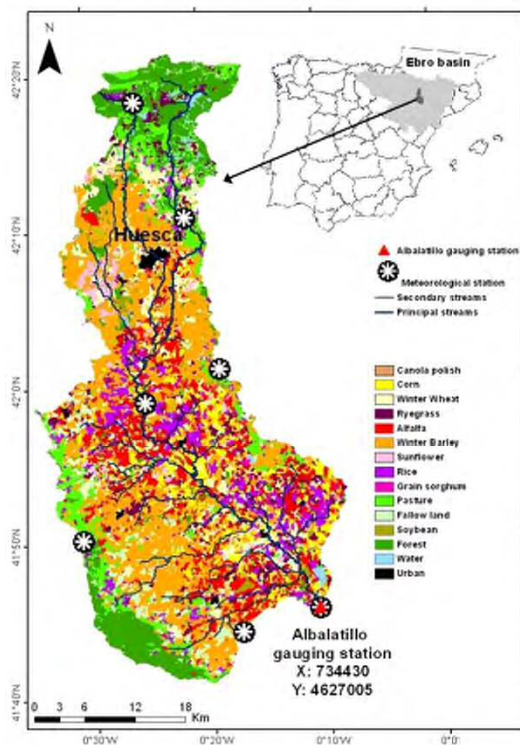


INFLUENCIA DE LAS CRECIDAS DE LOS RÍOS NO₃⁻ : EL PAPEL DE LA AGRICULTURA INTENSIVA DE REGADÍO

Nadia Darwiche Criado

Grupo de Restauración Ecológica. IPE (CSIC), Jaca.

Las concentraciones de nitrógeno son elevadas en los ríos europeos (Sutton et al., 2011). En este sentido, la Directiva Marco del Agua (DMA, EC, 2000) ha priorizado la conservación de cuencas y masas de agua como unidades de referencia para lograr un "buen estado ecológico" en el año 2015. En el caso particular de la agricultura, los flujos de retorno de regadío influyen significativamente en la concentración de nitratos (NO₃⁻) en el agua superficial (Causapé et al., 2006). Asimismo, estos flujos procedentes de la escorrentía de regadío, tienen también capacidad para alterar el equilibrio hidrológico natural de las cuencas hidrográficas (Haddeland et al., 2006). Por ello, el conocimiento de la transferencia de contaminantes en las aguas superficiales es esencial a la hora de tomar medidas para mitigar la degradación de la calidad del agua. Sin embargo, las condiciones meteorológicas también influyen en la movilización NO₃⁻. Los periodos hidrológicamente activos; en particular las crecidas, son importantes debido a que provocan la adición de nuevas fuentes de agua y movilizan diferentes nutrientes a lo largo de la cuenca (Buda y DeWalle, 2009). Varios estudios han demostrado que la relación entre la concentración de contaminantes (c) y el caudal (q) durante las crecidas sigue trayectorias cíclicas (Hill, 1993). Esta relación se ha estudiado utilizando un método llamado análisis de histéresis.



El río Flumen se encuentra en la provincia de Huesca (Aragón, España) (Fig. 1). El porcentaje de su zona agrícola alcanza el 71% de la superficie total. En esta zona agrícola, el 70% son cultivos de regadío. Debido a estas características, era necesario efectuar un estudio de este tipo en la zona para adquirir un conocimiento global del transporte NO₃⁻ y los factores que intervienen en este proceso. Durante un periodo de 3 años (desde Diciembre de 2009 hasta Diciembre de 2012), se llevó a cabo un programa de monitoreo de la calidad del agua con el objetivo de obtener una alta frecuencia de datos incluyendo también datos meteorológicos e información agrícola.

La estrategia de muestreo se desarrolló en dos fases. La primera tuvo como finalidad comparar los patrones de NO₃⁻ durante las crecidas y en condiciones hidrometeorológicas estables.

Fig. 1 Localización de la cuenca del río Flumen en la cuenca del Ebro y en España. Usos del suelo y ubicación del tomamuestras automático y la sonda.



Esta etapa se llevó a cabo por medio de muestreos manuales semanales y también mediante muestreos automáticos gracias a un muestreador de agua (AWS Eco Tech-2002 YSI) y una sonda multiparamétrica YSI 6920 (YSI Incorporated, Ohio, EE.UU.) instalados cerca de la estación de aforo de Albalatillo.

La sonda estaba programada para detectar las variaciones en el nivel del agua y conectada al muestreador para que recogiera las muestras en esos momentos. En la segunda fase sólo se efectuaron los muestreos automáticos para poder comparar los datos procedentes de las crecidas que habían sido obtenidos en la primera fase.

Además, se recopilaron datos relativos a la precipitación y el caudal precedentes y durante las crecidas y la duración e intensidad de las mismas. A partir de los datos obtenidos de caudal y concentración de NO_3^- , también se calculó la carga de NO_3^- .

Los resultados revelaron un patrón de dilución general de la concentración de NO_3^- en relación con el aumento del caudal causado por los flujos de retorno de regadío (de abril a octubre), mientras que la concentración de NO_3^- en el río fue mayor durante el período de fertilización (noviembre-marzo). Sin embargo, las cargas máximas de NO_3^- se observaron durante los elevados caudales de los períodos de regadío. Este hecho sugirió que los flujos de retorno de regadío tuvieron una intensa influencia sobre el aumento de las cargas de NO_3^- en el río.

Para analizar la relación entre los factores meteorológicos y la concentración y carga de NO_3^- se aplicó una matriz de correlación de Pearson. Los resultados mostraron que la precipitación total, la intensidad máxima de la precipitación, la intensidad de la crecida, el caudal medio y el caudal máximo fueron factores clave para el transporte de NO_3^- .

Sobre estos mismos factores se realizó un análisis cluster (Fig. 2). Los resultados demostraron que las tendencias de NO_3^- durante las crecidas estaban muy influenciadas por la estacionalidad de las actividades agrícolas.

El tipo de evento de crecida fue diferente durante la temporada de regadío y durante el periodo de no regadío. Asimismo, el análisis de histéresis reveló que mientras que los patrones antihorarios son comunes en la temporada sin riego, el sentido horario en los gráficos de histéresis es habitual durante la temporada de riego o con elevados aumentos del caudal (Fig. 3).

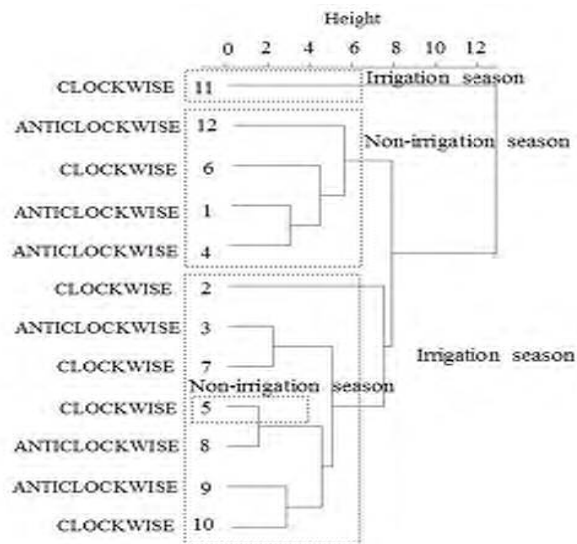


Fig. 2 Dendrograma que clasifica todas las crecidas del estudio

Debido a la multiplicidad de factores que influyen en el transporte de contaminantes dentro de una cuenca, es difícil determinar su origen y las condiciones que afectan a sus patrones. El uso del suelo agrícola y especialmente los flujos de retorno de regadío son vitales para la interpretación de las tendencias de NO_3^- en las cuencas agrícolas mediterráneas. El monitoreo continuo de la calidad del agua realizado en este estudio, la elevada frecuencia de datos obtenida y el profundo conocimiento de la zona y de la estacionalidad agrícola fue esencial para caracterizar y entender la variabilidad NO_3^- en diferentes circunstancias hidrometeorológicas e identificar sus fuentes. Este tipo de estudios y la información procedente de los mismos pueden ser cruciales a la hora de tomar medidas para minimizar los efectos de la contaminación del agua y para que estas medidas sean efectivas.

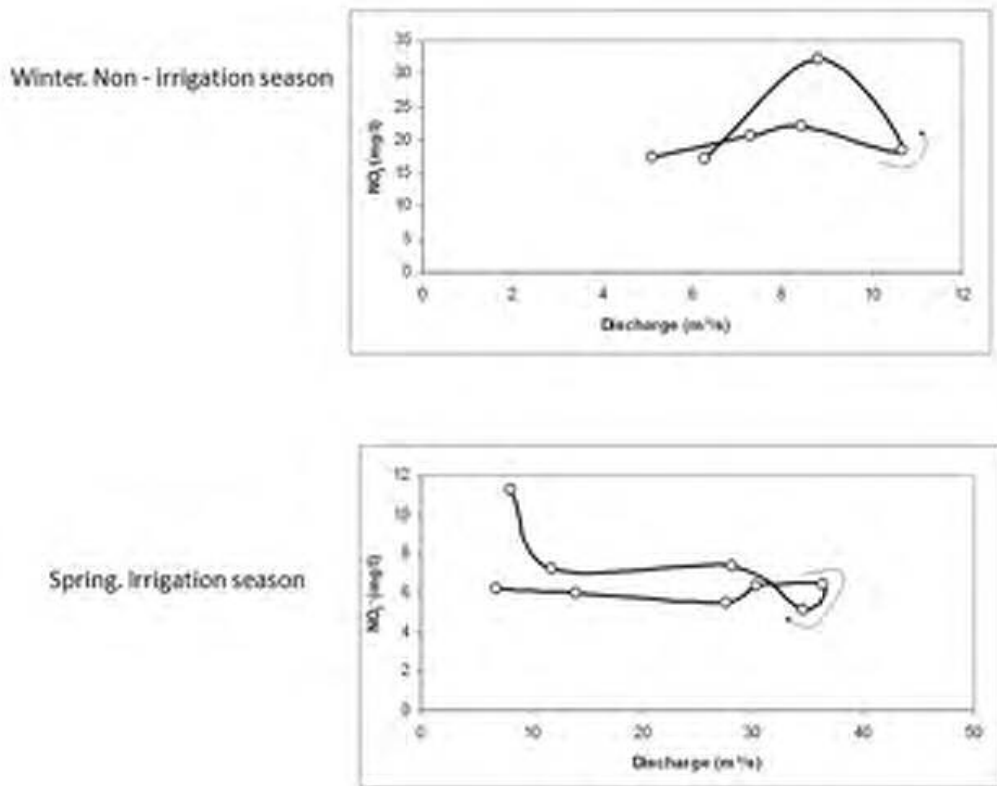


Fig. 3 Ejemplo de gráficos de histéresis para la temporada de no regadío (arriba) y para la temporada de regadío (abajo).

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el Proyecto AGUAFLASH, Programa Interreg IV B SUDOE de la UE (SOE1 / P2 / F146) y ha sido apoyado por el Proyecto Europeo LIFE09 ENV / ES / 000431 CREAMAgua. También queremos agradecer la concesión de la ayuda del Instituto de Estudios Altoaragoneses para desarrollar parte de este trabajo. Gracias a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la Oficina del Regante del Gobierno de Aragón y la Comarca de los Monegros-Aragón por su colaboración y aportación de datos. El contenido de este resumen pertenece a: "Darwiche-Criado, N. et al. Seasonal variability of NO_3^- mobilization during flood events in a Mediterranean catchment: The influence of intensive agricultural irrigation, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 200, 1 February 2015, Pages 208-218, ISSN 0167-8809, <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.002>".

