

CONCENTRACIÓN DE FLÚOR y arsénico en el agua de red de General Pico (Argentina) durante el periodo 2007-2013

Pariani, A.O.¹; Perea Muñoz, J.M.²; Castaldo, A.O.¹; García Martínez, A.R.²;
Giorgis, A.O.¹; Angón, E.²; Lamela Arteaga, P.¹; Hecker, F.¹

Resumen: La provincia de La Pampa (Argentina) se caracteriza por presentar en sus aguas subterráneas alta concentración de arsénico y flúor. En este trabajo, se determinó la concentración de flúor y arsénico en el agua de red que llega a los habitantes de la ciudad de General Pico y su evolución. La concentración promedio tanto de arsénico (0,059 mg/l) como de flúor (2,339 mg/l) en el agua de red superó en el periodo 2007–2013 los valores permitidos por el Código Alimentario Argentino y la Organización Mundial de la Salud, cuyos valores máximos aceptables son de 0,01 mg/l para el arsénico y de 1,2 mg/l para el flúor. La concentración de arsénico disminuyó en el agua de red cuando aumentó la cantidad de precipitaciones, mientras que la concentración de flúor fue independiente del nivel de precipitaciones. La población expuesta a altas concentraciones de arsénico tiende a encontrarse también expuesta a altas concentraciones de flúor.

Palabras claves: Agua potable, Arsénico, Flúor.

Fluor and Arsenic concentration in tap water of General Pico from the period of 2007 to 2013

Abstract: The province of La Pampa (Argentina) is characterized by high concentrations of arsenic and fluorine in groundwater. In this work, the concentration of fluorine and arsenic in public potable water from General Pico and its evolution were determined. The average concentration of both arsenic (0.059 mg/l) and fluorine (2,339 mg/l) in the public tap water during the period 2007-2013 exceeded those figures allowed for human consumption by the Argentine Food Code and the World Health Organization, whose maximum acceptable figures are 0.01 mg/l for arsenic and 1.2 mg/l for fluoride. The arsenic concentration in the public potable water tended to decrease when rainfall increased, while the fluoride concentration was independent of the level of precipitations. People exposed to high concentrations of arsenic tend to be also exposed to high concentrations of fluoride.

Key Words: Tap water, Arsenic, Fluor.

Introducción

El flúor se encuentra más frecuentemente como fluoruro de hidrógeno, que es absorbido por las lluvias, las nubes y la niebla, y forma ácido fluorhídrico que cae a la tierra. En el agua y en el suelo se adhiere fuertemente al sedimento o a partículas, acumulándose en plantas o animales (Kyczel, 2006). Está presente en los gases de emanaciones de volcanes activos, en

1 Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam. General Pico, La Pampa, Argentina.

2 Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

enormes cantidades que ascienden a miles de toneladas por año. También en depósitos minerales y sedimentos lixiviados, cuya forma estable es la iónica de fluoruro. Dos son las vías de aporte de flúor al medio ambiente: el natural y el antropogénico. El natural generalmente como fluoruro de hidrógeno, en su mayoría de origen volcánico. El antropogénico por desechos industriales, combustibles fósiles, riego con aguas contaminadas y lluvia ácida. La presencia de flúor en aguas naturales depende de las condiciones salinas, factores atmosféricos, estabilidad de las formas moleculares y de la arquitectura del sedimento (Weinert Seyfarth, 2005).

El arsénico es un elemento muy común en la atmósfera, en rocas y suelos, en la hidrosfera y la biosfera, y de elevada toxicidad para los seres vivos. El origen del arsénico en las aguas subterráneas de Argentina es atribuido a la actividad volcánica ocurrida en los Andes durante el Cuaternario o por el vertido de la industria química que puede aportar un alto porcentaje de arsénico en las redes de desagüe. Mayoritariamente el arsénico en aguas subterráneas proviene de la disolución de minerales, erosión y desintegración de rocas y por deposición atmosférica (Castro de Esparza, 2006).

El arsénico se halla en las aguas naturales como especie disuelta, la cual se presenta por lo común como oxianiones con arsénico en dos estados de oxidación, arsénico trivalente, arsenito, arsénico pentavalente y arseniato. El estado de oxidación del arsénico, y por lo tanto su movilidad, están controlados fundamentalmente por las condiciones redox y el pH (Lillo, 2008). En el agua de bebida normalmente el arsénico se encuentra como arseniato y puede ser absorbido con facilidad en el tracto gastrointestinal en una proporción entre 40 y 100% (Kenneth, 1994). El arsénico inorgánico ingerido es absorbido por los diferentes tejidos y se elimina por orina. Cuando lo que se absorbe es mayor a lo que se excreta se acumula en tejidos primeramente uñas y pelo.

El principal problema ocasionado por la ingesta de arsénico durante largos períodos de tiempo, es el Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE). El HACRE está asociado a varios efectos crónicos, entre ellos alteraciones de la piel tales como melanosis, queratosis y cáncer de piel. El tiempo que tarda en manifestarse el HACRE es variable y está relacionado con el estado de salud de la persona, la sensibilidad individual, el estado nutricional, la ingesta diaria, la concentración de arsénico en el agua de consumo y el tiempo de exposición (Trelles *et al.*, 1970; Biagini *et al.*, 1995). Para la aparición de los signos clínicos tienen que transcurrir algunos años. Entre los efectos del arsénico sobre la salud humana, también se ha descrito su relación con la aparición de cáncer de vejiga, riñón y pulmón; patologías vasculares de las extremidades inferiores, diabetes, hipertensión arterial y trastornos reproductivos (UN, 2001).

La presencia de arsénico y flúor en el agua subterránea utilizada para consumo humano o animal es uno de los problemas sanitarios más importantes a nivel mundial. La elevada toxicidad del arsénico y sus compuestos exige un riguroso control del agua y el alimento, pues aún en pequeñas dosis, puede acumularse en el organismo y provocar intoxicaciones crónicas. Se han citado contenidos altos de arsénico en aguas naturales en diversos ambientes, aunque se encuentran las mayores concentraciones en las aguas subterráneas (Smedley *et al.*, 2002).

El consumo de agua con elevadas concentraciones de flúor ocasiona problemas de salud como fluorosis dental y ósea, además de favorecer enfermedades renales y cáncer. También produce una reducción de coeficiente intelectual, principalmente en niños de edad escolar (Gómez *et al.*, 2002; Chávez, 2010). Pequeñas cantidades de flúor ayudan a prevenir las caries dentales, pero cantidades altas pueden perjudicar su salud. En adultos, la exposición a altos niveles de fluoruro puede aumentar la densidad de los huesos. Sin embargo, si la exposición es alta y continua, los huesos pueden tornarse frágiles y quebradizos (Gómez *et al.*, 2002).

La concentración máxima en agua potable recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Código Alimentario Argentino (C.A.A) es de 0,01 mg/l para el arsénico y 1,2 mg/l para el flúor. Esto no obliga a las provincias a adoptarlo. De hecho, la provincia de La Pampa, por la ley 1.027 (Régimen de conservación y uso del agua potable) lo fija al valor máximo de As entre 0,15 y 0,18 mg/l, valores muy superiores a los que establece el C.A.A. Sin embargo, en Argentina, tanto en la provincia del Chaco (Osicka *et al.*, 2008) como en la provincia de Córdoba (Pérez Carrera *et al.*, 2007) y Tucumán (Guber *et al.*, 2009) han sido encontrados valores superiores de arsénico en aguas subterráneas.

En la provincia de La Pampa (Argentina), Otrosky *et al.*, (2010) encontraron elevadas concentraciones de ambos elementos en aguas subterráneas de explotaciones ganaderas de la zona norte. Teniendo en cuenta que el suministro de agua potable de las principales ciudades también procede de perforaciones freáticas, resulta de especial interés evaluar el nivel de flúor y arsénico. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar la concentración de flúor y arsénico en el agua de red en la ciudad de General Pico (Argentina) durante el periodo 2007–2013.

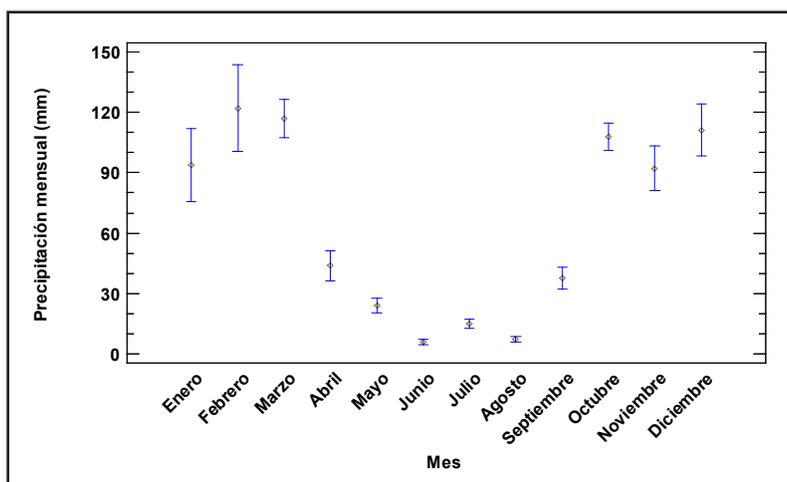
\ Material y Métodos \

General Pico se sitúa en el noreste de la provincia de La Pampa (Argentina), en las coordenadas 35°40'00" S y 63°44'00" O. Actualmente

espectrofotómetro METROLAB, siendo la longitud de onda seleccionada de 540 nm (Vasak *et al.*, 1952; APHA, 1976; Bartoletti *et al.*, 1977).

Las precipitaciones mensuales durante el periodo de estudio fueron registradas a partir de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de General Pico (**Figura 2**). Los meses fueron clasificados según su nivel de precipitación en cuatro categorías: 0 (seco), si <10 mm; 1 (poco lluvioso), si 10–40 mm; 2 (lluvioso), si 40–115 mm; 3 (muy lluvioso), si >115 mm.

Figura 2. Precipitaciones medias mensuales registradas en General Pico (Argentina) durante el periodo 2007-2013



La existencia de asociación significativa entre la concentración de flúor y arsénico se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Para determinar si el nivel de pluviometría y el lugar de muestro afectó a la concentración de flúor y arsénico se utilizó ANOVA y el test SNK. Los análisis fueron desarrollados con Statgraphics Centurion.

\ Resultados y Discusión \

La concentración media de arsénico en el agua de red de General Pico fue de 0,059 mg/l durante el periodo 2007–2013. Estos valores coinciden con los trabajos realizados por Navoni *et al.*, (2012), que analizaron la

concentración de arsénico en agua en distintas localidades de la provincia de Buenos Aires, hallando en todas las muestras valores superiores a los 0,01 mg/l. Osicka *et al.*, (2008) determinaron que el rango de concentración de arsénico total en las muestras analizadas en la provincia de Chaco (Argentina), se hallaba entre 0,01 y 0,80 mg/l.

El rango de concentración de arsénico en agua hallado en la literatura oscila entre 0,001 mg/l a 1 mg/l (Nicolli *et al.*, 1989, Nicolli *et al.*, 1997; Pinedo *et al.*, 1998; Cabrera *et al.*, 2001; Smedley *et al.*, 2002; Bhattacharya *et al.*, 2006; Espósito *et al.*, 2011). Guber *et al.*, 2009 estudió los niveles de arsénico en el agua de consumo en Leales y Graneros (Provincia de Tucumán, Argentina) hallando concentraciones promedios de 0,112; 0,087 y 0,096 mg/l para para la localidad de Leales y de 0,163; 0,045; 0,405; 0,056 mg/ para Graneros.

Otros autores, por el contrario, encontraron que las concentraciones de arsénico en agua se hallan próximo a los valores aceptados por los Organismos Internacionales, como Blanes *et al.*, (2004) que estudió los niveles de arsénico en aguas subterráneas de la región central de la provincia del chaco hallando una concentración media de 0,04 mg/l.

Algunos trabajos realizados en la región de Carabobo (Venezuela) y en la provincia de Cartago (Costa Rica), indican que los niveles de arsénico no superan los valores de 0,01 mg/l (Agreda *et al.*, 2005; Sandoval-Mora, 2010).

En la **Figura 3** se muestra la concentración media mensual de arsénico y se observa que los meses de mayores concentraciones corresponden a abril y agosto, con medias de 0,067 mg/l y 0,065 mg/l, respectivamente.

En la **Figura 4** se muestra la concentración de arsénico en el agua de red y su relación con el nivel de precipitación. El nivel de precipitación afectó significativamente a la concentración de arsénico ($P < 0,000$), observándose cómo disminuye a medida que se incrementa el nivel de precipitación. En los meses secos la concentración de arsénico es significativamente superior, alcanzando una media de 0,063 mg/l. Los meses muy lluviosos presentaron una media significativamente inferior de 0,054 mg/l, mientras que los meses poco lluviosos y lluviosos mostraron una concentración de arsénico homogénea e intermedia.

Figura 3. Concentración media mensual de arsénico en el agua de red de General Pico (Argentina) durante el periodo 2007-2013

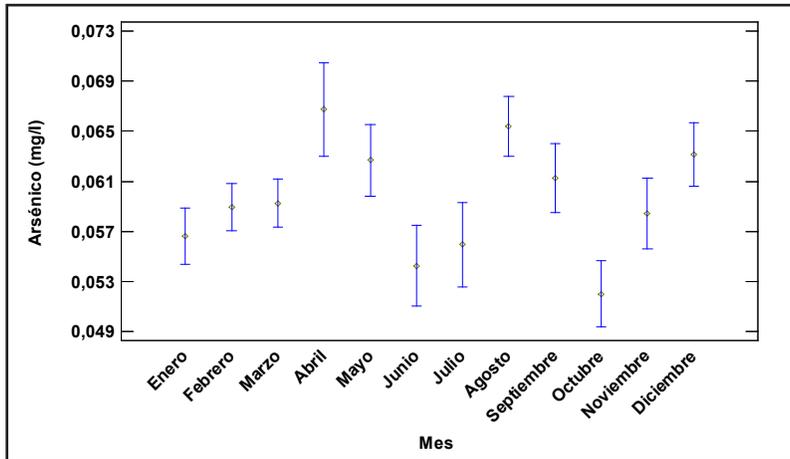
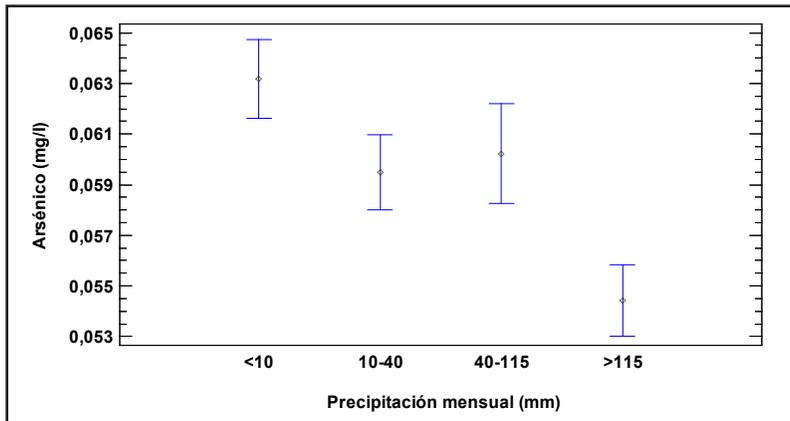


Figura 4. Concentración de arsénico en el agua de red de General Pico (Argentina) según el nivel de precipitación durante el periodo 2007-2013



El arsénico en las aguas subterráneas, aparte de lo descrito por Castro de Esparza (2006), también es incorporado por otros mecanismos como los descritos por Herráez Sánchez de las Matas (2001) como resultado de la excesiva utilización de productos fitosanitarios basados en arsénico. En consecuencia, los descensos en el agua de la napa tienden a incrementar la concentración del mismo.

En la **Tabla 1** se muestra la concentración de arsénico en los 8 puntos de muestreo. En el barrio Rucci se obtuvo la menor concentración de arsénico para todo el periodo, con una media de 0,051 mg/l, mientras que los demás puntos de muestreo presentaron niveles homogéneos y superiores. Estos valores coinciden con los obtenidos por Navoni *et al.*, (2012) en distintas localidades de la provincia de Buenos Aires (Argentina), todos superiores a los 0,01 mg/l. Asimismo, Osicka *et al.*, (2008) determinó un rango de concentración de arsénico en la provincia de Chaco (Argentina), entre 0,01 y 0,80 mg/l.

Tabla 1. Concentración de arsénico en el agua de red en los distintos puntos de muestreo de la ciudad de General Pico (Argentina) durante el periodo 2007-2013

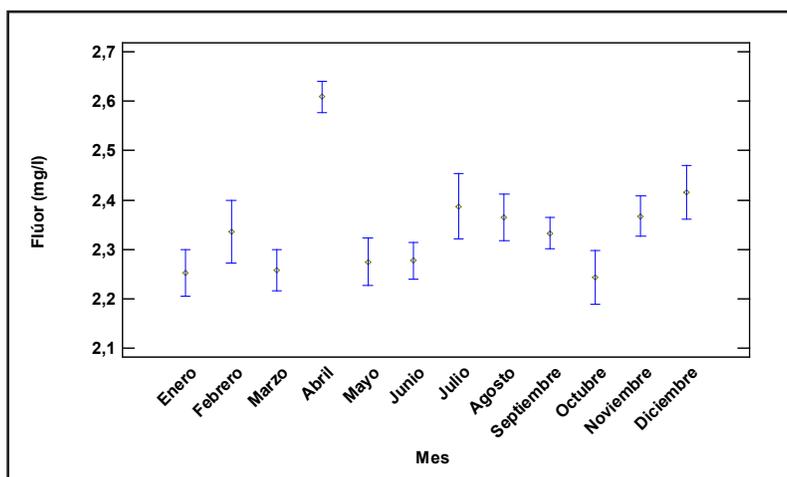
Punto de muestreo	Media	Desviación típica	Test SNK
Rucci	0,050	0,012	A
El Molino	0,058	0,014	B
Norte	0,058	0,017	B
Este	0,060	0,019	B
Carlos Berg	0,060	0,017	B
Don Bosco	0,060	0,019	B
Indios Ranqueles	0,064	0,017	B
Talleres	0,064	0,018	B

En aguas naturales del Departamento de Unión, sudeste de la provincia de Córdoba (Argentina), Pérez-Carrera *et al.*, (2013) encontraron que 75% de las muestras analizadas superaron los valores aceptados por el Código Alimentario Argentino. En este trabajo, cualquiera de los valores hallados en los diferentes puntos de muestreo son superiores a los valores de arsénico estipulados por la OMS, FAO y el Código Alimentario Argentino, que toman como límite superior el valor de 0,01 mg/l. Las mayores exigencias en la calidad de agua se deben a los numerosos estudios que relacionan enfermedades respiratorias, neurológicas y cardiovasculares a una exposición crónica al arsénico con valores superiores a 0,01 mg/l (Gorby, 1994; National Research Council, 1999). Además ha sido documentado el papel del arsénico como agente carcinogénico en humanos mediante estudios epidemiológicos que relacionan la ingesta de arsénico en agua de bebida y el cáncer de piel; y estudios ocupacionales que relacionan la exposición al arsénico y el cáncer de pulmón (IARC, 2002).

La concentración media de flúor en el agua de red de General Pico fue de 2,339 mg/l durante el periodo 2007–2013. En la **Figura 5** se muestra la

concentración media mensual de flúor y se observa que en Abril se encuentra la mayor concentración, con una media de 2,624 mg/l, coincidiendo con las mayores concentraciones de arsénico.

Figura 5. Concentración media mensual de flúor en el agua de red de General Pico (Argentina) durante el periodo 2007-2013



La concentración de flúor y arsénico mostró una débil correlación positiva de 0,226 ($P < 0,000$), lo que indica cierta tendencia a la covariación de ambos elementos en el agua de red. En la provincia del Chaco (Argentina), Osicka *et al.*, (2008) encontraron en aguas subterráneas del Domo Central una correlación lineal fuerte y positiva entre ambos elementos ($r = 0,661$; $P < 0,001$).

En la **Figura 6** se muestra la concentración de flúor en el agua de red y su relación con el nivel de precipitación. El nivel de precipitación no afectó a la concentración de flúor, por lo que no hay relación entre ambas variables.

En la **Tabla 2** se muestra la concentración de flúor en los 8 puntos de muestreo. En el barrio Rucci se obtuvo la menor concentración de flúor para todo el periodo, con una media de 2,248 mg/l. La mayor concentración correspondió a los barrios Carlos Berg y Don Bosco, con una media de 2,421 mg/l y 2,414 mg/l, respectivamente, mientras que los demás puntos de muestreo presentaron niveles homogéneos e intermedios. Osicka *et al.*, (2008) determinaron un rango de concentración de flúor en la provincia de Chaco (Argentina), entre 0,05 y 4,2 mg/l. En el sudeste de la provincia de Córdoba (Argentina), Pérez Carrera *et al.*, (2007) determinaron un rango de concentración de flúor entre 0,40 mg/l y 10,01 mg/l (media de 3,46

mg/l) en aguas freáticas, mientras que en aguas de pozos semisurgentes la concentración estuvo entre 0,429 mg/l y 1,470 mg/l (media de 0,510 mg/l).

Figura 6. Concentración de flúor en el agua de red de General Pico (Argentina) según el nivel de precipitación durante el periodo 2007-2013

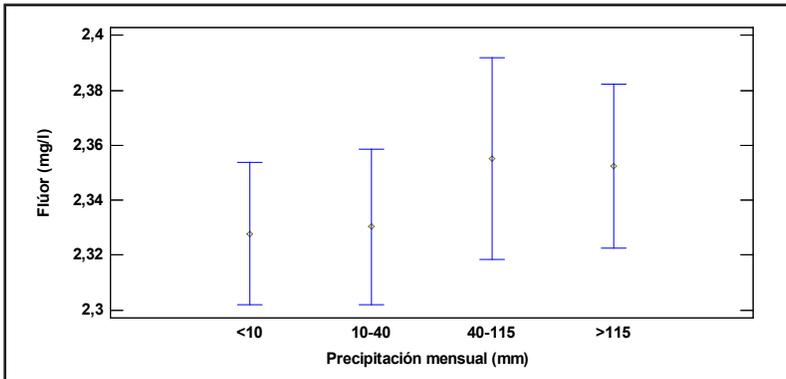


Tabla 2. Concentración de flúor en el agua de red en los distintos puntos de muestreo de la ciudad de General Pico (Argentina) durante el periodo 2007-2013

Punto de muestreo	Media	Desviación típica	Test SNK
Rucci	2,248		A
Norte	2,265		AB
El Molino	2,317		AB
Indios Ranqueles	2,335		AB
Talleres	2,341		AB
Este	2,365		AB
Don Bosco	2,414		B
Carlos Berg	2,421		B

\ Conclusiones \

La concentración promedio tanto de arsénico (0,059 mg/l) como de flúor (2,339 mg/l) en el agua de red de General Pico (Argentina) superó en el periodo 2007–2013 los valores permitidos por el Código Alimentario Argentino y la Organización Mundial de la Salud, cuyos valores máximos aceptables son de 0,01 mg/l para el arsénico y de 1,2 mg/l para el flúor. La concentración de arsénico en el agua de red tendió a disminuir cuando aumentó la cantidad de precipitaciones, mientras que la concentración de flúor fue independiente del nivel de precipitaciones. La población expuesta

a altas concentraciones de arsénico tiende a encontrarse también expuesta a altas concentraciones de flúor.

\ Bibliografía \

- Agreda, O; Rojas, M; Sarmiento, A. (2005). Evaluación diagnóstica del contenido de arsénico en las fuentes de abastecimiento de agua potable del Estado Carabobo, Venezuela. *Gac. Méd. Caracas* v.113 n.1 Caracas.
- APHA, American Public Health Association. (1976). Método para la determinación de Arsénico por Espectrofotometría visible del complejo formado entre Arsina y AgDDTC. En: *Standar Methods for the Examinations of Water and Wasterwater* 14th Edición. Washington D.C.
- Bartoretti, E; Dalzo, C. (1977). Determinación de Arsénico en agua. Nuevo método colorimétrico. *Tecnología y tratam. del Agua*. M.B. Edit. S.R.L.:54-58.
- Bhattacharya, P; Claesson, M; Bundschuh, J; Sracek, O; Fagerberg, J; Jacks, G; Martin, R; Storniolo, A; Thir, J.M. (2006). Distribution and mobility of arsenic in the Río Dulce alluvial aquifers in Santiago del Estero Province, Argentina. *Science of the Total Environment*, 358: 97-120.
- Biagini, R; Salvador, M; Queiro, R; Torres Soruco, C; Biagini, M; Diez Barrantes, A. (1995). HACRE, casos diagnosticados en el período 1972/1993. *Archivo Argentino de Dermatología*, 45: 47-52.
- Blanes, P; Giménez, M; Herrera Ahuad, C. (2004). Arsénico y otros elementos trazas en aguas subterráneas en la región central de la provincia de chaco. *Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas* 2004.
- Cabrera, A; Blarasin, M; Villalba, G. (2001). Groundwater contaminated with arsenic and fluoride in the Argentine pampean plain. *Journal of Environmental Hydrology*, 9: 6-12.
- Castro de Esparza M. (2006). Presencia de Arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública. *Congreso Internacional ciudad de México*, 20 al 24 de junio de 2006.
- Chávez, S. M. J. (2010). Evaluación del riesgo por la presencia de contaminantes en agua destinada al uso y consumo humano del acuífero del Valle del Guadiana. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional.
- Código alimentario Argentino (CAA). Capítulo XII. Bebidas hídricas, agua y agua gasificada.
- Espósito, M; Paoloni, J; Sequeira, M; Amiotti, N; Blanco, M. (2011). Natural Contaminants in Drinking Waters (Arsenic, Boron, Fluorine and Vanadium) in the Southern Pampean Plain, Argentina. *Journal of Environmental Protection Scientific Research*, 2: 97-97.
- Frederick, P; Kenneth B; Chien -Jen, C. (1994). Health implications of arsenic in drinking water. *Journal AWWA*; 86(9): 52-63.
- Gómez, S; Gómez, D. M. (2002). Flúor y fluorosis dental. Santa Cruz de Tenerife, España.
- Gorby, M; Nriagu, J. (1994). Arsenic in human medicine. *Arsenic in the environment: Part II. Human health and ecosystem effects* 27. New York: Wiley.
- Guber, R; Tefaha, L; Arias, N; Sandoval, N; Toledo, R; Fernandez, M; Bellomio, C; Martinez, M; Soria, A. (2009). Contenido de arsénico en el agua de consumo en Leales y Graneros (Provincia de Tucumán - Argentina). *Acta Bioquím. Clín. Latinoam.*, v.43 n.2. La Plata abr./jun.
- Herráez Sánchez de las Matas Isabel (2001). Niveles de exigencia en la calidad del agua subterránea para abastecimiento en relación con la presencia de arsénico. *Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid*, 28049. *Rev. Esp. Salud Pública* vol.75 n.5. Madrid Sep./Oct. 2001.
- IARC (2002). International Agency for Research on Cancer. Overall evaluations carcinogenic -city to humans. Disponible en: <http://193.51.164.11/monoeval/crthgr01.html>.

- INDEC, Instituto Nacional de Estadística (2010). Disponible en <http://www.indec.mecon.ar/>.
- Kyczel, M. (2006). Flúor y Agua de Consumo. Su relación con la salud. Boletín de la ATA.
- Lillo, J. (2008). Peligros Geoquímicos: Arsénico de origen natural en las aguas. Documentos GEMM 2008.
- National Research Council Arsenic in drinking water. (1999). Washington, DC: National Academy Press.
- Navoni, J; De Pietri, D; García, S; Lepori Villamil, E. (2012). Riesgo sanitario de la población vulnerable expuesta al arsénico en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Rev. Panamericana de Salud Publica vol.31 n.1. Washington. <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892012000100001>.
- Nicolli, H; Suriano, J; Gomez Peral, M; Ferpozzi, L; Baleani, O. (1989). Groundwater Contamination with Arsenic and other Trace Elements in an Area of the Pampa, Province of Córdoba, Argentina. Environmental Geology Water Science, 14 (1): 3-16.
- Nicolli, H; Smedley, P; Tulio, J. (1997). Aguas subterráneas con altos contenidos de F, As, Se y otros oligoelementos en el norte de provincia de La Pampa. Actas Congreso Internacional de Aguas, Buenos Aires, Argentina, III: 40.
- Osicka, R.; Agulló, N.; Herrera Ahuad, C.; Giménez, M. (2008). Evaluación de las concentraciones de fluo uro y arsénico en las aguas subterráneas del Domo Central de la Provincia del Chaco. Facultad de Agroindustrias - Roque Sáenz Peña - Chaco - Argentina.
- Otrosky, R.; Pariani, A.; Becares, G.; De Maria, M. (2010). Características físico-químicas del agua en establecimientos agropecuarios de la zona norte de La Pampa. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLPam. Jornada de Ciencia y Técnica 2010. Presentación de Poster.
- Pérez-Carrera, A.; Fernández Cirelli, A. (2013). Niveles de arsénico y vanadio en aguas naturales en el Departamento de Unión, sudeste de la provincia de Córdoba, Argentina. <http://revistas.unlp.edu.ar/index.php/domus/issue/current/showToc>.
- Pérez Carrera, A; Fernández Cirelli, A. (2007). Problemática del arsénico en la llanura sudeste de la provincia de Córdoba. Biotransferencia a leche bovina Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires. On-line ISSN 1668-3498 In Vet v.9 n.1, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Pinedo, M; Zigarán, A. (1998). Hidroarsenicismo en la Provincia de Córdoba, Actualización del mapa de Riesgo e Incidencia. XXVI. Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria-y-Ambiental, Lima, Perú. www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/peru/argsam024.pdf.
- Rodier, J. (1981). Análisis de aguas. Ediciones Omega. Barcelona.
- Sandoval Mora, A; Montero Campos, V; Quesada Kimsey, J; Ledezma Espinosa, A. (2010). Determinación de arsénico en abastecimientos de agua para consumo humano de la provincia de Cartago, Costa Rica. Acta Méd. Costarric., vol.52 n.2 San José.
- Smedley, P, Kinniburgh, D. (2002). A review of the source, behavior and distribution of arsenic in natural waters. Applied Geochemistry, 17: 517-568.
- Trelles R; Larghi, A; Páez, J. (1970). El problema sanitario de las aguas destinadas a la bebida humana con contenidos elevados de arsénico, vanadio y flúor. Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Instituto de Ingeniería Sanitaria, publicación N°4: 96 p.
- UN, United Nations. (2001). Synthesis Report on Arsenic in Drinking Water. UN, Geneva: 390 p.
- Vasak, V. and Sedívek V. (1952). The colorimetric determination of arsenic, Chem. Listy, 46. 341-344.
- Weinert Seyfarth, O. R. (2005): Ciencia Ahora. Un elemento Eco sistémico: EL Flúor. Edición N° 15. Universidad de Concepción. Abril 2005.