

EVALUACION DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORUROS Y DE ARSÉNICO EN LA PROVINCIA DE LA RIOJA

Díaz, Esteban O.^{1*}; Quintero, Mirta del V.² y Personal de la DAPyS.²

1: Cátedra Ingeniería Sanitaria - Carrera Ingeniería Civil
Facultad Regional La Rioja
Universidad Tecnológica Nacional
San Nicolás de Bari (E) 1100 La Rioja (5300)
e-mail: estebandiaz@arnet.com.ar – esteban28963@yahoo.com.ar

2: Laboratorio Control de Calidad - DAPyS.
Dirección de Agua Potable y Saneamiento del Ente Único de Control
San Martín 117 2° P. La Rioja (5300)
e-mail: eucop_dapys@yahoo.com.ar

Resumen. *Como fuentes de provisión para el consumo humano La Provincia de La Rioja cuenta con aguas subterráneas y superficiales. La poca información disponible sobre análisis físico-químicos en las aguas superficiales y subterráneas de la provincia se ha recopilado y se representa las áreas geográficas de riesgo potencial de acuerdo a categorías, y específicamente en cuanto a las concentraciones de fluoruros y de arsénico. La información disponible indica que existen áreas con fuentes que presentan aguas con valores de concentraciones superiores a los límites normativos vigentes. Aunque los valores son bajos en comparación con otros lugares del país, esta situación aconseja profundizar en la evaluación de la distribución geográfica y en los estudios de prevalencia, tanto del flúor como del arsénico en las aguas de La Rioja. La Provincia de La Rioja carece de información epidemiológica específica derivada de la presencia de estos compuestos en el agua de consumo. Esta investigación pretende ser usada de sustrato a futuros estudios epidemiológicos que se hagan sobre su incidencia en la salud pública. Y en el planteo de soluciones adecuadas a los efectos de minimizar los riesgos derivados del consumo de aguas con concentraciones de Flúor y de Arsénico por encima de los valores normados.*

Palabras clave: agua, flúor, arsénico, La Rioja.

1. INTRODUCCIÓN

Como todo recurso natural, el agua no es ilimitado y debe ser sabiamente administrado y protegido contra su explotación irracional y contaminación. Y tanto desde el punto de vista de gestión de los recursos disponibles, como del acceso al agua potable y saneamiento para la población mundial, el recurso agua constituye el gran desafío mundial en este siglo. Ya que la

Universidad Tecnológica Nacional (2015) Allende, Puliafito y Panigatti (Eds.)

porción de recursos hídricos que puede ser usada para satisfacer la creciente demanda para el consumo humano, es cada vez más escasa, tanto en el aspecto cuantitativo como cualitativo.

La Provincia de La Rioja posee recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos e identificados dentro de las distintas cuencas hidrográficas conformadas en su territorio y utilizando el recurso hídrico para su desarrollo social y económico.

En los últimos años la demanda hídrica se ha incrementado notablemente a consecuencia, entre otros factores, principalmente del crecimiento demográfico consumado y de la localización de los distintos diferimientos agro-industriales.

La Provincia de La Rioja, sumando todos los escurrimientos superficiales, tiene un módulo de alrededor de trece metros cúbicos por segundo ($13 \text{ m}^3/\text{s}$), que resulta ser el más bajo considerando todas las provincias argentinas. Consecuentemente, las aguas subterráneas han tenido un papel fundamental, como fuente de abastecimiento a la población, la industria y el riego agrícola.

La Rioja cuenta con una población, según el último Censo Nacional, de aproximadamente 333.642 habitantes [1]. Y es de cabal conocimiento que determinadas áreas o zonas de la provincia presentan fuentes de agua con concentraciones por encima del nivel normativo vigente de los parámetros de agua potable.

En este estudio de diagnóstico solo tendremos en cuenta lo referente a las concentraciones de flúor y arsénico en las fuentes de agua, y no en la distribución dentro de lo que es el sistema agua potable.

Las determinaciones físico-químicas históricas, muestran concentraciones de flúor y arsénico superiores a los niveles guías propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OSM) [2]; el Código Alimentario Argentino (CAA) [3], y a los valores establecidos por la normativa de la Provincia de La Rioja [4].

El objetivo general de este trabajo de investigación es realizar un diagnóstico de situación para posteriormente confeccionar un mapa con áreas geográficas en las cuales la presencia de flúor y arsénico en las aguas constituya un riesgo potencial para la población. Y principalmente que sirva de sustrato a futuros estudios epidemiológicos y plantear las soluciones más adecuadas para minimizar los riesgos derivados del consumo de aguas con elevadas concentraciones de flúor y de arsénico.

Se ha tratado y recopilado la información disponible con el fin de ver el estado general de la situación y se procedió a determinar los valores mínimos, medios, medianas y máximos, y se adoptaron distintas categorías de concentraciones.

2. ANTECEDENTES

Uno de los problemas más delicados que enfrenta la utilización de agua en la provisión para consumo humano, es el contenido de elementos perjudiciales para la salud de quienes la consumen. En diversas regiones del país, la provisión de agua para bebida se ve seriamente dificultada por la existencia de fuentes con elevados contenido de arsénico y flúor.

2.1. Fluoruro [2]

El contenido de flúor de la corteza terrestre es aproximadamente 0,3 g/kg y se encuentra en forma de fluoruros en diversos minerales. La mayoría del fluoruro en aguas de consumo es de origen natural. La exposición diaria al fluoruro depende principalmente de la zona geográfica. En la mayoría de las circunstancias, los alimentos parecen ser la principal fuente de ingesta de fluoruro, mientras que la aportación procedente del agua de consumo y de los dentífricos es menor.

Valor de referencia 1,5 mg/l

Las Normas internacionales de 1971 recomendaron el establecimiento de límites de control de los fluoruros en el agua de consumo para diversos intervalos del promedio anual de temperaturas máximas diarias del aire. Asimismo, se destacó que, a la hora de establecer normas nacionales para el fluoruro, es especialmente importante tener en cuenta las condiciones climáticas, el volumen de agua ingerida y la ingesta de fluoruro procedente de otras fuentes.

2.2. Arsénico [2]

El arsénico es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre, en su mayoría en forma de sulfuro de arsénico o de arseniatos y arseniuros metálicos. La principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de origen natural. Excepto en las personas expuestas al arsénico por motivos laborales, la vía de exposición más importante es la vía oral, por el consumo de alimentos y bebidas. En ciertas regiones, las fuentes de agua de consumo, particularmente las aguas subterráneas, pueden contener concentraciones altas de arsénico. En algunas zonas, el arsénico del agua de consumo afecta significativamente a la salud, y el arsénico se considera una sustancia a la que debe darse una prioridad alta en el análisis sistemático de fuentes de agua de consumo.

Valor de referencia provisional 0,01 mg/l.

El valor de referencia se designa como provisional debido a la existencia de incertidumbres científicas.

3. METODOLOGÍA

La Provincia de La Rioja figura a nivel nacional, como una provincia que no cuenta con datos fehacientes, como por ejemplo en los estudios o informes por parte del Ministerio de Salud de la Nación, del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), etc. Salvo en algunos estudios puntuales, y sólo en casos aislados se tiene información sobre parámetros de calidad en las fuentes de agua de la Provincia.

Lo mismo sucede con los estudios en particular que se conocen, respecto a las concentraciones de arsénico y flúor en el agua para la provisión para consumo humano. Asimismo no se cuenta con estudios de prevalencia asociados a estos parámetros, no existe información reportada acerca de la existencia de Fluorosis en la Provincia.

Hay provincias que poseen más y confiable información, y por ejemplo existen estudios epidemiológicos para conocer la población afectada por aguas arsenicales, como es el caso de la provincia Santa Fe. (Ente Regulador de Servicios Sanitarios, ENRESS [5]).

Para el presente trabajo se definió una muestra general de 36 localidades que poseen como mínimo unos 500 habitantes (Figura 1), y que representan en conjunto aproximadamente alrededor de un 92% de la población total de La Rioja, según el último Censo Nacional. En la Tabla 1 se presentan los valores de Coordenadas, Altitud y Porcentaje de Población de las 36 localidades que forman parte de la muestra en estudio.

LOCALIDADES	UBICACIÓN		ALTITUD	POBLACIÓN
	S	O	msnm	%
La Rioja	29°24'47"	66°51'21"	498	49,55%
Chilecito	29°10'00"	67°30'00"	1.080	10,99%
Aimogasta Arauco	28°33'36"	66°48'38"	830	4,08%
Chemical	30°21'00"	66°19'00"	471	3,84%
Chepes	31°16'00"	66°35'60"	714	3,37%
Nonogasta	29°18'00"	67°30'00"	906	1,89%
Villa Unión	29°19'11"	68°13'26"	1155	1,83%
Olta	30°37'00"	66°16'00"	560	1,63%
Milagro	31°01'00"	65°59'00"	344	1,16%
Ulapés	31°35'00"	66°15'00"	430	0,93%
Guandacol	29°31'25"	68°33'28"	1055	0,91%
Famatina	28°55'00"	67°31'08"	1672	0,86%
Villa San José de Vinchina	28°33'36"	66°48'38"	1450	0,80%
Sanagasta	29°16'60"	67°01'60"	1005	0,72%
Vichigasta	29°28'60"	67°31'00"	863	0,71%
Andolucas -Shaqui - Cuipán - Las Talas - Los Robles	28°28'00"	67°08'00"	1080	0,64%
Sañogasta	29°18'00"	67°35'60"	1205	0,59%
Villa Castelli	29°00'00"	68°11'00"	1333	0,57%
Patquía	30°03'00"	66°53'00"	417	0,55%
Santa Rita de Catuna	28°48'21"	66°56'42"	1325	0,47%
Anillaco	30°56'60"	66°13'00"	470	0,47%
Salicas - San Blas - Chaupihuasi	28°24'00"	67°05'00"	1037	0,45%
Malanzán	30°48'00"	66°37'00"	855	0,42%
Villa Mazán	28°40'00"	66°34'00"	689	0,42%
Tama	30°31'00"	66°32'00"	670	0,37%
Pituil	28°34'00"	67°27'00"	1319	0,35%
Campanas	28°34'00"	67°37'00"	1581	0,34%
Chañar	30°37'00"	66°16'00"	560	0,33%
Pagancillo	29°34'00"	68°03'00"	1228	0,33%
El Portezuelo	30°51'00"	66°42'00"	798	0,31%
Aminga	28°49'21"	66°54'00"	1275	0,28%
Desiderio Tello	31°13'00"	66°19'00"	613	0,25%
Alpasinche	28°19'00"	67°03'00"	940	0,19%
Punta de los Llanos	30°09'00"	66°33'00"	372	0,18%
Anjullón	28°43'21"	66°55'60"	1294	0,18%
Bañado de los Pantanos	28°15'00"	66°50'00"		0,17%

Tabla 1. Coordenadas, Altitud y Porcentaje de Población de las localidades en estudio. Elaboración en base a datos de los Censos Nacionales INDEC.

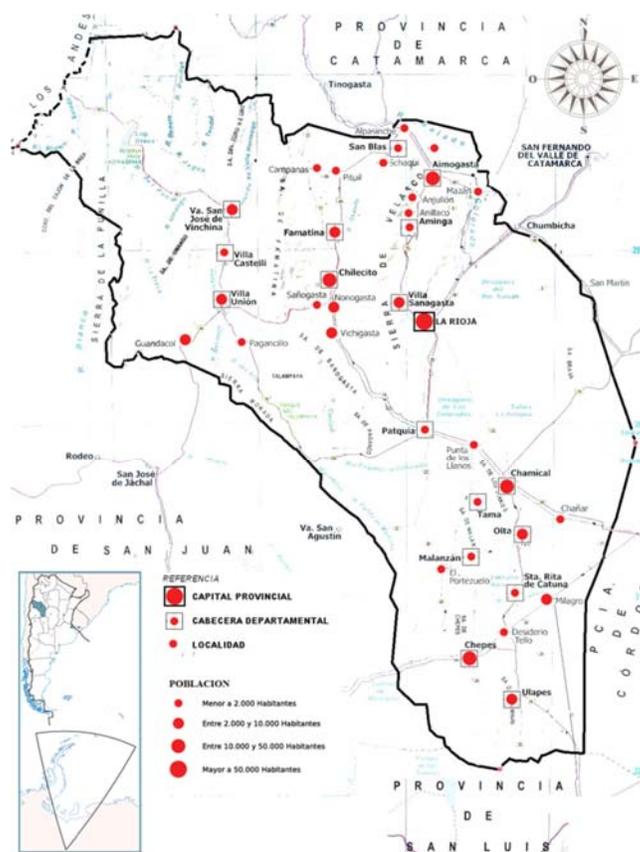


Figura 1. Mapa de Localidades en estudio.

Se estudiaron y cotejaron los datos históricos correspondientes a análisis físico químicos de fuentes de agua, usadas para la provisión de la población de esas localidades, procedentes del Laboratorio de Control de Calidad de Aguas de la Dirección de Agua Potable (DAPyS) del Ente Único de Control (EUCOP); y que formaban parte de los desaparecidos archivos de la Ex-Empresa Provincial de Obras Sanitarias (EPOSLAR), como de documentación de la Ex-Aguas de La Rioja S.A. (ALARSA) y de la actual Aguas Riojanas SAPEM (ARSAPEM).

Las muestras analizadas abarcan distintos periodos que van desde el año 1993 hasta inclusive algunas del año 2013. Y las técnicas de análisis usadas para la determinación de los parámetros varían en sus distintas formas conocidas.

La primera selección fue descartar aquellos análisis que no eran de muestras de fuentes de agua, sino que eran por ejemplo pertenecientes a puntos de las redes u otros lugares del

sistema de abastecimiento.

Se tomaron los resultados de distintos años sobre la misma fuente y en cada localidad, luego de desechar algunos protocolos de análisis por incongruencias (valores fuera de lógica, dudas o falta de identificación de la fuente y/o localización, etc.); por lo que se trabajó finalmente con una muestra general de 282 análisis de F y de 269 análisis de As, con una distribución de frecuencias dada. (Gráfico 1).

Posteriormente se determinaron para cada localidad los valores mínimos, medios, medianas y máximos de los datos analizados como muestra general. (Tabla 2)

A los efectos de establecer comparaciones relativas se hicieron en función de los valores vigentes según la normativa provincial y con respecto a valores sugeridos por la OSM.

Los límites normativos tomados fueron los establecidos dentro del Marco Regulador del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja (Ley Provincial N° 6.281: F = 2 mg/l y As = 0,050 mg/l); y de la OMS (Organización Mundial de la Salud) y del CAA (Código Alimentario Argentino) se adoptó: F = 1,3 mg/l y As = 0,010 mg/l.

4. RESULTADOS

Del total de la muestra adoptada como válida, y como corolario podemos puntualizar las siguientes consideraciones:

En el Gráfico 1 tenemos en término de número de análisis, en Flúor solo el 13,5% están por encima del valor de la norma vigente de 2 mg/l y si tomamos como valor el de 1,3 mg/l se eleva al 47,2%. En Arsénico solo el 3,4% de los análisis están por encima del valor de la norma vigente de 0,050 mg/l y si tomamos como valor el de 0,010 mg/l se eleva al 26,0%.

En la Tabla 2 observamos que en el parámetro Flúor, los valores máximos de concentraciones determinados se encuentran en un rango que va desde los 0,5 mg/l a los 6,9 mg/l; los valores medios se encuentran en un rango que va desde los 0,3 mg/l a los 4,6 mg/l y los valores de mediana se encuentran en un rango que va desde los 0,2 mg/l a los 4,2 mg/l (Tabla 2).

Asimismo en la Tabla 2 en el parámetro Arsénico, los valores máximos de concentraciones determinados se encuentran en un rango que va desde los 0,010 mg/l a los 0,120 mg/l; los valores medios se encuentran en un rango que va desde los 0,005 mg/l a los 0,052 mg/l y los valores de mediana se encuentran en un rango que va desde los 0,004 mg/l a los 0,006 mg/l.

En cuanto al comportamiento de los parámetros estudiados, se presentan los valores máximos y medios de las concentraciones de flúor y arsénico obtenidos; en función de las localidades comparadas con los límites normativos.

En el Gráfico 2 en término de número de localidades y tomando valores máximos; en Flúor solo 15 localidades están por encima del valor de la norma vigente de 2 mg/l y se eleva a 21 localidades si tomamos como valor el de 1,3 mg/l. En Arsénico solo 8 localidades están por encima del valor de la norma vigente de 0,050 mg/l y se eleva a 26

localidades si tomamos como valor el de 0,010 mg/l.

En el Gráfico 2 en término de número de localidades y tomando valores medios, en Flúor solo 5 localidades están por encima del valor de la norma vigente de 2 mg/l y se eleva a 15 localidades si tomamos como valor el de 1,3 mg/l. En Arsénico solo 1 localidad está por encima del valor de la norma vigente de 0,050 mg/l y se eleva a 21 localidades si tomamos como valor el de 0,010 mg/l (Gráfico 2).

En la Figura 2 y 3 se representaron los mapas respectivos con los puntos de muestreo identificados con valores máximos y medios de las muestras de Flúor y de Arsénico para la Provincia de La Rioja.

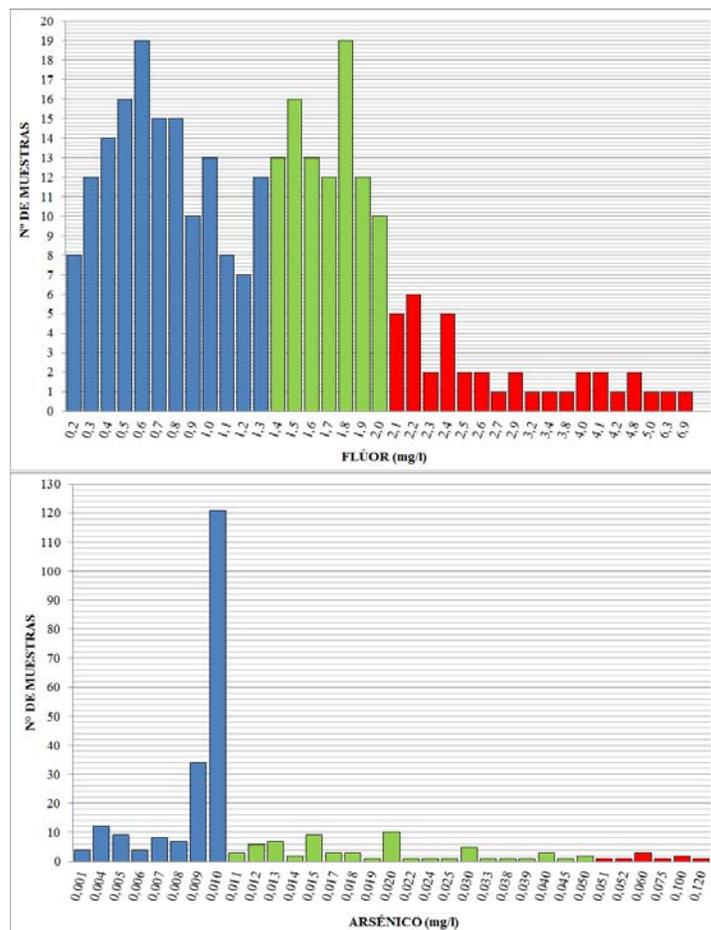


Gráfico 1. Distribución de Frecuencias.

LOCALIDADES	FLUORURO (mg/l)				ARSÉNICO (mg/l)			
	Máx	Prom	Mediana	Min	Máx	Prom	Mediana	Min
La Rioja	2,9	1,5	1,5	0,6	0,039	0,011	0,010	0,004
Chilecito	0,8	0,6	0,6	0,4	0,014	0,005	0,004	0,004
Aimogasta Arauco	3,2	1,7	1,8	0,6	0,013	0,010	0,010	0,009
Chemical	1,8	0,9	0,8	0,3	0,052	0,018	0,013	0,004
Chepes	2,3	1,7	1,7	1,1	0,030	0,012	0,010	0,005
Nonogasta	0,7	0,5	0,6	0,2	0,010	0,010	0,010	0,010
Villa Unión	1,7	1,1	1,1	0,5	0,012	0,010	0,010	0,009
Olta	1,3	0,7	0,6	0,3	0,015	0,010	0,010	0,010
Milagro	2,2	1,6	1,6	1,1	0,015	0,012	0,010	0,010
Ulapes	2,6	2,2	2,1	1,9	0,010	0,010	0,010	0,009
Guandacol	0,5	0,4	0,4	0,4	0,015	0,011	0,010	0,010
Famatina	0,5	0,3	0,3	0,2	0,020	0,013	0,010	0,010
Villa San José de Vinchina	0,9	0,5	0,4	0,3	0,010	0,010	0,010	0,009
Sanagasta	1,1	0,6	0,5	0,2	0,010	0,006	0,009	0,001
Vichigasta	2,5	2,1	2,3	0,9	0,010	0,009	0,009	0,009
Andolucas -Shaqui - Cuipán - Las Talas - Los Robles	0,6	0,4	0,5	0,2	0,018	0,012	0,010	0,010
Sañogasta	1,0	0,6	0,6	0,4	0,010	0,010	0,010	0,009
Villa Castelli	0,8	0,6	0,6	0,3	0,020	0,013	0,010	0,005
Patquía	6,3	2,7	2,1	1,4	0,020	0,013	0,010	0,009
Santa Rita de Catuna	2,4	1,7	2,0	0,6	0,010	0,009	0,010	0,008
Anillaco	1,7	1,4	1,4	1,0	0,010	0,010	0,010	0,010
Salicas - San Blas - Chaupihuasi	0,9	0,8	0,7	0,7	0,020	0,013	0,010	0,010
Malanzán	2,3	2,0	2,0	1,6	0,050	0,023	0,010	0,009
Villa Mazán	6,9	4,6	4,2	3,4	0,075	0,052	0,060	0,010
Tama	1,8	1,4	1,6	0,6	0,030	0,011	0,010	0,001
Pituil	0,7	0,4	0,2	0,2	0,013	0,011	0,010	0,010
Campanas	0,7	0,7	0,7	0,6	0,010	0,010	0,010	0,010
Chañar	1,3	0,8	0,8	0,5	0,030	0,012	0,010	0,009
Pagancillo	2,1	1,4	1,7	0,8	0,100	0,036	0,010	0,010
El Portezuelo	2,9	1,7	1,5	0,9	0,120	0,036	0,009	0,005
Aminga	0,8	0,6	0,7	0,3	0,010	0,010	0,010	0,010
Desiderio Tello	4,0	3,3	3,9	1,2	0,050	0,015	0,030	0,015
Alpasinche	1,4	0,9	0,9	0,6	0,018	0,012	0,010	0,010
Punta de los Llanos	2,7	1,9	1,8	1,3	0,020	0,012	0,010	0,010
Anjullón	2,4	0,9	0,7	0,3	0,010	0,010	0,010	0,009
Bañado de los Pantanos	2,0	1,8	1,8	1,7	0,040	0,033	0,030	0,030

Tabla 2. Comportamiento Flúor y Arsénico: Valores Máximos, Medios, Medianas y Mínimos.

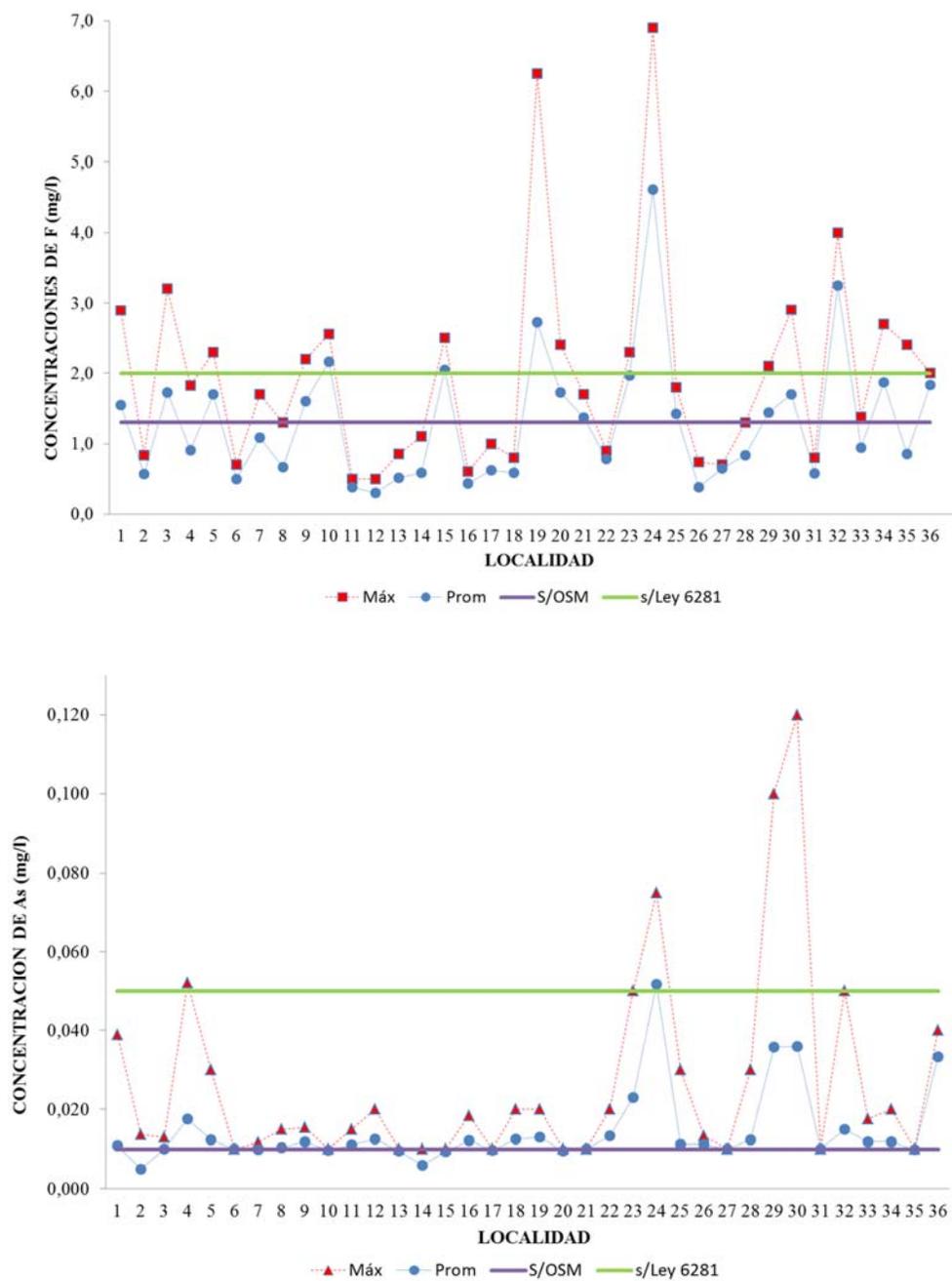


Grafico 2. Comportamiento del Flúor y Arsénico: Valores Máximos y Medios.

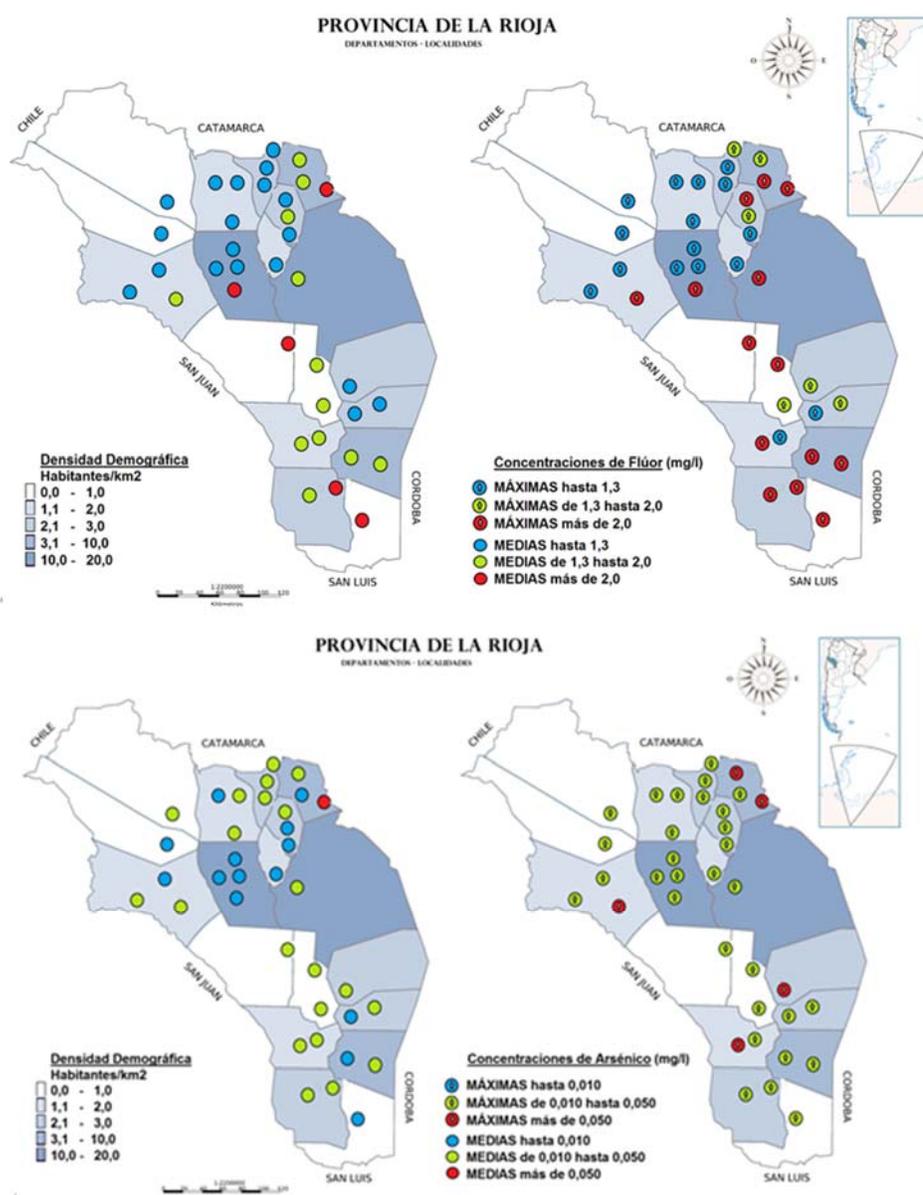


Figura 2 y 3. Mapas: Puntos de muestreo identificados con valores Máx. y Med. para concentraciones de Flúor y de Arsénico (mg/l) en la Provincia de La Rioja.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La principal conclusión, y de acuerdo a la información disponible, es que existen áreas con fuentes que presentan aguas con concentraciones superiores a los límites normativos. Aunque los valores son bajos en comparación con otros lugares del país, es aconsejable profundizar en la evaluación de la distribución geográfica, tanto del Flúor como del Arsénico en las aguas de La Rioja.

Y en particular se revela que tenemos en la provincia una mayor cantidad de fuentes de agua con valores fuera de norma en las concentraciones de flúor en comparación a las concentraciones de arsénico presentadas.

Sin entrar a analizar o plantear la discusión sobre si tomar valores medios y máximos, y en los periodos mencionados, son representativos o no; si creemos que los mismos nos ofrecen una visión cercana y útil de la distribución geográfica de las concentraciones de Flúor y Arsénico en las fuentes de aguas de la provincia.

Permite ser usado de sustrato a los futuros estudios epidemiológicos que se hagan sobre la incidencia de los parámetros Flúor y Arsénico en la salud pública. Asimismo pretende servir para el planteo de las soluciones más adecuadas a los efectos de minimizar los riesgos derivados del consumo de aguas con concentraciones de Flúor y de Arsénico por encima de los valores normados.

En nuestro país existen y aún se superponen, según las distintas provincias, marcadas diferencias entre Normas de calidad y vigilancia del agua. Y estas diferencias también se dan entre países y aún entre organismos internacionales, pero en la actualidad la tendencia general es tender a fijar límites cada vez más restrictivos.

El encarar investigaciones profundizando los estudios sobre la incidencia del F y As en la salud, esencialmente en lo referente a las concentraciones en el agua, a los tiempos de exposición y a las condiciones socio-económicas de los usuarios, permitirá establecer normas de calidad con un soporte mucho más sólido del que se dispone en la actualidad.

Por último avalar lo expuesto por varias organizaciones u organismos respecto a la necesidad de lograr uniformar la metodología de recolección y de análisis de muestras de las aguas de todo el país, para conformar una base de datos general para obtener resultados confiables y comparables. Incluso para estimar, los niveles de inversión requeridos para dar solución a esta problemática.

REFERENCIAS

- [1] INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (Censo Año 2010)
- [2] OMS (Organización Mundial de la Salud) “*Guías para la calidad del agua potable*”. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición (2006).
- [3] CAA (Código Alimentario Argentino). Artículo 982, Agua Potable. Capítulo XII, Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. Actualizado (2007).
- [4] Ley Provincial N° 6.281/96 - *Marco Regulador del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja* y sus modificatorias Leyes N° 6.308/97;

N° 6.349/97 y N° 7.173/01. (2006)

[5] Corey Germán, Tomasini Rubén y Pagura José “*Estudio Epidemiológico de la Exposición al Arsénico a través del Consumo de Agua*” – Gobierno de Santa Fé – ENRESS (Ente Regulador de Servicios Sanitarios) – 2da. Edición (2008).

[6] Ministerio de Salud de la Nación, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Asociación Toxicológica Argentina “*Epidemiología del Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico en la República Argentina*” - Estudio Colaborativo Multicéntrico – (2006).

[7] Pérez Carrera, A. y Fernández Cirelli, A. “*Niveles de Arsénico y Flúor en Agua De Bebida Animal en Establecimientos de Producción Lechera (Pcia. de Córdoba, Argentina)*”. In Vet 6 CETA. Fac. de Cs. Vet. UBA (2004).

[8] Rondano, Karina; Mellano, Fernanda; Rosas, Domingo; Garcia, Pia; López Pasquali, Clara. “Arsénico y Flúor en Agua para Consumo en Robles, Santiago del Estero, Argentina” *Rev. Ciencia*, Vol. 3, N° 3, Abril 2008. p 69 -78.

[9] Smedley, P. L. and Kinniburgh, D. G., 2002. A Review Of The Source, Behaviour And Distribution Of Arsenic In Natural Waters. *Applied Geochemistry*, 17: 517-568.

[10] Vilches Fátima E., Palomeque Luis I., Córdoba Graciela del V., Fuentes Susana E. y Navarro García Luis F. “*El Arsénico en la Provincia de Catamarca, Argentina*”. II° Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de hidrología subterránea y IV° Congreso Hidrogeológico Argentino, Río Cuarto, Argentina (2005).