

Original breve

Contenido en nitratos de aguas de consumo público españolas

Isidro Vitoria^{a,*}, Francisco Maraver^b, Félix Sánchez-Valverde^c y Francisco Armijo^b^a Unidad de Nutrición y Metabolopatías, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España^b Escuela Profesional de Hidrología Médica, Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Madrid, España^c Sección de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de octubre de 2014

Aceptado el 22 de diciembre de 2014

On-line el 7 de febrero de 2015

Palabras clave:

Nitratos

Agua de bebida

Prevención primaria

Cáncer

Metahemoglobinemia

RESUMEN

Objetivo: Analizar el contenido en nitratos de aguas de consumo público de una muestra de ciudades españolas.**Material y métodos:** Se determinaron los nitratos por cromatografía iónica en aguas de consumo público recogidas entre enero y abril de 2012 en 108 municipios españoles de más de 50.000 habitantes, donde viven 21.290.707 personas. El número total de muestras analizadas fue de 324.**Resultados:** La concentración mediana de nitratos es 3,47 mg/l (rango: 0,38-66,76; rango intercuartílico: 4,51). El agua del 94% de los municipios estudiados contiene menos de 15 mg/l. Solo en tres municipios la concentración es de más de 25 mg/l y en uno es superior a 50 mg/l.**Conclusiones:** El nivel de nitratos de la mayoría de las aguas de consumo público que abastecen los municipios donde habita casi la mitad de la población española tiene niveles inferiores a 15 mg/l.

© 2014 SESPAS. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Nitrate concentrations in tap water in Spain

ABSTRACT

Objective: To determine nitrate concentrations in drinking water in a sample of Spanish cities.**Material and methods:** We used ion chromatography to analyze the nitrate concentrations of public drinking water in 108 Spanish municipalities with more than 50,000 inhabitants (supplying 21,290,707 potential individuals). The samples were collected between January and April 2012. The total number of samples tested was 324.**Results:** The median nitrate concentration was 3.47 mg/L (range: 0.38-66.76; interquartile range: 4.51). The water from 94% of the municipalities contained less than 15 mg/L. The concentration was higher than 25 mg/L in only 3 municipalities and was greater than 50 mg/L in one.**Conclusions:** Nitrate levels in most public drinking water supplies in municipalities inhabited by almost half of the Spanish population are below 15 mg/L.

© 2014 SESPAS. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Keywords:

Nitrates

Drinking water

Primary prevention

Cancer

Methemoglobinemia

Introducción

La presencia de nitratos en el agua de bebida es un tema de interés por la toxicidad relacionada con la formación de dos tipos de compuestos: nitritos y compuestos N-nitrosos. Así, la reducción de nitratos a nitritos puede desencadenar metaemoglobinemia¹, sobre todo en los lactantes menores de 6 meses. Por otra parte, el nitrito reacciona con aminos formando nitrosaminas, de acción carcinógena demostrada en animales y en algunos estudios epidemiológicos en humanos². Asimismo, la formación de compuestos N-nitrosos se asocia con malformaciones congénitas³.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el nivel máximo permitido de nitratos en agua es 50 mg/l, valor establecido

para prevenir el efecto tóxico a corto plazo por la producción de metaemoglobinemia⁴.

Hay escasos estudios sobre el contenido de nitratos en las aguas de consumo público en España y la mayoría son anteriores a 2004, año a partir del cual ha habido un importante crecimiento demográfico con un aumento de las redes de distribución de agua. Los principales trabajos sobre nitratos en aguas de consumo público en España son un estudio sobre 467 municipios de la Comunidad Valenciana del año 1991, que demuestra valores superiores a 50 mg/l en 95 de ellos⁵, un trabajo sobre 451 municipios españoles del año 1999 en el que 24 tienen un valor de nitratos superior a 50 mg/l⁶, un estudio de 31 municipios de Tenerife del año 2000 en el que solo tres tenían cifras superiores a 15 mg/l⁷, y el análisis de 31 manantiales del Camino de Santiago en el año 2003 con un valor medio de 8,4 mg/l y dos manantiales con más de 50 mg/l⁸.

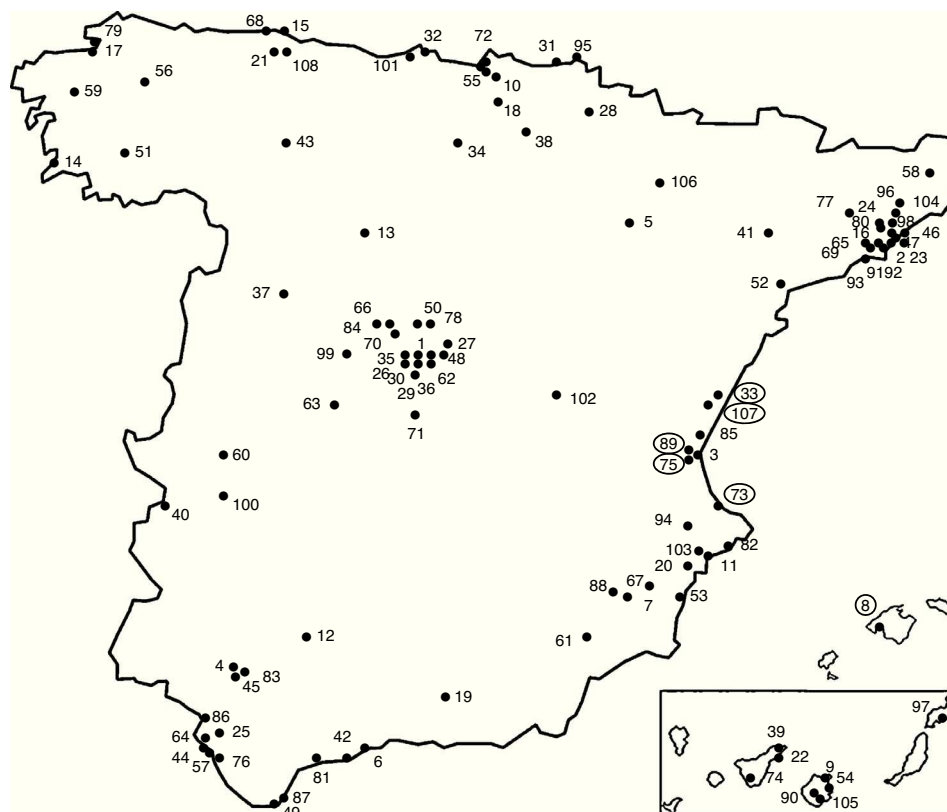
El objetivo del estudio es analizar la concentración actual de nitratos en las aguas de consumo público en una muestra de poblaciones españolas en 2012.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: vitoria.isi@gva.es, isidro.j.vitoria@uv.es (I. Vitoria).

01. Madrid
02. Barcelona
03. Valencia
04. Sevilla
05. Zaragoza
06. Málaga
07. Murcia
08. Palma de Mallorca
09. Las Palmas de Gran Canaria
10. Bilbao
11. Alicante
12. Córdoba
13. Valladolid
14. Vigo
15. Gijón
16. L'Hospitalet de Llobregat
17. La Coruña
18. Vitoria
19. Granada
20. Elche
21. Oviedo
22. Santa Cruz de Tenerife
23. Badalona
24. Terrasa
25. Jerez de la Frontera
26. Móstoles
27. Alcalá de Henares
28. Pamplona
29. Fuenlabrada
30. Leganés
31. San Sebastián
32. Santander
33. Castellón de la Plana
34. Burgos
35. Alcorcón
36. Getafe
37. Salamanca
38. Logroño
39. San Cristobal de La Laguna
40. Badajoz
41. Lleida
42. Marbella
43. León
44. Cádiz
45. Dos Hermanas
46. Mataró
47. Sta. Coloma de Gramenet
48. Torrejón de Ardoz
49. Algeciras
50. Alcobendas
51. Ourense
52. Reus
53. Torrevieja
54. Telde
55. Barakaldo

56. Lugo
57. San Fernando
58. Girona
59. Santiago de Compostela
60. Cáceres
61. Lorca
62. Coslada
63. Talavera de la Reina
64. El Puerto de Sta. María
65. Cornellá de Llobregat
66. Las Rozas
67. Orihuela
68. Avilés
69. San Boi de Llobregat
70. Pozuelo de Alarcón
71. Toledo
72. Getxo
73. Gandía
74. Arona
75. Torrent
76. Chiclana de la Frontera
77. Manresa
78. San Sebastian de los Reyes
79. Ferrol
80. Rubí
81. Fuengirola
82. Benidorm
83. Alcalá de Guadaíra
84. Majadahonda
85. Sagunto
86. Sanlúcar de Barrameda
87. La Línea de la Concepción
88. Molina de Segura
89. Paterna
90. Sta. Lucía de Tirajana
91. Viladecans
92. El Prat de Llobregat
93. Castelfdefels
94. Alcoy
95. Irún
96. Granollers
97. Arrecife
98. Cerdanyola del Vallès
99. Ávila
100. Mérida
101. Torrelavega
102. Cuenca
103. Sant Vicent del Raspeig
104. Mollet del Vallès
105. San Bartolomé de Tirajana
106. Huesca
107. Vila-real
108. Siero



Señalados con un círculo los municipios que tienen aguas con una concentración media de nitratos >15 mg/l.

Figura 1. Municipios españoles donde se ha determinado el contenido en nitratos de las aguas de consumo público (2012).

Material y métodos

El estudio es descriptivo transversal. Entre enero y abril de 2012 se tomaron muestras de aguas de consumo público en 108 de los 144 municipios españoles con más de 50.000 habitantes, que abastecen a 21.290.707 habitantes (45,3% de la población española)⁹. Los municipios seleccionados aleatoriamente representan a todas las zonas geográficas españolas. En cada municipio se tomaron tres muestras de 2 litros de agua en botellas opacas de plástico, el mismo día, en distintos puntos del municipio. El número total de muestras analizadas fue de 324. Las muestras se recogieron en domicilios o establecimientos públicos donde no había filtros domésticos ni sistemas de ósmosis inversa, y se conservaron en la oscuridad a una temperatura entre 4 y 5 °C. En la **figura 1** se señalan los municipios estudiados.

Las concentraciones de nitratos se determinaron por cromatografía iónica (EPA Método 300.7) con supresión química de la conductividad del eluyente 4110B SM y nivel de detección de nitratos de 2,7 µg/l mediante el cromatógrafo Dionex modelo DX-120 empleando solución estándar de calibración Fluka-72586. Se siguió la técnica 4110-B recomendada por la American Public Health Association, la American Water Works Association y la Water Environment Federation¹⁰.

El análisis estadístico descriptivo se ha realizado con el programa SPSS v.10 para Windows.

Resultados

En la **tabla 1** se indica el contenido en nitratos de las aguas de consumo público de los 108 municipios. La concentración mediana

de nitratos es 3,47 mg/l (rango: 0,38-66,76; rango intercuartílico: 4,51). El agua de 104 municipios (96%), en los que viven 20.695.666 habitantes, contiene menos de 25 mg/l. En 102 municipios (94%) la concentración de nitratos es menor de 15 mg/l. Hay tres municipios (Torrent, Vila-real y Paterna) con 25-50 mg/l y uno (Palma) con 66,76 mg/l.

Discusión

La cifra mediana de nitratos en las aguas de consumo público es menor de 5 mg/l y solo en cuatro municipios es superior a 25 mg/l, lo que indica unos niveles aceptables de nitratos.

La cifra media de nitratos en las aguas de consumo público es menor respecto a lo publicado en años anteriores. Así, en un estudio de 1999 con datos de 451 poblaciones españolas, correspondiente a 17.865.326 personas, se hallaron tres municipios de la Comunidad Valenciana con más de 100 mg/l y 21 con 50-100 mg/l⁶. En el 86,9% de los municipios el agua tenía menos de 25 mg/l. De estos 451 municipios, había 79 con más de 50.000 habitantes, y de ellos, tres tenían más de 50 mg/l de nitratos.

Según la OMS, el agua de consumo público puede contener de forma natural hasta 10 mg/l de nitratos. Concentraciones más altas indican contaminación industrial, contaminación por explotaciones ganaderas y fundamentalmente empleo de fertilizantes nitrogenados por riego en sámana, cultivo intensivo y cultivo de invernaderos. Este empleo de fertilizantes es posiblemente el motivo por el que en zonas como la Comunidad Valenciana había en 1991 hasta 18 municipios con más de 150 mg/l⁵. En el estudio actual, cinco de los seis municipios con más nitratos en sus aguas de consumo público pertenecen a dicha comunidad autónoma.

Tabla 1
Contenido en nitratos (mg/l) de las aguas analizadas por comunidad autónoma (2012)

Comunidad autónoma	Nº municipios estudiados	Población	Concentración de nitratos (mg/l)		
			Valores medios (media ± DE)	Valor mínimo	Valor máximo
Andalucía	16	3.075.729	3,70 ± 2,37	1,34	11,67
Aragón	2	726.376	5,32 ± 6,46	0,75	9,88
Asturias	4	636.982	3,04 ± 2,42	1,37	6,63
Baleares	1	401.270	66,76 ± 8,25		
Canarias	7	1.108.479	5,03 ± 4,16	0,38	11,69
Cantabria	2	238.647	2,95 ± 0,23	2,79	3,11
Castilla-León	6	843.609	2,95 ± 2,81	0,39	6,06
Castilla-La Mancha	3	227.013	4,20 ± 4,22	1,89	3,98
Cataluña	19	3.569.095	7,75 ± 3,84	1,28	13,79
Comunidad Valenciana	14	2.272.611	15,29 ± 16,99	1,28	44,94
Extremadura	3	297.860	3,59 ± 2,77	1,19	6,62
Galicia	6	917.173	5,10 ± 3,06	2,10	10,60
La Rioja	1	152.107	11,8 ± 1,81		
Madrid	14	5.016.365	2,93 ± 1,19	1,40	5,74
Murcia	3	592.841	3,78 ± 1,56	2,27	5,39
Navarra	1	198.491	1,00 ± 0,12		
País Vasco	6	1.016.059	2,77 ± 0,65	0,96	3,61

DE: desviación estándar.

También el último informe técnico de calidad del agua de consumo público en España ¹¹ indica una mediana de 5 mg/l, y que el 2,39% de las determinaciones analíticas muestran más de 50 mg/l de nitratos. Asimismo, en una revisión de 2010 con análisis de aguas de consumo público de 67 municipios españoles, la mediana es de 4,2 mg/l (con un rango de menos de 1 a 29,0 mg/l) ¹². Esta mejoría en las cifras de nitratos en las aguas de consumo público debe atribuirse fundamentalmente a una menor contaminación de los acuíferos por una mayor protección ambiental, así como al empleo más racional del abonado mediante el riego por goteo siguiendo una legislación más restrictiva ¹³.

Esta situación actual española no es la misma en otros países de nuestro entorno con importante actividad agrícola, como Turquía (92 poblaciones estudiadas, 12 aguas de consumo público con más de 50 mg/l y dos de ellas con 300 mg/l) ¹⁴ o Marruecos (78 poblaciones estudiadas, 54 aguas de consumo público con más de 50 mg/l y un valor máximo de 246,90 mg/l) ¹⁵. Asimismo, en un estudio de 25 pozos de agua de Nigeria, la contaminación ganadera es la causa de cifras tan altas como 347 y 843 mg/l de nitratos en dos de los pozos estudiados ¹⁶.

En general, cuando los nitratos en el agua de bebida son menores de 10 mg/l, las verduras son la principal fuente de la ingesta de nitratos, pero si su concentración es mayor de 50 mg/l, el agua es la principal fuente, sobre todo en lactantes con lactancia artificial ¹⁷. Por ello, actualmente, en consonancia con nuestros resultados, son excepcionales los casos de metahemoglobinemia por exceso de nitratos en el agua de consumo público en España. Además, para que se produzca metahemoglobinemia probablemente hace falta una alta concentración de nitratos en el agua junto con una infección gastrointestinal de transmisión hídrica, por lo que el adecuado control sanitario de las aguas de consumo humano en nuestro país ha tenido un papel preventivo ¹⁸. Los nuevos casos se deben a nitratos de origen alimentario, tales como sopas de remolacha o purés de borraja, acelgas o espinacas, por lo que la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) recomienda introducir estas últimas después del año de edad ¹⁹. Además, la conservación en nevera durante más de 24 horas aumenta el contenido en nitratos, por lo que se recomienda congelar estos alimentos inmediatamente tras su preparación y descongelarlos antes de su uso ²⁰.

Aunque la cifra de 50 mg/l de nitratos en agua es la máxima permitida para prevenir la metahemoglobinemia, valores inferiores se han implicado en estudios sobre malformaciones congénitas tales como fisura palatina, labio leporino y malformaciones de los

brazos³. Del mismo modo, en los estudios epidemiológicos en que se constata una relación entre los nitratos en el agua y la carcinogénesis, los valores de nitratos son incluso inferiores a 25 mg/l ²¹. Según la OMS², la ingesta media diaria de nitratos a partir de alimentos es de 43 a 131 mg, fundamentalmente con las verduras. Cuando los alimentos que contienen más nitratos forman parte de una dieta equilibrada, la exposición a los nitratos no parece ser perjudicial por la ingesta simultánea de ácido ascórbico y beta-carotenos contenidos en la fruta fresca y los vegetales, que actuarían como antioxidantes. Además, el ácido ascórbico inhibe la conversión de nitritos en nitrosaminas y compuestos N-nitrosos ²².

Como limitación del estudio, cabe señalar que solo se han analizado aguas de municipios con más de 50.000 habitantes, y que posiblemente los municipios pequeños, con menos medios para proteger los acuíferos y con igual o mayor actividad agrícola, podrían presentar cifras más altas de nitratos. En cualquier caso, el estudio recoge información de más de 100 municipios, en los que reside el 45,3% de la población española. En conclusión, podemos decir que la concentración de nitratos en la mayoría de las aguas de consumo público que abastecen los municipios donde habita casi la mitad de la población española tiene valores menores de 15 mg/l. Por tanto, el contenido de nitratos en las aguas de consumo público ha mejorado notablemente respecto a los estudios de décadas anteriores.

¿Qué se sabe sobre el tema?

En estudios sobre concentraciones de nitratos en las aguas de consumo público en las últimas décadas en España se refieren cifras superiores a 50 mg/l en más de un 5% de los municipios, con agrupación en determinadas comunidades autónomas.

¿Qué añade el estudio realizado a la literatura?

Tras el análisis de la concentración de nitratos en las aguas de consumo público de 108 ciudades españolas, en las que vive casi el 50% de la población, se constata que la mayoría tienen menos de 15 mg/l y solo una ciudad tiene más de 50 mg/l. Esta situación actual ha mejorado respecto a lo publicado hace 15 años. Persiste una agrupación regional de municipios con mayor cantidad de nitratos en sus aguas.

Editora responsable del artículo

M^a José López.

Contribuciones de autoría

I. Vitoria y F. Sánchez-Valverde han participado en la concepción y el diseño del estudio. F. Maraver y F. Armijo han realizado los análisis. Los cuatro firmantes han participado en igualdad de condiciones en la interpretación de los resultados y la redacción del artículo. Todos han dado su conformidad a la versión final del trabajo y comparten la responsabilidad del artículo.

Financiación

Ninguna.

Conflictos de intereses

Ninguno.

Bibliografía

1. Fewtrell L. Drinking-water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: a discussion. *Environ Health Perspect*. 2004;112:1371-4.
2. FAO/WHO. Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). En: Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Geneva: World Health Organization, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; 2003. WHO Food Additives Series No. 50. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je06.htm>
3. Brender JD, Weyer PJ, Romitti PA, et al. National birth defects prevention study. Prenatal nitrate intake from drinking water and selected birth defects in offspring of participants in the national birth defects prevention study. *Environ Health Perspect*. 2013;121:1083-9.
4. WHO. Guidelines for drinking-water quality. 4th ed Geneva: WHO; 2011.
5. Vitoria I, Arias T. Importancia nutricional del agua de consumo público y del agua de bebida envasada en la alimentación del lactante. En: Estudio descriptivo de base poblacional. Premio Nacional de Nutrición Infantil de la Asociación Española de Pediatría. Barcelona: Nestlé España; 2000. p. 7-70.
6. Vitoria I, Brines J, Morales M, et al. Nitratos en aguas de consumo público de la Comunidad Valenciana. Riesgo indirecto de metahemoglobinemia en lactantes. *An Esp Pediatr*. 1991;34:43-50.
7. Caballero-Mesa JM, Rubio AC, Hardisson A. Nitrate intake from drinking water on Tenerife Island (Spain). *Sci Total Environ*. 2003;302:85-92.
8. Salgado MJ, Pérez-López M, Alonso J, et al. Assessment of drinking water contamination at springs along the road to Santiago (NW Spain). *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*. 2003;38:609-17.
9. Instituto Nacional de Estadística. Padrón municipal de habitantes. (Consultado el 26/09/14.) Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t20/e245/&file=inebase>
10. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard methods for examination of water and wastewater. 21st ed. Washington: American Public Health Association; 2012.
11. Calidad del agua de consumo humano en España. Informe técnico año 2012. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2014. (Consultado el 10/09/14.) Disponible en: http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/Calidad_agua_consumo_INFORME.2012.pdf
12. Espejo-Herrera N, Kogevinas M, Castaño-Vinyals G, et al. Multicase Control Study of Cancer (MCC)-Spain Water Working Group. Nitrate and trace elements in municipal and bottled water in Spain. *Gac Sanit*. 2013;27:156-60.
13. Real Decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes. BOE. 2005;171:25592-669.
14. Ağca N, Karanlı S, Ödemiş B. Assessment of ammonium, nitrate, phosphate, and heavy metal pollution in groundwater from Amik Plain, southern Turkey. *Environ Monit Assess*. 2014;186:5921-34.
15. Sadeq M, Moe CL, Attarassi B, et al. Drinking water nitrate and prevalence of methemoglobinemia among infants and children aged 1-7 years in Moroccan areas. *Int J Hyg Environ Health*. 2008;211:546-54.
16. Njeze GE, Dilibe U, Ilo C. Nitrate and drinking water from private wells: will there be an epidemic of cancers of the digestive tract, urinary bladder and thyroid. *Niger J Clin Pract*. 2014;17:178-82.
17. World Health Organization. Nitrate and nitrite in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality. 2011. (Consultado el 10/10/14.) Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratennitrite2ndadd.pdf
18. Richard AM, Diaz JH, Kaye AD. Reexamining the risks of drinking-water nitrates on public health. *Ochsner J*. 2014;14:392-8.
19. AECOSAN. Recomendaciones de consumo por la presencia de nitratos en hortalizas. (Consultado el 12/10/14.) Disponible en: http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/rincon.consumidor/Recomendaciones_nitratos.pdf
20. Martínez A, Sánchez-Valverde F, Gil F, et al. Methemoglobinemia induced by vegetable intake in infants in northern Spain. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2013;56:573-7.
21. Ward MH, deKok TM, Levallois P, et al. International Society for Environmental Epidemiology. Workgroup report: drinking-water nitrate and health - recent findings and research needs. *Environ Health Perspect*. 2005;113:1607-14.
22. Hord NG, Tang Y, Bryan NS. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *Am J Clin Nutr*. 2009;90:1-10.