

# ARTÍCULOS ORIGINALES

## DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO AL AGUA ARSENICAL Y PREVALENCIA DE HACRE EN VILLA BELGRANO, TUCUMÁN, ARGENTINA

### Determination of Zones exposed to Arsenical Water and CERHA prevalence in Villa Belgrano, Tucumán, Argentina

Silvina Gerstenfeld,<sup>1</sup> Alicia Jordán,<sup>2</sup> Rogelio Calli,<sup>2</sup> Patricia Farías,<sup>3</sup> Juan Malica,<sup>3</sup> María Laura Gómez Peña,<sup>3</sup> Lorena Aguirre,<sup>3</sup> Mariela Salvatierra,<sup>3</sup> Elizabeth Leguizamón,<sup>3</sup> César Coronel,<sup>1</sup> Emilio Flores Ivaldi<sup>4</sup>

**RESUMEN.** INTRODUCCIÓN: En Tucumán la concentración de arsénico en agua fluctúa entre 0,1 y 0,01 ppm. El sistema de salud carece de registro de casos. OBJETIVOS: Elaborar un mapa de riesgo ambiental, estimar la prevalencia de hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE) y explorar la relación entre la concentración de arsénico en agua y las manifestaciones clínicas en Villa Belgrano, Tucumán. MÉTODOS: estudio transversal. Se analizaron todas las fuentes de agua y se seleccionaron aleatoriamente 119 personas adultas. Para la definición de caso de HACRE se utilizó un criterio diferente al de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en concentración de arsénico en agua, orina y cabello y tiempo de consumo, siendo éste más sensible en el valor de corte de arsénico en el agua. Se consideró caso definido a quien había consumido agua con un nivel de arsénico mayor a 0,01 partes por millón (ppm) por más de 5 años y presentado más de 3 ug/g en cabello y/o más de 40 ug/g en orina, con clínica compatible. RESULTADOS: El 75% de las fuentes de agua tenían valores mayores a 0,01 ppm de arsénico. Con los criterios de la OMS, se registraron 51 casos probables y no hubo casos definidos. Según los criterios del estudio, hubo 3 casos definidos y una prevalencia del 2,6%. No se halló una asociación entre lesiones no cutáneas o cutáneas graves y valores mayores a 0,01 ppm. CONCLUSIONES: La prevalencia estimada según los criterios del estudio tuvo valores similares a los establecidos en la bibliografía bajo las condiciones en cuestión, aunque con otros criterios no comparables.

**ABSTRACT.** INTRODUCTION: In Tucumán, the arsenic concentration in water fluctuates between 0,1 and 0,01 ppm. The provincial health system does not have any record of cases. OBJECTIVES: To identify and create a map of environmental risk, estimating also chronic endemic regional hydroarsenicism (CERHA) prevalence in Villa Belgrano and exploring the relation between arsenic concentration in water and clinical manifestations. METHODS: A cross-sectional study was performed. All water sources were analyzed and 119 adults were randomly selected. The definition of case considered the own criteria, which differed from the ones of World Health Organization (WHO) regarding arsenic concentration in water, urine and hair as well as time of consumption. The study criteria is most sensible in arsenic water concentration. Those who had consumed water with more than 0.01 parts per million (ppm) for over 5 years and presented more than 3 ug/g in hair and/or more than 40 ug/g in urine with compatible clinical signs were considered as cases. RESULTS: 75 % of water sources had arsenic levels higher than 0.01 ppm. According to the WHO criteria, there were 51 probable cases and there was not any defined case. According to the study criteria, there were 3 defined cases with a prevalence of 2.6%. The study did not find an association between with non-cutaneous or serious cutaneous injuries and arsenic level in water higher than 0.01 ppm. CONCLUSIONS: The prevalence estimated according to the study criteria was similar to the one established in the bibliography under the same conditions, though with other criteria which are not comparable.

**PALABRAS CLAVE:** Arsénico – Prevalencia – Tucumán – Biomarcadores

**KEY WORDS:** Arsenic – Prevalence – Tucumán – Biomarkers

<sup>1</sup> Dirección General de Salud Ambiental, Sistema Provincial de Salud, Tucumán

<sup>2</sup> Dirección de Epidemiología, Sistema Provincial de Salud, Tucumán

<sup>3</sup> Dirección de Red de Servicios, Sistema Provincial de Salud, Tucumán

<sup>4</sup> Departamento de Informática, Sistema Provincial de Salud, Tucumán

**FUENTES DE FINANCIAMIENTO:** Beca "Carrillo-Oñativia". Comisión Nacional Salud Investiga. Ministerio de Salud de la Nación.

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 16 de mayo de 2011

**FECHA DE ACEPTACIÓN:** 9 de marzo de 2012

**CORRESPONDENCIA A:** Silvina Gerstenfeld  
Correo electrónico: sigerste@hotmail.com

Rev Argent Salud Pública, 2012; 3(10):24-29

### INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) informó que las enfermedades vinculadas al modo de vida y al ambiente son responsables de ¾ partes de los 49 millones de defunciones que se producen cada año en el planeta. La contaminación del agua puede ser consecuencia de la actividad del hombre o puede ser de origen natural, como ocurre con el arsénico. La intoxicación con arsénico es un problema de salud pública de gravedad mundial, debido al poder carcinógeno y neurotóxico del elemento.<sup>1</sup>

El arsénico no sólo está presente en las aguas subterráneas, sino también en las superficiales. Su origen varía de acuerdo con la zona considerada.<sup>2</sup> Entre las diferentes fuentes de contaminación, el agua es la principal. La medida

preventiva más eficaz consiste en reducir la concentración.<sup>3</sup>

La contaminación arsenical natural es un tema de inquietud en muchos países: Argentina, Chile, México, Estados Unidos, Bangladesh, China, India, Tailandia, etc. Sin embargo, debido a la manifestación tardía y a la falta de divulgación y conocimiento, no hay una estimación confiable del grado del problema a nivel mundial.<sup>3</sup>

Las zonas ricas en arsénico varían según la región: en algunas, el elemento predomina en las primeras napas; en otras, en las más profundas.<sup>4</sup> La contaminación natural del agua en Argentina se debe a la presencia de sedimentos volcánicos en las capas subterráneas. Existe un área de elevada concentración de arsénico en la llanura chaco-pampeana, comprendida por el sudeste de Córdoba, Santiago del Estero, San Luis, Tucumán, Chaco, Santa Fe y parte de la provincia de Buenos Aires.<sup>4</sup>

La enfermedad producida por el consumo de arsénico en aguas de bebida se denomina hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE). La enfermedad se caracteriza por presentar lesiones dérmicas, así como alteraciones sistémicas cancerosas y no cancerosas.<sup>5,6</sup> Las primeras manifestaciones del HACRE son lesiones dermatológicas como hiperqueratosis palmoplantares, leucomelanodermias y hasta carcinomas de piel. Además, se registran alteraciones en los sistemas digestivo, renal, nervioso, etc. El 30% de los pacientes con HACRE muere por neoplasias; las más importantes son las de piel y de órganos internos como hígado, pulmón, vejiga, estómago y páncreas.<sup>7,8</sup>

La aparición de los síntomas puede demorar entre 5 y 10 años, y las lesiones se malignizan décadas después de la exposición. Estos tiempos son variables y están relacionados con el estado de salud de la persona, la sensibilidad individual, el estado nutricional, la ingesta diaria, la concentración de arsénico en el agua y el tiempo de exposición.<sup>9,10</sup>

Los efectos tóxicos del arsénico afectan a personas de todas las edades, principalmente a aquellas que viven en la pobreza y con desnutrición.<sup>11</sup>

La OMS y el Código Alimentario Argentino (CAA) recomiendan una concentración de arsénico en agua de consumo hasta 0,01 partes por millón (ppm). Sin embargo, existen matices respecto a este punto.<sup>12,13</sup> La OMS recomienda que antes de revisar o actualizar una norma o adoptar nuevos límites se efectúen estudios epidemiológicos locales para complementar las investigaciones realizadas en otras latitudes.<sup>14</sup> Por su parte, el CAA señala: "La autoridad sanitaria competente podrá admitir valores distintos si la composición normal del agua de la zona y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario. Para aquellas regiones del país con suelos de alto contenido de arsénico, se establece un plazo de hasta 5 años para adecuarse al valor de 0,01 mg/l."<sup>15</sup>

Con respecto al HACRE, algunos estudios de investigación registraron una prevalencia de 2-3% en diversas zonas de las provincias de Santiago del Estero y Santa Fe, donde hay concentraciones de arsénico superior a 0,05 ppm.<sup>16,17</sup>

El Ministerio de Salud Pública de Tucumán realizó en 2008 un estudio basado en 150 muestras de agua de consumo de la provincia. A través de ese trabajo, encontró valores de 0,01-0,1 ppm e identificó como zonas de riesgo el Este y una pequeña parte del Sur, correspondiente al Departamento Juan Bautista Alberdi.

Para el presente estudio se seleccionó la localidad de Villa Belgrano, ubicada en el Departamento Juan Bautista Alberdi de la provincia de Tucumán. Se encuentra a 100 km de San Miguel de Tucumán, capital provincial, desde donde se accede por la Ruta Nacional 38. Está organizada en 14 barrios, que se distribuyen a partir de una plaza principal provista de un pozo semisurgente con un valor de arsénico en agua de 0,054 ppm. El barrio más alejado se denomina "El Churqui" y su población es dispersa. En el lugar residen 31 familias, de las cuales 9 consumen agua de pozos de poca profundidad.

Villa Belgrano cuenta con una población estable de 2.400 personas, de las cuales 1.495 (62%) son adultos de 18 años o más y 905 (38%) son menores. El 60% son mujeres y el 40% hombres. El 93% de la población adulta (1.399) consume agua de red que se abastece del pozo principal semisurgente, de 149 metros de profundidad total y 76,5 metros de profundidad de entubado. El 7% restante (96) utiliza agua de pozos familiares de primera napa, extraída mediante bombas y sin realizar ninguna clase de tratamiento posterior. De las dos escuelas existentes, una posee agua de red y la otra utiliza un pozo propio de gran profundidad.

Los objetivos de esta investigación fueron identificar y generar un mapa de riesgo ambiental, estimar la prevalencia de HACRE en Villa Belgrano y explorar la relación entre el arsénico en agua y las manifestaciones clínicas.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, con datos de fuente primaria recopilados por instrumentos diseñados a este fin (planillas de encuestas y de muestreo de agua, registros de resultados de laboratorio).

Se tomaron muestras del 100% de las fuentes de agua de consumo, considerando el pozo de la red, la escuela N° 376 y los 18 pozos familiares. Se utilizaron botellas de plástico de 1 litro con tapa a rosca, lavadas previamente con ácido nítrico con calidad para análisis (p.a.) al 0,1%. Para realizar la recolección, se encendió el bombeador eléctrico o se accionó manualmente la bomba para dejar correr el agua de 2 a 3 minutos; tras enjuagar 3 veces el recipiente, se procedió a efectuar el llenado definitivo con la muestra. Las botellas fueron refrigeradas y enviadas al laboratorio de la Estación Experimental Obispo Colombes, donde se llevó a cabo el análisis de arsénico total por espectrometría de absorción atómica (EAA).

Para la evaluación de riesgo, se realizó una estratificación de las concentraciones de arsénico en cuatro niveles.

Se georreferenciaron los puntos de muestreo en un mapa con el programa Arc View, versión 10. Se interpolaron

los datos y se delimitó el área de riesgo ambiental para la población de Villa Belgrano.

De los 1.495 adultos, se seleccionaron aleatoriamente 119 personas para el estudio. Para ello, se tuvieron en cuenta las características de la población, con estimaciones previas del valor de la prevalencia ( $p$  máximo de 0,2), una precisión de la estimación deseada de 0,015 y un error aceptado del valor del parámetro  $p$  de 0,06. Además, dado que se consideró el costo de los análisis, se decidió realizar un muestreo aleatorio simple para obtener una estimación con una confianza del 90%. Para tomar una muestra efectiva de 112 personas, se elevó la cifra a 125, habida cuenta de la posible no respuesta.

Las personas que fueron seleccionadas y estaban ausentes por cuestiones laborales, se reemplazaron por el miembro del hogar siguiente mayor en edad. Durante el proceso realizado en el terreno, un elevado porcentaje de hombres no fueron hallados en sus casas, ya que eran trabajadores rurales temporarios. Por tal motivo, la población estudiada estuvo compuesta por 94 mujeres (79%) y 25 varones (21%), lo que marcó una clara diferencia con respecto a la composición original, constituida por un 60% femenino y un 40% masculino.

Los adultos seleccionados para el estudio firmaron un consentimiento informado y fueron examinados por médicos comunitarios del área, que confeccionaron una ficha clínica y epidemiológica.

En lo que respecta a los biomarcadores, se solicitó una muestra de la primera orina de la mañana, recogida en envase plástico de 100 ml con tapa a rosca y la adición de ácido nítrico p.a. al 0,5 %. Se prepararon dos testigos con orina de persona no expuesta y el agregado del ácido, para corroborar que éste no influía en los resultados. Estas unidades recibieron el mismo tratamiento y procesamiento que las muestras, y presentaron valores no detectables de arsénico. Para la determinación de creatinina urinaria se utilizó el método de Jaffe modificado, que fue analizado en el mismo laboratorio. Como referencia se indicó un valor menor a 40  $\mu\text{g/g}$  de creatinina.

Para las muestras de pelo, se efectuó un corte al ras en tres

zonas. Se obtuvieron aproximadamente 2 gramos de cabello, que se guardaron en un sobre de papel limpio. El valor de referencia indicado por el laboratorio fue de hasta 3  $\mu\text{g/g}$ .

Ambas muestras se rotularon y conservaron en heladera hasta el traslado refrigerado a IACA Laboratorios Análisis Alta Complejidad (Bahía Blanca), para ser sometidas a una espectrometría de absorción atómica / generación de hidruros.

Las variables más relevantes tenidas en cuenta fueron: concentración de arsénico en agua (ppm), orina ( $\mu\text{g/g}$  de creatinina y  $\mu\text{g/l}$ ) y pelo ( $\mu\text{g/g}$ ), manifestaciones clínicas cutáneas y no cutáneas compatibles con HACRE y edad (mayor o igual a 18 años).

Para la definición de caso se consideraron los siguientes criterios:

Criterios para caso A de HACRE según OMS (2000):

- Al menos 6 meses continuos de exposición a concentraciones de arsénico mayores a 50  $\mu\text{g/l}$  (0,05 ppm).
- Lesiones dermatológicas características de arsenicismo.
- Manifestaciones no carcinogénicas: debilidad, problemas pulmonares crónicos, fibrosis portal no cirrótica o hígado con hipertensión portal o sin ella, neuropatía periférica, enfermedad vascular periférica, edemas de pies/manos.
- Cáncer: enfermedad de Bowen, carcinomas espinocelular y basocelular, y en otra zonas (pulmón, vejiga, uréter o uretra, entre otras localizaciones no expuestas).
- Concentración de arsénico en pelo superior a 1  $\mu\text{g/g}$  y nivel de arsénico en orina por encima de 50  $\mu\text{g/l}$ .<sup>17</sup>

Los criterios dermatológicos y grados de severidad de la toxicidad crónica del arsénico aparecen mencionados en las Tablas 1 y 2. En la Tabla 2 se señalan las condiciones de casos definidos y probables según la OMS (2000).<sup>16</sup>

Criterios para caso B de HACRE según lo elaborado para este estudio, con las siguientes características:

- 1- Al menos 5 años continuos de exposición a concentraciones de arsénico mayores a 10  $\mu\text{g/l}$  (0,01 ppm).
- 2- Lesiones dermatológicas compatibles con HACRE.
- 3- Manifestaciones no dermatológicas características de arsenicismo.
- 4- Cáncer de piel (enfermedad de Bowen, carcinoma espinocelular o basocelular).

**TABLA 1.** Criterios dermatológicos y grados de severidad de la toxicidad crónica del arsénico, OMS (2000).

Grado de Severidad	Descripción
Grado I: leve	a) Melanosis difusa b) Pigmentación/despigmentación puntiforme sospechosa en el tronco/miembros c) Engrosamiento difuso severo (con o sin aspecto nodular de palmas y plantas)
Grado II: moderado	a) Pigmentación/despigmentación definida bilateral en el tronco y miembros b) Engrosamiento difuso severo (con o sin aspecto nodular de palmas y plantas)
Grado III: severo	a) Pigmentación/despigmentación puntiforme definida con algunas máculas redondeadas pigmentadas/despigmentadas en el tronco o miembros b) Pigmentación debajo de la lengua y/o mucosa oral c) Grandes nódulos sobre plantas y palmas engrosadas, ocasionalmente sobre el dorso de las manos y pies; lesiones verrugosas difusas en las plantas con fisuras y cuernos queratósicos en plantas/palmas

Fuente: Mazunder (2000).

TABLA 2. Definición de caso de HACRE, OMS (2000).

<b>Caso definido</b>	Criterio 1+ Criterio 2+/- Criterio 3+/- Criterio 4+ Criterio 5
	Criterio 1+ Criterio 2 (Grado II y III)+/- Criterio 3+/-Criterio 4
<b>Caso probable</b>	Criterio 2 (Grado II y III)+/- Criterio 3+/-Criterio 4 + Criterio 5
	Criterio 1+ Criterio 2 (Grado I)+/- Criterio 3+/-Criterio 4
	Criterio 2 (Grado I)+/- Criterio 3+/- Criterio 4 + Criterio 5
	Criterio 2 (Grado II y III)+/- Criterio 3+/-Criterio 4
	Criterio 3+
	Criterio 5
	Criterio 4+
	Criterio 5

Fuente: Mazunder (2000).

5- Arsénico en orina mayor a 40 ug/g de creatinina y/o más de 3 ug/g en pelo.

En este estudio se consideró como casos definidos a los individuos que cumplieran con los criterios 1, 2 y 5, estuvieran o no acompañados del 3 o 4.

Cada persona seleccionada fue interrogada sobre datos epidemiológicos de relevancia. Se registraron patologías cutáneas y no cutáneas determinadas mediante examen clínico y anamnesis, así como los resultados de los biomarcadores. Todos los datos se volcaron en una ficha confeccionada por duplicado y fueron transcritos a una base destinada a la interpretación de resultados.

Para la evaluación de riesgo, se realizó la estratificación de las concentraciones de arsénico en cuatro niveles:  $\leq$  0,01; de 0,02 a 0,04; de 0,05 a 0,07 y  $>$  0,07 ppm y se georreferenciaron los puntos de muestreo. Luego, a través del mapa de Google Earth, se localizaron los puntos.

Para el análisis estadístico se confeccionaron distintas bases de datos, que confluyeron en una principal. La prevalencia se calculó en casos por 100. La comparación de los porcentajes se hizo con la prueba de Chi cuadrado. El nivel de significación elegido fue  $p < 0,05$ . Se utilizó el programa Stata, versión 11.1.

El consentimiento informado fue aprobado por el Comité de Ética perteneciente a la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Tucumán. Fue entregado por escrito a cada participante y firmado antes de la evaluación clínica y la obtención del material biológico. Quedaron excluidos del estudio los analfabetos y los menores de edad.

## RESULTADOS

De los 20 puntos de obtención de agua para consumo, el 75% (15) poseía valores de arsénico de entre 0,02 y 0,09 ppm (Tabla 3). El 98,6% de la población adulta (1.474) obtenía el suministro de estas 15 fuentes, y el 93% (1.397) utilizaba el pozo que abastece la red, con

una concentración de 0,054 ppm.

Quince pozos de primera napa poseían concentraciones menores que el agua de la red. La franja de mayor riesgo es la centro-este, donde se distribuye el agua de red y algunos pozos presentan valores de 0,06 a 0,09 ppm, como se observa en la Tabla 3. La zona de menor concentración se encuentra en pozos superficiales del barrio El Churqui, en el oeste de Villa Belgrano.

Las 119 personas estudiadas tenían entre 18 y 73 años de edad, con una mediana de 37,  $P_{25-75}(27;71)$ . De ellas, 54 (45%) presentaron algunas manifestaciones dermatológicas. Hubo un 13% con melanimodermia, 8% con leucomelanimodermia, 7% con hiperqueratosis, 6% con hiperhidrosis y un pequeño porcentaje con una combinación de estas patologías (ver Tabla 4). Según el análisis bivariado efectuado en esta población, no se detectó una asociación entre la presencia de lesiones dermatológicas y los niveles de arsénico en agua de entre 0,05 y 0,01 ppm ( $p > 0,05$ ).

Aunque el 5% de la población estudiada presentó dolores abdominales y diarreas, dichos síntomas no pudieron ser atribuidos a los niveles de arsénico en agua para los valores de entre 0,05 y 0,01 ppm ( $p > 0,05$ ).

Ningún paciente presentó sintomatología renal, hepática, respiratoria, nerviosa, metabólica ni tumoral relacionada al hidroarsenicismo. En todos los casos se observaron valores de arsénico en pelo menores a 1 ug/g.

Solo en 2 de los 119 casos no fue posible expresar las concentraciones de arsénico en orina en función de los gramos de creatinina; como ésta era muy baja, se habría sobreestimado el valor del resultado. De los 117 referenciados a la creatinina, la media fue de 19,61 ug/g, con un valor máximo de 58 ug/g y un mínimo de  $< 5$  ug/g. Diez pacientes mostraron valores de arsénico en orina superiores a 40 ug/g, aunque solo 3 de ellos presentaron manifestaciones cutáneas.

En relación a los valores de arsénico en orina, solo se observaron 3 pacientes con más de 50 ug/l (límite establecido por la OMS), y ninguno presentó clínica dermatológica.

De acuerdo con la especificación de Caso A según la OMS, se registraron 51 probables (43%). Ninguno de ellos cumplía con las condiciones para ser caso definido. Para la definición de caso B se identificaron 3 pacientes, lo que significa que la prevalencia de la enfermedad según el criterio propuesto en este estudio fue de 2,6% [IC 95% (0,51 - 7,02)].

En todos los casos se encontraron valores de arsénico en cabello menores a 1 ug/g.

Se realizó un análisis de correlación de variables con el fin de encontrar una asociación entre ellas y plantear futuras investigaciones con un diseño diferente.

No se detectó una asociación entre los niveles de arsénico en orina con las manifestaciones dermatológicas ni la concentración del metaloide en agua ( $p > 0,05$ ).

Se exploró la relación entre tiempo de consumo, valores de arsénico en agua y en orina y manifestaciones dermatológicas, pero no se encontró ninguna asociación ( $p > 0,05$ ).

TABLA 3. Concentración de arsénico (ppm) en fuentes de agua de Villa Belgrano, Tucumán (2010).

Barrio	Identificación del pozo	Profundidad del pozo (m)	Georreferencia sur	Georreferencia oeste	Resultado, arsénico (ppm)
Centro	P1 Pozo de red	75	27,5313	65,6151	0,054*
El Churqui	P2 Escuela 376	> 75	27,5378	65,6316	0,038
El Churqui	P3	6	27,5209	65,6335	0,011
El Churqui	P4	< 12	27,5243	65,6388	0,015
El Churqui	P5	54	27,5252	65,6421	0,016
El Churqui	P6	20	27,5231	65,6434	0,012
El Churqui	P7	17	27,5276	65,6341	0,011
San Bernardo	P8	30	27,5237	65,6083	0,018
San Bernardo	P9	8	27,5213	65,6045	0,013
San Bernardo	P10	12	27,5184	65,6055	0,045
San Bernardo	P11	7	27,5188	65,6056	0,022
San Bernardo	P12	8	27,5203	65,6051	0,032
El Alto	P13	< 12	27,3212	65,3659	0,089*
El Alto	P14	desconocida	27,5457	65,6046	0,054*
El Alto	P15	22	27,5454	65,6060	0,079*
San Isidro	P16	8	27,5283	65,6104	0,034
San Isidro	P17	desconocida	27,5285	65,6103	0,038
San Isidro	P18	25	27,5284	65,6098	0,037
San Isidro	P19	13	27,3168	65,3671	0,06*
9 de Julio	P20	desconocida	27,3154	65,3611	0,08*

\* Valores superiores a 0,05 ppm

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4. Porcentaje de lesiones cutáneas en población estudiada de Villa Belgrano, Tucumán, Argentina.

Manifestaciones dermatológicas	(%)
Sin síntomas	50,4
Melanodermia	12,6
Hiperqueratosis	8,4
Melanodermia y Leucodermia	7,6
Hiperhidrosis	5,9
Otras	4,2
Hiperqueratosis y melanodermia	3,4
Leucomelanodermia	2,5
Hiperqueratosis y leucodermia	1,7
Hiperqueratosis, melanodermia y leucodermia	0,8
Hiperhidrosis e hiperqueratosis	0,8
Hiperhidrosis, melanodermia y leucodermia	0,8
Hiperhidrosis y Leucodermia	0,8

Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Una zona importante de la localidad estudiada, abastecida principalmente por el pozo de red, mostró valores de arsénico en agua superiores al recomendado por el CAA (máximo de 0,01 ppm). Los pozos poco profundos presentaron una variabilidad de 0,01-0,09 ppm. La falta de homogeneidad local en la distribución del arsénico podría deberse a características geológicas. En este estudio, las concentraciones superiores al punto de corte sugerido por

la OMS y el CAA no pudieron asociarse a lesiones cutáneas graves ni a manifestaciones gastrointestinales.

En concordancia con otros trabajos publicados, se observó que los individuos con igual consumo de arsénico en agua pueden presentar manifestaciones clínicas o no, lo que indicaría la existencia de una susceptibilidad individual.<sup>11,18</sup>

La concentración del metaloide en orina y la manifestación clínica dermatológica fueron muy variadas, y no se pudo encontrar una asociación con ningún parámetro estudiado.

Los valores hallados en el pelo no contribuyeron al diagnóstico ni a profundizar la búsqueda de una relación entre diferentes variables.

La prevalencia estimada según los criterios propuestos en el estudio mostró valores similares a los establecidos en la bibliografía para este rango de concentración de arsénico en agua, aunque se utilizaron otros criterios no comparables. Esto permite inferir que alrededor de 39 casos del mismo grupo etario estarían en una situación similar. Sin embargo, debido a la mencionada ausencia de los trabajadores rurales temporarios, la muestra seleccionada estuvo compuesta por una proporción de mujeres mayor a la que refleja la población, lo que constituyó una limitación para el estudio.

Los casos probables y definidos deberían ser estudiados en mayor profundidad por médicos especialistas. También sería importante realizar un seguimiento para evaluar su evolución, ya que el centro sanitario de Villa Belgrano no cuenta actualmente con esas posibilidades y requiere que se planifique un abordaje especial.

Para garantizar la calidad del agua, se necesita una vigilan-

cia sistemática y análisis fiables de todos los pozos, lo que puede resultar algo dificultoso en la práctica.

Sería muy importante considerar la utilidad del enfoque empleado en este estudio, para replicarlo en áreas con riesgo al agua arsenical y así estimar una prevalencia provincial. Asimismo, se podría profundizar el tema con otro tipo de estudios, capaces de investigar la posible asociación entre los valores de arsénico en agua superiores a 0,01 ppm y el HACRE.

#### RELEVANCIA PARA POLÍTICAS E INTERVENCIONES SANITARIAS

El estudio sirvió para determinar la prevalencia de la enfermedad en la localidad en cuestión, ya que anteriormente no se habían realizado este tipo de investigaciones en la provincia. Además, aportó una nueva definición de caso de HACRE, adecuándolo al valor de arsénico propuesto por la OMS.

A partir de los resultados obtenidos, sería conveniente replicar el estudio en zonas de riesgo al agua arsenical, para calcular la prevalencia provincial y adoptar las acciones preventivas y correctivas correspondientes. Asimismo, se debería profundizar el análisis de la asociación entre las variables clínicas y ambientales, con el fin de obtener una respuesta adecuada a la problemática tucumana.

**DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES:** No hubo conflicto de intereses durante la realización del estudio.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <sup>1</sup> Grigolato R, Gonzalez G, Molina S, et al. *Epidemiología del HACRE en la República Argentina*. Estudio Colaborativo Multicéntrico. Beca Carrillo-Oñativia, abril de 2006.
- <sup>2</sup> Litter MI. *La problemática del arsénico en la Argentina: el HACRE*. Comisión Nacional de Energía Atómica, Unidad de Actividad Química, Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Universidad de General San Martín, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. [Disponible en: <http://www.unsam.edu.ar>]. [Último acceso: 30 de Marzo de 2011].
- <sup>3</sup> *Proyecto de Ley: Plan Federal de Lucha contra el Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico. N° Expediente: 1861-D-2008*. [Disponible en: [www1.hcdn.gov.ar/proyxml/expediente.asp?fundamentos=si&numexp=1861-D-2008](http://www1.hcdn.gov.ar/proyxml/expediente.asp?fundamentos=si&numexp=1861-D-2008)]. [Último acceso: 26 de Junio de 2010].
- <sup>4</sup> Gaioli M, González D, Amoedo D. Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico: un desafío diagnóstico y de prevención. *Arch Argent Pediatr*, Vol. 107 N° 5. Buenos Aires, septiembre/octubre de 2009.
- <sup>5</sup> Trelles R, Larghi A, Páez J. *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, 1970; Pub N°4.
- <sup>6</sup> De los Ríos EH, Alperovich BA, Luján JC, Juárez MF, Iturre L, López CA. Estudio Integral del HACRE en la Provincia de Tucumán. *Rev Dermatol Arg*, 1984; 65:243-257.
- <sup>7</sup> *United Nations Synthesis Report on Arsenic in Drinking Water*. [Disponible en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwa/arsenic3/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwa/arsenic3/en/)]. [Último acceso: 25 de Enero de 2011].
- <sup>8</sup> Biagini RE. Hidroarsenicismo crónico y cáncer de pulmón. *Arch Argent Dermatol*, 1966; 16:172-184.
- <sup>9</sup> Rossman TG. Mechanism of arsenic carcinogenesis: an integrated approach. *Mutat Res*, 2003; 533:37-65.

#### RELEVANCIA PARA LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN SALUD

Es importante realizar estudios epidemiológicos ambientales. Si bien la OMS establece recomendaciones, también destaca la necesidad de efectuar investigaciones de campo antes de revisar o actualizar una norma o adoptar nuevos límites.

#### RELEVANCIA PARA LA INVESTIGACIÓN EN SALUD

A pesar de que numerosos investigadores abordan la problemática en la provincia, el sistema público de salud no tiene un registro de casos de HACRE ni análisis epidemiológicos ambientales que avalen o actualicen las normas nacionales, tal como sugiere la OMS. Por ello, el estudio de esta localidad puede servir como modelo para otras zonas de riesgo al agua arsenical y como antecedente para la toma de decisiones a la hora de ajustar los valores propuestos por el CAA en 2012. Asimismo sería importante en futuros estudios poder evaluar en profundidad relaciones entre variables que en este trabajo no pudieron establecerse.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Salud Pública de la Provincia de Tucumán por el apoyo recibido para la realización de la investigación.

- <sup>10</sup> Mazumder D, Guha N. Revised Draft, June 2000. Chapter 4: Diagnosis and treatment of chronic arsenic poisoning. Institute of Post Graduate Medical Education and Research, Calcutta.
- <sup>11</sup> Ildarraz JM. Diagnóstico Clínico de HACRE por manifestaciones cutáneas en localidades de Graneros. *Revista de la Facultad de Medicina*, Vol. 6 Supl. 1, 2005.
- <sup>12</sup> *Guías para la Calidad del agua potable 3a ed. Recomendaciones, OMS*. Ginebra, 1993; 1:41-42.
- <sup>13</sup> *Código Alimentario Argentino*. Capítulo XII: Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. Artículos 982 al 1079. Ley 18.284. Decreto 2126/71. Actualizado a junio de 2007.
- <sup>14</sup> Vázquez AH, Ortolani V, Rizzo G, Bachur J, Pidustwa V; colaboración especial: Germán Corey, CEPIS-OPS. *Arsénico en aguas subterráneas criterios para la adopción de límites tolerables*. [Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaca/fulltext/arsenico.pdf>]. [Último acceso: 30 de Marzo de 2011].
- <sup>15</sup> Corey G. *Estudio de evaluación del riesgo asociado al consumo de agua con arsénico en la provincia de Santa Fe*. Programa de fortalecimiento del Enress. [Disponible en: <http://www.enress.gov.ar>]. [Último acceso: 21 de diciembre de 2010].
- <sup>16</sup> *Hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE)*. Instituto de Biomedicina, Universidad Católica de Santiago del Estero. [Disponible en: <http://biomedicina.ucse.edu.ar/indicadores/enfermedades/sistemicas/hidroarsenicismo.htm>]. [Último acceso: 14 de Abril de 2011].
- <sup>17</sup> Corey G, Tomasini R, Pagura J. *Estudio epidemiológico sobre efecto crónico en salud por exposición al arsénico*. Programa de fortalecimiento del ENRESS. Octubre de 2002. [Disponible en: [http://www.enress.gov.ar/docs/Resumen\\_Estudio\\_Epidemiologico.doc](http://www.enress.gov.ar/docs/Resumen_Estudio_Epidemiologico.doc)]. [Último acceso: 14 de Abril de 2011].
- <sup>18</sup> Guber R, Tefaha L, Arias N. Contenido de arsénico en el agua de consumo en Leales y Graneros (Provincia de Tucumán, Argentina). *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, Vol 43 N° 2. La Plata, abril/junio de 2009.