

ESTUDIO DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN ACUÍFEROS DETRÍTICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO GUADALHORCE (MÁLAGA)

Iñaki VADILLO PÉREZ*, **Lucila CANDELA LLEDÓ****, **Pablo JIMÉNEZ GAVILÁN***, **Begoña URRESTI ESTALA*** y **CARMEN CORADA FERNÁNDEZ*****

(*) Grupo de Hidrogeología, Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. Vadillo@uma.es, pgavilan@uma.es, b.urresti@uma.es

(**) Departamento de Ingeniería Geotécnica y Geociencias, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Lucila.Candela@upc.edu

(***): Departamento de Química-Física, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz. Carmen.corada@uca.es

RESUMEN

Actualmente existe un creciente interés por los contaminantes emergentes, en especial por los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PPCPs), ya que son contaminantes que han pasado inadvertidos a lo largo de los años debido a sus bajas concentraciones, pero que presentan efectos perjudiciales para la salud y el medio ambiente, algunos de ellos se comportan, incluso, como disruptores endocrinos. Estos compuestos, en su mayoría, no regulados en la legislación, han sido hallados en aguas superficiales, subterráneas, sedimentos e incluso en aguas de abastecimiento. Este trabajo se centra en las aguas subterráneas de la cuenca del río Guadalhorce, determinando la distribución de los PPCPs, y la relación que presentan con las fuentes de contaminación existentes en el área de estudio.

Palabras clave: Compuestos emergentes, acuíferos detríticos, cuenca del río Guadalhorce.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Se denominan contaminantes emergentes, o nuevos contaminantes, a aquellas sustancias cuya presencia en el ambiente no es necesariamente nueva pero sí la preocupación por las posibles consecuencias de las mismas, dado el factor de riesgo que presentan para los seres vivos (BARCELÓ Y LÓPEZ DE ALDA, 2008; CANDELA et al, 2015). Son de distinto origen y naturaleza química y su presencia no es significativa en términos de concentración (CORADA, 2014). Sin embargo, la mayoría de estos compuestos no se encuentran aún regulados o reglamentados en la mayoría de los países, o están siendo sometidos a un proceso de regulación, por lo que no están establecidas las concentraciones máximas en el ambiente. Por ello, los estudios de estos compuestos deben incluir las presiones que las generan e integrarlos en los programas de control y seguimiento de las Masas de Aguas Subterráneas y Superficiales.

Los objetivos principales del estudio engloban: (1) conocer el estado de las masas de agua subterráneas detríticas del río Guadalhorce (Figura 1) en relación con los contaminantes emergentes y estudiar la distribución de los mismos y (2) estudiar las relaciones entre contaminantes emergentes y actividades humanas en la zona de estudio.

RESULTADOS

Para el presente estudio se ha contado con las concentraciones de contaminantes emergentes en 5 acuíferos de la cuenca del río Guadalhorce (cuatro detríticos y uno carbonático), a partir del registro en 9 puntos de muestreo (Figura 1) en los que se procedió a la cuantificación de Ibuprofeno, Hydroclorotiazide, Ácido Salicílico, Triclosán, Ácido Mefenámico, Carbamazepina, Trimetoprim, Ofloxacino, Cafeína, Metotrexato, Metroniazole, Sulfadiazina, Sulfametazina, y Sulfametoxazole (Tabla 1).

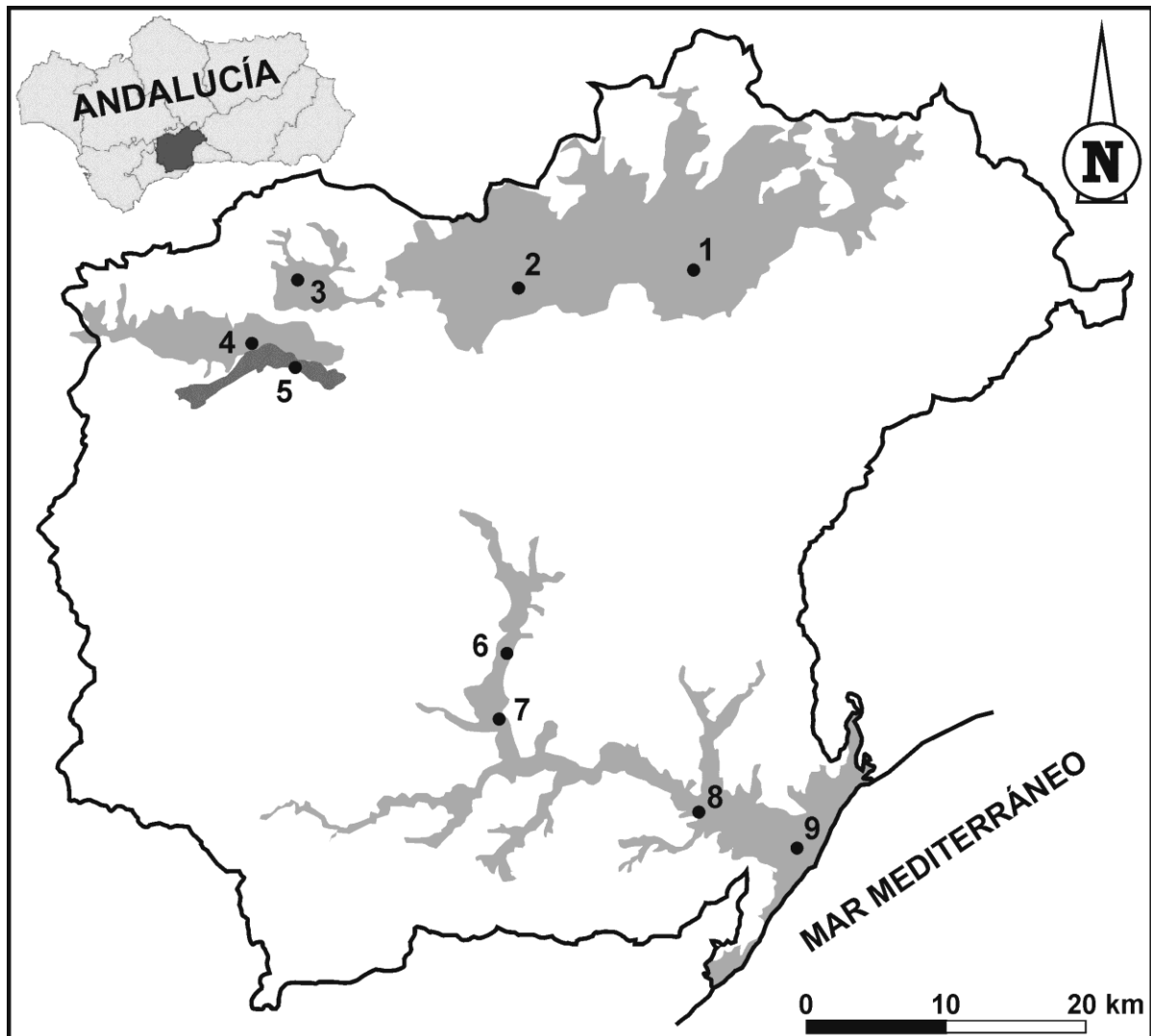


Figura 1.- Esquema geográfico de la situación de la cuenca del río Guadalhorce en el Sur Peninsular y ubicación de los puntos de muestreo en los distintos acuíferos: puntos 1 y 2 en la Vega de Antequera, punto 3 en los Llanos de Campillos, punto 4 en los Llanos de Teba-

Almárgen, punto 5 en la Sierra de Teba y puntos 6 a 9 en el acuífero aluvial del Bajo Guadalhorce.

TOPONÍMIA	PUNTO	Ibuprofeno	Hydrochlorothiazide	Ácido Salicílico	Triclosán	Ácido Mefenámico	Carbamazepina	Trimetoprim
Cruce MACO	1	79 ± 7	26 ± 1	24 ± 2	11 ± 10	35 ± 0	3 ± 0	-
Cortijo Las Monjas	2	97 ± 14	5 ± 2	13 ± 0	16 ± 4	45 ± 1	-	-
Pozo Granja Capitanía	3	84 ± 29	-	17 ± 0	11 ± 10	33 ± 0	2 ± 0	-
Pozo Granja Aeropuerto	4	53 ± 0	1 ± 1	13 ± 0	12 ± 1	28 ± 1	-	2 ± 1
Manantial de Torrox	5	58 ± 12	31 ± 6	13 ± 3	15 ± 8	33 ± 5	3 ± 0	-
Pozo Vega Sta María	6	61 ± 8	10 ± 0	12 ± 1	21 ± 7	33 ± 6	-	-
Pozo Harinera de Pizarra	7	54 ± 16	31 ± 17	19 ± 2	16 ± 1	33 ± 6	-	-
Pozo Mestanza	8	60 ± 2	-	16 ± 1	10 ± 1	35 ± 1	-	-
La Isla	9	750 ± 229	1 ± 1	19 ± 6	17 ± 10	50 ± 8	-	-

TOPONÍMIA	PUNTO	Ofloxacino	Cafeína	Metotrexato	Metronidazole	Sulfadiazina	Sulfamethazina	Sulfamethoxazole
Cruce MACO	1	-	47 ± 3	-	5 ± 4	-	-	2 ± 0
Cortijo Las Monjas	2	-	-	-	3 ± 0	-	-	1 ± 0
Pozo Granja Capitanía	3	-	-	-	4 ± 0	3 ± 0	2 ± 0	-
Pozo Granja Aeropuerto	4	-	6 ± 0	-	2 ± 0	-	4 ± 1	-
Manantial de Torrox	5	-	10 ± 2	-	3 ± 0	-	2 ± 0	3 ± 1
Pozo Vega Sta María	6	34 ± 14	13 ± 8	4 ± 1	-	-	-	3 ± 2
Pozo Harinera de Pizarra	7	12 ± 2	10 ± 0	3 ± 0	3 ± 0	-	-	7 ± 1
Pozo Mestanza	8	8	9 ± 5	-	5 ± 2	-	-	-
La Isla	9	-	61 ± 5	-	-	-	1 ± 0	-

Tabla 1.- Concentración de los compuestos emergentes detectados en acuíferos de la Cuenca del río Guadalhorce. Media ± desviación estándar expresadas en ng·L⁻¹ (ppt).

Análisis de componentes principales (Compuestos emergentes y actividades humanas)

El propósito inicial del estudio es poner de manifiesto la relación entre los compuestos emergentes detectados y los usos y actividades del hombre en la cuenca del río Guadalhorce. Para ello se recabó información de las actividades puntuales y difusas llevadas a cabo en la cuenca (SÁNCHEZ, 2013; VADILLO et al. 2015) y se georreferenciaron en un sistema de información geográfica; esto permitió establecer un radio de influencia alrededor de los puntos de muestreo y ordenar y cuantificar las actividades aguas arriba de las muestras analizadas. Por otro lado, se recabaron los usos de cada compuesto emergente.

Una vez analizadas todas las fuentes de contaminación existentes en la zona de estudio, entendiendo éstas como posibles vías de entrada de emergentes al medio, fue necesario ver qué fuentes tienen una mayor influencia o relación con los contaminantes emergentes. Para ello, se ha llevado a cabo un Análisis de Componentes Principales (Figura 2) entre las concentraciones de contaminantes emergentes medidas en cada uno de los nueve puntos de muestreo, y todas las fuentes de contaminación localizadas en las áreas de influencia de 2 km, destacando las depuradoras, los estercoleros, las escombreras, las granjas, las balsas de purines, los vertidos incontrolados, los riegos llevados a cabo con aguas residuales, ya sean depuradas o sin depurar, y de modo general, el resto de instalaciones, como son los talleres, los almacenamientos y las gasolineras. Para que este análisis fuera más correcto se han tenido en cuenta solo las actividades aguas arriba en el sentido de la dirección de flujo del agua subterránea en cada sector.

Un análisis de los valores del Componente Principal 1, permite concluir que la suma de emergentes en un punto está directamente relacionada con las concentraciones de ibuprofeno, ácido mefenámico y cafeína. El ibuprofeno es el contaminante emergente que ha sido

detectado en mayor concentración de todos los estudiados, seguido del ácido mefenámico y la cafeína, lo que significa que presentan una enorme influencia en la suma total de los contaminantes en una zona.

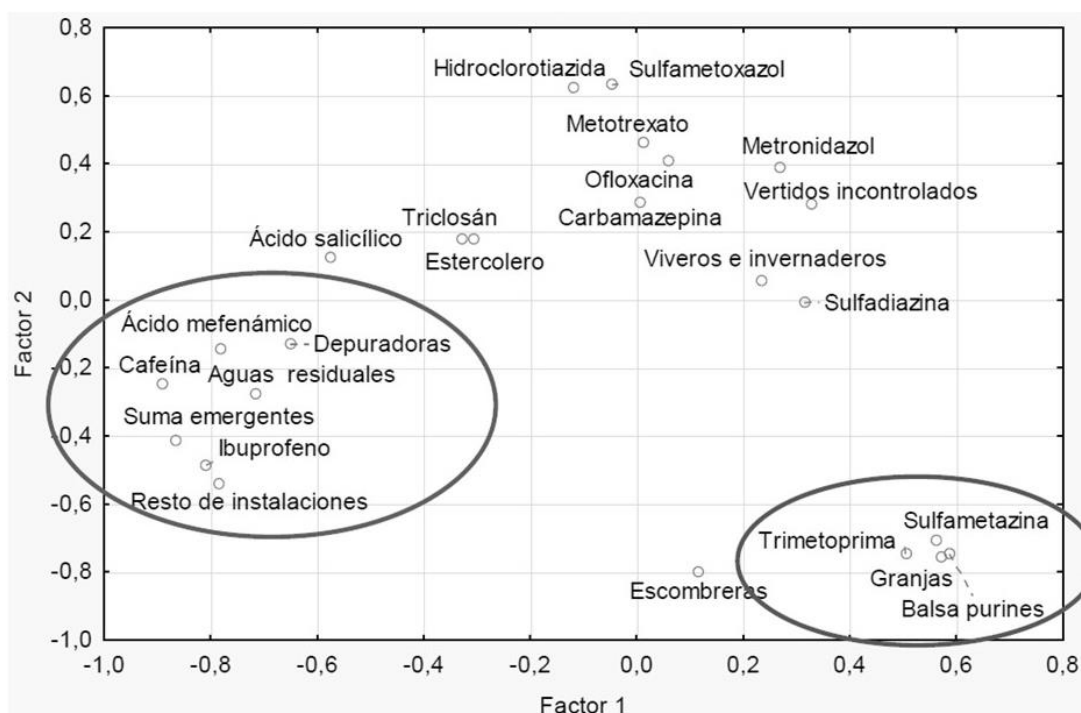


Figura 2.- Análisis de Componentes Principales realizado con las concentraciones de compuestos emergentes analizados en cada punto y las actividades antrópicas.

Lo anterior guarda una relación proporcional con algunas fuentes de contaminación. Se observa una relación directamente proporcional entre el contenido total de emergentes en una zona, en especial ibuprofeno, ácido mefenámico y cafeína, con el uso de aguas residuales (vertidos o riego). En la Cuenca del Guadalhorce las aguas residuales, sobre todo en el Bajo Guadalhorce, no están tratadas y se vierten de forma directa al cauce. Esto demuestra que las aguas residuales y todas las actividades derivadas del uso de las mismas suponen la principal vía de entrada al medio de los compuestos emergentes, considerándose la presión más significativa.

El resto de instalaciones (talleres, almacenes, gasolineras) también siguen una relación directamente proporcional con la suma de emergentes. Esto puede explicarse porque la zona de la Isla, en el acuífero del Bajo Guadalhorce, es la que presenta el mayor número de polígonos industriales y justamente coincide con la zona que presenta mayor concentración total de emergentes. No suponen una vía de entrada tan directa de emergentes al medio como era el caso de las aguas residuales, aunque sí pueden considerarse presiones añadidas.

En el factor 2 se observa que aquellas zonas que presentan un mayor número de granjas y balsas de purines presentan las mayores concentraciones de sulfametazina y trimetoprima. La sulfametazina se emplea para el tratamiento de la coccidiosis en bovinos y cerdos; y la trimetoprima también se emplea en animales como bactericida antiprotozoario. Por tanto, las granjas y los purines de animales en la zona de los Llanos de Almárgen y Campillos (Figura 1) es la principal vía de entrada al medio subterráneo en esa parte de la cuenca.

CONCLUSIONES

Se han detectado, identificado y cuantificado una selección de compuestos emergentes en aguas subterráneas de algunos de los acuíferos que forman parte de la cuenca del río Guadalhorce.

El uso de Sistemas de Información Geográfica ha permitido situar fuentes de contaminación puntual y difusa y relacionar espacialmente los diferentes usos que generan la aparición de los compuestos emergentes analizados.

Los resultados obtenidos han desvelado que los recursos hídricos subterráneos están sometidos a una intensa contaminación de origen urbano: reciben vertidos directos de algunas poblaciones, riego con aguas residuales que por infiltración afectan a las aguas subterráneas y efluentes de las plantas de tratamiento. Se ha comprobado también la relación directa entre ciertos emergentes y las actividades de granjas y balsas de purines en los sectores ganaderos de la cuenca.

El tipo, número y proximidad de fuentes de contaminación a los puntos de muestreo influyen notablemente en las concentraciones de contaminantes emergentes medidas.

Los estudios de estos compuestos deben incluir las presiones que las generan e integrarlas en los programas de control y seguimiento de las Masas de Aguas Subterráneas y Superficiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELÓ, D. y LÓPEZ DE ALDA, M.J. (2008). *Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes*. En: Panel Científico-Técnico de seguimiento de la política de aguas. Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC. <http://www.unizar.es/fnca/varios/panel/15.pdf>.
- CANDELA, L.; TAMOH, K.; VADILLO, I. y VALDÉS-ABELLÁN, J. (2015). Monitoring of selected pharmaceuticals over 3 years in a detrital aquifer during artificial groundwater recharge. *Environmental Earth Science*, DOI: 10.1007/s12665-015-4956-8
- CORADA, M.C. (2014). *Distribución y destino final de contaminantes emergentes en la cuenca de río Guadalete*. Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz.
- SÁNCHEZ, D. (2010). *Aplicación de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE en la cuenca hidrográfica del río Guadalhorce (Málaga)*. Caracterización inicial. Tesis Doctoral, Universidad de Málaga
- VADILLO, I., CANDELA, L.; GAMBERO, L.; URRESTI, B.; JIMÉNEZ P.; CORADA, M.C. (2015). *Distribution and interaction between selected pharmaceuticals and hydrogeochemistry in Guadalhorce aquifer (South of Spain)*. 42nd IAH International Congress (AQUA2015). 13-18 September 2015, Rome.