordes a las necesidades hídricas de los cultivos) y el sistema de laboreo (mínimo laboreo) redujo la carga de fósforo total en la salida de la cuenca de la zona de estudio en un 22,3% respecto a las prácticas agrícolas actuales. Este resultado pone de manifiesto la importancia de un manejo integrado de las diferentes prácticas agrícolas para reducir el impacto de la contaminación difusa por fósforo inducida por la agricultura de regadío.

Por otra parte, la reducción de las labores del suelo, junto con un buen manejo del riego y la fertilización fosfatada podrían incrementar el margen bruto de los cultivos, alcanzando 297 € ha⁻¹ para maíz, 112 € ha⁻¹ para alfalfa, 171 € ha⁻¹ para girasol y 307 € ha⁻¹ para cebada. Este incremento del margen bruto de los diferentes cultivos corresponde al porcentaje de reducción más alto de fósforo total en la salida de la cuenca de estudio.