

CASTILLO, A. (1986)

"Consideraciones acerca del comportamiento geoquímico de los nitritos en aguas superficiales y subterráneas"

Ars Pharmaceutica, 3: 309-315

INSTITUTO ANDALUZ DE GEOLOGIA MEDITERRANEA  
(C.S.I.C.), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIV. GRANADA

CONSIDERACIONES ACERCA DEL COMPORTAMIENTO  
GEOQUIMICO DE LOS NITRITOS EN AGUAS SUPERFICIALES Y  
SUBTERRANEAS

A. Castillo Martín

RESUMEN

Se pone de manifiesto la estrecha relación de los nitritos con aportes de aguas residuales urbanas en varias situaciones hídricas diferentes. Asimismo, se descarta para los mismos un posible origen generalizado a partir de procesos de nitrificación incompletos de productos fertilizantes sólidos. Por último, se constata un alto carácter de inestabilidad de los nitritos en ausencia de aportes contaminantes.

ABSTRACT

The close relation between the nitrites and the urban residual waters supplies is made evident in the context of several different hydrical conditions. In the same way, a generalized origin from the incomplete nitrification processes of the solid fertilizer is left out. Finally I have pointed out the high instability nature of the nitrites when the contaminated supplies are absent.

INTRODUCCION

La contaminación de origen fecal puede introducir en el agua multitud de agentes patógenos diferentes, como (1) cepas de Salmonella, Shigella, Leptospira, Escherichia Coli enteropatógeno, Francisella, Vibrio, Mycobacterium, virus humanos entéricos, quistes de Entamoeba histolítica y gusanos parásitos. Para la detección rigurosa de dichos agentes patógenos habría de recurrirse a laboriosas determinaciones microbiológicas, hecho que apoya y justifica, desde el punto de vista práctico, la puesta a punto de rápidas determinaciones (microbiológicas y/o químicas) de contaminación fecal; uno de los criterios químicos de contaminación fecal más utilizado es el del contenido en nitritos de las aguas. La idoneidad de dicho indicador fecal es admitida intrínsecamente en todas las reglamentaciones sanitarias de control y de vigilancia de calidad de las aguas de consumo público, en las que practicamente se proscriben la presencia de nitritos.

El trabajo experimental realizado refuerza el valor de los nitritos como índice de contaminación fecal reciente, tras estudiar su comportamiento hidrogeoquímico en aguas superficiales y subterráneas.

## MATERIAL Y METODOS

La labor experimental consistió en la recogida de muestras de agua en un total de 202 estaciones fijas (pozos, sondeos, manantiales, ríos y canales) en varias épocas (entre Septiembre de 1983-1985), en las que se analizaron, entre otros constituyentes, los nitratos, nitritos y amonio. Para la determinación de las especies nitrogenadas se tomaron, en frascos de polietileno, 100 cc de agua problema, tras proceder a una preservación con 40 mg./l de bicloruro de mercurio. Los procedimientos analíticos empleados fueron los siguientes:

— Nitratos.- Se siguió el método colorimétrico del salicilato sódico (2, 3, 4). En presencia de salicilato sódico, los nitratos dan el paranitrosalicilato sódico, de color amarillo. Dicha coloración fue medida a 420 n.m. en un Perkin Elmer 124. La recta patrón se ajustó entre 0 y 20 mg./l.

— Nitritos.- Se utilizó el método colorimétrico del reactivo de "Zambelli" (4,5). El ácido sulfanílico en medio clorhídrico, en presencia de ión amonio y de fenol, forma con los nitritos un complejo coloreado amarillo. Dicha coloración fue medida a 435 n.m. La recta patrón se ajustó entre 0 y 0,92 mg./l.

— Amonio.- Se siguió el método colorimétrico del reactivo de "Nessler" (4,6). El reactivo "Nessler" (yodomercuriato potásico alcalino) en presencia de iones amonio se descompone formando yoduro de dimercuriamonio de coloración anaranjada, que fue medida a 425 n.m. La recta patrón se ajustó entre 0 y 2 mg./l.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se ha obviado, debido a su extensión, la presentación de las tablas analíticas obtenidas. A título ilustrativo, no obstante, se han seleccionado tres representaciones nitratos-nitritos (figuras 1, 2 y 3), características de las tres situaciones hídricas estudiadas (casos 1.º, 2.º y 3.º), para las que, a continuación, se hacen algunas consideraciones relativas al comportamiento hidrogeoquímico de sus contenidos en nitritos.

*Caso 1.º. Aguas Superficiales.*  
Cuenca del Alto-Medio Genil (Fig. 1)

La cuenca hidrográfica estudiada, de 5.000 km.<sup>2</sup> de superficie, fue muestreada en 43 estaciones fijas (7). Los valores analíticos obtenidos pusieron de manifiesto concentraciones en nitratos inferiores a 20 mg./l (nivel a) en el 95 % de los casos, junto a contenidos positivos en nitritos (superiores a 0,02 mg./l.) en el 79 % de las muestras analizadas. El alto porcentaje de muestras con contenidos positivos en nitritos se ligó, en casi todos los casos, a vertidos directos de aguas residuales urbanas de los núcleos de la cuenca estudiada.

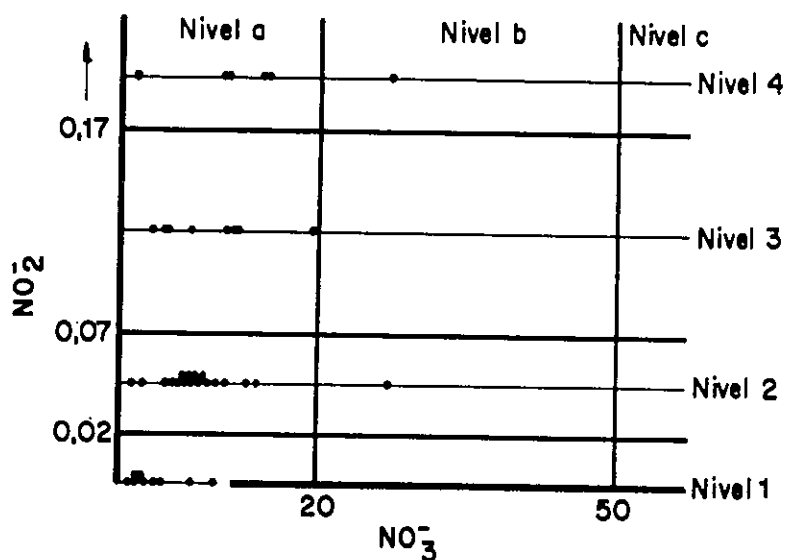
Los muestreos periódicos realizados pusieron de manifiesto variaciones cuantitativas importantes, manteniéndose estables las contaminaciones detec-

tadas. Asimismo, se evidenció un menor poder autodepurador en los meses de verano, con menores caudales circulantes y más bajos contenidos en oxígeno disuelto en las aguas. Mención aparte merecen los vertidos de alpechín y de ciertas industrias alimentarias, que provocan situaciones de verdadero "stress orgánico", con disminución generalizada del potencial redox y aumentos considerables de contenidos en nitritos y amonio.

Las evoluciones de contenidos longitudinales de las especies nitrogenadas, en los cauces estudiados, pusieron de manifiesto notables procesos de bioasimilación y de nitrificación, aunque de menor eficiencia que los registrados para las aguas residuales urabanas (caso 2.º) y para las aguas subterráneas (caso 3.º), respectivamente.

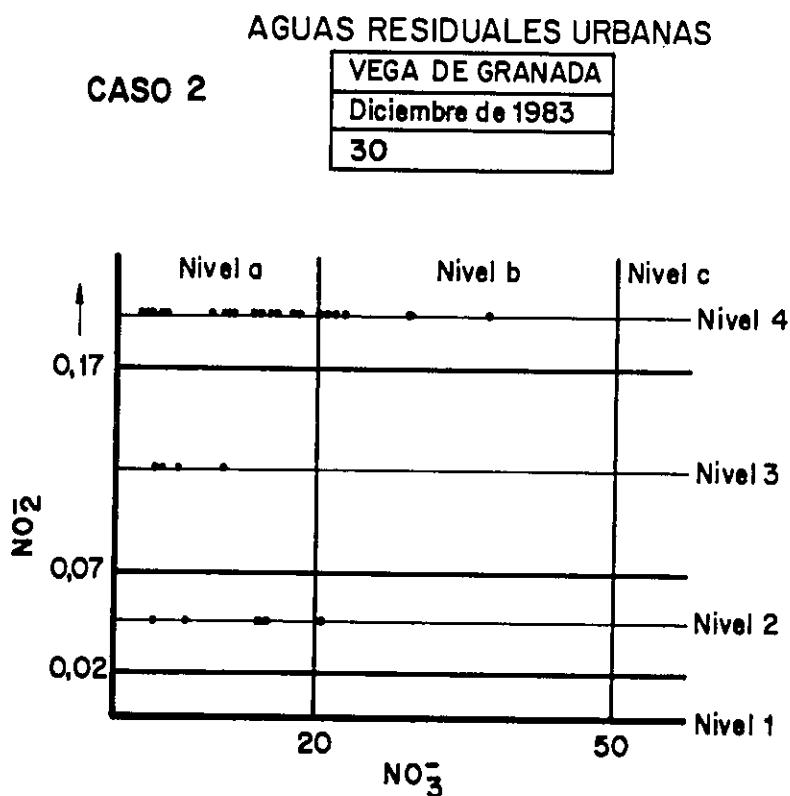
AGUAS SUPERFICIALES  
CASO 1

CUENCA GENIL
Septiembre de 1984
43



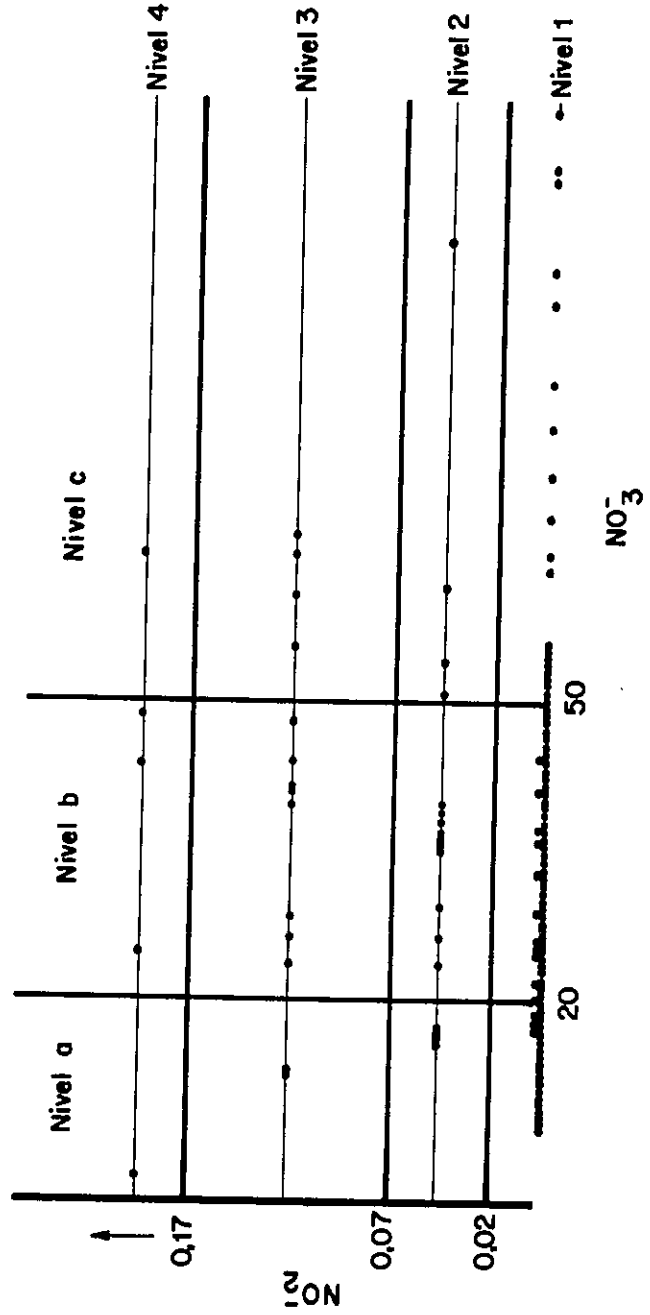
*Caso 2.º. Aguas residuales urbanas.*  
Granada capital (Fig. 2)

Las aguas residuales fueron muestreadas en la red de saneamiento y evacuación de Granada capital, y municipios el entorno (8), a través de 30 estaciones de control. Los resultados analíticos obtenidos pusieron de manifiesto una total descorrelación  $\text{NO}_3^- - \text{NO}_2^-$ , con altas concentraciones en amonio y nitritos, y bajos contenidos en nitratos. No obstante, a escala de un mismo canal o cauce fueron detectadas evoluciones de contenidos inversas del tipo propuesto por Hynes (9). Es interesante resaltar los bajos procesos de mineralización completa detectados, lo que se justificaría por importantes bioasimilaciones de tipo fito y zooplanctónico fundamentalmente (10, 11); este hecho se tradujo en mínimos incrementos del contenido en nitratos en los tramos en "recuperación" de los efluentes muestreados.



AGUAS SUBTERRANEAS  
ACUIFERO VEGA DE GRANADA  
Septiembre de 1983  
129

CASO 3



*Caso 3.º Aguas subterráneas.*  
Acuífero Vega de Granada (Fig. 3)

En este caso, las aguas subterráneas fueron estudiadas en el acuífero aluvial de la Vega de Granada, de 200 km. <sup>2</sup> de superficie, a través del control analítico establecido para una red de 129 puntos de agua de la franja superior saturada (8). Los resultados analíticos obtenidos permiten establecer una notabilísima diferencia con los comportamientos hidroquímicos de las especies nitrogenadas comentados para los dos casos anteriores. De esta forma, se detectaron mayores contenidos en nitratos (niveles b y c, 78 %), en respuesta a preocupantes procesos de nitrificación y lixiviación de los productos fertilizantes nitrogenados vertidos en la Vega de Granada. En contraposición, fue bajo el porcentaje (29 %) de contenidos positivos de nitritos hallados, relacionados, casi siempre, con vertidos de aguas residuales urbanas. En algunos casos, el incremento en nitritos fue debido a vertidos de industrias alimentarias y a estabulaciones ganaderas de vacuno y porcino. En la mayor parte de los pozos y sondeos muestreados con contenido positivo en nitritos se detectó, asimismo, un nitrógeno inorgánico (nitratos) procedente de fertilizantes químicos (sulfato amónico, nitrato amónico...). No obstante, la investigación realizada puso de relieve la descorrelación generalizada nitritos-aportes fertilizantes, hecho que se explicaría por el alto poder nitrificante del nivel húmico y de la franja de aireación del acuífero estudiado (12).

Los muestreos periódicos realizados permitieron distinguir dos tipos de contaminaciones de origen fecal, a pesar de que todas ellas se manifestaron como de naturaleza puntual (muy directamente relacionadas espacialmente con los correspondientes focos de aporte). Un primer subtipo fue el relacionado con infiltración de aguas residuales urbanas de regadío, subtipo caracterizado por presentar contaminaciones intermitentes, siempre relacionadas con riegos recientes. El otro subtipo, de contenidos en nitritos generalmente más altos, se mostró estable temporalmente, aunque siempre reducido a escala espacial (procesos de oxidación-nitrificación de la franja saturada); en general, el origen de este tipo de contaminación se relacionó con la presencia de pozos negros y de fugas en las redes de saneamiento y conducción de las aguas residuales. A este respecto, merece destacarse la contaminación de "orla" (semejante a la descrita en otros trabajos; 13) que originan las importantes fugas de la red de saneamiento de Granada capital. En estos casos, es preocupante la contaminación microbiológica que llega a afectar a las aguas subterráneas, potencialmente utilizadas para el abastecimiento humano, ya que el vertido se suele producir cerca del nivel piezométrico, con pocas posibilidades de oxidación y de biodepuración a través de los niveles húmicos y de la franja de aireación del terreno.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó bajo la dirección analítica del Dr. Gracia Manarillo (Universidad de Sevilla). Asimismo, dicho trabajo formó parte de un Proyecto de Investigación subvencionado por la Dirección General de Universidades e Investigación (Ministerio de Educación y Ciencia).

## BIBLIOGRAFIA

1. GELDREICH, E.E. (1972). Water pollution microbiology (Water-borne pathogens). Ed. R. Mitchell. Wiley Interscience. Nueva York.
2. RAQUET, C. (1910). Dosage des nitrates par colorimétrie avec l'acide salicylique. Bull. Soc. Chimique de France. 7. 1021.
3. Norme AFNOR NF 90-012 (1975). Dosage des Nitrates.
4. RODIER, J. (1978). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod. Paris.
5. LOMBARD (1913). Procédé du dosage des nitrites. Bull. Soc. Chimique de France. 13. 304.
6. Norme AFNOR NFT 900-15 (1975). Dosage colorimétrique des ions ammonium.
7. SANCHEZ, M.A.; FERNANDEZ, A. y CASTILLO-MARTIN, A. (1986). Caracterización físico-química preliminar de las aguas superficiales de la cuenca del Alto Genil. II Simp. sobre el Agua en Andalucía. II. Granada.
8. CASTILLO-MARTIN, A. (1986). Estudio hidroquímico del acuífero de La Vega de Granada. IGME-Univ. Granada. 600 pág.
9. HYNES, H.B.N. (1960). The biology of polluted waters. Liverpool University Press.
10. C.E.R.E.T.E. (1982). L'épuration par lagunage. Communications Scientifiques. Montpellier.
11. GOPELLI, M. GUETTI, P.F. y CORRADI, M. (1981). Rimozione di azoto e fosfore. Seminario I.R.S.A. Roma.
12. GALLARDO, F.; MOLINA, A. y ESTEBAN, E. (1982). Estudio comparativo sobre nitrificación en un suelo de regadío frente a uno de secano. An. de Edafología y Agrobiología. XLI. Madrid.
13. CASTILLO-MARTIN, A.; CAÑADA, P. y SANCHEZ FRESNEDA, V. (1983). Un ejemplo de contaminación urbana y agrícola en el acuífero de la Vega Alta de Padul (Granada). III Simp. de Hidrogeología. VIII. Madrid.