

EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO Y ARSÉNICO EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DOMO CENTRAL DE LA PROVINCIA DEL CHACO.

Osicka, Rosa M.; Agulló Natalia S.; Herrera Aguad, Carlos E.; Giménez, María C.;
Cátedra de Química Analítica General. Fac. de Agroindustrias. U.N.N.E.
Cmte. Fernández 755. (3700) Pcia. R. Sáenz Peña, Chaco. Argentina.
E-mail: cgimenez@fai.unne.edu.ar. Tel-fax: 03732-420137.

INTRODUCCIÓN

El flúor que ingerimos procede de la dieta, estando presentes en las aguas de bebida y también en los alimentos en pequeñas cantidades. El flúor puede catalogarse como un elemento esencial, desde el punto de vista de la nutrición humana, ya que es un oligoelemento imprescindible para la formación de huesos y dientes. A pesar de lo expresado el flúor sigue siendo un elemento claramente tóxico en el que sólo la cantidad de las dosis consumidas diferencia los efectos beneficiosos de los perniciosos.

El fluoruro está normalmente presente en las aguas naturales subterráneas y generalmente las concentraciones más altas se asocian a las aguas de estas fuentes. La mayoría de las aguas contienen 1 mg L^{-1} , con concentraciones mayores a $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ se han observado manchas en los dientes, con niveles entre 3,0 a $6,0 \text{ mg L}^{-1}$ puede producirse fluorosis ósea y cuando supera los 10 mg L^{-1} puede producirse fluorosis invalidante (OPS, 1985). La toxicidad aguda se produce por consumo accidental, la cual puede llevar al individuo a la muerte. Las intoxicaciones crónicas provocadas por la absorción repetida de pequeñas dosis de derivados fluorados se conocen con el nombre de fluorosis y se refieren en general al consumo de aguas relativamente ricas en flúor con concentraciones superiores a 2 mg L^{-1} .

Es frecuente caracterizar grandes zonas territoriales en que las aguas subterráneas pueden aparecer con cantidades relativamente elevadas de flúor. Éstas, que generalmente son explotadas para satisfacer las necesidades para el consumo humano, presentan el enorme riesgo que al ser ingeridas en forma continua y por largos períodos, resultan perjudiciales para la salud (Piñeda y col., 1998). En Argentina, la mayor parte del agua extraída del subsuelo proviene de sedimentos finos de origen eólico, producto de la orogenia andina, ricos en vidrios volcánicos y responsables de los elevados contenidos en arsénico y flúor entre otros elementos, en las aguas superficiales y subterráneas. De hecho, en Argentina, hay una amplia franja poblacional susceptible a enfermedades de origen hídrico.

Los niveles de arsénico encontrados (Giménez et al., 2000) y los resultados de estudios epidemiológicos realizados en la provincia del Chaco por el Dr. Enríquez y colaboradores entre 1949 y 1975, revelaron la relación existente entre el consumo de aguas con altos contenidos de este elemento y la enfermedad del HACRE (Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico), caracterizada por manifestaciones cutáneas (pigmentación en la piel, queratosis y cáncer de piel), disturbios gastrointestinales, afecciones en la circulación periférica, entre otros (Astolfi et al. 1981 y 1982; Cursi, 1993). Diversos casos de fluorosis dental fueron detectados en regiones con hidroarsenicismo crónico en México (Del Razo et al., 1993).

Como el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento de la región centro-oeste de la provincia del Chaco, tanto para la zona urbana como para la zona rural y al ser el Flúor un elemento cuya aparición, se considera está ligada a la presencia de altas concentraciones de arsénico, se pretende evaluar, comparar y analizar la posible correlación existente entre los niveles de flúor y arsénico hallados en aguas naturales subterráneas utilizadas tanto para el consumo humano y animal en la área correspondiente a la Región del Domo Central de la provincia del Chaco. Se consideró relevante iniciar este estudio con el fin de poder evaluar el riesgo al que está expuesta la población que en ella reside.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitos de muestreo y procedimiento

Las muestras seleccionadas fueron tomadas al azar de pozos y perforaciones de aguas naturales subterráneas ubicados en 11 Departamentos de la Región Central de la Provincia del Chaco (Comandante Fernández, Independencia, Quitilipi, Maipú, Almirante Brown, Gral. Belgrano, 9 de Julio, 25 de Mayo, 12 de Octubre, Mayor Jorge Fontana y San Lorenzo). Se analizaron un total de 76 muestras. En todos los casos solo se consideraron aquellas empleadas tanto para el consumo humano como animal. Las mismas fueron rotuladas, acondicionadas y trasladadas al laboratorio para su posterior análisis. Al arribar al laboratorio fueron filtradas, se tomaron alícuotas de las mismas y se ajustó el pH de acuerdo al elemento a analizar; posteriormente fueron conservadas en ambiente refrigerado a 4°C , en botellas plásticas, hasta su análisis. Todas las muestras, para ambos elementos, fueron analizadas por triplicado dentro de los dos meses de su recolección.

Análisis de flúor y arsénico

Para la determinación de fluoruro en agua se seleccionó el método espectrofotométrico de flúor basado en la destilación con el reactivo alizarina formando un complejo púrpura con el flúor que es medido colorimétricamente a 530 nm. Este método complexométrico, tiene un rango colorimétrico regulable de 0,1 a 2 mg l⁻¹ de fluoruro, para aguas superficiales y subterráneas.

Concentraciones por debajo de 0,05 mg L⁻¹ fueron consideradas no detectables. La concentración máxima de fluoruro en agua de bebida fue estimada teniendo en cuenta la temperatura media promedio del área geográfica considerada. El rango de temperaturas medias durante los últimos 30 años para la región en estudio se encuentra entre 0°C y 43,5°C, con una media de 21,6° C (INTA, 1998). El límite máximo en función de la temperatura media promedio, teniendo en cuenta el consumo de agua de bebida, es para la región en estudio de 1,0 mg l⁻¹ de fluoruro, según lo establece el Código Alimentario Argentino.

La técnica de análisis utilizada para la determinación de arsénico se fundamenta en la reducción del arsénico inorgánico a arsina utilizando zinc en solución ácida como reductor. La arsina es absorbida por la solución de dietilditiocarbamato de plata (AgDDTC) en efedrina/cloroformo y posteriormente es determinada espectrofotométrica. La sal de plata reacciona con la arsina que produce un complejo rojo, de intensidad proporcional a la cantidad de arsénico presente en la muestra, con absorción máxima a 518 nm. (Vasak and Sedivek, 1952; APHA, AWWA, MPCF, 1979; Bart oretti y Dalzo, 1977 y modificada por Giménez et al., 1996).

Las muestras se determinaron en un espectrofotometro BECKMAN UV-Visible Modelo DU 640B. Los resultados obtenidos fueron analizados por medio del software estadístico STATGRAPHIC Plus Profesional 4.0.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La concentración de fluoruro en las muestras de agua subterránea analizadas se encuentran dentro de un rango que va de 0,05 a 4,2 mg l⁻¹ (Figura 1). Del total de las 76 muestras analizadas, 29 de ellas (38 %) presentan niveles por encima de 1,0 mg l⁻¹, el máximo valor permitido en agua de bebida en la región en estudio. En contraste, 47 muestras (62 %) presentan concentraciones de fluoruro dentro de los niveles aconsejables para la Región correspondiente al Domo Central de la Provincia del Chaco (1,00 mg l⁻¹).

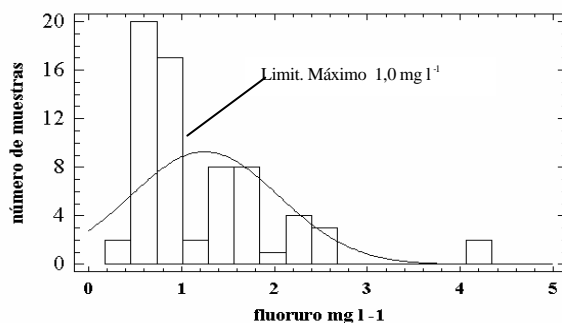


Figura 1: Distribución de la concentración de fluoruro en las muestras de agua subterráneas en la región del Domo Central de la Prov. del Chaco

El rango de concentración de arsénico total en las muestras analizadas se halla entre 0,01 y 0,80 mg l⁻¹, de ellas un 43,4 % (33 muestras) presentan niveles por encima de 0,05 mg l⁻¹ (concentración máxima admisible en agua de bebida por la O.M.S.), mientras que un 56,6% (43 muestras) exhiben niveles por encima de las concentraciones máximas permitidas.

El análisis de la correlación lineal entre la concentración de arsénico total y fluoruro en las muestras de aguas subterráneas presenta una correlación positiva ($r = 0,6614$; $p < 0,001$) (Fig. 2). Esto nos demuestra el alto grado de contaminación que presentan las aguas subterráneas de la región y el peligro al que está expuesta la población que en ella reside.

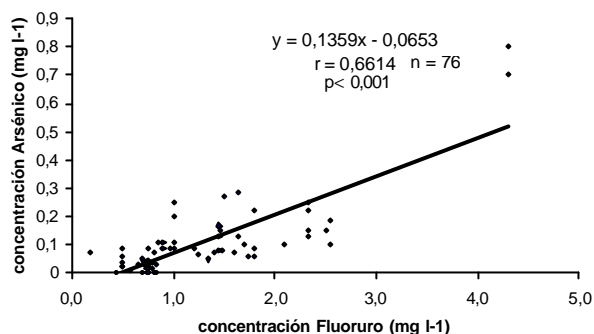


Figura 2: Relación entre la concentración de arsénico y fluoruro en muestras de agua subterránea en la región del Domo Central de la prov. Del Chaco.

CONCLUSIONES

La existencia de una correlación positiva entre las concentraciones de arsénico y fluoruro encontradas, nos permiten afirmar, que la población expuesta a altas concentraciones de arsénico se encuentra también expuesta a niveles altos de fluoruro en la Región del Domo Central de la Provincia del Chaco, lo cual evidencia el peligro al que está expuesta la población que en ella reside.

BIBLIOGRAFÍA

- APHA , AWWA , MPCF. (19/9). *Método para la deteminación de Arsénico por Espectrofotometría visible del complejo formado entre Arsina y AgDDTC* . Standar Methods for the Examin ations of water and Wasterwater 4 : 63- 64.
- A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. "Food compositions , Additives, Natural Contaminants." 15th Edition. Vol. II Arlington, Virginia U.S.A.
- Astolfi, E.; Besuschio, S.C.; García Fernández, J.C.; Guerra, C. y Maccagno, A., . (1982). *Hidroarsenicismo crónico Regional Endémico*. Tall. Gráficos Coop. Gral. Belgrano, Bs. As.
- Astolfi, E.; Maccagno, A.; Fernández, J.C.; Vaccara, R. y Stimola, R., (1981). *Relation between a arsenic in drinking water and skin cancer*, *Bioloog. Trace Elem. Res.*, 3. 133-143.
- Bartoretti, E y Dalzo, C., (1977). *Determinación de Arsénico en agua. Nuevo método colorimétrico*. Tecnología y tratam. del Agua. M.B. Edit. S.R.L. :54-58.
- Enriquez, A. (1978). Bosquejo de un Mapa de Hidroarsenicismo Crónico en la Provincia del Chaco. 5^o Congreso Argentino de Saneamiento . Santa Fe . Argentina.
- Giménez, M.C. Benítez, M, Osicka , R.M, Castro M.P., (2000) "Determinación de arsénico total en Aguas Naturales subterráneas del Departamento Comandante Fernández, Chaco, Argentina , CIT, VOL :
- Cursi O. H. (1993) *Toxicología*. López Ed. .Bs. As. Cap. 5 : 65 -68.
- Hans G. ; Sigel, Helmut ; Sigel, Astrid. (1988). *Asenic : Handbook on toxicity of inorganic compound*, New York Edited by Seiler , Chapter 8 : 80-90.
- Del Razo, L.M.; Corona, J.C.; García-Vargas, G.; Albores A. & Cebrián M.E. (1993). "Fluoride levels in well-water from a chronic arsenicism of Northern Mexico". *Environmental Pollution* 80 : 91 -94.
- Organización Panamericana de la Salud (1985). "Guías para la calidad del agua potable" Publicación científica N° 481.
- Piñeda, H. ; Reartes, N.; Sereno S.; Frangie, S.; Bologna C.y Sereno L. (1998). "Eliminación de fluoruros utilizando hidroxipatita". *Actas Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*.
- Vasak, V. and Sedívek V., (1952). The colorimetric determinación of arsenic, *Chem. Listy*, 46. 341 -344