

CASTILLO, A. y LÓPEZ CHICANO, M. (1992)  
"Evolución temporal (1974-89) de los nitratos en el río Genil (estación de Loja; Granada)"  
Hidrogeología y Recursos Hidráulicos, XVI: 159-167

#### V SIMPOSIO DE HIDROGEOLOGIA

### EVOLUCION TEMPORAL (1974-89) DE LOS NITRATOS EN EL RIO GENIL (estación de Loja; Granada)

CASTILLO MARTIN, Antonio\*  
LOPEZ CHICANO, Manuel\*

\* Instituto Andaluz de Geología Mediterránea (CSIC-Univ. Granada) y Dpto. de Geodinámica (Univ. Granada)

#### RESUMEN

Se expone y discute la evolución temporal (1974-89) de los nitratos en el río Genil, en la estación de Loja (nº 45 de la C.H.G.). Los valores de concentración han experimentado un paulatino incremento, próximo al 10 ‰ anual. La tasa específica de aporte anual de nitratos obtenida ha sido de 1,3 t/km<sup>2</sup>. Las evoluciones intraanuales medias obtenidas para la concentración y el aporte son muy diferentes; las máximas concentraciones se producen en los meses de Julio a Septiembre, mientras que los máximos aportes tienen lugar en los meses de Noviembre, Febrero y Abril-Mayo.

#### INTRODUCCION

El río Genil es afluente del Guadalquivir por su margen izquierda. Nace en la vertiente occidental del macizo bético de Sierra Nevada, y, tras descender tumultuoso, discurre sobre una altiplanicie de materiales detríticos correspondientes al relleno de la depresión de Granada, hasta llegar a la estación de Loja, cuyos registros han constituido la base de este trabajo. La estación de aforos y control de calidad de Loja se sitúa a una altitud de 480 m, tras un recorrido del río de unos 100 km desde su nacimiento; la cuenca vertiente a la estación es de unos 4.210 km<sup>2</sup>.

En esta cuenca afloran materiales de los dominios bético, subbético y depresión de Granada; son importantes los acuíferos presentes y existe una intensa relación entre las aguas superficiales y subterráneas (CASTILLO y LOPEZ CHICANO, 1988). La población asentada es de unos 570.000 habitantes, que, en su mayor parte, se concentran en Granada capital y su cinturón urbano. Todo el sector centro-occidental de la cuenca está ocupado por cultivos de secano (olivar y cereal) y de regadío. Estos últimos se localizan principalmente en la Vega de Granada.

Los nitratos, aportados mayoritariamente por los

fertilizantes, son motivo en los últimos años de numerosos estudios, en los que, desde diversas ópticas, se investiga y discute su papel sanitario, hidrológico, agrícola, ecológico, etc. Se sabe que su concentración en las aguas está aumentando en los últimos tiempos, prácticamente en paralelo con el incremento de las dosis de fertilizantes aplicadas en la agricultura (DOMINGUEZ, 1978; YOUNG, 1982).

Sin embargo, no son abundantes en nuestro país los trabajos que cuantifican este incremento, quizás debido a la escasez y fiabilidad de los registros disponibles (ITGE, 1989; SANCHIS, 1991). El presente trabajo expone y discute los datos de evolución temporal detectados a nivel mensual en el río Genil, para la estación de Loja, desde Octubre de 1974, registro periódico más antiguo disponible, a Septiembre de 1989. Los valores de concentración se contrastan con los de caudal, al tiempo que se dan algunas hipótesis para explicar las evoluciones temporales intra e interanuales detectadas.

#### EVOLUCION TEMPORAL DE CAUDAL Y NITRATOS EN LA ESTACION DE LOJA (RIO GENIL)

La figura 1a muestra la evolución de la concentración en nitratos para la serie temporal estudiada. Con las habituales oscilaciones intraanuales, se observa, a nivel general, cierta regularidad cíclica, con tendencia al incremento de contenidos. Esta evolución interanual también se observa, quizás mejor, en la figura 2a, en donde se muestra un diagrama de barras con los valores de concentración medios anuales obtenidos para los 15 años de la serie estudiada. De una concentración media anual de 7,9 mg/l, para el año 1974/75, se alcanzan los 31,2 mg/l, en el año 1988/89; el aumento de concentración es relativamente constante hasta el año 1986/87; para los dos últimos años de la serie éste es más notable; el incremento medio obtenido ha sido del 10 % anual.

Muy ilustrativa, también, es la evolución interanual obtenida para el aporte anual de nitratos (figura 3a), ya que éste integra a la concentración y a los caudales circulantes, y da, por tanto, una información precisa sobre la evolución de la tasa excedentaria de nitratos que registra la cuenca. Como se puede observar, los valores son muy irregulares, debido a las fuertes oscilaciones foronómicas registradas (figura 2b). No obstante, también se observa, aunque con mayor dificultad, un incremento en los aportes registrados.

Por lo que respecta a las evoluciones intraanuales, la figura 4a muestra un diagrama de barras de los valores de concentración medios mensuales obtenidos. Como se puede observar, la evolución es muy uniforme y, consecuentemente, significativa; los mínimos de concentración se producen en los meses de Noviembre a Marzo (con mínimo en Enero), y los máximos en los meses de Abril a Septiembre (con máximos en Julio y Agosto). Un estudio probabilístico realizado al respecto, muestra un

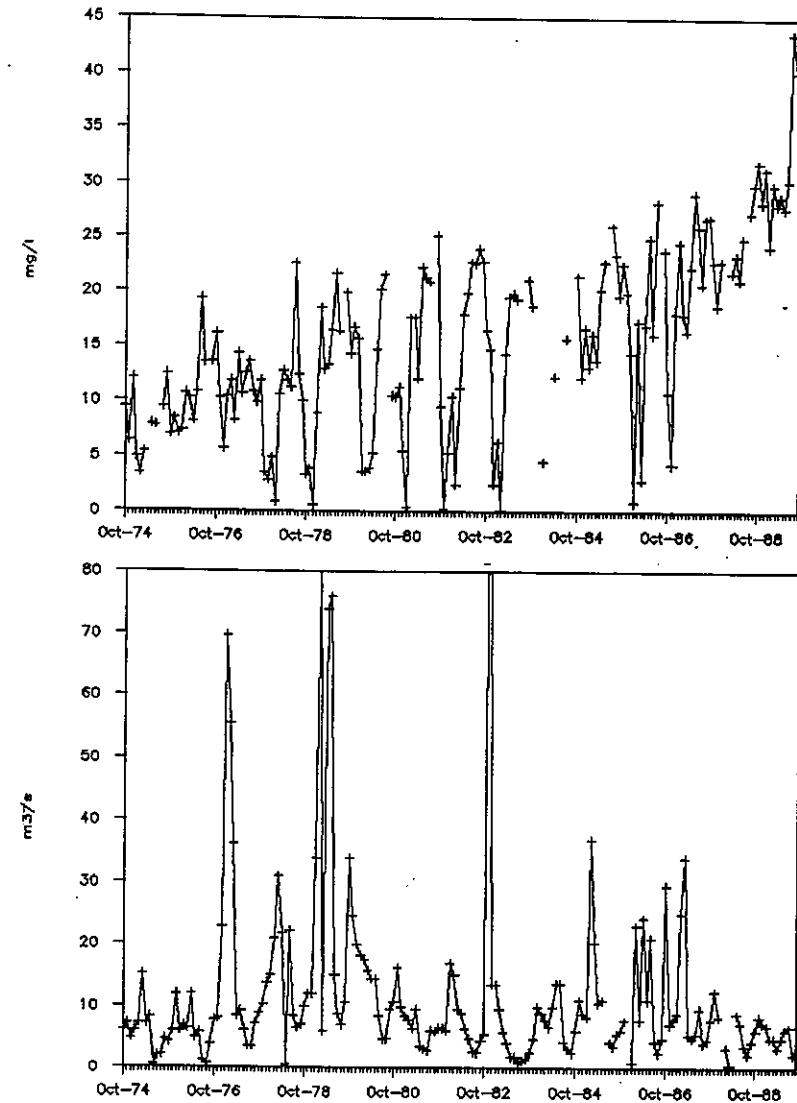


Figura 1. a) Registro cronológico de la concentración de nitratos (río Genil, en Loja), para el período 1974/75-88/89 (a partir de datos de la C.H.G.). b) Idem para el caudal

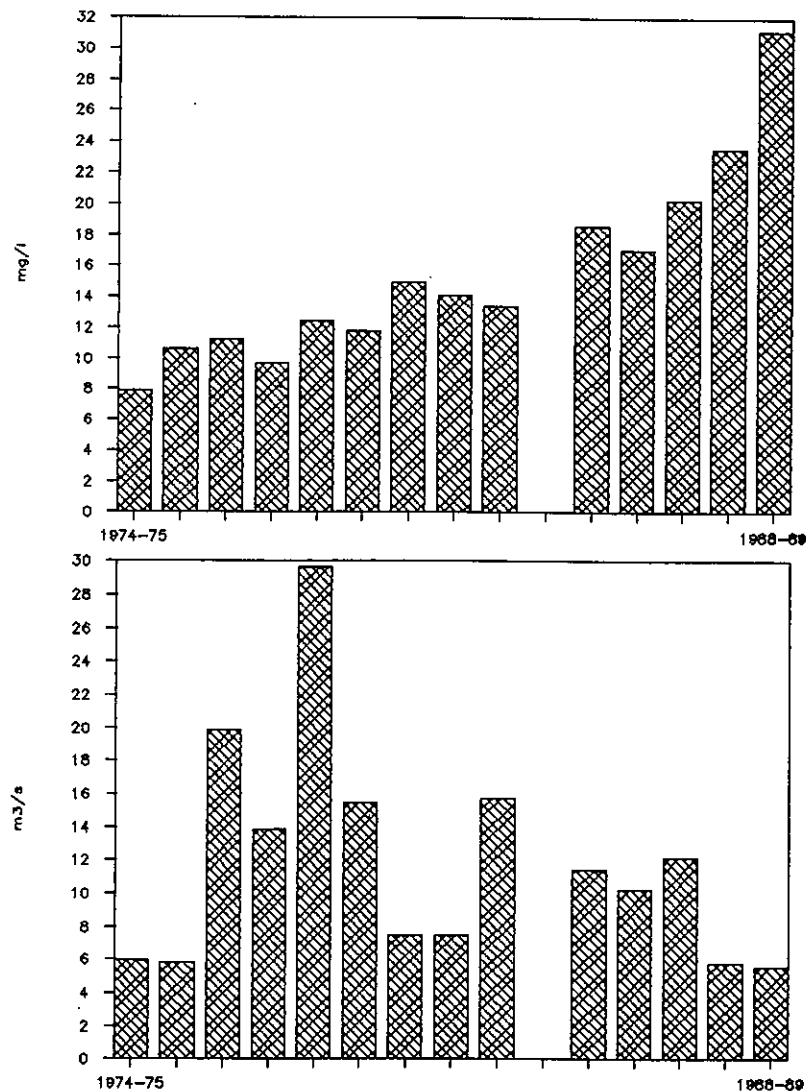


Figura 2. a) Evolución anual de la concentración de nitratos (río Genil, en Loja), para el periodo 1974/75-88/89 (a partir de datos de la C.H.G.). b) Idem para el caudal

comportamiento similar, ya que la mayor probabilidad de obtención de concentraciones máximas anuales se produce entre Mayo y Octubre (con máximos en los meses de Julio, Agosto y Septiembre); por el contrario, los mínimos de concentración anual se producen mayoritariamente entre Octubre y Enero.

Sin embargo, al calcular los aportes medios mensuales, los resultados obtenidos muestran una evolución prácticamente inversa (figura 3b). Existen varios máximos anuales de aporte, uno localizado en el mes de Noviembre y los otros en los meses de Febrero y Abril-Mayo. Por el contrario, los mínimos de aporte se producen en los meses de Julio a Septiembre.

La figura 4b muestra el hidrograma medio mensual obtenido, directamente relacionado con la evolución de aportes que se acaba de exponer. Los máximos caudales mensuales se producen en Noviembre y Febrero, y los mínimos en Julio y Agosto. El estudio probabilístico realizado al respecto muestra un comportamiento también concordante, ya que la mayor probabilidad de ocurrencia de caudales máximos anuales se produce entre los meses de Noviembre a Abril, mientras que los mínimos se producen, mayoritariamente, en los meses de Julio y Agosto.

#### DISCUSION

El comportamiento hidrológico y geoquímico del río Genil, en la estación de Loja, está estrechamente ligado a una serie de condicionantes propios (CASTILLO y BENAVENTE, 1988; UNIV. GRANADA, 1990); por ello, el comportamiento observado es difícilmente extrapolable, en el detalle, al que caracteriza a otros cursos fluviales. La extensa cuenca vertiente a dicha estación, en la que confluyen gran número de afluentes con problemáticas diversas, es un elemento de distorsión y modulación de las respuestas obtenidas a tener en cuenta. No obstante, el factor influyente más "sui generis" e importante es, posiblemente, el ejercido por el acuífero de La Vega de Granada; situado aguas arriba, aporta al río Genil un caudal subterráneo medio anual de unos 4 m<sup>3</sup>/s, el cual modifica fuertemente el quimismo del río, sobre todo en el estiaje (CASTILLO, 1986), cuando son despreciables las aportaciones de origen superficial. También son de destacar las afecciones hidrológicas ejercidas por los embalses que regulan la cuenca en cabecera. Este comentario guarda relación con la discusión que se realiza a continuación para los resultados obtenidos.

El registro temporal de la concentración en nitratos (figuras 1a y 2a) muestra un paulatino incremento de valores, como era previsiblemente de esperar; ello está en consonancia con la tendencia observada en los últimos años en la mayor parte de los ríos y acuíferos estudiados (CASEY, 1977; PROCHAZKOVA, 1977; SLACK, 1977; ITGE, 1989; SANCHIS, 1991). El incremento de contenidos obtenido (10 % anual), es previsible que tienda a disminuir progresivamente en los próximos años, al ir "tocando techo" las superficies agrícolas en explotación y las dosis de

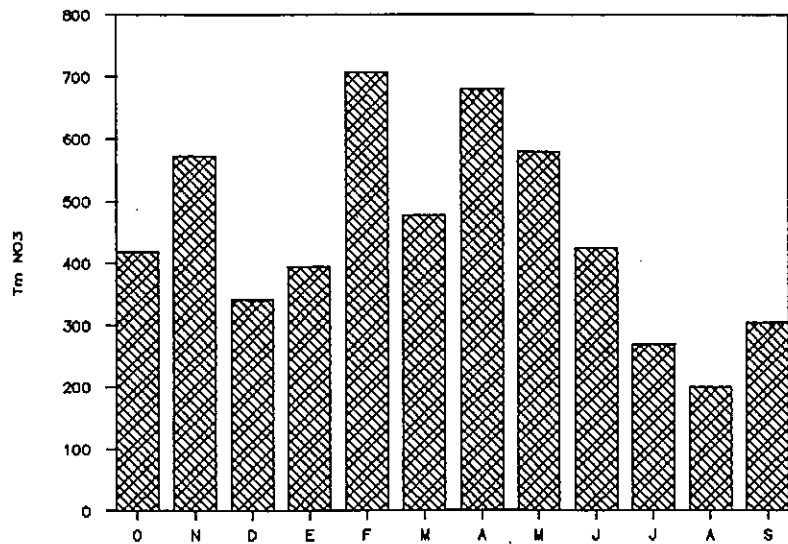
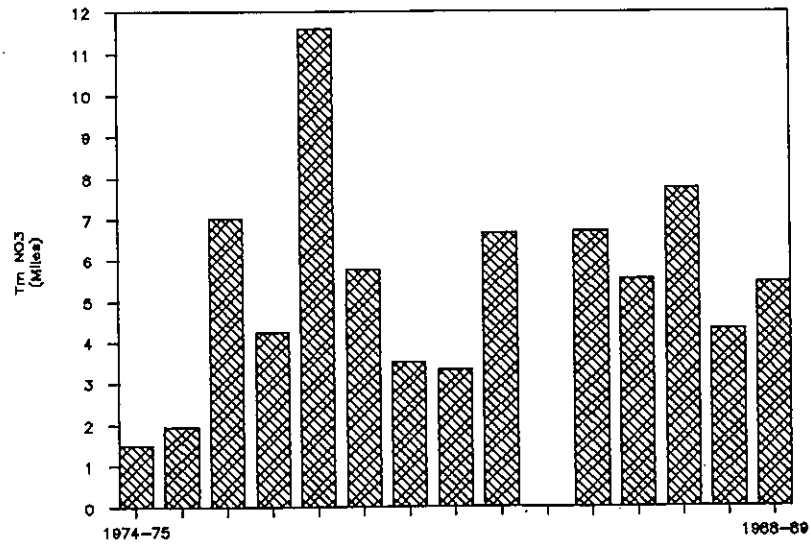


Figura 3. a) Evolución anual del aporte de nitratos (río Genil, en Loja), para el periodo 1974/75-88/89 (a partir de datos de la C.H.G.). b) Idem para la evolución mensual

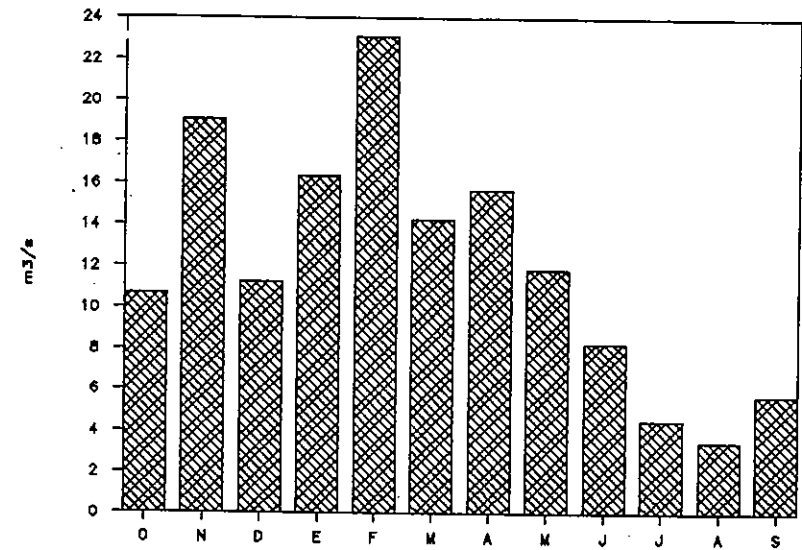
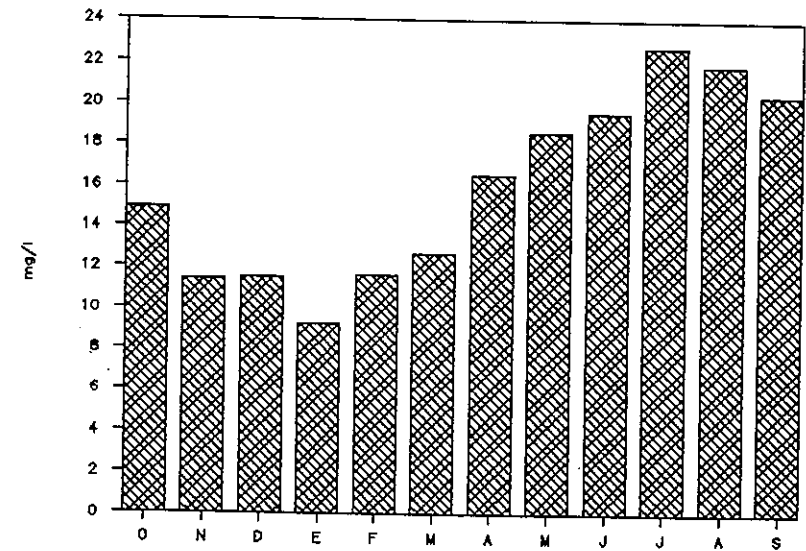


Figura 4. a) Evolución mensual de la concentración de nitratos (río Genil, en Loja), para el periodo 1974/75-88/89 (a partir de datos de la C.H.G.). b) Idem para el caudal

fertilizantes aplicadas.

La evolución anual obtenida para los aportes de nitratos (figura 3a) no es regular, ya que está en función de los caudales registrados, muy irregulares, como se ha visto (figura 2b).

Por lo que respecta a la evolución intraanual, es interesante destacar la distribución de concentraciones mensuales obtenidas (figura 4a); el comportamiento que se observa es inverso al que muestran la mayoría de los ríos y acuíferos estudiados (CASEY, 1977; SLACK, 1977; SANCHIS, 1991). Esto es, las menores concentraciones se producen con aguas altas, y los valores más altos con aguas bajas.

Sin embargo, si se considera la evolución media mensual de aportes (figura 3b), el comportamiento detectado es similar al mostrado por la mayoría de los ríos para la concentración; es decir, los máximos aportes se producen en los meses de otoño y primavera y los mínimos en los meses de invierno y, sobre todo, verano. Este comportamiento evolutivo responde, como es conocido, a los ciclos habituales de fertilización y a su relación con las precipitaciones, que son las que solubilizan y finalmente arrastran a los nitratos hasta los cursos fluviales (PROCHAZKOVA, 1977; BRINK, 1982; SANCHIS y CABRER, 1991).

La "anómala" evolución antes aludida para la concentración se debe, muy posiblemente, al peso que en los caudales circulantes, sobre todo en el estiaje, tienen las aguas subterráneas del acuífero de La Vega de Granada, notablemente concentradas en nitratos (CASTILLO, 1985, 1986); un dato es ilustrativo al respecto, en el estiaje de 1989 el acuífero de la Vega de Granada descargaba al río Genil un caudal próximo a los 3 m<sup>3</sup>/s, con una concentración media en nitratos de 30 mg/l.

#### Agradecimientos

Este trabajo es fruto de una colaboración establecida en su día entre la Dirección General de Obras Hidráulicas (del MOPT) y la Universidad de Granada. Los registros temporales utilizados en este trabajo fueron gentilmente cedidos por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BRINK, N. (1982). "Measurement of mass transport from arable land in Sweden". Impact of agricultural act. on groundwater; Simp. I.A.H. II: 59-70. Praga
- CASEY, H. (1977). "Origen and variations of nitrate nitrogen in the chalk springs, streams and rivers in Dorset and its utilisation by higher plants". Nitrogen as a water pollutant. Pergamon-press. 225-235. Oxford

CASTILLO, A. (1985). "Aplicación de fertilizantes químicos en La Vega de Granada. Repercusión en la calidad de las aguas subterráneas". I Cong. Geoquímica. 57-58. Soria

CASTILLO, A. (1986). "Estudio hidroquímico del acuífero de La Vega de Granada". Tesis Doctoral. Univ. Granada. Serv. Publicaciones. 658 pág. Granada

CASTILLO, A. y BENAVENTE, J. (1988). "Consideraciones sobre la tendencia evolutiva del río Genil (Sierra Nevada-Iznájar)". II Congreso Geológico de España. 2: 363-366. Granada

CASTILLO, A. y LOPEZ CHICANO, M. (1988). "Consideraciones acerca de las relaciones existentes entre las aguas superficiales y subterráneas en la cuenca del Alto Genil". II Congreso Geológico de España (2): 367-370. Granada

DOMINGUEZ, A. (1978). "Abonos minerales". Serv. Pub. Ext. Agraria; Col. Agricultura; 5; 521 pág. Madrid

I.T.G.E. (1989). "Contaminación de las aguas subterráneas. La problemática de los nitratos y su incidencia en España". ITGE

PROCHAZKOVA, L. (1977). "Long term studies on nitrogen in two reservoirs related to field fertilization". Nitrogen as a water pollutant. Pergamon-Press. 101-109. Oxford

SANCHIS, E.J. (1991). "Estudio de la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas de la provincia de Valencia. Origen, balance y evolución espacial y temporal". Tesis Doctoral Univ. Barcelona. Ed. Graficuatre. 332 pág. Valencia

SANCHIS, E.J. y CABRER, B. (1991). "Influencia de las lluvias en la concentración de nitratos de las aguas subterráneas en áreas cultivadas". Hidrogeología; 6: 1-12.

SLACK, J.G. (1977). "River water quality in Essex during and after the 1976 drought". Effl. Wat. Treatment J. 17: 575-578

UNIV. GRANADA (1990). "Caracterización físico-químico-biológica de las aguas del Alto Genil; estudio integral de la calidad y contaminación de las aguas". Inédito. C.H.G. 278 pág.

YOUNG, C.P. (1982). "Data acquisition and evaluation on groundwater pollution by nitrates, pesticides and disease-producing bacteria". Impact of agricultural act. on groundwater; Simp. I.A.H. I: 43-71. Praga