

**“Impacto de la ingesta de agua contaminada
con arsénico en la salud de la población de
comunidades rurales del territorio N° 2 del
municipio de Telica, León”**

DRA. ALINA GÓMEZ C.

Estudio financiado por OPS/OMS

Diciembre de 2011

Nicaragua

EQUIPO MÉDICO DE INVESTIGACIÓN

| | |
|-----------------|--|
| Alina Gómez C. | Médica Dermatóloga / Epidemióloga |
| Leslie Zamora | Médica Dermatóloga |
| Magdalena Marín | Médica Epidemióloga / Resid Dermatología |
| Génesis Pérez | Residente de Dermatología |
| Fátima González | Residente de Dermatología |

HIDROGEÓLOGO: Andrew Longley PhD Hidrogeología

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Víctor Tercero PhD Ingeniería de Sistemas

COLABORADORES: Personal de Nuevas Esperanzas
Personal del Centro de Salud de Telica

INFORME REALIZADO POR: Alina Gómez C.

RESUMEN

En mayo de 1996 fue detectado el primer caso colectivo de hidroarsenicismo en la comunidad rural El Zapote, San Isidro, Matagalpa, en el valle de Sébaco. A partir de entonces, se ha venido descubriendo contaminación por arsénico (As) en algunas fuentes de agua de más de 29 municipios, en distintas zonas de Nicaragua. El último caso fue en Telica, donde se encontraron concentraciones de As en el agua, por encima de la norma nacional de 10 ug/lit, hasta un máximo de 900 ug/lit

Se estimó que alrededor de 2000 personas pudieron haber ingerido agua contaminada durante períodos de hasta 25 años, en comunidades del territorio N° 2 del municipio de Telica. Sin embargo, se desconocía el daño que este tóxico les pudiera haber provocado en su salud.

Fue así que se planteó el presente estudio para identificar precozmente las manifestaciones dermatológicas asociadas al arsenicismo, así como otra sintomatología general que pudieran presentar los pobladores que ingirieron agua de los pozos detectados con altas concentraciones de As y determinar la prevalencia de patologías relacionadas con la ingesta de agua contaminada. También se propuso cuantificar los niveles de As en cabello una muestra de 60 de los participantes, a fin de poder confirmar la exposición a este elemento.

En septiembre de 2011 un equipo de médicas dermatólogas y epidemiólogas, examinaron a 642 personas de las comunidades de Ocotón, Unión España, Nuevo Amanecer, Bella Vista, Los Cementos y Las Quemadas. Simultáneamente un equipo especializado realizó el estudio hidrológico e hidroquímico para profundizar en el alcance de la contaminación, como parte del estudio interdisciplinario del que forma parte este informe y que posteriormente se integrarán.

Las manifestaciones clínicas estadísticamente significativas fueron: ardor en los ojos, náuseas, parestesia, tos crónica y disnea. Algunas de ellas con prevalencia similar a la presentada por los habitantes de El Zapote.

Los resultados del estudio de As en el pelo fueron coherentes con las concentraciones de As en las fuentes de agua de las que se abastecieron las comunidades de Ocotón, Unión España, Nuevo Amanecer y Bella Vista, en los últimos cuatro años, evidenciando la exposición al As que han tenido las personas que ahí viven.

Palabras Clave: Arsénico, Arsenicismo, Arsenicosis, Biomarcadores, Pelo, Telica, Nicaragua.

1. INTRODUCCIÓN

Las Naciones Unidas declaró que “el derecho al agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos” (Naciones Unidas 2010). La contaminación con arsénico (As) del agua usada para tomar, cocinar y regar es un obstáculo muy importante para el pleno disfrute de este derecho, ya que es un problema con graves consecuencias en la salud pública que afecta a grandes sectores de la población de muchos países, especialmente los más pobres (McClintock TR, et al 2011) (Smith AH et al 2000). Se estima que al menos 130 millones de personas en el mundo ingieren o han ingerido agua contaminada con este toxico (Royal Geographic Society Dic 2008).

De acuerdo a estudios dirigidos por el Dr. Smith de la universidad de Berkeley, la ingesta de agua con altas concentraciones de As, contribuye al incremento de la mortalidad, más que cualquier otra exposición ambiental conocida. Se estima que al tomar agua con concentraciones de 50 ug de As/litro, que es todavía la norma en muchos países, las probabilidades de padecer de cáncer son más de 100 veces mayores a las que resultan de ingerir cualquier otro contaminante del agua (Smith AH et al 2007).

Es frecuente que las personas que han estado expuestas al As presente en el agua puedan permanecer asintomáticas durante períodos prolongados, inclusive varias décadas, en dependencia de la cantidad y el tiempo de la ingesta, además del tipo de arsénico y otros factores propios de la persona (Kapaj S et al 2006).

En la piel, la pigmentación y la hiperqueratosis, cuando se presentan, suelen ser características de la intoxicación crónica por As. En especial, la pigmentación moteada denominada “en gotas de lluvia”, a nivel del tronco y las extremidades, y la hiperqueratosis palmo-plantar, resultan patognomónicas de la exposición a este elemento tóxico. Sin embargo, se estima que para que aparezcan estas lesiones cutáneas se requiere un promedio de 23 años de latencia posterior a haber estado expuesto a concentraciones usualmente mayores a 200 ug de As/litro de agua o al menos a 100 ug/litro (Haque R et al 2003)(Smith AH et al 2009).

El As también puede afectar los órganos internos, inclusive sin que se presenten las lesiones cutáneas características, pudiendo aparecer manifestaciones variadas. Son frecuentes los síntomas respiratorios, neurológicos, cardiovasculares, digestivos, etc., los que pueden llegar hasta la muerte del paciente (Kapaj S et al 2006). Inclusive, se ha comprobado la asociación del arsénico con el cáncer, especialmente de la piel, los pulmones y la vejiga (IARC 2002).

Además de los aspectos clínicos, la exposición al As también puede ser evaluada mediante los biomarcadores, como la sangre o la orina, cuando la contaminación es reciente, y el pelo o las uñas cuando la exposición es pasada. Entre ellos, el análisis del contenido de As en el pelo es una de las pruebas más usadas en los estudios de intoxicación crónica por este elemento (Kazi TG 2009) (Bin W et al 2010) y resulta una herramienta útil para confirmar la intoxicación crónica por arsénico (Hindmarsh, JT 2002) (Hinwood AL et al 2003)(Kapaj S et al 2006).

En Nicaragua, durante mayo de 1996, fue detectada por primera vez la contaminación del agua subterránea con arsénico en un pozo artesiano comunitario de la comunidad El Zapote, en el valle de Sébaco, al norte del país, el que contenía 1320 ug de As_{total} / lt de agua (Aguilar et al 2000) (Gómez A 2009).

Posteriormente, diferentes instituciones realizaron nuevos estudios que confirmaron la extensión del problema en las comunidades vecinas y en otras regiones del país (Barragne 2004) (CARE 2002) (ENACAL et al 2005) (González et al 1997) (INAA 1996) (OPS/OMS UNICEF 2005) (PIDMA-UNI 2001a) (PIDMA-UNI EHP 2001b) (PIDMA-UNI UNICEF 2002). De acuerdo a los resultados de dichos estudios, se detectaron un total de 29 municipios donde algunas fuentes de agua contenían As en concentraciones superiores a la norma nacional de 10 ug de As/lt de agua (Bundschuh J et al 2011)(INAA 2001).

La valoración médica de la población expuesta se ha realizado en las comunidades de El Zapote, municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa; en Kinuma, municipio de La Libertad y en La Curva/Puertas del Paraíso, municipio de San Pedro del Lóvago, estas tres últimas comunidades pertenecientes al departamento de Chontales (Aguilar E et al 2000) (Gómez A 2000a) (Gómez A 2000b) (Gómez A 2004) (Gómez A 2009).

El examen realizado en El Zapote durante el año 2002 mostró una prevalencia de 66% de las Pigmentaciones y las Queratosis características del arsenicismo, entre las 71 personas que habían ingerido del agua altamente contaminada (1320 ug As/lt) durante los dos años que funcionó el pozo. Así mismo presentaron síntomas respiratorios importantes, con estertores (28%) y tos (69%), además de parestesia (34%), ardor en los ojos (56%) debilidad (46%) cefalea (68%) y ardor cutáneo (56%). Estos valores tuvieron asociación estadística significativa en relación a las personas que habían ingerido agua del pozo mencionado durante menos de seis meses (Gómez A 2009).

En el 2007 se realizó una nueva revisión de los pobladores que aún vivían en El Zapote. Se encontró asociación entre la ingesta de agua con 1320 ug As/lt por más de seis meses con manifestaciones respiratorias, como tos mayor de tres semanas (OR:4.37 95% IC 1.24-15.38) tos crónica (OR:6.18 95% IC 0.74-51.6) disnea (OR:2.59 95% IC 0.51-13.1) y alteraciones funcionales (OR:3.68 95% IC 0.43-31.77) con patrones espirométricos restrictivos (7/9) y mixtos (2/9). Con apoyo de radiografías de tórax o tomografía axial computerizada, en dos de los casos con mayor deterioro se diagnosticó Enfermedad Pulmonar Obstructiva y en otros dos, Fibrosis Intersticial Difusa, uno de ellos con Bronquiectasis (Gómez A 2007).

En cambio en Kinuma, donde la población ingirió desde 1992 hasta 2004, agua de dos pozos perforados cuyos niveles de arsénico resultaron en 54.4 – 255ug As/lt. fueron detectadas solamente cuatro personas (5.8%) con queratosis punctata plantar leve y ningún caso en La Curva ni en Las Puertas de Paris. No se encontró la pigmentación característica del arsenicismo. Tampoco se encontró diferencia significativa que relacionara el As con el resto de signos y síntomas encontrados en los pobladores de Kinuma, La Curva y Puertas de Paris. En esta últimas dos comunidades los niveles de contaminación del agua con As eran de 10.4-41.50ug As/lt (Gómez A 2004).

De acuerdo al seguimiento que Gómez A ha realizado hasta la fecha actual, a la población de El Zapote, en San Isidro y según los registros de los centros hospitalarios donde han sido atendidos, 6/71 personas (8%) que tomaron por dos años del agua conteniendo 1320 ug de As/lit han desarrollado enfermedades graves, tres de ellas desarrollaron cuadros de Hipertensión Porta no cirrótica que ya ocasionó la muerte de un joven de 24 años durante el año 2008 cuya autopsia demostró que además presentaba fibrosis pulmonar, los otros dos han sufrido de frecuentes episodios de hemoptisis que comprometen sus vidas, uno de ellos migró a otra zona del país y no se sabe si aún vive (Gómez A 2010).

Otra de las personas más afectadas en El Zapote, presentó un Carcinoma Epidermoide en el Miembro Superior izquierdo con inusual metástasis a la mama del mismo lado que motivó su fallecimiento en el 2008; y las últimas dos personas desarrollaron cuadro de Disnea grave asociada a Fibrosis pulmonar, una de ellas falleció en el año 2010. La mayoría de estos pacientes 4/6 estuvieron expuestos al arsénico durante su niñez (Gómez A- 2010).

Además del seguimiento a las primeras personas diagnosticadas con arsenicismo en El Zapote, nuevos investigadores han continuado detectando fuentes de agua contaminada con arsénico. El foco de estudio hidrogeológico más reciente sobre este tema, ha sido en el territorio N° 2 del municipio de Telica.

En el año 2007, el equipo de profesionales de la organización Nuevas Esperanzas, liderado por su director, el hidrogeólogo Dr. Andrew Longley encontró arsénico (As) por primera vez, en pozos perforados en las comunidades de La Unión España y Nuevo Amanecer en el norte del Municipio de Telica, departamento de León. Posteriormente en noviembre del 2010, continuaron investigando las fuentes de agua de las comunidades vecinas, donde también descubrieron muchos otros pozos con concentraciones de As por encima de 10 ug/lit. En algunas fuentes de agua se detectaron concentraciones de hasta 290 ug/lit (Longley A 2011).

En base al censo del 2007, se estimó que alrededor de 2000 personas pudieron haber ingerido agua contaminada con arsénico por encima de 10 ug/lit, y aproximadamente 900 de esas personas se expusieron a concentraciones mayores de 50 ug/lit durante períodos prolongados (Longley A 2011). Sin embargo, se desconocía el daño que este tóxico les pudiera haber provocado en su salud.

Fue así que se planteó el presente estudio para identificar precozmente las manifestaciones dermatológicas asociadas al arsenicismo, así como otra sintomatología general que presentasen los pobladores que ingirieron agua de los pozos detectados con altas concentraciones de As en comunidades del territorio N° 2 del municipio de Telica y determinar la prevalencia de patologías relacionadas con la ingesta de arsénico. También se propuso cuantificar los niveles de As en cabello de 60 de los participantes, a fin de poder confirmar la exposición a este elemento.

Simultáneamente, el equipo de Nuevas Esperanzas, continuó realizando el estudio hidrológico e hidroquímico para profundizar en el conocimiento de la contaminación con As de las fuentes de

agua, como parte del enfoque interdisciplinario de la investigación de la problemática planteada. Ambos informes posteriormente serán integrados.

En septiembre de 2011 un equipo de médicas dermatólogas y epidemiólogas, examinaron a 642 personas de las comunidades de Ocotón, Unión España, Nuevo Amanecer, Bella Vista, Los Cementos y Las Quemadas.

Las manifestaciones clínicas estadísticamente significativas fueron: ardor en los ojos, náuseas, parestesia, tos crónica y disnea. Algunas de ellas con prevalencia similar a la presentada por los habitantes de El Zapote.

Los resultados del estudio de As en el pelo fueron coherentes con las concentraciones de As en las fuentes de agua de las que se abastecieron las comunidades de Ocotón, Unión España, Nuevo Amanecer y Bella Vista, en los últimos cuatro años, evidenciando la exposición al As que han tenido las personas que ahí viven.

2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Municipio de Telica está situado en la región occidental de Nicaragua. Abarca una sección de la Cordillera de los Maribios y en su territorio se encuentran los volcanes Telica y Santa Clara, por lo que al igual que toda el área de influencia de esta cordillera volcánica, Telica es un municipio de alto riesgo vulcanológico.

Las comunidades rurales de Telica también sufrieron los estragos del huracán Mitch en 1998, lo que obligó a la reubicación de los afectados.

De acuerdo al censo del 2005 la población municipal era de 23,266 habitantes (INEC 2005) de los que el 81.55% se ubicaban en el área rural. El municipio se encuentra dividido en seis territorios (Alcaldía Telica 2008)

El territorio N°2 cuenta con una población estimada de 2491 habitantes (Alcaldía Telica 2008). En esta área predominan los latifundios, dedicados sobre todo a la ganadería extensiva, el cultivo de caña de azúcar y las plantaciones forestales comerciales.

3. MATERIAL Y MÉTODO

-Etapa preliminar

Previo al inicio del estudio se estableció coordinación con el gobierno local y con la dirección del SILAIS León quienes estuvieron anuentes a apoyar su realización. Se recibió apoyo de la directora del Centro de Salud de Telica, quien garantizó la integración de personal de salud del área dentro del equipo a cargo de las visitas de campo y ofreció las instalaciones físicas del Puesto de Salud Unión España, como centro de operaciones durante el trabajo de campo.

También se coordinó con el equipo de Nuevas Esperanzas, para que ellos realizaran el censo previo de la población del área objeto de estudio, incluyendo la recolección de información histórica sobre los sitios de residencia y las distintas fuentes de agua de las que se habían abastecido. Mientras se realizaba el censo, también se invitó a la población para que acudieran a revisión médica en el Puesto de Salud de Unión España, los días anunciados.

-Características de la investigación y área de estudio

Durante el mes de septiembre de 2011 se realizó un estudio transversal analítico entre los pobladores de las comunidades Unión España, Nuevo Amanecer, Bella Vista, Los Cementos y Ocotón pertenecientes al territorio N° 2 del municipio de Telica. La mayoría de estas personas habían ingerido agua procedente de pozos que contenían arsénico por encima de la norma nacional de 10 ug de As /lt de agua en diferentes períodos de su vida.

También se examinó, como control, a personas de la comunidad Las Quemadas donde la única fuente de agua ha sido un manantial en el que hasta la fecha no se ha detectado presencia de arsénico en diferentes análisis realizados

-Grupos Comparativos

Para el análisis de los signos y síntomas presentados, se conformaron cinco grupos en función del la concentración de As en el agua ingerida y el tiempo de exposición, excluyendo los casos en los que no se logró conseguir información adecuada.

Los grupos quedaron conformados de la siguiente manera:

Grupo 1 (Grupo control-Consumo Nulo): Personas que han consumido agua sin arsénico durante toda su vida o al menos en los últimos 25 años.

Grupo 2 (Consumo Bajo-Alto): Personas que tomaron agua con niveles de As entre 0-6 ug/lt durante los último 12-24 años, pero que anteriormente consumieron niveles de 120-170 ug/lt durante 6-20 años.

Grupo 3 (Consumo Nulo-Medio-Alto): Personas que bebieron agua sin arsénico en los últimos 2.25 años, antecedido de ingesta de agua con 12-41 ug de As/lt por dos años y anteriormente de 73-900 ug de As/lt durante un período máximo de 7.5 años.

Grupo 4 (Consumo Nulo-Alto): Personas que ingirieron agua sin arsénico en los últimos 2.25 años pero que anteriormente consumieron 73-900 ug de arsénico/litro durante un período máximo de 7.5 años

Grupo 5 (Consumo muy Alto): Personas que han ingerido concentraciones de 250 ug de As/litro de agua durante toda su vida o al menos en los últimos 25 años.

El consumo Bajo de As se consideró menor a 10 ug/lt de agua. El consumo Medio entre 10-50ug/lt y más de 50 ug de As/lt de agua se catalogó como consumo Alto.

Para confirmar la exposición al As, se estudió el contenido de arsénico en el pelo de 60 personas de diferentes comunidades, incluido el grupo control. Por limitaciones en el presupuesto, no fue posible un mayor número de muestras. Primero fueron seleccionadas aquellas personas que presentaban lesiones cutáneas sospechosas de arsenicismo y luego se escogieron al azar personas de las diferentes comunidades, incluido el grupo control, que accedieron voluntariamente a hacerse el examen y que tenían el pelo largo. El análisis del cabello fue realizado por comunidad, ya que el contenido de arsénico en el pelo dependía sobre todo de la ingesta reciente de agua de fuentes con concentraciones de este tóxico que ya eran conocidas.

-Equipo de investigación de campo

Fue conformado un equipo de campo integrado por tres médicas residentes de dermatología del Centro Nacional de Dermatología y dos médicas dermatólogas, una de ellas también epidemióloga y con 15 años de experiencia en el diagnóstico y seguimiento de pacientes afectados con arsenicismo. Cada día del trabajo de campo, se sumó al equipo un trabajador médico o enfermera del Centro de Salud de Telica y el equipo de profesionales de Nuevas Esperanzas.

-Herramienta de recolección de datos:

Para la recolección de la información, se utilizó una herramienta basada en el Formulario Básico de "Atención de Pacientes con Arsenicismo" elaborado y usado por la autora en estudios anteriores (Gómez A 2004) (Gómez A 2009).

En base a experiencias previas, a este formulario se le suprimieron las variables que no eran objeto de este estudio y se dejaron aquellas que brindaban información sobre las características biológicas, socio-demográficas, hospitalizaciones previas, antecedentes de cáncer, características de las lesiones cutáneas, antecedentes de fumado, síntomas y signos respiratorios, antecedentes de ardor en los ojos, entumecimiento de las extremidades, y manifestaciones digestivas.

En este formulario también se incluyó el antecedente de hemoptisis, hematemesis, melena y hematuria, además de la presencia o no de hepatomegalia, esplenomegalia, edemas y úlceras en miembros inferiores.

Al final se agregaron los datos de la concentración de As en el agua utilizada y la información sobre el examen de pelo.

Para posteriores fines educativos, se incluyó al final del cuestionario, cuatro preguntas sobre el conocimiento que la población tenía sobre el problema del agua en su comunidad.

Previo a su utilización, este formulario fue revisado por el equipo médico y validado con pacientes de la consulta externa del Centro Nacional de Dermatología.

-Definiciones

Las lesiones cutáneas fueron definidas según recomendaciones de la guía de campo de OMS (OMS 2005) y para la valoración de la disnea se utilizó la Escala de Disnea del Consejo de Investigación Médica Británica modificada por la Sociedad Americana Torácica (Brooks 1982).

-Entrevista, examen físico y toma de muestra de pelo

Durante cinco días del mes de septiembre de 2011, se atendió a la población de las comunidades objeto de estudio. Al inicio, todo el equipo se concentró en las instalaciones físicas del Puesto de Salud de Unión España a donde acudieron espontáneamente las personas que atendieron a la invitación que se les había realizado durante el levantamiento del censo. Posteriormente, cuando la afluencia pasiva de la población disminuyó, se formaron dos equipos que se movilizaron en las distintas comunidades, haciendo una captación activa casa por casa.

Primero, el equipo de apoyo llenó los datos generales de los examinados, luego los pesaron y en el caso de los menores de 15 años, también fueron medidos. Después, el equipo médico realizó un interrogatorio y un examen físico, de acuerdo al formulario elaborado.

Durante los últimos dos días de trabajo de campo, se formó un tercer equipo que se encargó de tomar las muestras de cabello. Previo al corte del pelo, se les explicó del examen a realizar, luego los mayores de edad firmaron una hoja, dando el consentimiento informado para la realización del análisis. En el caso de los menores de edad, uno de los padres firmó.

El corte del cabello se realizó manualmente, cubriendo las manos con guantes de latex y usando tijeras de acero inoxidable. Se cortaron varios mechones de pelo del área occipital, aproximadamente a un centímetro del cuero cabelludo para completar cerca de un gramo de cabello. En el caso de los varones, se realizó el corte en forma uniforme para lograr suficiente cantidad de pelo. La muestra fue introducida en una bolsa plástica nueva con cierre hermético tipo "ziploc", la que fue rotulada únicamente con el mismo código del formulario que se les había llenado. Posteriormente fueron trasladadas a Managua donde fueron analizadas en el Centro de Investigaciones y Recursos Acuáticos (CIRA) en la ciudad de Managua.

-Análisis del pelo

Para la determinación del arsénico en las muestras de cabello, se utilizó el método de Generación de Hidruros con espectroscopía de absorción atómica, de acuerdo al manual de procedimientos establecidos en el CIRA. Los equipos utilizados fueron Varian, Spectr AA-20 y Generador de Hidruros, Varian, (VGA-76). El límite de detección del método era de $2,02 \mu\text{g.l}^{-1}$

Todas las muestras fueron analizadas por duplicado, esperando que la desviación estándar relativa entre ambas no excediera el 10%, de resultar así se repetiría.

-Análisis estadístico

En el caso de los síntomas y signos, para cada variable, se realizó un análisis de proporciones múltiples con el estadístico de prueba Chi-cuadrado, a fin de investigar si existía alguna diferencia estadística entre al menos un grupo de los estudiados. Posteriormente, a las variables que fueron significativas en el análisis global, se les realizó comparación múltiple entre los niveles de los distintos grupos para identificar aquellos que se distinguían estadísticamente del grupo control. Se consideró un nivel de significancia de 0.05.

Para el análisis del contenido de arsénico en el cabello, se usó la prueba de medianas de Mood. Al igual que en las pruebas anteriores, se estableció un nivel de significancia de 0.05.

Del libro de Conover WJ se tomaron todos los procedimientos estadísticos usados para la evaluación de los resultados del proyecto (Conover 1999) y para el análisis se utilizó el software Minitab® 16.1.0

-Limitaciones

La principal limitante resultó el antecedente de cambios en los sitios de residencia de gran parte de la población, sobre todo por el daño provocado por el huracán Mitch que obligó a la reubicación de muchas familias en las comunidades de Unión España y Nuevo Amanecer, entre otras. Además, los cambios en la tenencia de la tierra también provocaron desaparición de algunos asentamientos, como El Chorizo, cuyos habitantes fueron reubicados parcialmente en Bella Vista. Con estos movimientos migratorios internos, se dificultó la obtención de muestras del agua que habían consumido en el pasado estas personas, ya que algunos pozos se encontraban soterrados. Por esta razón, para el análisis solamente fueron tomados en cuenta los examinados de los que se disponía información adecuada.

4. RESULTADOS

-Características biológicas de las personas examinadas y de los integrantes de los grupos de comparación

Durante los cinco días de trabajo de campo, fueron examinadas un total 642 personas procedentes de las seis comunidades objeto de estudio. En la tabla 1 se puede observar sus características por edad y sexo. Se agregaron 14 personas procedentes de poblados vecinos, no censados, ubicados dentro del mismo territorio dos del municipio de Telica, quienes demandaron su atención.

La cobertura mayor se logró en la Hacienda Ocotón (100%) por haber sido priorizada, ya que en el momento del estudio, estas personas todavía ingerían agua altamente contaminada (250 ug As/lt).

TABLA 1
POBLACIÓN EXAMINADA SEGÚN SEXO Y EDAD

| Comunidad | Censados | Personas Examinadas n = 642 | | | | Examinados % |
|-------------------------|----------|--------------------------------|--------|------------------------|--------|-----------------|
| | | Femenino (n = 382) | | Masculino (n = 260) | | |
| | | < 15 a | ≥ 15 a | < 15 a | ≥ 15 a | |
| Ocotón | 14 | 3 | 5 | 4 | 2 | 100 |
| Unión España (La Unión) | 721 | 65 | 146 | 79 | 73 | 51 |
| Nuevo Amanecer | 251 | 33 | 44 | 27 | 18 | 49 |
| Bella Vista | 110 | 15 | 22 | 14 | 8 | 54 |
| Los Cementos | 57 | 7 | 13 | 10 | 10 | 70 |
| Las Quemadas | - | 10 | 12 | 3 | 5 | - |
| Otras comunidades | - | - | 7 | 3 | 4 | - |
| | - | 133 | 249 | 140 | 120 | - |

-Grupos de comparación y consumo de As

En la tabla 2 se puede observar el sexo y la edad de las 548 personas que integraron los grupos de análisis de los síntomas y signos.

TABLA 2
GRUPOS DE COMPARACIÓN DE SÍNTOMAS Y SIGNOS SEGÚN SEXO Y EDAD

| Grupo | Femenino (n = 333) | | Masculino (n = 215) | | Total | Media de Edad (σ) | Rango |
|-------|-----------------------|--------|------------------------|--------|-------|----------------------------------|-----------|
| | < 15 a | ≥ 15 a | < 15 a | ≥ 15 a | | | |
| 1 | 23 | 18 | 21 | 10 | 72 | 15.53 (± 16.6) | 0.4 – 57 |
| 2 | - | 9 | - | 4 | 13 | 45.38 (± 20.11) | 19 – 78 |
| 3 | 29 | 44 | 16 | 18 | 107 | 23.68 (± 17.12) | 5 – 76 |
| 4 | 56 | 145 | 67 | 73 | 341 | 24.25 (± 17.52) | 3 – 81 |
| 5 | 3 | 6 | 4 | 2 | 15 | 23.18 (± 22.72) | 0.75 – 78 |
| Total | 111 | 222 | 108 | 107 | 548 | 23.46 (± 18.05) | 0.4 – 81 |

En función de las concentraciones de As en el agua y el tiempo de ingesta, los grupos para la comparación de síntomas y signos quedaron constituidos de la siguiente manera. El grupo 1 (consumo nulo) quedó integrado predominantemente por las personas de Las Quemadas y se le agregaron las personas de las demás comunidades que no tenían antecedentes de haber consumido agua contaminada con As. El grupo 2 (consumo bajo-alto) lo integraron pobladores de Bella Vista y Los Cementos. El grupo 3 (consumo nulo-medio-alto) estuvo conformado solamente por habitantes de N. Amanecer al igual que el grupo el grupo 4 (consumo nulo-alto) formado solamente con personas de Unión España. Finalmente el grupo 5 (consumo alto) lo formaron todos los habitantes de Ocotón más una persona de Unión España que tenía menos de seis meses de haber migrado de aquella comunidad. Los niveles históricos de ingesta de As en el agua, en los distintos grupos aparecen en la tabla 3.

TABLA 3
CONSUMO HISTÓRICO DE ARSÉNICO EN EL AGUA EN LOS GRUPOS DE COMPARACIÓN

| Grupo | Consumo actual As en el agua | | Consumo histórico 1 | | Consumo histórico 2 | | Edad Mínima | Total Pacientes |
|-------|---------------------------------|-------|---------------------|----------|------------------------|----------|----------------|--------------------|
| | ug/lt | Años | ug/lt | Años | ug/lt | años | | |
| 1 | 0 | 25 | | | | | | 72 |
| 2 | 0 - 6 | 12-24 | 120-170 | 6-20 | | | 25 | 13 |
| 3 | 0 | 2.25 | 12-41 | 2 | 73-900 | 0.75-7.5 | 5 | 107 |
| 4 | 0 | 2.25 | 73-900 | 0.75-9.5 | | | 3 | 341 |
| 5 | 250 | 25 | | | | | | 15 |

-Manifestaciones cutáneas

En la tabla 4 podemos observar las características y procedencia de las personas examinadas que presentaron lesiones cutáneas. Siete presentaron las hiperpigmentaciones y once las hiperqueratosis descritas en el Guía de Campo de la OMS (Tabla 4) WHO 2005). Una persona con hiperqueratosis y otra con pigmentaciones no fueron incluidas en los grupos de comparación por falta de información de su ingesta histórica de agua (Tabla 5).

La prevalencia de hiperpigmentación y de hiperqueratosis entre el total de habitantes censados en las cinco comunidades objeto de estudio fue de 0.52% (7/1153) y 0.95% (13/1154) respectivamente.

En la tabla 4 se aprecian las características de estas manifestaciones en cada una de las personas afectadas. Las queratosis predominaron sobre las pigmentaciones, aunque la mayoría de estas lesiones eran leves, solamente en dos pacientes con pigmentaciones y tres con queratosis la intensidad era moderada.

Se aprecia que el sexo femenino fue el predominantemente afectado con lesiones cutáneas, al igual que los mayores de 15 años.

En la comunidad Los Cementos no fue detectada ninguna persona con manifestaciones cutáneas relacionadas con la ingesta de As en el agua.

La mayoría de las personas con pigmentaciones no recordaban el tiempo de evolución y entre los que presentaban queratosis, la media del tiempo de evolución fue de 2.67 años (rango: 1-6 años) (Tabla 4).

Las pigmentaciones predominantes fueron de tipo leucomelanodérmico a nivel del tronco y las queratosis fueron tanto nodulares como difusas, con predominio de las palmas.

Llamó la atención el diagnóstico clínico de Carcinoma Basocelular en tres pacientes, el primero de ellos era un varón residente de la Hacienda Ocotón (grupo 5 de análisis) que tenía más de 25 años de estar ingiriendo agua con concentraciones altas de As (250 ug/lit) (Tabla 3) y quien además presentaba lesiones hiperqueratósicas nodulares, de leves a moderadas, sobre todo a nivel de las palmas.

La segunda persona, que tenía cuatro años de presentar una tumoración cutánea, era una señora de la comunidad de Bella Vista que consumía 13-39 ug As/lit, sin embargo no se pudo obtener información del contenido de este tóxico en el agua de sus fuentes históricas de consumo por lo que no se pudo clasificar en los grupos de comparación (Tabla 4).

El tercero de los pacientes con tumoraciones en la piel era masculino y habitaba en Unión España (Grupo 4) donde consumió hasta hace dos años, agua altamente contaminada con As durante casi 10 años (73-900 $\mu\text{g}/\text{lt}$).

Las tres personas con alta sospecha clínica de cáncer de la piel, presentaban sus tumoraciones en la cabeza. Una de ella ya fue intervenida quirúrgicamente y se espera los resultados de la biopsia. Las otras dos personas aún no han sido intervenidas, inclusive una de ellas rechazó el apoyo ofrecido por Nuevas Esperanzas y el equipo de médicas del estudio, para ser también operado en el Centro Nacional de Dermatología.

-Manifestaciones en otros órganos y sistemas

En la Tabla 5 se observa la frecuencia de los diferentes síntomas y signos que presentaron las personas dentro de los grupos formado.

El análisis estadístico realizado en el que se compararon las proporciones de sintomatologías a través de los distintos grupos de análisis, considerando un nivel de significancia de 0.05 y la prueba de múltiples proporciones con el estadístico de prueba Chi-cuadrado, determinó que existía significancia estadística en al menos un grupo de los estudiados, para las siguientes manifestaciones: Ardor en los ojos, Parestesia, Tos de más de tres semanas y Disnea de todos los grados (Tabla 5).

En la Tabla 6 se observan los resultados de las comparaciones múltiples efectuadas a las variables que resultaron ser significativas en la Tabla 5. Cada grupo se comparó contra el Grupo 1 (Grupo control) utilizando un nivel de significancia de 0.05. La dirección de la diferencia se puede observar por las prevalencias mostradas en la Tabla 5.

TABLA 5
COMPARACIÓN DE LAS PROPORCIONES DE SÍNTOMAS Y SIGNOS PRESENTADOS EN LOS GRUPOS DE ANÁLISIS

| Variables | Grupo 1 (grupo control) Consumo Nulo | | Grupo 2 Consumo Bajo-Alto | | Grupo 3 Consumo Nulo-Medio-Alto | | Grupo 4 Consumo Nulo-Alto | | Grupo 5 Consumo Alto | | Significancia estadística (p ≤ 0.05) |
|-------------------|--|-------|---------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------|-------|----------------------------|-------|---|
| | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % | |
| Hiperpigmentación | 0 | 0.00 | 1/13 | 7.69 | 2/107 | 1.87 | 3/341 | 0.88 | 0 | 0.00 | 0.202 |
| Hiperqueratosis | 0 | 0.00 | 2/13 | 15.38 | 2/107 | 1.87 | 5/341 | 1.47 | 1/15 | 6.67 | 0.234 |
| Tumoraciones | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 1/341 | 0.29 | 1/15 | 6.67 | 0.298 |
| Presencia de Tos | 30/72 | 41.67 | 6/13 | 46.15 | 31/107 | 28.97 | 96/341 | 28.15 | 5/15 | 33.33 | 0.148 |
| Tos de 3 semanas | 12/72 | 16.67 | 6/13 | 46.15 | 6/106 | 5.66 | 29/338 | 8.58 | 4/15 | 26.67 | 0.000 |
| Tos ≥ 3 meses | 2/71 | 2.82 | 0 | 0.00 | 1/106 | 0.94 | 3/337 | 0.89 | 2/15 | 13.33 | 0.544 |
| Flema presente | 17/72 | 23.61 | 5/13 | 38.46 | 24/107 | 22.43 | 75/341 | 21.99 | 5/15 | 33.33 | 0.576 |
| Flema ≥ 3 meses | 2/70 | 2.86 | 0 | 0.00 | 1/103 | 0.97 | 3/316 | 0.95 | 2/15 | 13.33 | 0.563 |
| Hemoptisis | 1/72 | 1.39 | 2/13 | 15.38 | 2/106 | 1.89 | 9/340 | 2.65 | 1/15 | 6.67 | 0.715 |
| Disnea* | 7/72 | 9.72 | 7/13 | 53.85 | 18/107 | 16.82 | 45/341 | 13.20 | 5/15 | 33.33 | 0.000 |
| Estertores | 1/68 | 1.47 | 0 | 0.00 | 4/107 | 3.74 | 5/341 | 1.47 | 0 | 0.00 | 0.387 |
| Ardor en los Ojos | 13/70 | 18.57 | 5/13 | 38.46 | 51/107 | 47.66 | 123/341 | 36.07 | 8/15 | 53.33 | 0.002 |
| Parestesia | 7/71 | 9.86 | 9/13 | 69.23 | 13/107 | 12.15 | 61/337 | 18.10 | 2/15 | 13.33 | 0.000 |
| Náuseas | 4/70 | 5.71 | 2/13 | 15.38 | 22/107 | 20.56 | 66/341 | 19.35 | 1/15 | 6.67 | 0.049 |
| Diarrea | 3/71 | 4.23 | 0 | 0.00 | 2/107 | 1.87 | 14/334 | 4.19 | 0 | 0.00 | 0.511 |
| Dolor Abdominal | 10/71 | 14.08 | 3/13 | 23.08 | 15/106 | 14.15 | 70/341 | 20.53 | 5/15 | 33.33 | 0.247 |
| Hematemesis | 1/71 | 1.41 | 0 | 0.00 | 1/107 | 0.93 | 9/341 | 2.64 | 1/15 | 6.67 | 0.393 |
| Melena | 1/71 | 1.41 | 0 | 0.00 | 3/107 | 2.80 | 7/341 | 2.05 | 1/15 | 6.67 | 0.878 |
| Hematuria | 3/71 | 4.23 | 0 | 0.00 | 3/107 | 2.80 | 11/341 | 3.23 | 2/15 | 13.33 | 0.181 |
| Hepatomegalia | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1/106 | 0.94 | 1/341 | 0.29 | 0 | 0.00 | 0.654 |
| Esplenomegalia | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 2/339 | 0.59 | 0 | 0.00 | 0.299 |
| Edema en M. Inf | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 4/341 | 1.17 | 0 | 0.00 | 0.339 |
| Úlceras en M. Inf | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | - |

Consumo Alto de As: > 50 ppb

Consumo Medio de As: 10-50 ppb

Consumo Bajo de As: < 10 ppb

*Disnea: Se consideraron todos los grados (ATS)

TABLA 6

COMPARACIONES MÚLTIPLES DE LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVOS DE TABLA 1. CADA GRUPO SE COMPARA CON EL GRUPO CONTROL (Grupo 1)

| Variable | Grupo comparado con el control | Significancia Estadística $P \leq 0.05$ (p) |
|--------------------------|--------------------------------|---|
| Tos por más de 3 semanas | Grupo 2 vs. Control | 0.017 |
| | Grupo 3 vs. Control | 0.017 |
| | Grupo 4 vs. Control | 0.038 |
| | Grupo 5 vs. Control | 0.363 |
| Disnea | Grupo 2 vs. Control | 0.000 |
| | Grupo 3 vs. Control | 0.179 |
| | Grupo 4 vs. Control | 0.419 |
| | Grupo 5 vs. Control | 0.016 |
| Ardor en los ojos | Grupo 2 vs. Control | 0.110 |
| | Grupo 3 vs. Control | 0.000 |
| | Grupo 4 vs. Control | 0.005 |
| | Grupo 5 vs. Control | 0.005 |
| Entumecimiento | Grupo 2 vs. Control | 0.000 |
| | Grupo 3 vs. Control | 0.636 |
| | Grupo 4 vs. Control | 0.090 |
| | Grupo 5 vs. Control | 0.690 |
| Nauseas | Grupo 2 vs. Control | 0.216 |
| | Grupo 3 vs. Control | 0.006 |
| | Grupo 4 vs. Control | 0.006 |
| | Grupo 5 vs. Control | 0.888 |

-Comparación de la prevalencia de manifestaciones clínicas con otros estudios

En la Tabla 7 se puede comparar la prevalencia de las lesiones cutáneas, tos, disnea, ardor en los ojos, parestesia y náuseas, de Grupo 5 del presente estudio, con otras investigaciones similares realizados por la autora en Kinuma, municipio de La Libertad, Chontales y en El Zapote, municipio de San Isidro en Matagalpa (Gómez A 2004) (Gómez A 2007) (Gómez A 2009).

TABLA 7
COMPARACIÓN DE LA PREVALENCIA DE MANIFESTACIONES CLÍNICAS
DE LA POBLACIÓN DE OCOTÓN EN TELICA, LEÓN - EL ZAPOTE EN SAN ISIDRO, MATAGALPA Y
KINUMA EN LA LIBERTAD CHONTALES

| | Kinuma (n = 69) % | Ocotón (n = 15) % | El Zapote (n = 63) % |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Hiperpigmentación | - | - | 66.18 |
| Hiperqueratosis | 5.80 | 6.67 | 66.18 |
| Tos | 26.09 | 26.67 | 55.6 |
| Disnea | 4.35 | 33.33 | 24.4 |
| Ardor en los ojos | 23.19 | 53.33 | 55.88 |
| Parestesia | 1.45 | 13.33 | 33.82 |
| Náuseas | 15.94 | 6.67 | 30.88 |

Exposición al As en el agua: Kinuma: 54 – 255 ug /lt por 11 años
 Ocotón: 250 ug As/lt > 25 años
 El Zapote: 1320 As/lt por 2 años

-Examen de Arsénico en el pelo.

El grupo de población a quienes se les realizó el examen de arsénico en el pelo, estuvo constituido por 60 personas de cinco comunidades. Además de priorizar a las personas que presentaron lesiones cutáneas sospechosas de arsenicismo y el grupo control formado por 18 personas de Las Quemadas, también fueron priorizados los habitantes de la Hacienda Ocotón que en el momento de este estudio, todavía ingerían agua altamente contaminada (Tabla 8).

La concentración de arsénico en el agua que consumieron en los últimos cuatro años estas personas a quienes se les realizó el examen de As en el pelo puede apreciarse en la Tabla 8, donde también se puede observar el sexo y edad.

En el Gráfico 1 se observan los resultados individuales de la medición del arsénico en el pelo de los participantes. Llamó la atención que los valores de todas las comunidades sobresalen sobre las mediciones de Las Quemadas. En especial, Ocotón presentó niveles distintivamente mayores que el resto de comunidades, seguida por La Unión.

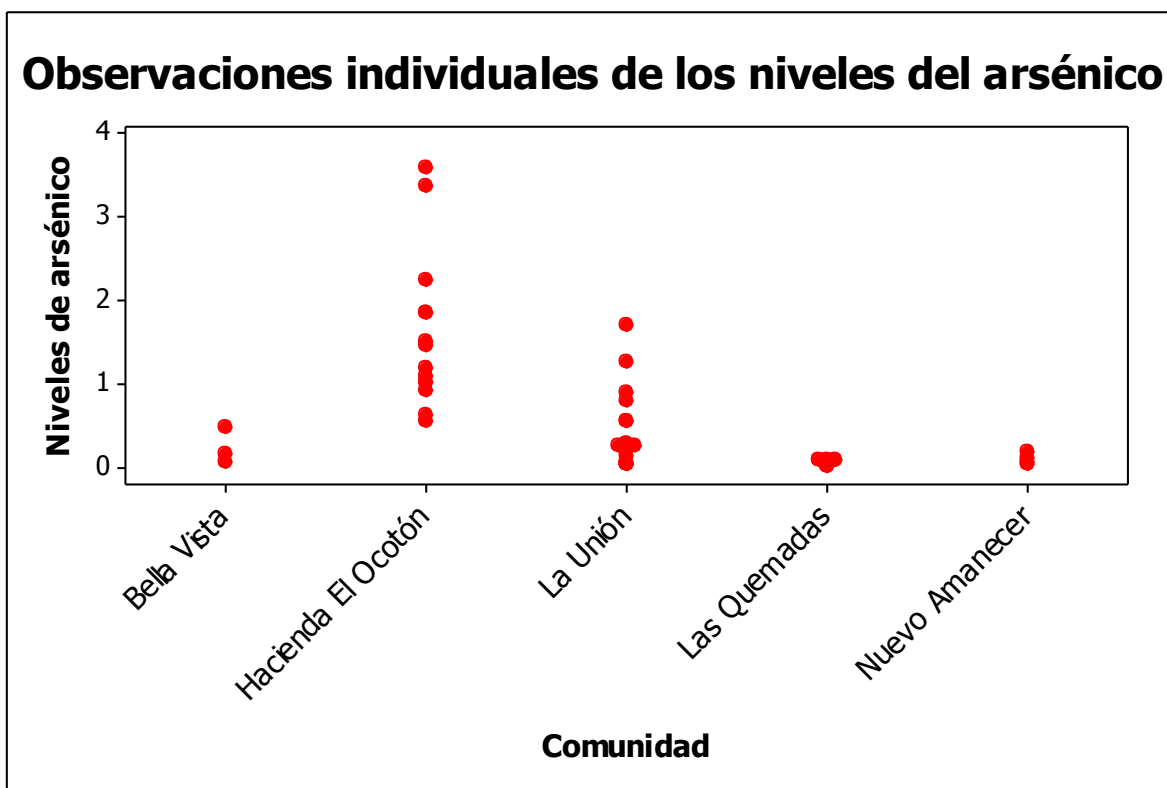
TABLA 8

POBLACIÓN A LA QUE SE LE REALIZÓ EXAMEN DE ARSÉNICO EN EL PELO SEGÚN COMUNIDAD,
NIVEL DE EXPOSICIÓN AL ARSÉNICO EN LOS ÚLTIMOS CUATRO AÑOS, EDAD Y SEXO

| Comunidad | Arsénico en el agua ug/lit | | Femenino (n = 49) | | Masculino (n = 11) | | Total |
|--------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|-----------|-----------------------|--------|-------|
| | Últimos 2.25 años | 2.25 - 4 años atrás | < 15 a | ≥ 15 a | < 15 a | ≥ 15 a | |
| | | | | | | | |
| Las Quemadas | 0 | 0 | 6 | 10 | 2 | - | 18 |
| Bella Vista | 0 – 6 | 0 – 6 | - | 2 | - | 1 | 3 |
| N. Amanecer | 0 | 12 – 41 | - | 3 | 1 | - | 4 |
| La Unión | 0 | 73 – 900 | 3 | 17 | - | 1 | 21 |
| Ocotón | 250 | 250 | 3 | 5 | 4 | 2 | 14 |
| | | | 12 | 37 | 7 | 4 | 60 |

GRÁFICO 1

RESULTADOS INDIVIDUALES DE LAS MEDICIONES DE ARSÉNICO EN EL PELO POR COMUNIDADES



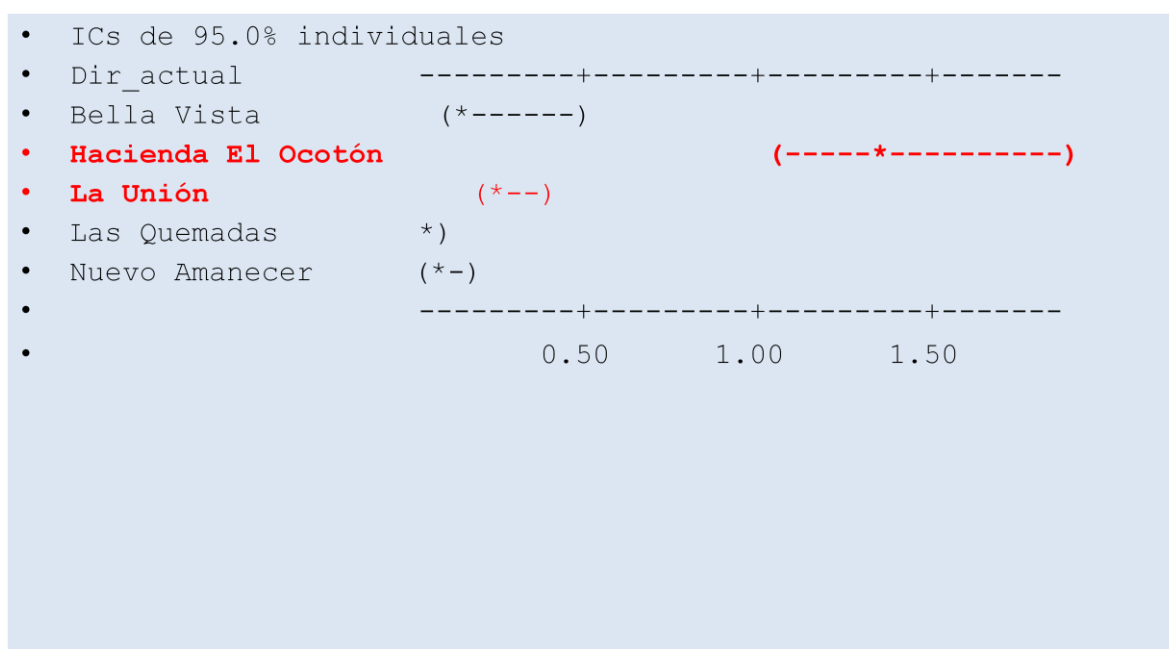
| | | | | | |
|-----------------|---------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | <i>Ocotón</i> | <i>La Unión</i> | <i>N. Amanecer</i> | <i>Bella Vista</i> | <i>Las Quemadas</i> |
| <i>Máximo</i> | 3.586 | 1.695 | 0.187 | 0.482 | 0.102 |
| <i>Promedio</i> | 1.6 | 0.41 | 0.11 | 0.24 | 0.06 |
| <i>Mínimo</i> | 0.553 | 0.039 | 0.057 | 0.077 | 0.019 |

El nivel promedio de As en el cabello de los examinados de Ocotón resultó 27 veces mayor que el de Las Quemadas y el de La Unión fue 7 veces más alto (Gráfico 1).

En la Unión sobresalieron los resultados de dos personas, la primera presentó 1.695 ug de As/g y correspondió a una joven que había migrado de Ocotón poco más de seis meses antes del examen, por lo que con anterioridad había consumido, desde su nacimiento, agua de esta última comunidad. La segunda fue otra joven que tenía 1.263 ug de As/gr de pelo y que además presentaba queratosis leve difusa en las plantas.

En la Gráfica 2 podemos observar los intervalos de confianza de las mediciones del arsénico en las comunidades.

GRÁFICO 2
INTERVALOS DE CONFIANZA DE LAS MEDICIONES DE ARSÉNICO EN EL PELO POR COMUNIDADES



Prueba de Medianas de Moods: Chi-cuadrado = 40.19 GL = 4 Valor-p = 0.000

La diferencia entre las comunidades fue estadísticamente significativa con una significancia de 0.05 lo que significa que al menos una comunidad presentó un nivel de arsénico diferente al de los demás.

Posteriormente se realizó la comparación múltiple de los valores del As en el pelo para cada una de las comunidades con Las Quemadas. En la Tabla 9 se pueden apreciar que los niveles de As en el pelo de las personas examinadas de Ocotón y de La Unión resultaron estadísticamente significativos cuando se compararon con el grupo control de Las Quemadas.

TABLA 9

**SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA DE LAS COMPARACIONES MÚLTIPLES DE LOS NIVELES DE ARSÉNICO
EN EL PELO POR COMUNIDADES**

| Resultado a comparar | Valor - p | Conclusión Estadística |
|--------------------------------|------------------|--|
| Bella Vista vs Las Quemadas | 0.124 | No hay diferencia significativa |
| Ocotón vs Las Quemadas | 0.000 | El nivel de As del pelo de examinados de Ocotón es significativamente mayor que el de Las Quemadas |
| La Unión vs Las Quemadas | 0.001 | El nivel de As del pelo de examinados de La Unión es significativamente mayor que Las Quemadas |
| Nuevo Amanecer vs Las Quemadas | 0.352 | No hay diferencia significativa |

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La mayoría de las investigaciones transversales de prevalencia de las manifestaciones de la intoxicación crónica por arsénico se han limitado a valorar los resultados, en relación solamente a las concentraciones de As en el agua que consumían en ese momento (Guha Mazumder DN et al 1998)(Rahman M et al 2006). El estudio de Haque en la India, es uno de los pocos que tomó en cuenta la historia de ingesta de agua en el análisis de las manifestaciones de la piel (Haque R 2003).

En este estudio, a pesar de las dificultades que representaron los antecedentes de migraciones internas de la población investigada, se tomó en cuenta la historia de ingesta de agua de los 10-25 años previos (Tabla 3). Los expertos resaltan la necesidad de focalizar las investigaciones en sujetos con información completa de sus fuentes de agua presentes y pasadas (Smith AH 2009).

-Manifestaciones cutáneas

La prevalencia de pigmentaciones y de hiperqueratosis fue más alta en el Grupo 2 que tenía una Baja ingesta de arsénico actual, pero había sido alta 12-24 años atrás (> de 100 ug/lit). Resultó inclusive mayor que la prevalencia en Ocotón donde tenían hasta 25 años de ingerir agua contaminada con 250 ug/lit. Sin embargo no se encontró significancia estadística y las diferencias podría deberse a consumo de otras fuentes que no reportaron.

En Kinuma, donde la mayor parte de la población se expuso a concentraciones parecidas a las de Ocotón, aunque por la mitad del tiempo, la prevalencia de manifestaciones cutáneas no malignas fue similar (Tabla 7).

Llamó la atención el caso de un niño de once años que presentó las típicas pigmentaciones en "gota de lluvia", de intensidad moderada. Este pequeño era de la comunidad de Bella Vista, donde había vivido desde que nació. La fuente de agua consumida por la familia en al menos los últimos

12 años, tenía concentraciones menores de 10 ug de As/lit. Al volver a interrogar a su madre, ésta confesó que el niño acostumbraba pasar todo el fin de semana en casa de familiares que habitaban en Unión España, donde hasta hace dos años la población consumía agua con alta concentración de arsénico (> 250 ug/lit). El estudio de Haque reportó que la presencia de lesiones cutáneas se da cuando ha habido exposición a concentraciones de As mayores de 100 ug/lit (Haque R 2003).

Tampoco resultaron estadísticamente significativos los tres casos de tumores cutáneos dentro del total de personas examinadas. Si bien estas lesiones podrían estar asociadas al Arsénico, no es posible descartar otras causas.

-Manifestaciones en otros órganos y sistemas

La presencia de ardor en los ojos resultó estadísticamente significativa en todos los grupos, menos en el dos (Tabla 6). Esta es una de las manifestaciones de arsenicismo que más frecuentemente se reporta en la literatura internacional (Guha M et al 1997). También en los estudios realizados en Nicaragua, se reporta esta asociación. En la Tabla 7 podemos observar que la prevalencia de Ocotón resultó ser muy parecida a la de los habitantes de El Zapote que se expusieron a dosis muy altas de As, aunque solamente por dos años (Gómez A 2009) y fue más baja que en Kinuma donde la exposición en la mayoría de los casos fue a concentraciones similares pero por un período de tiempo mucho más corto (Gómez A 2004).

Las manifestaciones neurológicas asociadas al arsenicismo son muy frecuentes en las comunidades que han estado expuestas al arsénico (Guha M et al 1997). En este caso, todos los grupos presentaron una prevalencia mayor al grupo control (Tabla 5) aunque solamente en el Grupo 2 se encontró asociación significativa (Tabla 6) que llamó la atención por ser el doble a la presentada por los pacientes de El Zapote, que ingirieron concentraciones de As más de siete veces mayores, por lo que habría que profundizar en otras causas de parestesia que pudieran estar afectando a la población de Bella Vista. En el caso de Ocotón, la prevalencia de este síntoma resultó menor que la de El Zapote, pero mayor que la de Kinuma, siendo coherente con las concentraciones de As muy altas de aquella y con el menor tiempo de exposición al As de esta última comunidad.

El tercer síntoma que sobresalió fue la náusea, siendo más alta la prevalencia en todos los grupos, en relación al control, especialmente en los grupos 2, 3 y 4 (Tabla 5) aunque solamente en los dos últimos resultó estadísticamente significativa la asociación (Tabla 6). La prevalencia de 20.56% y de 19.35% en los Grupos 3 y 4 respectivamente fue más alta que la encontrada en El Zapote y menor que la de Kinuma, lo que corresponde a los picos altos de exposición (hasta 900 ug/lit) que tuvieron en el pasado reciente los pobladores del Grupo 3 y 4 de este estudio.

A nivel respiratorio, los síntomas que sobresalieron fueron la tos de más de 3 semanas y la disnea de todos los grados. En el primer caso, llamó la atención la alta frecuencia encontrada en el grupo control, pero esto probablemente se deba al predominio de niños menores en este grupo que se caracterizaba por una nula ingesta de As, ya que se integraron a él todos los menores de Unión España y Nuevo Amanecer que nacieron después de que en estas comunidades dejaron de abastecerse con agua contaminada con As, lo que sucedió aproximadamente dos y cuatro años atrás, respectivamente.

A pesar de la alta prevalencia de tos de más de 3 semanas en el Grupo 1, la prevalencia de esta manifestación respiratoria fue estadísticamente significativa en el Grupo 2 (46.15%) (Tabla 5) (Tabla 6). Resultando más alta que la reportada en Kinuma y solamente un poco menor a la reportada en el El Zapote (Tabla 7).

También resalta la asociación significativa de la disnea también reportada en el mismo Grupo 2 con una prevalencia de (7/13) 53.85% y en el Grupo 5 de 33.33% (5/15)(Tabla 5) (Tabla 6). Ambas cifras se encuentran por encima de las encontradas en El Zapote (24.4%) donde la concentración de As en el agua era mucho más alta (Tabla 7) (Gómez A 2010). En estos dos grupos se descartó la asociación de estos síntomas respiratorios con los antecedentes de fumado ya que se ha demostrado sinergismo entre el tabaco y el arsénico (Hertz-Picciotto I et al 1992). Sin embargo queda pendiente descartar asociación con la inhalación de humo en la cocina que también puede producir a esta sintomatología.

La detección de estos síntomas respiratorios en el Grupo 2 y 5 resultan preocupantes, por la evolución que han tenido los pacientes de El Zapote. Algunos de ellos, en el transcurso de los últimos diez años han venido desarrollando enfermedades pulmonares graves que ya ha ocasionado la muerte de dos personas.

En general, no se encontró un sólo grupo en el que sobresalieran las manifestaciones clínicas, lo que pudiera deberse a la movilidad de los pobladores por razones sociales o de trabajo y estudio, con lo que posiblemente ingieren agua de otras fuentes distintas a las de sus sitios de residencia.

Las comunidades donde se encontró una prevalencia mayor en varias de las manifestaciones estudiadas fueron las de Ocotón y Bella Vista. En la primera comunidad las personas no han dejado de ingerir el agua altamente contaminada de la que se abastecen desde hace 25 años. Sin embargo, en Bella Vista, en la actualidad sólo ingieren agua con baja concentración de As y fue hace más de una década que se expusieron a concentraciones altas, por lo que resulta necesario profundizar en la historia de sus fuentes de agua y seguir la evolución de estas persona ya que pudiera ser que estos altos picos históricos de exposición al As estuvieran determinando algunas de las patologías que en la actualidad presentan.

-Examen de As en el pelo

Este es el primer estudio realizado en Nicaragua donde se incorpora el análisis de pelo en la evaluación de la exposición al arsénico en una comunidad. Los resultados del análisis de las 60 muestras del cabello asociados a la contaminación demostrada de las fuentes de agua de las comunidades objeto de estudio evidencian la exposición al As que han tenido las personas que ahí viven. Los niveles de As en el cabello de los casos estudiados por comunidades, resultaron coherentes con las concentraciones de As que habían ingerido estas personas durante los últimos cuatro años (Tabla 8) (Gráfico 1). Sin embargo, sólo en Ocotón y Unión España esta asociación fue estadísticamente significativa (Tabla 9) ya que sobresalieron mucho más sobre el grupo control de Las Quemadas (Gráfico 1) por haber estado más recientemente expuestos a altas concentraciones de As en el agua que ingirieron.

El único caso incierto fue el de una persona femenina de Unión España (Grupo 4) cuyo análisis de cabello tuvo el segundo resultado más alto en esa comunidad (1.263 ug As/gramo de pelo) y además presenta una leve queratosis plantar. Sin embargo ella insiste en negar haber ingerido del

agua contaminada en esta localidad cuya fuente abasteció a la comunidad durante más de 9 años (Tabla 3). Ante esta situación resulta conveniente repetir el examen y/o profundizar en el conocimiento de las fuentes de agua de las que afirma haberse abasteció esta paciente.

A nivel internacional no se ha establecido un valor límite normal para el contenido del As en el pelo. Algunos han establecido límites que van desde 0.4 ug/g (Goldsmith et al 1972) hasta 1 ug/gr (Hindmarsh Jt et al 1977). En este estudio los valores de referencia usados fueron los de la comunidad control (Las Quemadas) que oscilaron entre 0.019 y 0.102 Ug/gr.

En un estudio realizado en California y Nevada, concentraciones de 400 ug de As/litro de agua, correspondieron a cerca de 1.2 ug/g de cabello; y 100 ug de As/litro de agua correspondió a cerca de 0.5 ug de As /gr de pelo (Valentine et al 1979). En Ocotón el promedio alcanzado en los análisis fue de 1.6 ug/gr un poco superior a esta cifra a pesar de que en esta última comunidad la ingesta de As fue inferior (250 ug/litro).

6. RECOMENDACIONES

- 6.1 Se recomienda a las autoridades superiores del Ministerio de Salud declaren el problema de intoxicación por arsénico en las comunidades afectadas como un problema de Salud Pública.
- 6.2 Establecer un Sistema de Vigilancia Epidemiológica de las manifestaciones cutáneas del arsenicismo, de las enfermedades respiratorias y de los distintos tipos de tumores malignos, especialmente cutáneos, pulmonares y de vejiga.
- 6.3 Elaborar un Programa de capacitación en el diagnóstico y tratamiento de los casos de arsenicismo dirigido al personal de salud de las áreas donde se ha detectado contaminación con As de sus fuentes de agua presentes o pasadas, y al personal médico de los centros de referencia secundarios y terciarios.
- 6.4 Incluir el arsenicismo en el pensum de la formación de medicina.
- 6.5 Garantizar el monitoreo periódico de las fuentes de agua a nivel nacional, especialmente en aquellos sitios donde se ha detectado la presencia del Arsénico en las aguas de consumo humano.
- 6.6 Se recomienda que los SILAIS garanticen la capacitación sobre arsenicismo al personal médico y paramédico de las áreas afectadas y aseguren el entrenamiento del personal de las unidades de referencia, como son los hospitales.
- 6.7 Brindar talleres de Educación Popular continua en las comunidades afectadas, enfatizando en el conocimiento de las fuentes de agua segura así como en el reconocimiento de las lesiones dermatológicas típicas de la intoxicación crónica por Arsénico, el cáncer de la piel, la prevención de las infecciones respiratorias y los factores de riesgo que puedan agravar su estado de salud.

- 6.8 El personal de atención primaria debe garantizar la atención inmediata, prioritaria y continua de todos los casos de intoxicación crónica por arsénico dentro de su territorio, asegurando la transferencia de los pacientes graves a las unidades de atención secundaria o terciaria.
- 6.9 Educar a la población afectada por arsenicismo para que acudan a las unidades médicas correspondientes para la atención inmediata de sus problemas de salud, especialmente los problemas dermatológicos y respiratorios.
- 6.10 Realizar campañas anuales masivas, de examen de la piel en las comunidades afectadas, para la detección temprana de las lesiones de arsenicismo y del cáncer cutáneo.
- 6.11 Elaborar proyectos de educación y apoyo financiero para la construcción de ecofogones o instalar la cocina fuera de la vivienda para no respirar el humo procedente de ella. Igualmente para evitar las quemaduras de basura tóxica como llantas, poroplast, etc.
- 6.12 Hacer campañas para evitar el fumado activo y pasivo.
- 6.13 Realizar estudios interdisciplinarios en todas las comunidades en el radio de influencia de las áreas con presencia de vulcanismo.
- 6.14 Darle seguimiento clínico a la población de este estudio, sobre todo vigilar las manifestaciones cutáneas y respiratorias que presentan o pudieran presentar en el futuro.
- 6.15 Integrar los análisis de biomarcadores (orina o pelo) en los estudios de arsenicismo.

7. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar E, Parra M, Cantillo L, Gómez A (2000). Intoxicación crónica por arsénico. El Zapote-Nicaragua 1996. *Med Cután Iber Lat Am.* 28(4):168-173.

Alcaldía de Telica (2008). Programa Ambiental de Telica 2007-2017. www.sinia.net.ni/publicaciones/view.download/157/1634.html

Barragne P (2004). Contribución al estudio de cinco zonas contaminadas naturalmente por arsénico en Nicaragua. UNICEF, Managua, Nicaragua.

Bin W et al (2010) Changes in hair arsenic concentration in a population exposed to heavy pollution: Follow-up investigation in Chenzhou City, Hunan Province, Southern China *Journal of Environmental Sciences* 22(2) 283–289.

Brooks SM (1982). Surveillance for respiratory hazards. *American Thoracic Society News.* 8:12-6

Bundschuh J et al (2011). One century of arsenic exposure in Latin America: A review of history and occurrence from 14 countries, *Sci Total Environ* (In press 2011), doi:10.1016/j.scitotenv.2011.06.024

CARE Internacional, FUNDEC Matagalpa (2002). Estudio hidrogeológico de trece comunidades de San Isidro.

Conover WJ (1999). *Practical nonparametric statistics*. Wiley New York.

ENACAL, MINSA, MEDC, CEPS, UNICEF (2005). Proyecto Agua y Ambiente Saludable. Registro de análisis de Arsénico realizados a muestras de agua potable de sistemas de abastecimiento rural.

Goldsmith JR, Deane M, Thom J, et al (1972). Evaluation of health implications of elevated arsenic in well-water. *Water Res* 1972; 6:1133–6.

Gómez A (2000a). Arsenic and Cancer in S and SW communities of the valley of Sebaco, Nicaragua 1999. Proceedings of the XXII Central America Congress of Dermatology. Ciudad Panamá. Nov 2000 Pag: 21-26.

Gómez A, Aguilar E (2000b). Case of Hydroarsenicosis and cutaneous cancer. El Carrizo, valley of Sebaco-Nicaragua 1952-2000. Proceedings of Summer Meeting American Academy of Dermatology. New York, USA. (2000) July 31-August.

Gómez A (2004). Evaluación de daños causados por la ingesta prolongada de arsénico en las comunidades de Kinuma, La Curva y Las Puertas de Paris, municipios de La Libertad y San Pedro del Lóvago, departamento de Chontales. UNICEF, Managua, Nicaragua.

Gómez A (2007). Efectos cutáneos y respiratorios en personas con intoxicación crónica por arsénico en agua. El Zapote, municipio de San Isidro – Matagalpa, Nicaragua 2007. Tesis Centro de Investigaciones y Estudios de la Salud. <http://cedoc.cies.edu.ni/digitaliza/t548/t548.htm>

Gómez A (2009). Chronic arsenicosis and respiratory effects in El Zapote, Nicaragua. In: J. Bundschuh, M.A. Armienta, P. Birkle, P. Bhattacharya, J. Matschullat and A.B. Mukherjee: Geogenic arsenic in groundwater of Latin America. In: J. Bundschuh and P. Bhattacharya (series eds): *Arsenic in the environment, Volume 1*. CRC Press/Balkema Publisher, Leiden, The Netherlands, 2009, pp.409-418

Gómez A (2010). XXV Congreso Nacional de Dermatología. Nicaragua.

González, M., Provedor, E., Reyes, M., López, N., López, A. & Lara, K. (1997). Arsenic exposition in rural communities of San Isidro, Matagalpa. Health Studies and Research Center (CIES), Pan American Health Organization / WHO PLAGSALUD-MASICA.

Guha Mazumder DN, Das Gupta J, Santra A, Pal A, Ghose A, Sarkar S, Chattopadhaya N, Chakraborti D (1997). Non cancer effects of chronic arsenicosis with special reference to liver damage. Pag: 112-123. En *Arsenic: Exposure and Health Effects*. Abernathy, Calderon and Chappell, eds. London: Chapman & Hall

Guha Mazumder DN, Haque R, Ghosh N, De B, Santra A, Chakraborty D & Smith A (1998). Arsenic levels in drinking water and the prevalence of skin lesions in West Bengal, India. *Int J Epidemiol*. Oct; 27(5):871-877.

Haque R et al (2003) Arsenic in Drinking Water and Skin Lesions:Dose-Response Data from West Bengal, India. *Epidemiology* March 2003, Vol. 14 No. 2

Hertz-Picciotto I, Smith AH, Holzman D, Lipsett M & Alexeef G (1992). Synergism between occupational arsenic exposure and smoking in the induction of lung cancer. *Epidemiol*. 3:23-31.

Hindmarsh JT, McLetchie OR, Heffernan, et al (1977). Electromyographic abnormalities in chronic environmental arsenication. *J Anal Toxicol* 1:270–6.

Hindmarsh JT (2002) Caveats in hair analysis in chronic arsenic poisoning. *Clinical Biochemistry* 35 (2002) 1–11

Hinwood AL et al (2003). Hair and Toenail Concentrations of Residents Living in Areas with High Environmental Arsenic Concentrations. *Environmental Health Perspectives*. Vol 111 (2) February 2003

INAA - Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados (1996). Informe de los resultados de muestreo de As en comunidades rurales del municipio de San Isidro. Julio-Agosto

INAA (2001). Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09003–99). Managua, Nicaragua: Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados.

INEC (2005). Instituto Nicaraguense de Estadísticas y Censos.

International Agency for Research on Cancer (IARC) (2002). Some Drinking-water Desinfectants and Contaminants. Including Arsenic. *IARC Monogr Eval Carcinogen Risks Hum* 84:1-19

Kapaj S, Peterson H, Liber K, Bhattacharya P (2006). Human Health Effects From Chronic Arsenic Poisoning – A Review. *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 41:2399–2428, 2006

Kazi TG et al (2009). The correlation of arsenic levels in drinking water with the biological samples of skin disorders. *Science of the Total Environment*, 407(3): 1019–1026.

Longley A (2011). Telica Arsenic Study. Nuevas Esperanzas. www.nuevasesperanzas.org

McClintock TR, et al (2011). Arsenic exposure in Latin America: Biomarkers, risk assessments and related health effects, *Sci Total Environ* (In press 2011), doi:10.1016/j.scitotenv.2011.08.051

Naciones Unidas (2010). Sexagésimo cuarto período de sesiones. A/64/L.63/Rev.1 Tema 48 del programa. www.unesco.org/water/wwap/news/.../UNDecWaterHR_ES.pdf

OPS/OMS, UNICEF (2005). Evaluación rápida de la calidad del agua de bebida Nicaragua. Informe Final. www.bvsde.paho.org

PIDMA-UNI Programa de Investigación y Docencia en Medio Ambiente – Universidad Nacional de Ingeniería (2001a). Calidad del agua en 20 pozos del triángulo La Cruz de la India, Darío y San Isidro, Nicaragua, con énfasis en la presencia de Arsénico.

PIDMA-UNI, EHP Environmental Health Program USAID (2001b). Calidad físico-química del agua para consumo humano de 124 pozos en la región noroccidental de Nicaragua con énfasis en la presencia de Arsénico.

PIDMA-UNI, UNICEF (2002). Evaluación rápida de la contaminación por Arsénico y metales pesados de las aguas subterráneas de Nicaragua.

Rahman M et al (2006). Arsenic exposure and age and sex specific risk for skin lesions: a population-based case-referent study in Bangladesh. *Environ. Health Perspect.* 114:1847–52

Royal Geographical Society with IBG (2008). Arsenic Pollution. A Global Problem. Dec

Smith AH, Lingas EO, Rahman M (2000). Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. *Bull World Health Organ.* Sept;78(9):1093-103

Smith AH et al (2007). Royal Geographical Society and IBG annual conference. London, August. <http://www.geog.cam.ac.uk/research/projects/arsenic/symposium/>

Smith AH, Steinmaus CM (2009). Health Effects of Arsenic and Chromium in Drinking Water: Recent Human Findings. *Annu. Rev. Public. Health.* 30:107-122.

Valentine J L, Kang H K, Spivey G (1979). Arsenic levels in human blood, urine, and hair in response to exposure via drinking water. *Environ Res*, 20: 24–32.

WHO (2005). A Field Guide for Detection, Management and Surveillance of Arsenicosis Cases. World Health Organization Regional Office for South-East Asia. Edited by Deoraj Caussy, New Delhi, 2005.