

# Presencia de plaguicidas en las aguas subterráneas del acuífero detrítico del Río Vélez (Provincia de Málaga)

*The occurrence of pesticides in groundwater from the Río Vélez detrital aquifer (Málaga)*

J.L. García-Aróstegui (\*), M.C. Hidalgo-Estévez (\*\*), J.J. Cruz-Sanjulián (\*) y C. Agustín (\*)

(\*) Instituto del Agua. Universidad de Granada. c/ Rector López-Argüeta, s/n. 18071 Granada.

(\*\*) Departamento de Geología. E. U. P. Linares. Universidad de Jaén. 23700 Linares.

## ABSTRACT

*Pesticides were detected in groundwater samples collected from 14 wells in the Río Vélez aquifer, Málaga. From september 1993 to september 1994, water samples were collected and analyzed for determining atrazine, simazine, methidation, lindane, DDT, methylparation and dimethoate. The most commonly detected pesticide was simazine (12 detections); methidation, methylparation and dimethoate were also found, although the concentrations detected were below the ECD prescribed limit (0,1 µg/l) in all the samples. The remaining pesticides were not detected. The occurrence and distribution of pesticides probably are related to the local land use near a sampling site.*

**Key words:** *detrital aquifer, groundwater pollution, pesticides.*

*Geogaceta, 21 (1997), 105-107*

*ISSN: 0213683X*

## Introducción

Los depósitos aluviales y deltaicos de los ríos Vélez y Benamargosa (Málaga) han dado lugar a una fértil llanura sobre la cual se ha desarrollado tradicionalmente el cultivo de caña de azúcar. La decadencia de éste y su transformación en cultivos hortícolas intensivos (con un mínimo de dos cosechas anuales), junto con la implantación de productos subtropicales, han provocado un cambio significativo de las prácticas agrícolas. Esta transformación, estrechamente ligada a la explotación de los recursos hídricos del acuífero, ha favorecido el desarrollo económico de la comarca. Sin embargo, la calidad de las aguas subterráneas ha sufrido un fuerte deterioro, caracterizado, principalmente, por un aumento de la salinidad del agua y de su contenido en nitratos. Tal situación se debe tanto a la progresión de la intrusión marina como al importante incremento en la aplicación de fertilizantes (García-Aróstegui *et al.*, 1996a).

En la actualidad, el uso principal del agua es el riego, aunque ocasionalmente se utiliza para completar el abastecimiento a Vélez Málaga y otros núcleos urbanos del entorno, con una cifra total de unos 60.000 habitantes en conjunto (100.000 habitantes en verano). La superficie regada con las aguas subterráneas supera las 4.000 ha, de las cuales más de la mitad (principalmente cultivos subtropicales) corresponden a "bancales" situados fuera de los límites del propio acuífero.

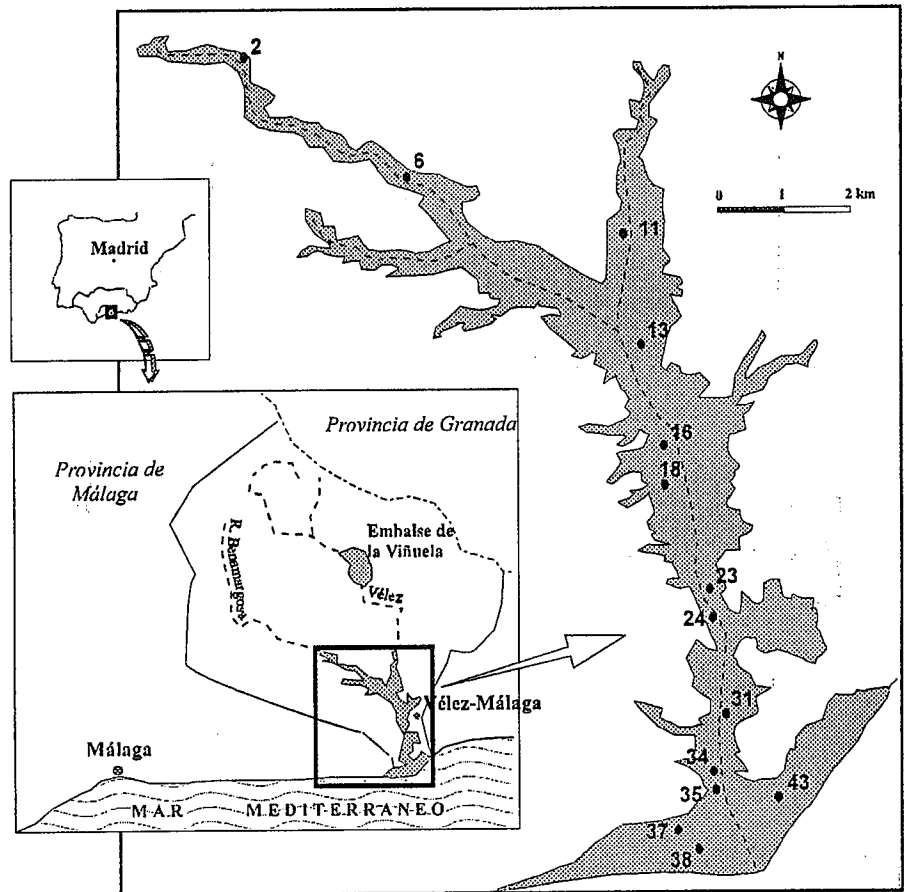


Fig. 1.- Localización del área estudiada y de los puntos de agua muestreados.

Fig. 1.- Location of the study area and groundwater sampling points.

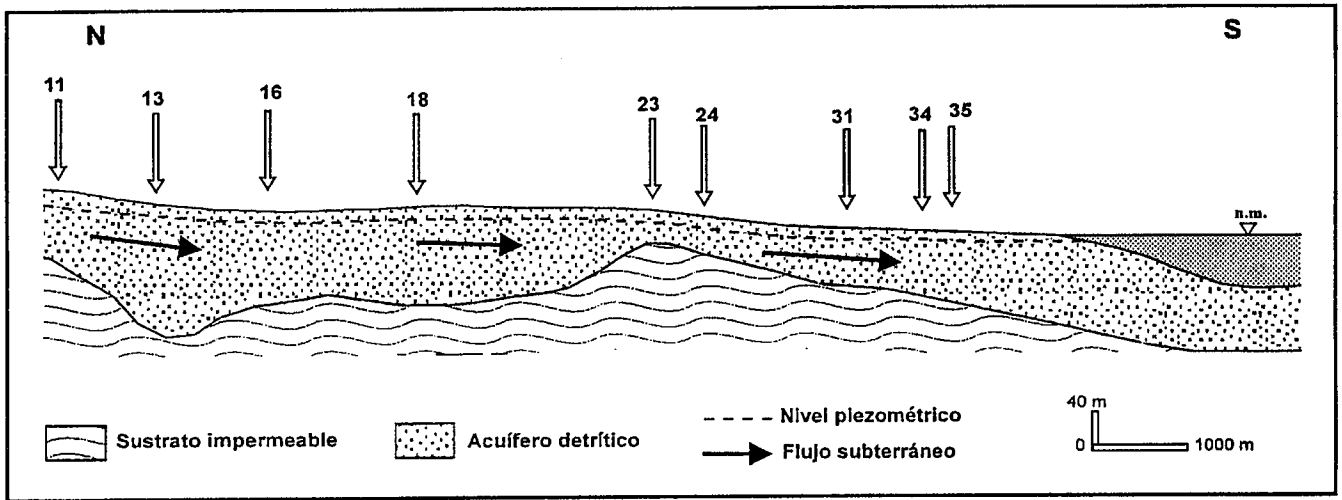


Fig. 2.- Perfil hidrogeológico esquemático del acuífero del Río Vélez.

Fig. 2.- Schematic hydrogeological profil of Río Vélez aquifer.

Durante el año hidrológico 93/94 se ha llevado a cabo un seguimiento mensual de la calidad de las aguas subterráneas. A lo largo de dicho periodo, el contenido en nitratos de las aguas muestreadas en la zona saturada ha

superado el límite de potabilidad establecido por las normativas europeas (50 mg/l) en el 70 % de las muestras analizadas (420 en total, García-Aróstegui *et al.*, 1996b). Se ha realizado también un estudio de la presencia de pla-

guicidas en estas aguas, a fin de estimar el grado de afección ligado a la utilización agrícola de productos fitosanitarios.

**Contexto hidrogeológico**

El acuífero del Río Vélez ocupa una superficie de 20 km<sup>2</sup> y se localiza en la Costa del Sol Oriental malagueña (Fig. 1). El sustrato y bordes impermeables están constituidos por materiales esquistosos del Triásico y Paleozoico, así como por limos arcillosos del Plioceno. Los depósitos detríticos que constituyen el acuífero (gravas y arenas, fundamentalmente) tienen una potencia media de 30 m y una permeabilidad media de 150 m/día (C.H.S.E., 1987).

El flujo superficial está regulado desde 1989 por la presa de la Viñuela, que embalsa el agua del río Vélez y sus afluentes. Actualmente, el 99% de la recarga del acuífero corresponde a la infiltración de desembalses controlados, junto con la lluvia útil caída sobre la porción de cuenca situada aguas abajo de la mencionada presa de la Viñuela. La recarga correspondiente a la precipitación sobre el propio acuífero es comparativamente poco significativa, dadas las condiciones climáticas del sector y en particular la intensa evapotranspiración (CHSE, 1987). Las salidas principales del sistema se producen por bombeo en más de 400 pozos y sondeos, con un volumen de extracción que varía considerablemente en función de la demanda agrícola y de las necesidades para abastecimiento urbano (entre 30 y 45 hm<sup>3</sup>/año).

El flujo subterráneo se produce en sentido N-S (Fig. 2). En el sector de cabecera se obtienen fuertes gradientes hidráulicos

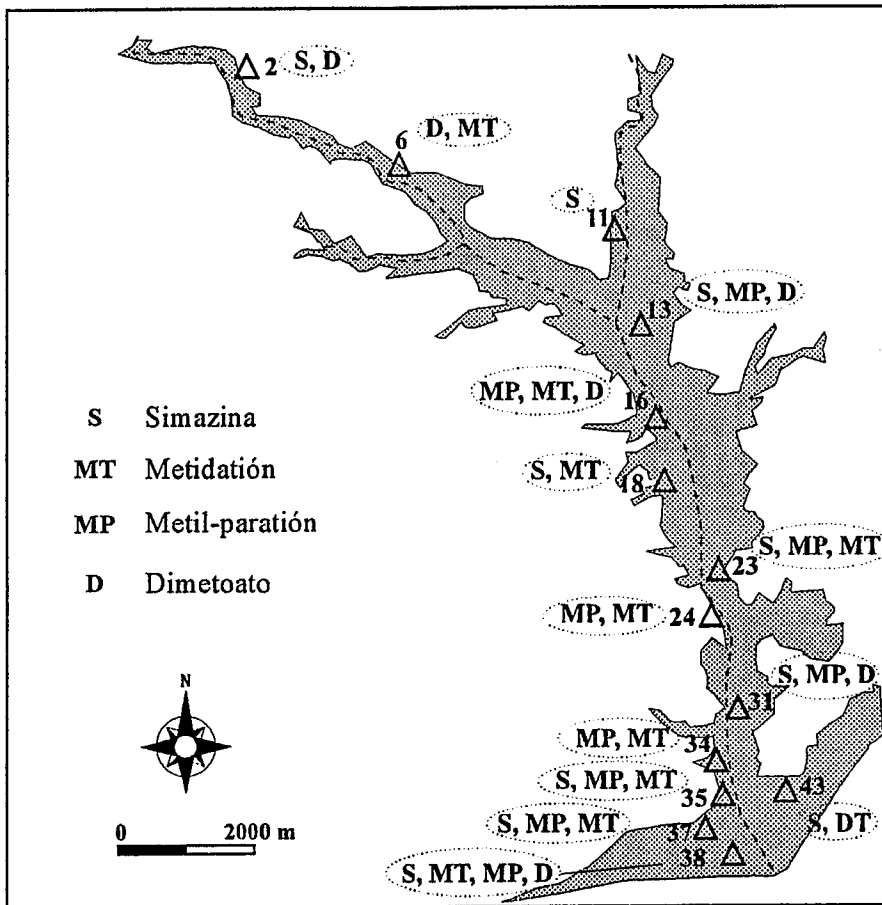


Fig. 3.- Distribución espacial de los plaguicidas detectados en el acuífero del Río Vélez.

Fig. 3.- Spatial distribution of detected pesticides in the Río Vélez aquifer.

que disminuyen sensiblemente aguas abajo, hasta llegar a ser muy débiles en el sector deltaico.

Los afloramientos del sustrato paleozoico producen una importante reducción de la extensión y espesor de los materiales permeables entre los sectores central y deltaico (Fig. 2). Durante ciertos periodos recientes de sequía, el descenso de los niveles piezométricos ha llevado a la individualización hidrogeológica de estos dos sectores del acuífero.

#### Contenido en plaguicidas

Se han seleccionado doce puntos de agua pertenecientes a la red de muestreo mensual (García-Aróstegui *et al.*, 1996b) y se ha procedido con periodicidad bimestral a la toma de muestras para análisis de plaguicidas. Los análisis se han realizado en el Instituto del Agua (Universidad de Granada), mediante extracción de la fase orgánica en columnas de la resina amberlita XAD-2, posterior elución y detección mediante cromatografía gaseosa con detector DCE (Augustín, 1983).

Dada la enorme variedad de productos fitosanitarios aplicados en el área estudiada y las limitaciones inherentes a la metodología analítica, ha sido necesario seleccionar aquellos plaguicidas de uso más frecuente. En base a las encuestas agronómicas efectuadas en el sector de estudio se han considerado tres herbicidas (atrazina, simazina y metidatión) y cuatro insecticidas (lindano, DDT, metil-paratión y dimetoato). Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla 1, expresados como sustancias detectadas en cada muestreo. En la mayor parte de los casos no se pudo obtener más que una valoración cualitativa de presencia/ausencia debido a que el bajo nivel de concentración impidió una cuantificación precisa, aunque se apreciaba un evidente pico en el cromatograma.

La simazina (herbicida del grupo de las triazinas) es la materia activa encontrada más frecuentemente, de tal manera que aparece en 12 de los puntos controlados y se ha detectado en el 36% de las muestras analizadas (Fig. 3 y Tabla 1).

También se han identificado en buena parte de los casos los plaguicidas organofosforados metil-paratión (28% de las muestras), metidatión y dimetoato (ambos en el 21% del total de muestras analizadas).

No obstante, cabe señalar que todos los plaguicidas detectados aparecen en concentración inferior a 0,1 µg/l -concentración máxima admisible por sustancia individualizada según la Reglamentación Técnico-Sanitaria Española para las

Punto	Sep-93	Nov-93	Ene-94	Abr-94	May-94	Jul-94	Sep-94
2	--	S	D	S, D	D	D	--
6	D, MT	MP	MP	D	D	D	--
11	S	--	S	--	S	S	--
13	S, MT	MP, MT	D, S	D, MP	D, MP	S, MP	--
16	D, MP, MT	--	S, D	MP, MT	D, MT	MP, MT	D, MP
18	S	--	S, MT	MT	S	S	--
23	--	S, MP, MT	MP	MT	MP	S	--
24	MP, MT	--	MP	MT	MT, MP	--	MP
31	D	S	S, MP, MT	S	MP	D	--
34	MP, MT	MP, S, MT	--	--	--	--	--
35	S, MP, MT	--	S	S	MP	MT	--
37	S	S, MP, MT	D, S, MP	S	MP	S	S, MT
38	MP	--	MP, MT, S	MP, S	D	D	--
43	--	S	S	S	--	S	D

Tabla 1.- Pesticidas detectados en las aguas subterráneas desde Septiembre de 1993 a Septiembre de 1994. S: simazina; MP: metil-paratión; MT: metidatión; D: dimetoato.

Table 1.- Detected pesticides in groundwater from September 1993 to September 1994. S: simazine; MP: methylparation; MT: methidation; D: dimethoate.

aguas potables de consumo público (B.O.E. nº226 de 1990). De igual modo, en ningún caso se ha obtenido un contenido superior a 0,5 µg/l para la suma de los diferentes plaguicidas encontrados en un mismo punto.

El resto de los productos seleccionados -atrazina, DDT y lindano- no han sido detectados en ninguna de las campañas de muestreo.

#### Discusión

Una primera interpretación de los resultados desde un punto de vista semicuantitativo podría hacer pensar que la contaminación de las aguas subterráneas del acuífero del Río Vélez derivada de la aplicación de productos fitosanitarios es poco significativa. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la totalidad de las muestras se han obtenido tras bombeos de larga duración, por lo que no se puede asegurar que estos valores sean representativos de la columna del acuífero de la zona de extracción. Dado el volumen acuífero involucrado, la presencia de tales productos en las aguas muestreadas implica, independientemente de la concentración detectada, un aporte hasta la zona saturada mucho más elevado de lo que cabría desear.

Si se considera la distribución espacial de los plaguicidas (Fig. 3), las zonas con mayor número de detecciones resultan ser los sectores central y deltaico del acuífero, al igual que ocurre con la distribución del contenido en nitratos (valores superiores a 300 mg/l, García-Aróstegui *et al.*, 1996b). La conjunción entre prácticas agrícolas intensivas con riegos a manta, predominio de granulometrías groseras y esca-

sa potencia de la zona no saturada del acuífero favorece el lixiviado de los plaguicidas e incrementa el riesgo potencial de contaminación.

Entre los puntos de agua analizados se encuentran las captaciones destinadas al abastecimiento urbano de Benamargosa (punto 2), Triana (punto 6), Vélez Málaga (punto 13), Torre del Mar (punto 31) y costa occidental de Vélez (punto 34). En cada captación se ha detectado la presencia de al menos dos plaguicidas diferentes, aunque en todos los casos las concentraciones encontradas se mantienen dentro de los límites establecidos para las aguas potables de consumo público. Sin embargo, dado que se trata de sectores altamente vulnerables a la contaminación de origen agrícola y que no existen perímetros de protección asociados a tales captaciones, sería recomendable una optimización de las prácticas agrícolas en los sectores más inmediatos.

Cabe destacar el hecho de que el lindano, uno de los productos más aplicados en la zona estudiada (100 kg/ha/año sobre el 50% de la superficie del acuífero), no ha sido detectado en ninguna de las muestras de agua analizadas.

#### Referencias

- Augustín, C. (1983): *Tesis Doctoral*. Universidad de Granada, 378 pp.  
 C.H.S.E. (1987): *Proyecto 12/87*. Dirección General de Obras Hidráulicas.  
 García-Aróstegui, J.L., Cruz-Sanjulián, J.J., Hidalgo, M.C. y Carrasco, F. (1996a): *Geogaceta*, 20 (6): 1277-1280.  
 García-Aróstegui, J.L., Hidalgo, M.C. y Cruz-Sanjulián, J.J. (1996b): *ESRA '96: Eau Souterraine en Region Agricole*. Poitiers (Francia), 1996.