

# Influencia de la agricultura intensiva en el contenido de nitratos de las aguas del Campo de Dalías: evolución temporal y espacial

*Influence of the intensive agriculture in the nitrate contents in Campo de Dalías waters: time and spatial evolution*

R. Jiménez Espinosa (\*), L. Molina Sánchez (\*\*), A. Pulido Bosch (\*\*\*) y F. Navarrete López Cózar (\*\*)

(\*) Dpto. Geología. Escuela Politécnica Superior. Univ. Jaén. Avda. Madrid, 35, 23071, Jaén.

(\*\*) Dpto. Hidrogeología y Química Analítica. Facultad de Ciencias Experimentales. Univ. Almería. Cañada de San Urbano, s/n. 04071, Almería.

(\*\*\*) Dpto. Geodinámica. Facultad de Ciencias. Univ. Granada. Avda. Fuentenueva, s/n, 18071, Granada

## ABSTRACT

Seasonal nitrate contents in the aquifer of Campo de Dalías have been studied during the period of 1988 to 1990. In this area, agricultural activities cover more than 20.000 ha. We have considered two aquifer systems, S1 and S2, in which we have calculated some exploratory statistics and maps of space-time evolution in each of them. The deepest system S1 is not very polluted, but there is a general rising trend evidenced clearly in 1990. In system S2 appears a trend to reduce concentrations through time. Pollution is mainly in relation to the use of fertilizers.

**Key words:** Campo de Dalías, agricultural activities, nitrates.

Geogaceta, 20 (6) (1996), 1281-1284

ISSN:0213683X

## Introducción

El Campo de Dalías se sitúa muy próximo al extremo suroriental de Andalucía, en la provincia de Almería, entre las cuencas vertientes de los ríos Adra y Andarax. Ocupa una superficie cercana a los 330 km<sup>2</sup>. El límite septentrional está constituido por las estribaciones de la Sierra de Gádor, mientras que los bordes restantes los ocupa el mar.

En el Campo existen en la actualidad unas 17.900 hectáreas de cultivos bajo plástico y unas 3.500 al aire libre, lo que supone unas importantes necesidades de agua para el regadío de estos terrenos. El agua de la que se abastece, tanto la comarca del Campo de Dalías, como Almería capital, es obtenida de los acuíferos de la zona, con el agravante de que el volumen de agua extraída es superior al nivel de recarga natural. El problema de la escasez de agua, unido a la utilización indiscriminada de fertilizantes para la agricultura, suponen un importante deterioro de la calidad de las aguas subterráneas del Campo.

El objetivo principal de este trabajo es establecer la evolución espacial y temporal del contenido en nitratos en las aguas subterráneas del Campo de Dalías. Para llevar a cabo esto hemos calculado los estadísticos exploratorios básicos y realizado una serie de cartografías de la distribución espacial de la concentración en ni-

tratos a lo largo de toda el área del Campo a través de los tres años considerados.

## Marco geológico e hidrogeológico

Los materiales que integran el Campo y sus bordes corresponden a dos grandes grupos: preorogénicos y postorogénicos

(Fig. 1). Los primeros pertenecen al Complejo Alpujárride, a su vez representado por dos mantos diferentes el manto de Gádor o de Lújar y el manto de Felix o de Murtas (Aldaya *et al.*, 1983; Baena y Ewert, 1983). La mayor superficie aflorante corresponde al primero de ellos, mientras que el segundo se ciñe a un pe-

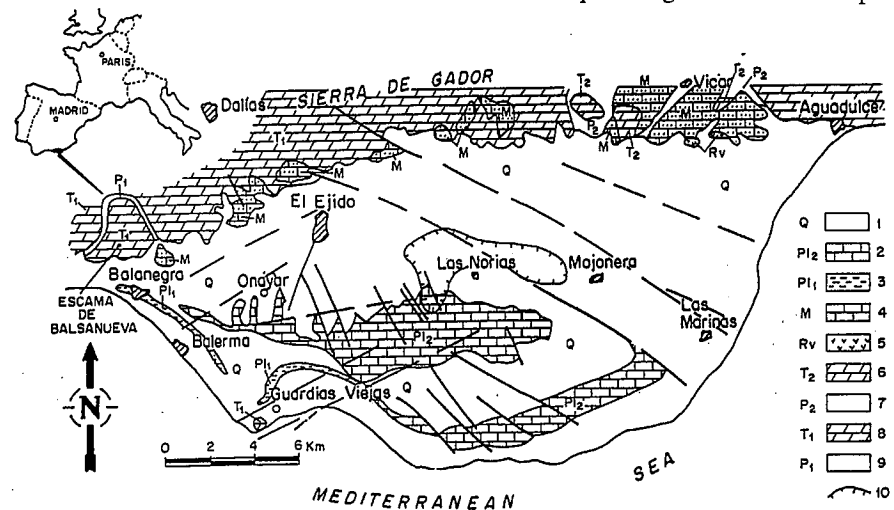


Fig. 1.- Situación y esquema geológico. 1: Materiales cuaternarios; 2: Calcarenitas pliocenas; 3: Margas pliocenas; 4: Calcarenitas miocenas; 5: Conglomerados y rocas volcánicas; 6: Carbonatos de Felix; 7: Metapelitas de Felix; 8: Carbonatos de Gádor; 9: Metapelitas de Gádor; 10: Area endorréica.

Fig. 1.- Situation and geological scheme of the Campo de Dalías. 1: Quaternary materials; 2: Pliocene calcarenites; 3: Pliocene marls; 4: Miocene calcarenites; 5: Conglomerates and volcanic rocks; 6: Carbonates of Felix; 7: Metapelites of Felix; 8: Carbonates of Gádor; 9: Metapelites of Gádor; 10: Endorreic area.

queño sector en la parte nororiental. La base de ambos mantos está constituida por filitas con intercalaciones de porcitas (Permowerfeniense); hacia el techo aparecen calcoesquistos y calizas margosas; culmina la serie una potente sucesión de calizas y dolomías (Trías medio-superior), que alcanza 1.000 m de potencia en el manto de Gádor y sólo un centenar en el de Felix.

Los terrenos postorogénicos ocupan la gran llanura existente al pie de la Sierra de Gádor y corresponden a depósitos que representan desde el Mioceno superior al Cuaternario, sin que se conozcan los de edad comprendida entre el Trías superior y el Mioceno medio. Los materiales más antiguos dentro de este grupo pueden ser las rocas volcánicas aflorantes en el tercio NE del Campo, parcialmente cubiertas por calcarenitas tortonienses y conglomerados de cantos de lavas. Los conglomerados, calcarenitas y calizas miocenas (Tortoniense-Andaluciense) pueden llegar a superar los 100 m. de espesor. Los materiales pliocenos margosos, que afloran muy escasamente, pueden superar los 700 m de espesor en la parte central del Campo y presentan un delgado conglomerado en la base. Las margas aumentan gradualmente su contenido en materiales detríticos hacia el techo, donde dominan las calcarenitas, que cubren la mitad meridional del Campo y llegan a superar en algunos sectores los 100 m de espesor. Los depósitos cuaternarios de mayor interés hidrogeológico corresponden a los abanicos aluviales que jalonan la falda de la Sierra de Gádor, que pueden superar los 150 m de potencia.

Desde un punto de vista hidrogeológico, dentro del Campo de Dalías se diferencian tres unidades de características internas muy complejas, que son Aguadulce, Balanegra y Balerma-Las Marinas (Pulido Bosch, *et al.*, 1989). Los materiales acuíferos por excelencia corresponden a los tramos carbonáticos de Gádor y, en menor cuantía, a los de Felix. Los tramos metapelíticos de ambos mantos se comportan como límites prácticamente impermeables e individualizan niveles acuíferos en una misma vertical. Dentro de los materiales postorogénicos, las calcarenitas miocenas y pliocenas y las gravas y arenas de los abanicos aluviales son los de mayor interés acuífero. Las margas pliocenas constituyen la base impermeable de las calcarenitas pliocenas en gran parte del área. En este estudio hemos considerado dos sistemas acuíferos correspondientes a los dos principales tipos de materiales permeables: a) el sistema S1, formado por las calizas y dolomías triásicas;

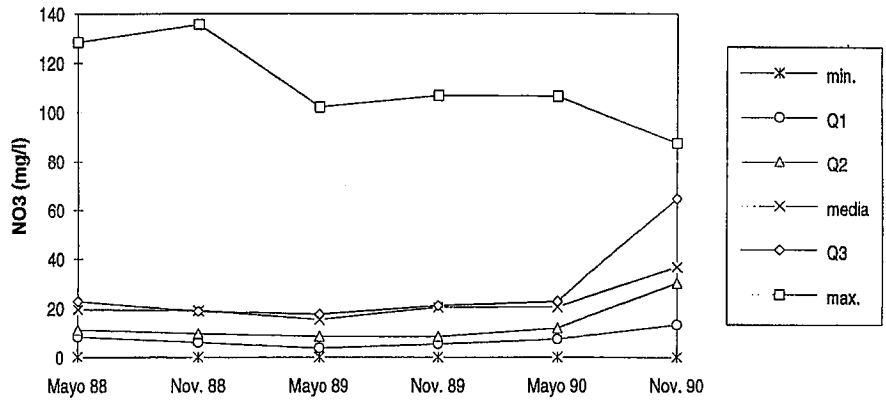


Fig. 2.- Evolución temporal de los estadísticos exploratorios básicos de nitratos en el sistema S1 del Campo de Dalías.

Fig. 2.- Time evolution of basic exploratory statistics of nitrates in the aquifer system S1 of the Campo de Dalías.

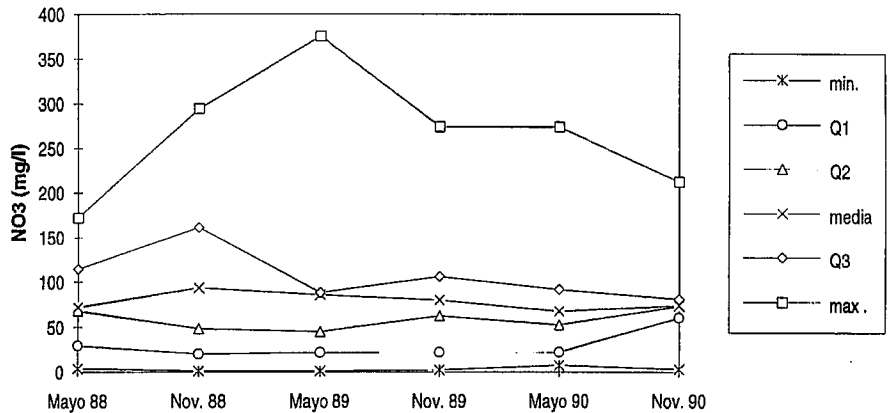


Fig. 3.- Evolución temporal de los estadísticos exploratorios básicos de nitratos en el sistema S2 del Campo de Dalías.

Fig. 3.- Time evolution of basic exploratory statistics of nitrates in the aquifer system S2 of the Campo de Dalías.

	Mayo 88	Noviembre 88	Mayo 89	Noviembre 89	Mayo 90	Noviembre 90
S1	45	51	47	41	44	46
S2	65	62	59	64	59	60

Tabla 1.- Número de datos correspondientes a los distintos meses de muestreo en los sistemas S1 y S2.

Table 1.- Number of data in the different months corresponding to systems S1 and S2.

cas; b) el sistema S2, que recoge a las calcarenitas miocenas y pliocenas y a los materiales detríticos cuaternarios.

**Datos utilizados para el estudio**

Para realizar este estudio hemos contado con los datos correspondientes a tres años, de 1988 a 1990, en los que se han realizado dos campañas por año, una en Mayo y otra en Noviembre (Molina Sánchez, 1989; Navarrete, 1992). Para cada uno de estos periodos muestrales se han separado los puntos correspondientes a

los dos sistemas acuíferos establecidos, teniendo el número de datos que aparece en la tabla 1 para los distintos meses.

**Estudio de los estadísticos básicos exploratorios**

Analizando el gráfico de evolución de los diferentes estadísticos básicos a través de los meses de muestreo (Fig. 2), se observa una tendencia paralela a todos los meses desde Mayo de 1988 hasta Mayo de 1990, con todos los valores medios y

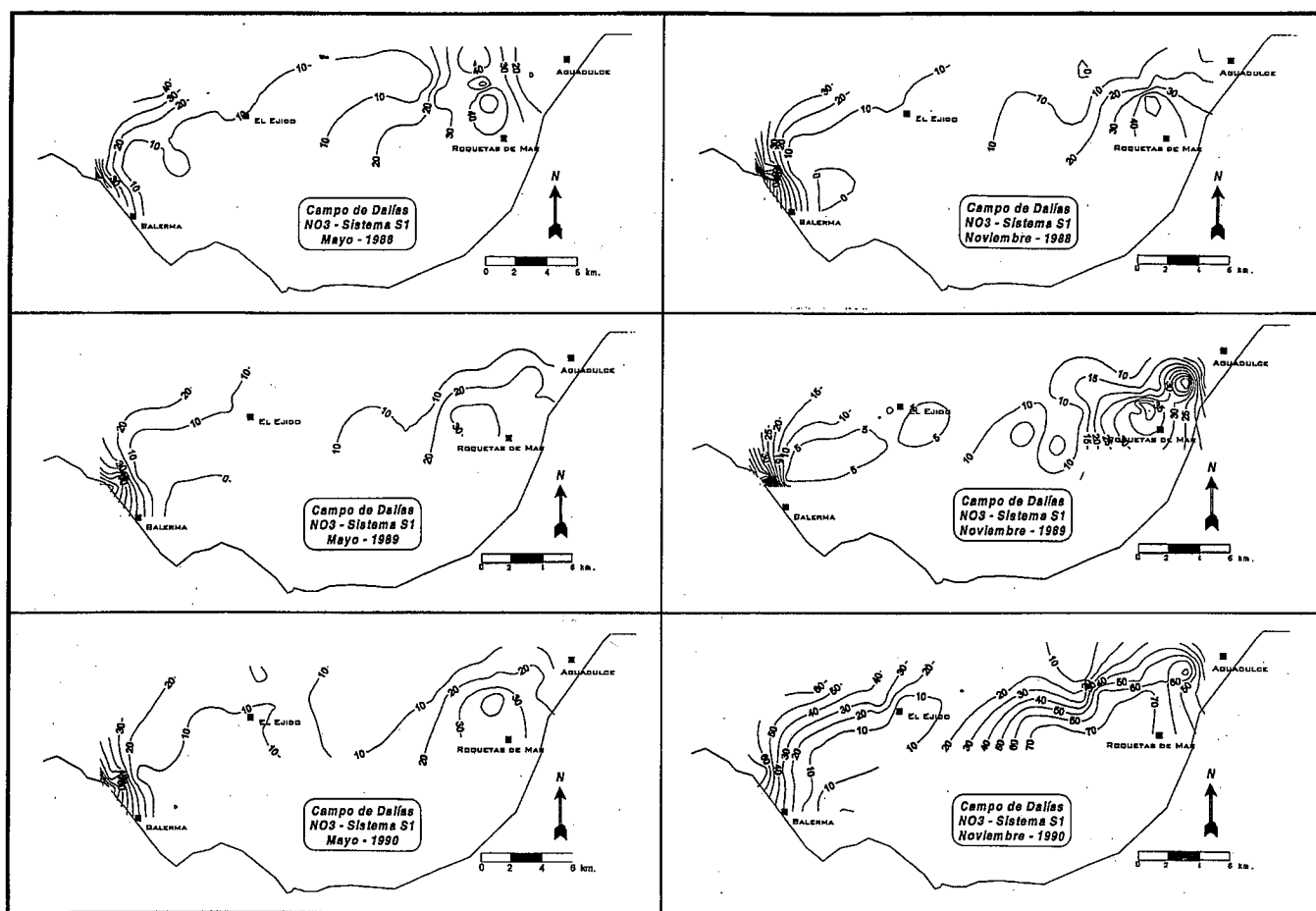


Fig. 4.- Mapas de evolución temporal de nitratos en el sistema acuífero S1 del Campo de Dalías.

Fig. 4.- Time evolution maps of nitrates in the aquifer system S1 of the Campo de Dalías.

del primer y segundo cuartiles (Q1 y Q2) bastante próximos entre sí, y con cantidades menores o iguales a 20 mg/l, lo que evidencia una ausencia general de valores elevados en este ión para el área de estudio y para este periodo. Por otro lado, el máximo de estos meses sí está bastante alejado del tercer cuartil (Q3), indicando la presencia puntual de determinados pozos en los que empieza a ser alarmante la contaminación, con valores máximos bastante altos, sobre todo los primeros años (claramente por encima de 100 mg/l).

Los datos correspondientes a Noviembre de 1990 comienzan a tener una tendencia ligeramente diferente, apareciendo los distintos estadísticos más próximos entre sí. El valor medio (36 mg/l) es mayor al de periodos anteriores, y ya no existe tanta distancia entre el valor del Q3 y el del máximo. Estas características numéricas se traducen en una aparición más generalizada de valores elevados en éste sistema acuífero del Campo de Dalías, lo que denota una tendencia ascendente en la evolución del contaminante en el área, pasando de ser puntualmente pre-

ocupante a tener un reparto global.

En relación al sistema S2 (Fig. 3), los datos revelan unos contenidos en nitratos alarmantes, que hacen que el agua bombeada de estos pozos esté bastante alejada de ser apta para el consumo humano. Nos encontramos valores medios en torno a 75 mg/l o incluso superiores. Los valores del Q3 están rondando los 100 mg/l, y como en el caso de Noviembre de 1988, bastante superior. Si nos fijamos en los máximos, se observan cantidades fácilmente por encima de 200 mg/l. No obstante, en este sistema hay que destacar que la tendencia es hacia un descenso en el tiempo, apareciendo en Noviembre de 1990 todos los estadísticos muy próximos entre sí, y un valor máximo menos alejado, aunque también indica que toda el área aparece con concentraciones en nitratos altas pero generalizadas y sin grandes valores anormalmente elevados.

#### Análisis de las cartografías

El análisis espacial del sistema S1 a través de los diferentes meses (Fig. 4)

indica que el área correspondiente al acuífero de Aguadulce aparece como la de mayor concentración en nitratos, concretamente al norte de Roquetas de Mar. Por otra parte, en la parte W del Campo de Dalías, en la zona del pueblo de Balnearia (acuífero de Balnearia) es donde se localizan los valores más altos. En esos ámbitos se produce una evolución desde zonas elevadas más o menos puntuales hasta una tendencia de aumento generalizado por todo el área de estudio, apareciendo zonas más amplias con valores elevados en Noviembre de 1990.

En relación al sistema S2 (Fig. 5), parece obvio que respecto al sistema acuífero superficial los contenidos en nitratos sean mayores. En este sistema la evolución es diferente a S1, pues se pasa de tener unas concentraciones muy altas en 1988 y 1989, con máximos muy elevados, a ir reduciendo estos valores anómalos, siendo Noviembre de 1990 el mes que menos áreas con valores elevados presenta. En esta sistema aparecen otra vez las zonas oriental y occidental del Campo de Dalías (zona de Roquetas y

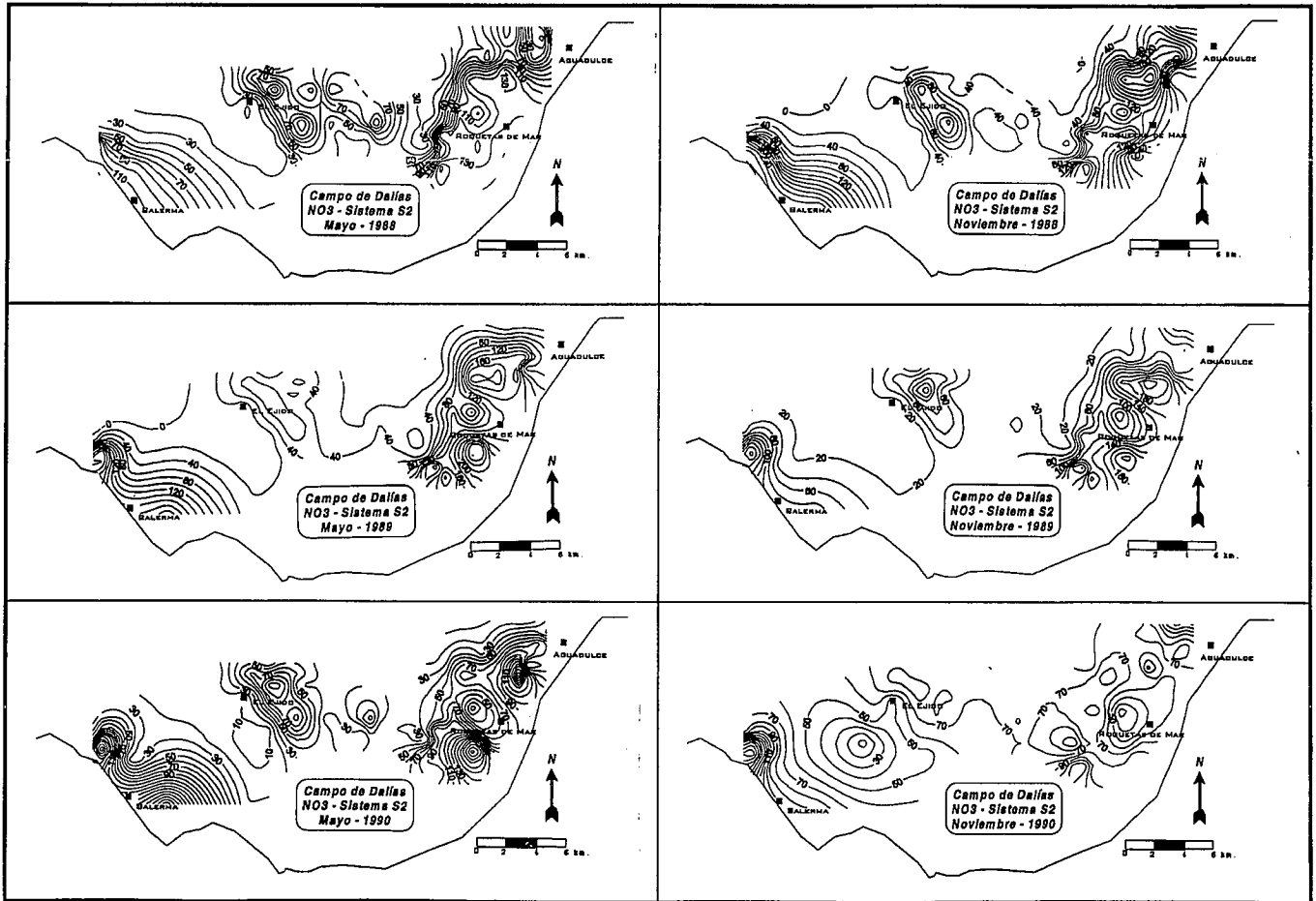


Fig. 5.- Mapas de evolución temporal de nitratos en el sistema acuífero S2 del Campo de Dalías.

Fig. 5.- Time evolution maps of nitrates in the aquifer system S2 of the Campo de Dalías.

Balanegra, respectivamente) con gran concentración de curvas de nivel, con algunos pozos que deben corresponder a los máximos lo que provoca la aparición de “cebollas” en las cartografías de algunos meses, concretamente en Mayo de 1990 es bastante significativo.

**Discusión y conclusiones**

El estudio llevado a cabo ha permitido realizar una caracterización de las aguas subterráneas del Campo de Dalías para el contenido en nitratos durante el periodo de 1988 a 1990. Hemos considerado dos sistemas acuíferos con el fin de homogeneizar los datos de todo el Campo y poder establecer mapas de evolución del contaminante que sean indicativos de la realidad. No hay que olvidar la complejidad de la estructura hidrogeológica de la zona, que hace que un mismo acuífero esté formado por más de un nivel permeable. Analizando el contenido en nitratos

en el área de estudio se puede apreciar cómo el sistema S1 no está excesivamente afectado por la contaminación, pero la tendencia parece llevar a un aumento, apareciendo ya en 1990 áreas con valores no excesivamente altos, pero sí generalizados, y no sólo en determinados pozos con valores puntualmente elevados.

Por otra parte, S2 presenta una variación ligeramente contraria, con valores mayores en los primeros años, pero con una tendencia a disminuir las concentraciones a lo largo del tiempo, constatándose una cierta disminución en los valores de nitratos.

La conclusión importante que se deduce de este estudio es que la evolución temporal de los contenidos en nitratos en estas aguas es creciente en los niveles acuíferos profundos. El origen de esta contaminación se encuentra principalmente en el uso de fertilizantes para la agricultura intensiva de la comarca.

**Agradecimientos**

Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto AMB95-0493 de la CI-CYT.

**Referencias**

Aldaya, F.; Baena, J. y Ewert, K. (1983). *Memoria y Hoja Geológica de Adra (1:50.000)*. MAGNA (1057). IG.M.E. Madrid, 60 p.  
 Baena, J. y Ewert, K. (1983). *Memoria y Hoja Geológica de Roquetas de Mar (1:50.000)*. MAGNA (1058). IG.M.E. Madrid, 34 p.  
 Molina Sánchez, L. (1989). *Tesis de Licenciatura*. Univ. Granada. 187 p.  
 Navarrete López Cózar, F. (1992). *Tesis Doctoral*. Univ. Granada. 435 p.  
 Pulido Bosch, A.; Martínez Vidal, J.L.; Navarrete, F.; Alonso, C.; Macías, A.; Molina, L.; Padilla, A. y Benavente, J. (1989). *I.A.R.A.* Granada. 265 p.