

DISTRIBUCIÓN DEL ARSÉNICO EN EL AGUA DE LA PROVINCIA DE NEUQUÉN

¹Velazquez, Vanesa Giselle y²Dufulho, Ana Cecilia

¹Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud, Universidad Nacional del Comahue,
Buenos Aires 1400, 8300 Neuquén. Tel: 0299-4783239 / 155485544.
e-mail: vgv_r@hotmail.com, ceciliadufilho@gmail.com

Resumen

En el presente estudio se resume el estado del agua en cuanto a contenido de arsénico en relación a su origen. Debido a su importancia epidemiológica como generadora de la enfermedad conocida como Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE), se analizó la información disponible suministrada por el Ente Provincial de Agua y Saneamiento, EPAS, período 1986 – 2004, en total 1165 análisis de muestras de agua subterránea, superficial y de red. Se depuró y corrigió el inventario de datos y luego se generó una base de datos georreferenciada con ArcGIS lo cual permitió realizar los análisis espaciales y los mapas de distribución del arsénico en la provincia.

Los resultados para el período indican que en los departamentos ubicados al Oeste de la provincia, la concentración de arsénico presente en el agua de cualquier origen es menor a 0,05 ppm, encontrándose dentro de los límites permitidos en la ley (Código Alimentario Argentino, hasta el año 2017). Esta situación estaría asociada al menor tiempo de residencia del agua en los acuíferos, mayores precipitaciones y la vinculación con los recursos hídricos superficiales de buena calidad. Hacia el Este se ha detectado presencia de arsénico en el agua subterránea en una faja aproximadamente vertical, en el área circundante a la confluencia de los ríos Limay y Neuquén. Esto ocurriría debido al mayor tiempo de residencia del agua en los acuíferos localizados en el Grupo Neuquén. Según los resultados del muestreo realizado, se infiere que el arsénico en el agua de la provincia de Neuquén es de origen natural proveniente de las rocas sedimentarias (especialmente las compuestas por cenizas volcánicas).

Palabras clave: Arsénico, Neuquén, Recursos hídricos.

Abstract

The present study summarizes the status of water in terms of contents of arsenic in relation to its origin. Because of its epidemiological importance as generator of the disease known as Hydroarsenicism Chronic Regional Endemic (HACRE), the information provided by the Provincial agency for water and sanitation, EPAS (1986 – 2004), granted 1165 underground, surface and network water samples were analysed, purged and corrected and finally georeferenced on ArcGIS to generate maps of distribution of arsenic in the province.

As result, West provincial departments show less than 0.05 ppm arsenic in water from any source, within the limits permitted by law (Código Alimentario Argentino, until 2017), related with lower residence time of water in aquifers, rainfall and with the good quality surface water resources. The appearance of arsenic was identified in groundwater East in an approximately vertical strip, surrounding the Limay and Neuquén rivers confluence. This would happen because to the greater residence time of water in the Grupo Neuquén aquifers. It can be inferred that the arsenic in water in the province of Neuquén is from natural origin of sedimentary rocks (especially the composed of volcanic ash).

Keywords: Arsenic, Neuquén, hidric resources.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El arsénico está presente de forma natural en el agua debido a que las formaciones geológicas por donde circula el agua pueden contener este elemento en concentraciones significativas, superando a veces los niveles de riesgo para la salud humana. Además puede provenir de actividades como la minería, fundición de metales, en fórmulas de plaguicidas y conservantes de la madera.

Barrachina *et al.* (1995) estudiaron la toxicología del arsénico y encontraron que la principal vía de entrada de este elemento en la cadena alimentaria humana, es la ingesta directa de agua, aunque los alimentos contaminados de origen vegetal y animal pueden ser otra vía importante de captación. El consumo prolongado de arsénico puede desarrollar un síndrome tóxico, crónico y adquirido denominado Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE), caracterizado por lesiones cutáneas benignas, que surgen luego de 1 a 15 años de ingesta de aguas contaminadas con arsénico o sus sales inorgánicas, en proporciones incompatibles con el criterio de seguridad (sugerido por la Organización Mundial de la Salud, OMS). El HACRE se desarrolla gradualmente, comprometiendo diversos órganos y sistemas, principalmente la piel, pudiendo ocasionar neoplasias. Este síndrome no cuenta con un tratamiento curativo, pero es prevenible (Palacios *et al.*, 2012). Debido al riesgo sanitario la OMS (1993) concluyó que el consumo prolongado de agua con arsénico a una concentración de 0,05 ppm puede desarrollar distintos tipos de cánceres, y recomendó una concentración máxima de 0,01 ppm de arsénico en agua para asegurar la salud humana.

En Argentina, el Código Alimentario Argentino (CAA), mediante la Ley N°18.284, en el "Capítulo XII: Sobre Bebida hídricas, agua y agua gasificada"; adopta la recomendación de la OMS, estableciendo un tiempo de prórroga para cumplir tal objetivo de cinco años a partir del año 2012 y así alcanzar el valor de 0,01 ppm de arsénico en agua de bebida (Art. 982 (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007 y su Modificación por Resolución Conjunta SPREL N° 34/2012 y SAGyP N° 50/2012). No obstante a nivel provincial, la regulación de la calidad del agua de bebida en la provincia de Neuquén está dada por Resolución 182/00, Normas de calidad para el agua de bebida de suministro público, la cual fija un límite de tolerancia máximo de 0,05 ppm de arsénico en agua de bebida, entre otros índices de calidad. Esta legislación está vigente, pero para prepararse para la reducción de los valores y adherirse a lo que establece el CAA, se considera pertinente realizar un estudio sobre el estado general del agua en paralelo con uno de índole epidemiológico, que sirvan como base de conocimiento para elaborar una gestión con los recursos disponibles a tal fin.

Diversos autores han abordado la problemática del contenido de arsénico en el agua en la República Argentina, entre ellos Fernández-Turielet *et al.* (2005), Litter (2010), Auge *et al.* (2013), mientras que no se han encontrado citas para la provincia de Neuquén.

El objetivo de este trabajo fue contribuir al conocimiento de la aptitud del agua para el consumo humano en la provincia de Neuquén y de esta manera colaborar con el estado de la salud de la población. Los análisis químicos realizados en las fuentes de abastecimiento de agua por el Ente Provincial de Agua y Saneamiento EPAS durante el período 1986 al 2004, brindaron la información necesaria para generar la cartografía sobre la distribución del arsénico en la provincia de Neuquén y así poder realizar inferencias respecto al origen de este elemento en el agua.

METODOLOGÍA

Se analizaron los 1165 de los datos disponibles en el laboratorio del EPAS provenientes de muestreos realizados en agua subterránea, superficial y de red durante el período 1986-2004. El arsénico se midió con el método colorimétrico dietilditiocarbamato de plata (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1989) cuyo límite de detección es de 0,005 mg/L. Este método permitió determinar el arsénico en un rango de 0,005 a 0,200 mg/L y mediante diluciones mayores concentraciones de arsénico.

Hasta el año 2004, los sitios de muestreo de la base de datos del EPAS no estaban georreferenciados por sus coordenadas sino que hacían referencia a nombres de personas, parajes, etc. Por lo tanto, la primera actividad consistió en georreferenciar los sitios y depurar la base haciendo énfasis en las fechas de muestreo, el lugar, el origen del agua y la concentración final de arsénico. Se generó una capa de puntos y valores del muestreo en formato shape de ArcGIS, georreferenciados en el sistema POSGAR 94 faja 2. Posteriormente se realizó una caracterización estadística espacial de los datos de arsénico junto con información política, geográfica, geológica e hídrica y se elaboró la cartografía de distribución espacial del arsénico según la fuente de abastecimiento (agua superficial, agua subterránea y agua de red). En algunas localidades no se disponía del tipo de fuente de agua por lo que se generó una categoría “sin identificar”. Se utilizó información geológica para relacionar la presencia de arsénico con el tipo de rocas en fuentes de agua subterráneas, pero únicamente en aquellos sitios donde se tuvo información del pozo de extracción.

Se utilizó la Resolución Provincial 182/00 que establece en 0,05 ppm (mg/L) el límite permitido de arsénico en el agua potable sin tratamiento en Neuquén, para clasificar el contenido histórico en las muestras. Se debe aclarar que las muestras que dieron valores por encima del límite durante el período 1986-2004 no fueron utilizadas como fuentes de abastecimiento de agua potable.

RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

En el transcurso de 18 años de análisis realizados por el laboratorio del EPAS, se tomaron 1165 muestras de agua para análisis de arsénico, de las cuales 503 son de origen subterráneo, 90 son de origen superficial, 291 proceden de la red de agua potable y 281 muestras donde no se pudo identificar el origen del agua (Tabla 1).

Tabla 1. Muestras de agua analizadas en el laboratorio del EPAS (período 1986 – 2004).

Fuente de las muestras de agua	Total
Subterránea	503
Superficial	90
Agua de red	291
Agua de origen sin identificar	281
Total	1165

De acuerdo a esta información, todos los departamentos de la provincia de Neuquén han sido relevados para determinar el contenido de arsénico, algunos con mayor frecuencia que otros como lo indica la tabla 2 donde se detalla la cantidad de muestreos por departamentos en el período 1986-2004.

Tabla 2. Cantidad de muestreos por departamento en la provincia de Neuquén según datos del laboratorio del EPAS (período 1986 – 2004).

Departamento	Cantidad de Muestras	Departamento	Cantidad de Muestras	Departamento	Cantidad de Muestras
Aluminé	19	Confluencia	533	Huiliches	25
Añelo	54	Loncopue	55	Lacar	15
Catan Lil	16	Los Lagos	9	Pehuenches	39
ChosMalal	23	Minas	37	PicúnLeufú	87
Collón Cura	71	Ñorquín	38	Picunches	56
				Zapala	88

El departamento Confluencia es el que presenta mayor cantidad de muestras positivas de arsénico en agua según la Resolución Provincial 182/00, a lo largo de los 18 años se tomaron 533 muestras de agua de las cuales 26 han dado resultados positivos. Se debe tener en cuenta que es el departamento con mayor cantidad de muestras, fundamentalmente debido a la elevada densidad poblacional (figura 1). Otro aspecto a destacar es que en este departamento gran porcentaje de la población cuenta con agua potable de red cuya fuente de abastecimiento son pozos de bombeo localizados en el subálveo de los ríos Limay y Neuquén o el canal desde el Lago Mari Menuco. Esto disminuye notablemente el riesgo de exposición dado que en el agua de red las concentraciones han sido siempre inferiores a 0,05 ppm. Sin embargo, dentro del departamento de Confluencia es posible hallar personas que se abastecen con agua subterránea, tanto en ámbito rural como en el urbano (en los denominados asentamientos poblacionales informales o tomas). Estos pobladores son los más vulnerables a la exposición de arsénico hasta que puedan ser abastecidos por la red de agua potable brindada por el EPAS.

Agua de red

El 100% de las localidades muestreadas con red de agua potable se encuentra dentro de los límites permitidos de arsénico en agua de consumo sin tratamiento según la Resolución Provincial 182/00.

Agua superficial

Las fuentes de agua superficiales (ríos, lagos, arroyos y canales), teniendo en cuenta los valores establecidos en la Resolución Provincial 182/00, estuvieron dentro de los límites permitidos de arsénico en agua en un 100% de las muestras.

Agua subterránea

Los muestreos sobre las fuentes de agua subterráneas incluyeron: perforaciones profundas en acuíferos confinados, pozos en acuíferos libres y vertientes. De acuerdo al límite de la Resolución Provincial 182/00, se determinó que el 96% de ellos se encuentran dentro de los límites permitidos de arsénico en agua de consumo. Es decir 23 puntos de muestreos detallados en tabla 3 y figura 1 dieron valores superiores al límite, siendo su distribución, en el departamento de Collón Cura, 3 en Añelo, 3 en Picún Leufú y 15 en Confluencia.

Tabla 3. Concentraciones de arsénico en agua subterránea mayores o iguales al límite permitido por la Res. 182/00 según datos del laboratorio del EPAS (período 1986 – 2004).

Localidad	Departamento	Resultados en ppm (mg/L)	Año de muestreo
Piedra del Águila	Collón Cura	0,050	2001
Centenario	Confluencia	0,050	1991
Neuquén	Confluencia	0,050	1995
Neuquén	Confluencia	0,050	1996
Neuquén	Confluencia	0,050	1998
Villa Unión	Picún Leufú	0,060	1998
Sierra Chata	Añelo	0,060	1995
Vista Alegre Sur	Confluencia	0,060	1996
Centenario	Confluencia	0,060	1996
Aguada Aquebeque	Picún Leufú	0,060	1997
Aguada San Roque	Añelo	0,060	1991
El Sauce	Picún Leufú	0,067	1997
Arroyito	Confluencia	0,650	1990
Sauzal Bonito	Confluencia	0,070	2002
Centenario	Confluencia	0,070	1993
Centenario	Confluencia	0,090	1993
Vista Alegre Sur	Confluencia	0,090	1998
Arroyito	Confluencia	0,100	1990
Arroyito	Confluencia	0,110	1990
Centenario	Confluencia	0,130	1991
Neuquén	Confluencia	0,140	2001
Piedra del Águila	Collón Cura	1,300	1990
Aguada San Roque	Añelo	0,230	1998

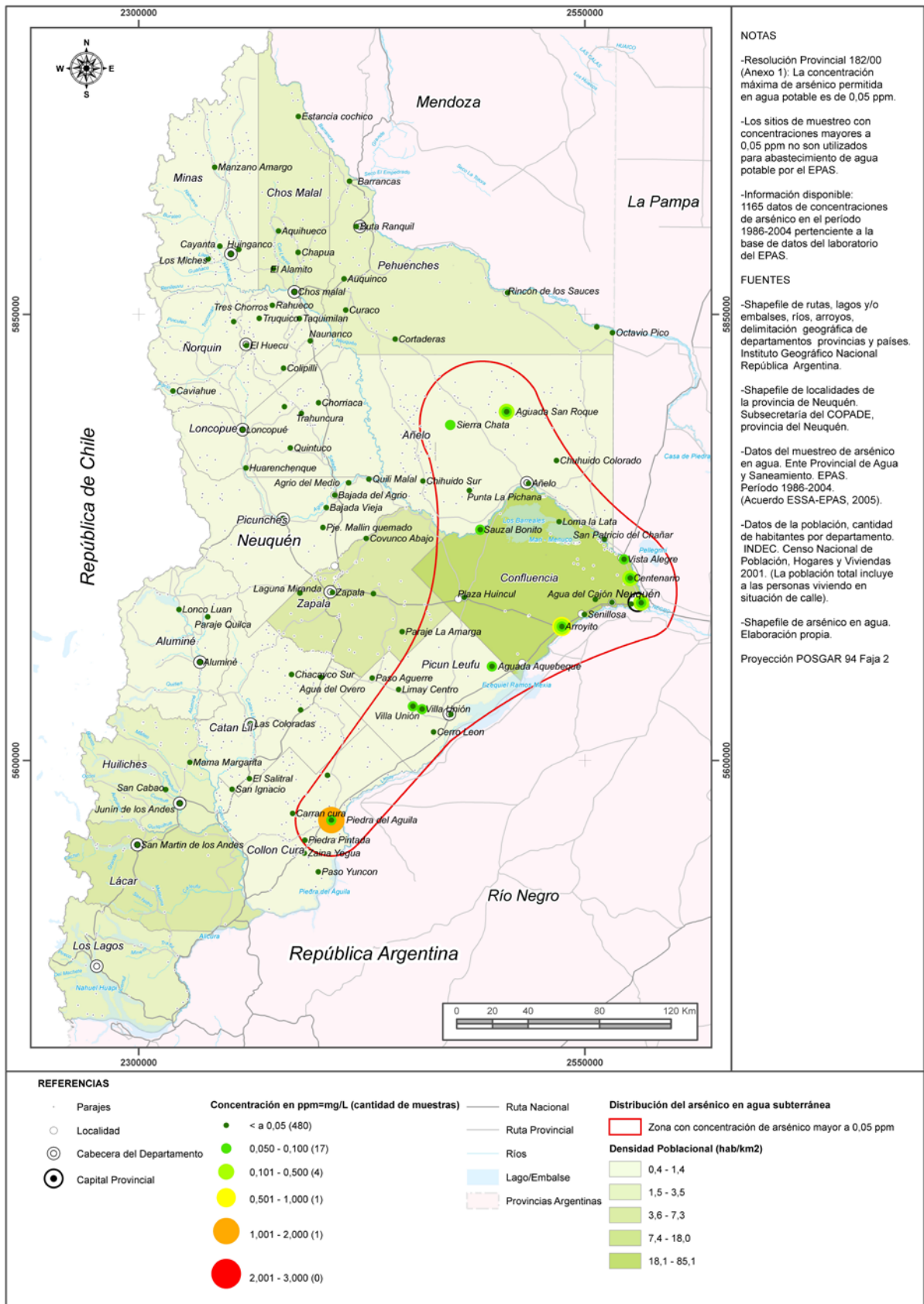


Figura 1. Distribución espacial del arsénico en agua subterránea según registros históricos del laboratorio del EPAS (período 1986-2004).

De acuerdo a la información disponible, los pozos que arrojaron valores elevados extraen agua de los acuíferos confinados multicapa del Grupo Neuquén. Este grupo está formado por una sucesión de areniscas y pelitas subhorizontales que presentan un buzamiento promedio de 2° a 4° al este. El área de recarga se localiza en la región central de la provincia donde existen extensos afloramientos de las formaciones acuíferas pero, debido a precipitaciones cercanas a 200 mm anuales, la tasa de recarga es muy baja (AIC, 2015). El tiempo de residencia elevado (superior a 5000 años) permite que el agua que circula por el medio poroso se vaya cargando de sales presentes en las rocas sedimentarias (Auge *et al.* 2013). Según Auge *et al.* (2013), el origen y la distribución del arsénico en el agua subterránea de la Argentina se debe fundamentalmente a cuestiones naturales por disolución de minerales arsenicosos originados en las erupciones volcánicas y a la actividad hidrotermal de la Cordillera de los Andes.

En las zonas cercanas al río Neuquén y al río Limay, los afloramientos de sedimentitas permiten la recarga y la dilución, por lo que la calidad del agua es mejor, con menores contenidos salinos y de arsénico.

En la llanura aluvial de los ríos Neuquén y Limay, el acuífero libre a semiconfinado se relaciona con los ríos recibiendo la recarga en los tramos formados por sedimentos más gruesos. En todas las tomas de agua localizadas en los subálveos de estos ríos, la concentración de arsénico medida ha sido inferior a 0,05 ppm.

Se detectaron varias muestras con información relevante en las cuales no fue posible determinar el sitio del muestreo aunque si la localidad, sin embargo no se quiso omitir datos que pudieran ser importantes en la investigación del arsénico en la provincia de Neuquén.

En 13 de las 282 muestras tomadas en 6 localidades, se registran concentraciones de arsénico iguales o mayores al límite permitido por la Res. 182/00 (tabla 4).

Tabla 4: Concentraciones de arsénico en agua de origen sin identificar iguales o mayores al límite permitido por la Res. 182/00según datos del laboratorio del EPAS (periodo 1986 – 2004)

Localidad	Departamento	Resultados en ppm (mg/L)	Año de muestreo
Neuquén	Confluencia	0,050	2001
Vista Alegre Sur	Confluencia	0,060	1996
Chacayco Sur	Confluencia	0,100	2001
Arroyito	Confluencia	0,100	1993
Arroyito	Confluencia	0,120	1990
Arroyito	Confluencia	0,120	1990
Arroyito	Confluencia	0,120	1990
Arroyito	Confluencia	0,120	1990
Neuquén	Confluencia	0,140	1990
Neuquén	Confluencia	0,600	1990
Piedra del Águila	Collón Cura	0,900	1990
Piedra del Águila	Collón Cura	1,600	1990
Plaza Huinul	Confluencia	3,000	1992

Teniendo en cuenta la localización, es posible que algunos de estos valores máximos de fuentes sin identificar correspondan a efluentes industriales, a vertidos de conservación de pieles y curtiembres o a residuos agrícolas.

CONCLUSIONES

A partir del análisis realizado se determina que todos los departamentos de la Provincia de Neuquén han sido relevados al menos una vez durante el periodo 1986 - 2004.

En los departamentos Aluminé, Los Lagos, Lácar, Huiliches, Zapala, Picunches, Loncopué, Ñorquín, Pehuenches, Chos Malal y Minas la concentración de arsénico hallada en cualquiera de los orígenes identificados es menor a 0,05 ppm, encontrándose dentro de los límites permitidos según la Res. 182/00.

La presencia de arsénico en el agua subterránea de la Provincia de Neuquén se distribuye en una faja de dirección aproximadamente norte-sur ubicada en la región este de la provincia, asociada a algunas capas del acuífero confinado multicapa del Grupo Neuquén. Esto puede ocurrir debido al mayor tiempo de residencia del agua en los acuíferos confinados profundos, mientras que en los acuíferos libres a semiconfinados asociados a la llanura aluvial de los ríos Neuquén y Limay no se ha determinado presencia de arsénico. En la región oeste de la provincia el contenido de arsénico en el agua subterránea es menor a 0,05 mg/l posiblemente debido al menor tiempo de residencia del agua en los acuíferos, mayores precipitaciones y la vinculación con los recursos hídricos superficiales de buena calidad. Por lo tanto, no se pueden descartar eventos con aporte de arsénico sobre todo en las áreas de escorrentía superficial asociadas a rocas volcánicas.

Todos los cursos de agua superficiales muestreados en la provincia de Neuquén se encuentran dentro de los límites permitidos de arsénico en el 100% de los casos, según la Resolución Provincial 182/00. Pero, en los sistemas lóticos los procesos ocurren en un corto período de tiempo, por lo que es más difícil la detección de fenómenos puntuales como crecidas o aluviones que podrían aportar altas concentraciones de arsénico.

Los máximos registrados históricamente en el período corresponden a fuentes sin identificar, por lo que se ha sugerido repetir los análisis en estas localidades.

Según la distribución espacial de los resultados, se infiere que el arsénico en el agua de la provincia de Neuquén es de origen natural. Para especificar la dinámica del arsénico en el medio poroso a lo largo del flujo, es necesario realizar un estudio hidrogeológico del subsuelo que permita elaborar el modelo conceptual a escala regional.

Dada la prórroga hasta el año 2017 del Código Alimentario Argentino, Capítulo XII, para cambiar la concentración máxima tolerable en agua de bebida en todas las provincias argentinas de 0,05 ppm a 0,01 ppm, se propone actualizar la Res 182/00 y realizar las acciones que fueran necesarias.

REFERENCIAS

- Auge, M., Viale, G. E. y Sierra, L.**, 2013. Arsénico en el agua subterránea de la Provincia de Buenos Aires. In VIII Congreso Argentino de Hidrogeología La Plata. T II (pp. 58–63).
- Barrachina, A. A. C., Beneyto, F. M. y Carbonell, F. B.**, 1995. Arsénico en el sistema suelo-planta: significado ambiental. Universidad de Alicante. Gráficas Vidal Leuka, S. L. (pp. 6-17, 103-107).
- Código Alimentario Argentino**, 2007. Capítulo XII, Bebidas Hídricas, Agua, y Agua Gasificada, Art. 982 Agua Potable". Resol. Conjunta, 68, 2007.
- Fernández-Turiel, J. L., Galindo, G., Parada, M. Á., Gimeno, D., García-Vallés, M. y Saavedra Alonso, J.**, 2005. Estado actual del conocimiento sobre el arsénico en el agua de Argentina y Chile: origen, movilidad y tratamiento. II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de hidrología subterránea IV Congreso Hidrogeológico Argentino Río Cuarto.
- Litter, M. I.**, 2010. La problemática del arsénico en la Argentina: el HACRE. Rev. Soc. Argent. Endocrinol. Ginecol. Reprod. (SAEGRE) (pp. 17, 5-10).
- Palacios, S. V., Guglielmino, C. M., Vereá, M. A. y Pecotche, D. M.**, 2012. H.A.C.R.E. Hidroarsenicismo Crónico Regional y Endémico. Arch. Argent. Dermatol (pp. 62, 233-238).
- Resolución Provincial 182/00**, 2000. Provincia de Neuquén, Ente Provincial de Agua y Saneamiento.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 1989. 17th ed, APHA, AWWA, WPCF, US.
- Organización Mundial de la Salud (OMS)**, 1993. Guías para la calidad del agua potable, Geneva, Vol.1, Recomendaciones.
- AIC**, Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro, (consultada el 10 de marzo de 2015) <http://www.aic.gov.ar/aic/publicaciones/CaudalesMediosAnuales.pdf>.