

DETERMINACIÓN DE FLUORURO EN AGUAS DE RINCONADILLAS (PROVINCIA DE JUJUY)

Avila Carreras, Natalia M.¹; Farias, Silvia S.²; Bianco, Gladys²; Bovi Mitre, María G.¹

1. Grupo INQA- Investigación Química Aplicada- Universidad Nacional de Jujuy- Gorriti 237-4600
San Salvador de Jujuy- Jujuy- Argentina.

2. Unidad de Actividad Química, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica,
Av. Libertador 8250 (1429), Buenos Aires- Argentina.

Contacto: gbovi@imagine.com.ar

Resumen: DETERMINACIÓN DE FLUORURO EN AGUAS DE RINCONADILLAS (PROVINCIA DE JUJUY). Natalia M. Avila Carreras; Silvia S. Farias; Gladys Bianco; María G. Bovi Mitre. *Acta Toxicol. Argent. (2008) 16 (1): 14-20*. El objetivo de la investigación fue determinar la presencia de fluoruros de aguas procedentes de vertientes y pozos cavados en la Localidad de Rinconadillas de la Puna Jujeña. Dicha región fue seleccionada debido a que se quería corroborar la presencia de fluoruros, encontrados en la década del '80 por el organismo Agua Potable de la provincia de Jujuy, como así también ver si existía variación en la concentración de este contaminante natural en el transcurso del tiempo.

La evaluación se realizó sobre 11 muestras de agua de vertientes y de pozos, que representan la totalidad de las fuentes en toda la localidad de Rinconadillas y alrededores. Otras 9 muestras fueron tomadas de Purmamarca, Tumbaya, Volcán, San Salvador de Jujuy y Palpalá, localidades que se alejan de Rinconadillas. Estas muestras consideradas testigos fueron seleccionadas sabiendo que, en estudios realizados anteriormente, no contenían fluoruros.

De la totalidad de las muestras recolectadas en Rinconadillas, el 82 % superó el límite máximo recomendado por el Código Alimentario Argentino mientras que menos del 10% se encontraron por debajo de lo reglamentado. Las concentraciones de esta zona fueron superiores a las registradas en las muestras tomadas como referencias, determinándose diferencias significativas entre ambos grupos ($p = 0,001$). De las muestras testigos sólo una superó el límite superior recomendado por el Código Alimentario Argentino. Algunas de las concentraciones determinadas en el presente estudio fueron mayores a los registros de 15 años atrás y podrían indicar una variación creciente en el tiempo.

Se ha observado que la población se ha dispersado en las cercanías a Rinconadillas con nuevas fuentes de aguas de bebida, que sólo reciben una eventual cloración. Se ha observado también en la población del lugar una marcada fluorosis dental que debería ser evaluada clínica y epidemiológicamente.

Palabras claves: Fluoruro; Agua; Contaminación natural; Jujuy- Argentina.

Abstract: DETERMINATION OF THE PRESENCE OF FLUORIDES IN GROUNDWATERS TO RINCONADILLAS (JUJUY). Natalia M. Avila Carreras; Silvia S. Farias; Gladys Bianco; María G. Bovi Mitre. *Acta Toxicol. Argent. (2008) 16 (1): 14-20*. The aim of this study was to determine the presence of fluorides in groundwaters from springs and wells belonging to Rinconadillas, a small town located in "La Puna" in the Province of Jujuy. This region was selected because fluoride has been detected during the '80 by Jujuy Water Agency and a comparative study of fluoride levels would provide information about the variation of concentrations of this "natural" contaminant along the time.

In "La Puna" the study was conducted on eleven samples of groundwaters from springs and wells from Rinconadillas and its surroundings. Nine further samples were obtained in Purmamarca, Tumbaya, Volcán, San Salvador de Jujuy and Palpalá, all of them far from Rinconadillas. Those samples were selected as prior studies determined that water from such towns does not contain fluoride.

Eighty two percent of all the samples collected in Rinconadillas exceeded fluoride limits stated by Argentine Legislation (AL), while less than ten percent of the samples are below the stated values. Fluoride levels from this area were higher than the levels for the reference samples. For the blank samples, only one exceeds the maximum allowed level. Fluoride levels found in this study were higher than those coming from samples that have been analyzed 15 years ago indicating that fluoride levels in waters are increasing.

It has also been observed that the population has moved to Rinconadillas surroundings having a drinking water form new source that is only eventually chlorinated. A remarkable dental fluorosis is observed in the population, which should be clinically and epidemiologically assessed.

Key words: Fluoride; Water; Natural contamination; Jujuy- Argentina.

INTRODUCCIÓN

El flúor es un elemento traza considerado potencialmente tóxico, con algunas funciones bioquímicas indispensables, ya que interviene en la formación ósea (1-2). Se encuentra en forma natural en los suelos y rocas, en forma de apatita, criolita y fluorita (3-5). La principal fuente de flúor es el agua de bebida y teniendo en cuenta que el agua es la base de muchos preparados alimenticios, la exposición de los consumidores se torna mayor (6).

Hoy en día se lo considera un tóxico ambiental, debido a que se sabe que cuando estos fluoruros se encuentran por encima de 1,2 mg/l en agua de

bebida, provocan fluorosis dental, patología que debilita las piezas dentarias haciéndolas susceptibles a caries y causando la pérdida dentaria con el correr de los años.

Cuando las concentraciones de fluoruros superan los 4 mg/l, provocan daños a nivel del sistema óseo, fluorosis esquelética, convirtiendo los huesos en piezas rígidas propensas a fracturas, siendo las más comunes, las de caderas. Pero aún a bajas concentraciones provoca efectos subclínicos que predisponen al individuo a un daño mayor (7).

A concentraciones elevadas provoca deformaciones óseas y otras patologías, entre las que se

encuentran deficiencia renal y hepática, osteoporosis, anorexia, abortos y malformaciones.

El flúor no sólo es capaz de dañar las piezas dentarias y huesos, sino también células del cerebro e incluso las células del sistema reproductivo masculino. Los efectos en estos órganos son mayores mientras mayor sea el consumo de flúor. El flúor ingresa en el organismo en forma de iones (fluoruros) tal como está presente en el agua. En el tracto gastrointestinal pasa a través de las barreras fisiológicas a la sangre, la cuál se encarga de distribuirlo a todos los órganos para finalmente depositarse en los huesos. Los fluoruros que no son absorbidos por el organismo son eliminados a través de los riñones, también por heces y en menor proporción por sudor (8).

La intoxicación producida por altas concentraciones de fluoruros en el agua es crónica y la sintomatología aparece luego de una prolongada exposición al tóxico. También provoca envejecimiento prematuro y diversos tipos de cáncer.

Dos son las patologías más importantes:

1. Fluorosis dental: caracterizada por el moteado de los dientes, que luego se hacen acanalados y negruzcos y finalmente se debilitan tanto, que se quiebran. Éstas son las primeras manifestaciones producidas por la presencia de fluoruros en agua.
2. Fluorosis esquelética: causada por altas concentraciones de fluoruros y está basada en la alta formación de osteoblastos, que contribuyen a la rigidez de los huesos y articulaciones por lo que se hacen propensos a fracturas y provoca mucho dolor en las articulaciones (9-10).

Sin embargo, el mayor aporte de fluoruros al organismo procede del agua potable y se ha demostrado que el consumo prolongado de agua con fluoruros disueltos en concentraciones superiores a 1,5 mg/l es la principal causa de los trastornos mencionados anteriormente (11).

Estas patologías se agravan en edad avanzada y se comprueba al ver en una población expuesta, tal como es la población de Rinconadillas (Jujuy-Argentina), a niños con dientes moteados, jóvenes con dientes acanalados y adultos con carencia de piezas dentarias.

Rinconadillas es una localidad del departamento de Cochinoca de la provincia de Jujuy (Argentina), ubicada en cercanías a las Salinas Grandes de Jujuy, (Figura 1) por ruta nacional N° 52 y desvío en ruta provincial N°11.

Esta población está a 3.377 metros sobre el nivel del mar. La temperatura durante el día es agradable, entre 20 y 25° C, descendiendo rápidamente y en la noche se ubica entre los 5 y 10° C bajo cero. Muchos pobladores se han alejado del núcleo del pueblo asentándose en cercanía a vertientes o construyendo pozos para abastecerse de agua. El agua que abastece al núcleo del pueblo es de vertiente y se almacena en una cisterna, donde se realiza cloración una vez al mes, siendo éste el único tratamiento que se realiza al agua de bebida, no está sometida a ningún tratamiento para

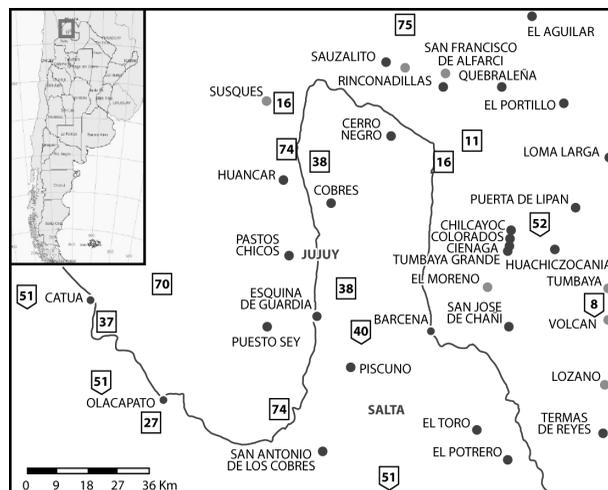


Figura 1: Mapa de la Región Puna de la provincia de Jujuy

depurar iones y metales pesados, que pueden ser perjudiciales para la salud de la población y muy frecuente en zonas áridas y mineras de la Puna jujeña.

Rinconadillas es una población continuamente azotada por sequías, lo cual dificulta mucho más el control del consumo de agua apta. En muchas ocasiones, debido a esta problemática deben abastecerse de agua proveniente de pozos que no cuentan con ningún tipo de tratamiento ni siquiera la cloración. Es una zona agroganadera, en donde se realizan huertas orgánicas cultivando, acelga, papa, zapallo, espinaca. También crían llamas y cabras, por lo general para consumo propio y en ocasiones para realizar trueques por mercaderías. Con respecto al suelo, es muy salitroso y tiene escasa vegetación. Allí los árboles prácticamente no existen. Los vegetales más comunes son el ichu, tola, yareta, espinillo, paja brava, y los muy conocidos y característicos cardones; entre las hierbas encontramos: rica-rica, malva, salvia y muña-muña.

La fauna es típica, variada y característica.

Encontramos vizcachas, lagartijas, ofidios y armadillos, chinchilla, zorros, suris, halcones, palomas, lechuzas y perdices. Las vicuñas, guanacos y llamas son los animales más representativos de la zona. Esta localidad presenta un paisaje caracterizado por rocas coloridas que se encuentran bordeando al pueblo. Son de color rojizas y de formas redondeadas, llamadas rocas intrusivas, que son ricas en fluoruro de calcio (fluorita). Éstas son las responsables, junto a ciertos factores como pH y potencial redox, de conferir a las aguas iones flúor (fluoruros).

El fluoruro está normalmente presente en las aguas naturales subterráneas y generalmente las concentraciones más altas se asocian a las aguas de estas fuentes (11). Esto se pudo comprobar en el presente estudio, donde las concentraciones más elevadas pertenecían a las muestras tomadas de vertientes de Rinconadillas.

El objetivo de este trabajo fue:

1. Determinar la concentración de fluoruros en las distintas fuentes de abastecimiento de aguas de la localidad de Rinconadillas y alrededores.
2. Comprobar si la concentración de fluoruro en agua aumentó con el correr de los años, tomando como referencia datos suministrados por el organismo provincial de Agua Potable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron 20 muestras de agua que correspondieron a 11 muestras de zonas ricas en fluoritas y que son usadas por los pobladores de Rinconadillas como agua de bebida, riego y uso ganadero (Tabla 1) y 9 muestras de otros departamentos de la provincia (Purmamarca, Tumbaya, Volcán entre otras) tomadas como testigos, a medida que se alejan del sitio problema (Tabla 2). En la Figura 2 se presentan los puntos muestreados en la región Puna de Jujuy.

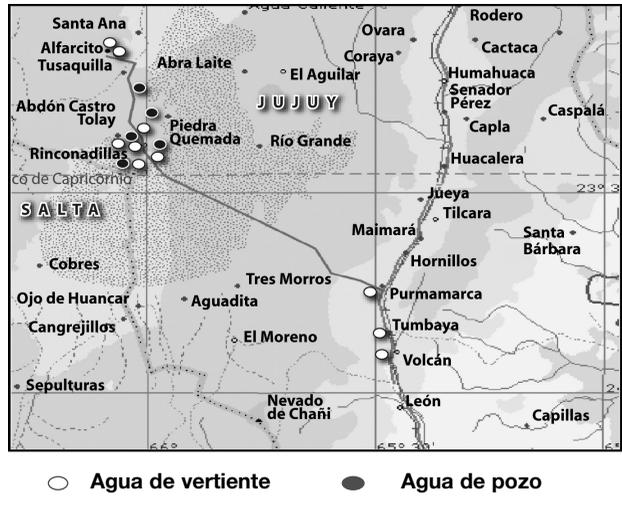


Figura 2: Zona de muestreo en la Puna Jujeña

Tabla 1: Muestras de Rinconadillas

| N ° de Muestra | Localidad | T° | pH | Hora | Fuente |
|----------------|-----------------------------------|-------|-----|-------|-------------------------|
| 01 | Casa colorada- Rinconadillas | 7 C° | 7 | 10:40 | Cisterna (piedra) |
| 02 | Casa colorada- Rinconadillas | 11 C° | 7 | 10:55 | Pozo cavado (sub) |
| 03 | Rinconadillas pueblo | 10 C° | 7 | 11:35 | Cisterna (piedra) |
| 04 | Rinconadillas pueblo | 13 C° | 6-7 | 11:55 | Pozo cavado (sub) |
| 05 | Rinconadillas - El codito | 9 C° | 7 | 12:07 | Pozo cavado (sub) |
| 06 | Rinconadillas - Lagunilla | 10 C° | 7 | 12:35 | Pozo cavado (sub) |
| 07 | Rinconadillas - Cocha los Rosales | 8 C° | 7 | 13:00 | Vertiente |
| 08 | San José – Cerrito | 13 C° | 7 | 13:35 | Pozo Rec. Hídrico (sub) |
| 09 | San José – Cerrito | 13 C° | 7 | 14:45 | Vertiente potable |
| 10 | San José – Cerrito | 13 C° | 7 | 14:55 | Cisterna |
| 11 | Rinconadillas – Salinas | 10 C° | 7 | 15:50 | Vertiente |

Tabla 2: Muestras testigos

| N ° de Muestra | Localidad | T° | pH | Hora | Fuente |
|----------------|-----------------------|-------|-----|-------|-------------------|
| 12 | Purmamarca | 19 C° | 7 | 18:15 | Vertiente potable |
| 13 | Tumbaya | 14 C° | 7 | 18:40 | Agua potable |
| 14 | Volcán | 13 C° | 7 | 18:50 | Agua potable |
| 15 | Palpalá | 10 C° | 6-7 | 9:30 | Represa |
| 16 | Palpalá | 10 C° | 7 | 9:40 | Acequia |
| 17 | S. S. de Jujuy (Cap.) | 12 C° | 7 | 20:35 | Agua potable |
| 18 | Alto comedero | 13 C° | 7 | 22:00 | Agua potable |
| 19 | S. S. de Jujuy | 10 C° | 7 | 7:30 | Río Xibi Xibi |
| 20 | S. S. de Jujuy | 10 C° | 7 | 22:30 | Agua potable |

Las muestras fueron tomadas de vertientes, pozos, cisternas y aguas superficiales según fuesen las fuentes de provisión de agua de bebida. El muestreo fue realizado en el mes de julio, época de sequía. Las muestras fueron refrigeradas, previa determinación y registro del pH y temperatura de las mismas.

Se usaron como recipientes de muestreo, botellas de plástico de 250 cm³, previamente lavados tres veces con agua desionizada. Las botellas fueron rotuladas con anterioridad para agilizar el muestreo y garantizar la identificación del punto de muestreo. Existen diversas metodologías de determinación de fluoruros en agua (5,9,12-13), pero la cuantificación en este estudio se realizó mediante cromatografía iónica con supresión iónica – HPLC.

Los materiales usados fueron los siguientes:

- Cromatógrafo: JASCO PU 980
- Sistema de supresión iónica: ALTECH 3645 SPCS
- Detector. Milton Roy- conductor monitor III
- Integrador: Varian 4290
- Se utilizó una columna HAMILTON P.R.P x 100 (250 nm x 4 nm)
- Fase móvil HCO₃⁻/CO₃⁼ (1,75 mM/2mM respectivamente)

- Caudal: 2,5 ml / min
- Loop o lazo inyector: 500 µl.

La cuantificación se realizó mediante el método de estándar externo. Para ello se prepararon diluciones de las sales con valores estandarizados entre 0,25 y 10 ppm de los siguientes aniones: F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, SO₄⁼, de acuerdo a la experiencia del laboratorio de análisis de agua, obteniéndose las curvas de calibración con el tratamiento estadístico necesario para asegurar la calidad de la determinación cuantitativa. Las muestras patrones finales que sirvieron para la cuantificación se inyectaron y se obtuvieron los cromatogramas cuyas alturas y áreas por iones se registraron y cada dato registrado corresponde al promedio de tres cromatogramas.

Con los datos del cromatógrafo se graficó la curva de calibración para cada ión (concentración versus área o altura).

RESULTADOS

En la *Tabla 3* se detallan los resultados de las concentraciones de los iones investigados. Las primeras muestras (M1-M11) correspondieron a la zona contaminada, mientras que las siguientes

Tabla 3: Resultados de iones analizados en aguas de la provincia de Jujuy (<1D: detectable por debajo del límite de cuantificación; ND: No detectable)

| IDENTIFICACIÓN DE LA/S MUESTRA/S | CONCENTRACIONES DE IONES DETERMINADOS mg/l | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | F ⁻ | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ⁼ |
| M1 | 3,8 ± 0,2 | 97 ± 5 | <1D | <1D | 98 ± 5 |
| M2 | 0,48 ± 0,03 | 270 ± 15 | <1ND | <1ND | 225 ± 12 |
| M3 | 3,1 ± 0,2 | 82 ± 4 | <1D | 23 ± 1 | 88 ± 4 |
| M4 | 2,8 ± 0,2 | 332 ± 20 | <1ND | 158 ± 8 | 171 ± 9 |
| M5 | 1,6 ± 01 | 213 ± 12 | 4,3 ± 0,3 | 18,2 ± 0,9 | 88 ± 5 |
| M6 | 2,0 ± 0,2 | 115 ± 6 | <1ND | 21 ± 1 | 106 ± 10 |
| M7 | 2,9 ± 0,2 | 47 ± 3 | <1D | 5,5 ± 0,3 | 41 ± 3 |
| M8 | 3,5 ± 0,2 | 180 ± 10 | <1ND | 45 ± 3 | 195 ± 10 |
| M9 | 2,1 ± 0,2 | 141 ± 7 | <1ND | 8,3 ± 0,5 | 100 ± 5 |
| M10 | 2,1 ± 0,2 | 126 ± 6 | <1ND | 7,7 ± 0,4 | 77 ± 4 |
| M11 | 58 ± 3 | 2900 ± 200 | --- | 79 ± 4 | 410 ± 25 |
| M12 | 2,5 ± 0,2 | 48 ± 3 | 10,8 ± 0,6 | 7,8 ± 0,4 | 88 ± 5 |
| M13 | 0,20 ± 0,02 | 80 ± 4 | <1D | 6,3 ± 0,3 | 170 ± 10 |
| M14 | 0,58 ± 0,04 | 30 ± 2 | 2,4 ± 0,1 | 4,5 ± 0,3 | 48 ± 3 |
| M15 | 0,48 ± 0,03 | 38 ± 2 | 2,0 ± 0,1 | 11,8 ± 0,6 | 61 ± 4 |
| M16 | 0,50 ± 0,03 | 17,5 ± 0,9 | 1,8 ± 0,1 | 15,6 ± 0,6 | 40 ± 2 |
| M17 | 0,46 ± 0,03 | 2,4 ± 0,2 | 1,3 ± 0,1 | 3,0 ± 0,2 | 5,0 ± 0,3 |
| M18 | 0,69 ± 0,04 | 16,0 ± 0,8 | 4,2 ± 0,3 | 3,1 ± 0,2 | 43 ± 2 |
| M19 | 0,68 ± 0,04 | 5,6 ± 0,3 | 4,5 ± 0,3 | 6,2 ± 0,4 | 4,2 ± 0,8 |
| M20 | 0,88 ± 0,05 | 2,5 ± 0,2 | 4,8 ± 0,3 | 3,7 ± 0,2 | 5,9 ± 0,3 |

muestras (M12-M20) correspondieron a los testigos de las zonas de quebrada y valles de la provincia. Las concentraciones fueron expresadas en (mg/l).

En la muestra M11 debido a la alta concentración de Cl^- , no se pudo evaluar NO_2^- , teniendo en cuenta que el pico de NO_2^- se encuentra entre Cl^- y NO_3^- .

DISCUSIÓN

El Código Alimentario Argentino (CAA) (14) cita la siguiente reglamentación para aguas de bebida que se muestra en la *tabla 4*.

Según lo reglamentado se concluyó que en la zona de Rinconadillas (*Tabla 5*):

I. Las muestras M1, M3, M4, M6, M7, M8 M9, M10, M11, superaron los límites máximos de fluoruros recomendados según la temperatura media de la zona que está entre los 10° y 12°C.

II. La muestra M2, se encontró por debajo del límite inferior recomendado según la temperatura media de la zona.

III. Sólo la muestra M5, se encontró dentro del rango de valores recomendados según la temperatura media de la zona.

En las muestras testigos tomadas en zonas de la Provincia de Jujuy cuyas temperaturas medias están alrededor de los 27°C y la máxima a 32°C, (*Tabla 6*) observamos que:

I. Las muestras M12 y M20 se encontraron por encima del límite superior recomendado por el CAA. Pero sólo M12 superó 3 veces este límite.

II. Las muestras M14, M18, M19, , se encontraron dentro de los límites recomendados por el CAA.

III. Las muestras M13, M15, M16, M17 se encontraron por debajo del límite inferior recomendado según CAA.

Cuando se compararon los valores encontrados en Rinconadillas y en las zonas testigos se encontraron diferencias significativas, $p = 0,001$.

Cuando se compararon las concentraciones determinadas en este trabajo y las aportadas por el organismo estatal de agua potable de la provincia de Jujuy (*Tabla 7*) se pudo observar que en el transcurso de los últimos 15 años, se produjo un aumento en los niveles de fluoruro en el agua de algunas tomas de Rinconadillas y alrededores de esta localidad.

En los resultados descriptos en la *tabla 5* se puede observar que los valores más altos correspondieron a fuentes superficiales (M1, M3, M7, M8), datos que deberían confirmarse con nuevas investigaciones a fin de poder sugerir que el fluoruro se va incorporando al agua mientras ésta va recorriendo y lavando los suelos. Cuanto mayor es el arrastre y la fuerza con que golpea el suelo (en el caso de vertientes que afloran en lo alto de los cerros de la Puna), mayor será también la proporción de fluoruro en el agua.

Cuando se compararon las zonas de muestreo en el estudio realizado por Agua y Saneamiento de la provincia de Jujuy con las zonas muestreadas en

Tabla 4: Contenidos de Flúor recomendados por el CAA según temperaturas.

| Temperatura media y máxima del año (°C) | Contenido límite recomendado de Flúor (mg/l) | |
|---|--|-----------------|
| | Límite inferior | Límite superior |
| 10,0 – 12,0 | 0,9 | 1,7 |
| 12,1 – 14,6 | 0,8 | 1,5 |
| 14,7 – 17,6 | 0,8 | 1,3 |
| 17,7 – 21,4 | 0,7 | 1,2 |
| 21,5 – 26,2 | 0,7 | 1,0 |
| 26,3 – 32,6 | 0,6 | 0,8 |

Tabla 5: Concentración de fluoruros en aguas de Rinconadillas

| IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS | CONCENTRACIÓN DE F^- (mg/l) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| M1 | 3,8 ± 0,2 |
| M2 | 0,48 ± 0,03 |
| M3 | 3,1 ± 0,2 |
| M4 | 2,8 ± 0,2 |
| M5 | 1,6 ± 0,1 |
| M6 | 2,0 ± 0,2 |
| M7 | 2,9 ± 0,2 |
| M8 | 3,5 ± 0,2 |
| M9 | 2,1 ± 0,2 |
| M10 | 2,1 ± 0,2 |
| M11 | 58 ± 3 |

Tabla 6: Concentración de fluoruros en aguas de zonas testigo

| IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS | CONCENTRACIÓN DE F^- (mg/l) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| M12 | 2,5 ± 0,2 |
| M13 | 0,20 ± 0,02 |
| M14 | 0,58 ± 0,04 |
| M15 | 0,48 ± 0,03 |
| M16 | 0,50 ± 0,03 |
| M17 | 0,46 ± 0,03 |
| M18 | 0,69 ± 0,04 |
| M19 | 0,68 ± 0,04 |
| M20 | 0,88 ± 0,05 |

Tabla 7: Valores determinados por la Dirección de Agua Potable y Saneamiento (1982-1987) (15)

| LOCALIDAD | FUENTE | PROCEDENCIA | F ⁻ (mg/l) |
|------------------------------------|---------------|------------------------------|-----------------------|
| San salvador de Jujuy | Río | Red | --- |
| Palpalá | Río | Red | --- |
| El Arenal | Río | Red | --- |
| El Remate | Acequia | Acequia natural | --- |
| San salvador de Jujuy | Río Xibi-Xibi | Natural después del descenso | <0,1 |
| San salvador de Jujuy | Río Xibi-Xibi | Natural después del descenso | <0,1 |
| San salvador de Jujuy- Los Perales | Río | Red | <0,1 |
| Volcán | Vertiente | Est. Potabilizador natural | <0,1 |
| Tumbaya | Vertiente | Est. Potabilizador natural | <0,1 |
| El Moreno | Vertiente | Escuela N ° 251 | 0,80 |
| Huayatayoc | Pozo cavado | Particular | --- |
| Rinconadillas | Vertiente | 150 mt. Escuela | --- |
| Rinconadillas | Vertiente | 150 mt. Escuela | 3,40 |
| Rinconadillas | Vertiente | 2 Km Escuela | 2,80 |
| Rinconadillas | Laguna | Huayatayoc | <0,10 |
| Rinconadillas | Pozo cavado | Escuela consumo | 2,50 |
| Rinconadillas | Pozo cavado | Escuela consumo- cisterna | 2,50 |
| Rinconadillas | Vertiente | --- | 2,50 |
| Rinconadillas | Pozo cavado | Escuela consumo | 2,50 |
| Rinconadillas | Vertiente | Escuela consumo | 2,50 |

este relevamiento (15), se observó que años atrás las tomas de agua estaban distribuidas en el centro del pueblo, hoy en día la población se ha extendido y existen familias que se han dispersado a pocos kilómetros del pueblo, buscando su propia fuente de agua proveniente de vertientes y pozos cavados sin ninguna evaluación toxicológica.

CONCLUSIÓN

Los resultados nos permitieron concluir que la zona de la Puna Jujeña evaluada tiene sus aguas contaminadas con fluoruros en concentraciones que afectan a la salud pública. También se verificó que la zona considerada testigo, salvo un lugar que debe ser investigado en detalle (M12) está libre de fluoruros. Durante la planificación del trabajo y la ejecución del mismo, que demandó visitas al sitio así como recorrido de toda la zona, se pudo observar y confirmar la presencia de fluorosis dental en la población infantil y adulta. Se recomienda considerar esta zona de la Puna como sitio contaminado y profundizar las investigaciones a fin de realizar una evaluación de riesgo y diagnóstico de la salud ambiental del lugar. Estos resultados fueron elevados a las autoridades sani-

tarias de la provincia a fin de que se diseñen las estrategias que minimicen el daño y se ocupen de estas poblaciones deprimidas y abandonadas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. Baran, E.J. (1995). Química Bioinorgánica. 1ª Ed. Mc Graw Hill, Madrid. 190-192.
2. Baran, E.J. (1995). Química Bioinorgánica. 1ª Ed. Mc Graw Hill, 209-212.
3. Brown, T.L.; Lemay, H.E.; Bursten B.E. (1987). Química: la ciencia central. 3ª edición. Editorial Prentice – Hall Hispanoamericana, México. 303-304.
4. Brown, T.L.; Lemay, H.E.; Bursten B.E. (1987), Química: la ciencia central. 3ª edición. Editorial Prentice – Hall Hispanoamericana, México. 82.
5. Brown, T.L.; Lemay, H.E.; Bursten B.E. (1987), Química: la ciencia central. 3ª edición. Editorial Prentice – Hall Hispanoamericana, México. 473-475.
6. Pozos-Guillén, A.J.; Retana-Álvarez, O.A.

(2005). Concentración de flúor en jugos de frutas como factor de riesgo adicional a fluorosis dental. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*. 62 (2), 70-72.

7. Díaz-Barriga, F. (2003). ¿El Agua que usted compra ahora tendrá Flúor? Pulso, Diario de San Luis, Sección Ideas, jueves 24 de abril de 2003, San Luis Potosí, México, 4.

8. Grijalva Haro, M.I.; Barba Leyva, M.E.; Laborin Alvarez, A. (2001) Ingestión y excreción de fluoruros en niños de Hermosillo, Sonora México. *Salud Pública de México*. 43 (2), 127-134.

9. Medina-Solis, C.E.; Maupomé, G.; Avila-Burgos, L.; Pérez-Núñez, R.; Pelcastre-Villafuerte, B.; Pontigo-Loyola, A.P. (2006). Políticas de salud bucal en México: Disminuir las principales enfermedades. Una descripción. *Rev Biomed*. 17, 269-286.

10. Hurtado-Jiménez, R.; Gardea-Torresdey, J. (2005). Estimación de la exposición a fluoruros en Los Altos de Jalisco, México. *Salud Publica Mex*. 47 (1), 58-63.

11. Trejo-Vázquez, R.; Bonilla-Petriciolet, A. (2001). Exposición a fluoruros del agua potable en la ciudad de Aguascalientes, México. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health*. 10 (2), 108-113.

12. Osicka, R.M.; Agulló N.; Herrera Ahuad C.; Giménez, M.C. (2002). Evaluación de las concentraciones de fluoruro y arsénico en las aguas subterráneas del Domo Central de la provincia del Chaco. [en línea] *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Universidad Nacional del Nordeste <<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/08-Exactas/E-049.pdf>>

13. Díaz-Barriga F. (1995). Análisis de la contaminación por compuestos tóxicos en el acuífero que abastece a la ciudad de San Luis Potosí. Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), México. Subsidiado por el SIHGO.

14. Código Alimentario Argentino. Capítulo XII. Bebidas Hídricas, Aguas y Aguas Gasificadas Agua Potable, Art. 982, Res MS y AS N° 494 del 7.07.94, 1-42.

15. Anales de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento de la Provincia de Jujuy, (Julio 1982-Julio 1987) publicados en ámbitos oficiales en 1987.