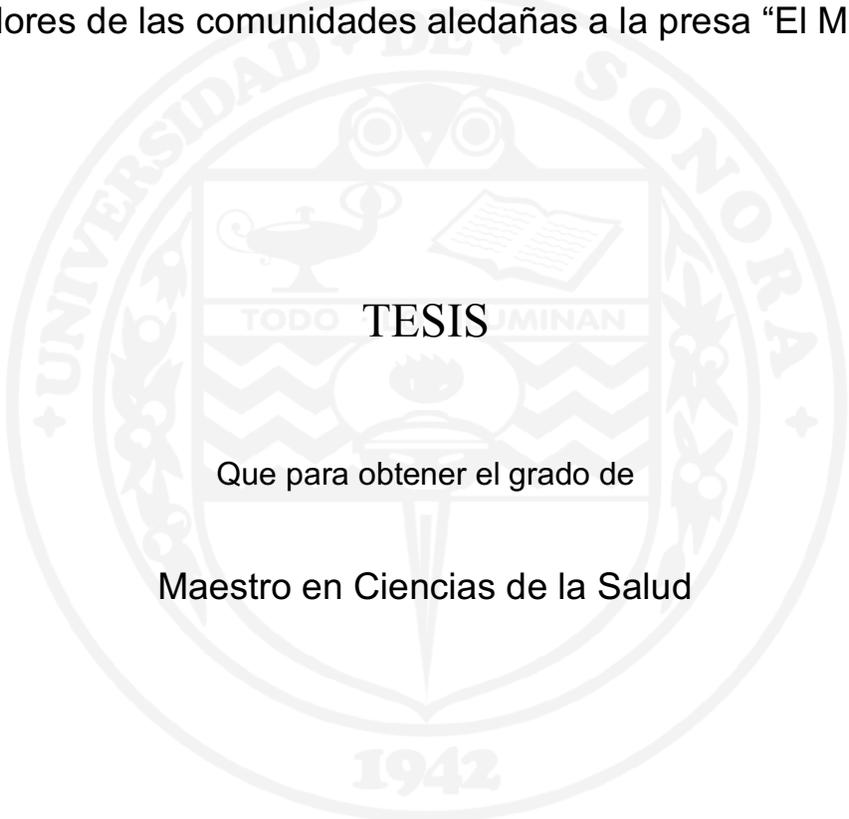


UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD

Análisis de la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas al consumo de agua contaminada con arsénico en los pobladores de las comunidades aledañas a la presa “El Molinito”



TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias de la Salud

Presenta

Derheyz Eugenia Ochoa Vea

Hermosillo, Sonora

Diciembre de 2018

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Un agradecimiento especial Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
(CONACYT) Por el apoyo económico que me permitió continuar estudiando y cumplir
esta meta.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A Dios...

Por su infinito amor, por la vida y la oportunidad de seguir cumpliendo mis sueños.
Todo es por Él y para Él.

A mi familia...

Por su apoyo incondicional en cualquier meta que me propongo. Por creer siempre en mí
y amarme tanto.

A mis pastores...

Por sus consejos y guía, porque fueron parte fundamental para que yo siguiera adelante
sin importar las circunstancias.

A mis profesores...

Por compartir su conocimiento, por su paciencia y por amar lo que hacen.

ÍNDICE

FORMATO DE APROBACIÓN	ii
AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS	iii
ÍNDICE	v
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	4
Contaminación de Fuentes de Abastecimiento de Agua.....	4
Arsénico en Agua de Consumo	4
Estudios Previos Sobre la Contaminación del Agua con Arsénico	5
Toxicología del Arsénico y Factores de Riesgo	6
Exposición Aguda a Arsénico	7
Exposición Crónica a As –Arsenicismo	8
Manifestaciones Cutáneas	8
Clasificación de Casos	12
Marco Regulatorio para Arsénico en el Ámbito de la Salud.....	12
Normas Nacionales.....	12
Normas Internacionales	13
Planteamiento del Problema.....	15
Justificación	17
Hipótesis.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Descripción del Sitio.....	20
Descripción de la Población.....	20

Principales actividades económicas	24
Usos de la tierra	24
Asentamientos humanos.....	24
Variables del Estudio	24
Diseño.....	24
Prueba Piloto.....	25
Tamaño y Selección de la Muestra	25
Visitas Domiciliarias y Aplicación de Cuestionarios.....	27
Identificación y Descripción de Patologías Dérmicas	29
Determinaciones de As en Agua.	31
Estimación de la Exposición al As en Agua de Consumo	31
Análisis Estadístico	32
Determinación de Prevalencia de padecimientos dérmicos.....	32
Comparación de tasas ajustadas	33
Asociación Prevalente de Variables	34
Sistema de Información Geográfica.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
Características generales de las comunidades de estudio.....	38
Molino de Camou.....	38
Datos socio-demográficos	38
Ocupación e Ingreso	38
Infraestructura en Salud.....	38
Consumo de Agua.....	39
Estado de Salud.....	39
Hipertensión	39
Diabetes	39
Estado nutricional.....	39
San Rafael	41
Datos socio-demográficos	41

Ocupación e Ingreso	41
Infraestructura en Salud	41
Consumo de Agua.....	41
Estado de Salud.....	42
Hipertensión	42
Diabetes	42
Estado nutricional.....	42
Santiago de Ures.....	42
Datos socio-demográficos	42
Ocupación e Ingreso	42
Infraestructura en Salud	43
Consumo de Agua.....	43
Estado de Salud.....	43
Hipertensión	43
Diabetes	43
Estado nutricional.....	43
Identificar y Describir las Patologías Dérmicas Detectadas.....	46
Molino de Camou	48
San Rafael.....	48
Santiago de Ures	48
Determinar la Prevalencia de Padecimientos de Interés	51
Comparación de Tasas Ajustadas	53
Determinación de las Concentraciones de As en Muestras de Agua.....	55
Asociación Prevalente de Variables.....	62
Sistema de información geográfica.....	68
Limitaciones del Estudio	72
CONCLUSIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	74
APÉNDICES.....	83

Apéndice 1. Variables del estudio	83
Apéndice 2. Consideraciones bioéticas	86
Apéndice 3. Formato de Consentimiento Informado	88
Apéndice 4. Formato de Consentimiento Informado para Menores	91
Apéndice 5. Formato de Asentimiento informado	94
Apéndice 6. Formato de Cuestionario	96
Apéndice 7. Matriz de Exposición de Molino de Camou	101
Apéndice 8. Matriz de exposición de San Rafael	105
Apéndice 9. Matriz de exposición de Santiago de Ures	107

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Etapas del hidroarsenicismo.....	9
Tabla II. Extracto de tabla límites permisibles para calidad del agua.....	14
Tabla III. Modificación anual de NOM-127-SSA1-1994.....	14
Tabla IV. Comunidades seleccionadas y coordenadas geográficas.	21
Tabla V. Localidades de estudio y población total registrada en censo 2010 “INEGI”..	23
Tabla VI. Tamaño de muestra por localidad.....	28
Tabla VII. Criterios de inclusión y exclusión	28
Tabla VIII. Clasificación de resultados de coeficiente de Kappa (k).....	30
Tabla IX. Número de conglomerados muestreado.....	37
Tabla X. Total de individuos con padecimientos por comunidad de estudio.	47
Tabla XI. Tasas de prevalencia de casos probables de Hidroarsenicismo.....	54
Tabla XII. Comparativa de tasas de prevalencia de carcinoma basocelular.....	56
Tabla XIII. Concentraciones de As en muestras de agua	58
Tabla XIV. Concentraciones promedio de As en las diferentes fuentes de consumo.....	63
Tabla XV. Concentración diaria de As ingerida por participantes diagnosticados.....	63
Tabla XVI. Resultados análisis univariado.....	64
Tabla XVII. Modelo ajustado de regresión binomial negativo.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Queratodermia Palmar	11
Figura 2. Enfermedad de Bowen.....	11
Figura 3. Número de registros de arsénico fuera de los límites máximos permisibles ...	16
Figura 4. Concentraciones de As período 2014-2016 Molino de Camou.	18
Figura 5. Concentraciones de As período 2014-2016 San Rafael.....	18
Figura 6. Ubicación de localidades de estudio.....	22
Figura 7. Selección de la muestra – muestreo aleatorio por conglomerados.....	26
Figura 8. Clasificación del IMC (OMS) de los participantes	40
Figura 9. Distribución de la población por edad y sexo.	45
Figura 10. Ubicación de las manifestaciones cutáneas detectadas.....	49
Figura 11. Queratosis arsenical en plantas de los pies Molino de Camou.....	49
Figura 12. Carcinoma basocelular.....	50
Figura 13. Carcinoma espinocelular infectado.....	50
Figura 14. Queratosis arsenical	52
Figura 15. Comparación de casos de carcinoma basocelular.....	57
Figura 16. Diagrama de cajas y bigotes. As en agua de la llave y de garrafón.....	59
Figura 17. Distribuciones de las concentraciones de As de muestras de agua	61
Figura 18. Comportamiento de As en agua de consumo (mg/L).	65
Figura 19. SIG Molino de Camou	69
Figura 20. SIG San Rafael	70
Figura 21. SIG Santiago de Ures.....	71

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El arsénico (As) es un metaloide que logra incorporarse fuentes de agua subterránea empleadas para abastecer a las poblaciones, lo cual ocasiona una gran cantidad de afectaciones a la salud siendo los padecimientos dérmicos las primeras manifestaciones de esta problemática. **OBJETIVO.** Analizar la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con As en las comunidades Molino de Camou, San Rafael y Santiago de Ures cuyos registros de calidad del agua subterránea muestran diferentes concentraciones del metaloide en relación a los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el período 2014-2016. **METODOLOGÍA.** Se desarrolló un estudio con diseño transversal analítico, en los pobladores de 3 comunidades, ubicadas en la cuenca baja del Río Sonora, en el que se además de obtener la prevalencia de los padecimientos de interés, se realizó una comparación de las tasas ajustadas de estas prevalencias con respecto a otros sitios de referencia del país y del mundo. Finalmente por medio de un modelo de regresión binomial negativo, fue posible determinar las variables que mayormente explicaban el riesgo de padecer las enfermedades estudiadas en las comunidades seleccionadas. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Se identificaron 5 participantes como casos sospechosos de hidroarsenicismo, perteneciendo éstos casi en su totalidad a Santiago de Ures siendo esta la comunidad con las concentraciones de As más altas resultantes en los estudios de la calidad del agua realizados (0.075 mg/L), dando como resultado una prevalencia global de 2.9 / 1000 habitantes. Las variables estadísticamente significativas, que incrementan el riesgo de padecer alguna de las enfermedades de interés en este estudio fueron el tiempo de residencia ($p = 0.001$), el total de vasos de agua consumidos al día ($p = 0.019$) y el sexo ($p = 0.027$), así como el efecto protector de la interacción entre los vasos totales consumidos con respecto a la edad ($p = 0.033$). **CONCLUSIONES.** Las enfermedades en la piel encontradas en los pobladores de las comunidades analizadas, son indicadores ambientales que muestran el potencial riesgo que padece la gente expuesta a altos niveles de As en su agua de consumo. Estos resultados

sugieren realizar más investigación al respecto, incluyendo el análisis de biomarcadores en la población para determinar el nivel de exposición efectiva.

INTRODUCCIÓN

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), define el ambiente como “el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados” (SEMARNAT, 1988). Sin embargo, la presencia de uno o más contaminantes en concentraciones que causen desequilibrio ecológico, ya sea por condiciones naturales o por las acciones antropogénicas, se encuentra relacionada con la aparición de efectos adversos en la salud de las personas que interactúan con éstos.

El arsénico (As) es un metaloide cuya presencia en el ambiente puede darse de forma natural o antropogénica, y con frecuencia logra incorporarse en las fuentes de agua subterránea empleadas para abastecer a las poblaciones, lo cual, actualmente se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial, ya que la exposición por largos periodos de tiempo al mismo puede ocasionar una gran cantidad de afectaciones a la salud (Takahiko y col., 2004).

Estudios realizados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en las comunidades ubicadas en la cuenca baja del Río Sonora, tras el desastre ambiental ocurrido en la minera Buenavista del Cobre en 2014; mostraron que algunos de los pozos de éstas localidades se encontraban contaminados con concentraciones de As que rebasaban tanto los límites máximos permisibles de la normatividad mexicana vigente, como los recomendados por la Organización Mundial de la Salud, lo cual representaba un alto riesgo para la salud de sus habitantes (Fideicomiso Río Sonora, 2016).

El hidroarsenicismo es un padecimiento crónico ocasionado por la ingesta prolongada de agua contaminada con altas concentraciones de As, durante un lapso de entre 6 meses a 20 años. Al afectar a la mayor parte de la población de una región determinada, éste puede denominarse como “Hidroarsenicismo Crónico Regional

Endémico” (*HACRE*); mismo que en sus etapas iniciales, trae consigo enfermedades cutáneas (Palacios y col., 2012).

Dentro de los principales padecimientos cutáneos representativos de esta problemática se encuentran la hiperhidrosis palmoplantar, queratodermia palmoplantar, melanodermia y carcinomas cutáneos (Palacios y col., 2012); y cuya aparición puede agudizarse ante problemas sociales tales como la falta de acceso a servicios de salud, pobreza entre otros.

En el desarrollo de este proyecto, se presentan los resultados de un estudio transversal analítico realizado con los pobladores de tres comunidades aledañas a la presa “El Molinito” ubicadas en la cuenca baja del Río Sonora; cuyos registros de calidad del agua subterránea muestran diferentes concentraciones de As en relación a los límites recomendados por OMS en el período 2014-2016. Todo esto, con la finalidad de determinar y analizar la prevalencia de padecimientos cutáneos posiblemente asociados con la exposición a agua contaminada con As en cada una de ellas (Díaz-Caravantes y col., 2016; Vásquez y col., 2013; Fideicomiso Río Sonora, 2016).

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con As en las comunidades Molino de Camou, San Rafael y Santiago de Ures cuyos registros de calidad del agua subterránea muestran diferentes concentraciones del metaloide con relación a los límites recomendados por la OMS en el período 2014-2016.

Objetivos Específicos

1. Identificar las patologías dérmicas detectadas en los habitantes de las comunidades seleccionadas por medio de la aplicación de cuestionarios y valoración por médicos dermatólogos.
2. Determinar la prevalencia de padecimientos dérmicos posiblemente asociados a la exposición al agua contaminada con As en las localidades de estudio.
3. Comparar las tasas ajustadas de enfermedades cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con As de las localidades de estudio con otras comunidades de referencia.
4. Clasificar las zonas pertenecientes a las tres comunidades de estudio de acuerdo a las concentraciones de As en los pozos de cada una de ellas, así como las prevalencias calculadas en las mismas, por medio de la elaboración de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Contaminación de Fuentes de Abastecimiento de Agua

El agua es un recurso indispensable para el desarrollo de la vida en este planeta. Desde tiempos inmemoriales, los seres humanos han logrado abastecer a sus poblaciones de este vital líquido, extrayéndolo de diversas fuentes tanto superficiales como subterráneas. No obstante, a pesar de ser esencial para la vida, si sus características fisicoquímicas no garantizan una buena calidad y la hacen apto para el consumo humano, puede ocasionar innumerables afectaciones y enfermedades.

La calidad de las aguas puede alterarse debido una gran cantidad de factores tanto naturales como antropogénicos. Un claro ejemplo de este tipo de problemática, es la contaminación de los acuíferos por lixiviación de metales pesados provenientes de depósitos de minerales presentes en el área, siendo el As uno de los más perjudiciales para la salud (Babay Tayfur, 2011).

Arsénico en Agua de Consumo

El As es un elemento químico perteneciente al grupo de los metaloides, el cual se encuentra presente en la naturaleza formando parte de más de 245 minerales, usualmente aquellos que contienen sulfuros (Mandal y Suzuki, 2002). La presencia de As en los cuerpos de agua se debe principalmente por su movilización en el ambiente a través de la combinación de procesos naturales tales como reacciones de desgaste de rocas, actividades biológicas, transporte, precipitación, emisiones volcánicas, así como también por medio de innumerables actividades antropogénicas (Smedley y Kinniburgh, 2002).

Este metaloide es sumamente reconocido por la gran cantidad de registros históricos de envenenamiento en diversas partes del mundo, como consecuencia de la exposición al mismo, por lo que es identificado como el elemento más tóxico de la tabla periódica (Sauvé, 2014). Los compuestos inorgánicos de As, tales como el arsenato

(H_2AsO_4^-) y el arsenito (H_2AsO_3^-) son los de mayor riesgo y los más comúnmente encontrados en las fuentes de agua de consumo (Brahman y col., 2016).

Actualmente diversos estudios epidemiológicos en todo el mundo se han enfocado en determinar las principales afectaciones a la salud que la exposición al As trae consigo; todo esto debido a los altos índices de comunidades afectadas por esta problemática ambiental y teniendo como principal fuente de exposición el agua de consumo, contaminada con altas concentraciones de este (Takahiko y col., 2004).

Estudios Previos Sobre la Contaminación del Agua con Arsénico

Uno de los primeros estudios en los que se reportó una asociación estadísticamente significativa entre la exposición crónica a As en el agua de consumo en Taiwán y una elevada mortalidad por cáncer de pulmón, vejiga y otros órganos internos fue el realizado en 1985 por Chien-JenChen (ChenyChiou, 2011). Dicha investigación mostró que el consumo de agua con concentraciones de As aún por debajo de 0.6 mg/L (máximo permisible en dicha región en ese tiempo) podía ocasionar diversas afectaciones a la salud, por lo que tiempo más tarde, y con base en investigaciones posteriores, se dio inicio a una gradual reducción del límite antes mencionado tanto en Taiwán, como en otras partes del mundo.

No obstante, los reportes de afectaciones a la salud por exposición al agua de consumo contaminada con As datan de mucho tiempo atrás, siendo un claro ejemplo lo ocurrido en el año 1913, en Argentina, donde fueron identificados dos pacientes que presentaban síntomas de una intoxicación por As, y con el paso de los días el número de casos fue en aumento, padecimiento al cual denominaron enfermedad de *Belle Ville*, por ser este el lugar donde se registró el mayor número de afectados y que más tarde, en 1917, cambió su nombre a hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE), ya que se llegó a la conclusión de que la etiología del padecimiento era debida a la ingesta de agua con As (Carabantes yFernicola, 2003).

De igual forma, en Chile, en el año 1923, se describió por primera vez una enfermedad considerada original y característica de este país llamada *enfermedad del*

salitre o *cáncer de los salitreros*. Las personas presentaban hiperqueratosis, posiblemente asociadas a la exposición al agua de consumo contaminada con As (Carabantes y Fernicola, 2003).

De acuerdo a un estudio realizado en niños de la región Tharparkar de Sindh en Pakistán durante los años 2013-2014, los cuales se encuentran expuestos a altos niveles de As en el agua de consumo, se concluyó que puesto que éstos presentaban complicaciones clínicas características del consumo de este metaloide, tales como efectos dérmicos, cansancio, dolores musculares, problemas respiratorios, anemia y problemas gastrointestinales, debía evitarse el consumo del agua perteneciente a la zona de estudio y que se diera inicio a la formulación de políticas y medidas para frenar dicha problemática (Brahman y col., 2016).

Toxicología del Arsénico y Factores de Riesgo

El As es absorbido casi en su totalidad en el tracto gastrointestinal cuando se ingiera agua contaminada con este metaloide. Posteriormente el contaminante es distribuido por el torrente sanguíneo y se incorpora en los glóbulos rojos, glóbulos blancos y otras células encargadas de reducirlo de arsenato a arsenito (As III), para su metilación (Wang y col., 1996).

Durante este proceso, que generalmente ocurre en el hígado y para el cual se requiere de la intervención del glutatión (Miller y Schipper, 2002), el arsenito es metilado por transferencia enzimática obteniendo arsenato de metilo y el arsenato de dimetilo (DMA), productos que pueden ser excretados con facilidad por medio de la orina principalmente (Aposhian y col., 2004).

La capacidad para metilar decrece dependiendo de diversos factores tales como:

- La dosis de As que ingresa al organismo, a mayor concentración del metaloide consumido, menor es la eficiencia de la metilación (Chunj y col., 2002);

- El género, ya que se ha demostrado que las mujeres tienen una mejor capacidad de metilación (ChenyChiou, 2011) por lo que son menos susceptibles a presentar daños a la salud relacionadas con esta problemática; y
- El estado nutricional (Hsueh y col., 1995), puesto algunos estudios indican que un estado nutricional bajo puede incrementar el riesgo de desarrollar padecimientos relacionados con la exposición a As (Milton y col., 2010).

Cuando se ingieren concentraciones mayores a las que el organismo puede metilar, el As se acumula en tejidos blandos, tales como hígado, riñón y corazón, así como también en cabello y uñas debido a los altos contenidos de sulfhidrido en la queratina donde permanece por varios meses (Bruntony col., 2006).

Otra de las variables asociadas con la susceptibilidad de padecer los efectos adversos de la exposición a este metaloide es el tiempo de residencia en comunidades expuestas, ya que es más probable que aquellos individuos de edades avanzadas, que han habitado en áreas cuya agua de consumo se encuentra contaminada con altas concentraciones de As durante toda su vida, desarrollen padecimientos relacionados con esta problemática (ChenyChiou, 2011).

Exposición Aguda a Arsénico

Los síntomas de una exposición aguda usualmente se presentan dentro de los 30 minutos posteriores a la ingesta. Inicialmente, el individuo previamente expuesto puede percibir un sabor a metal y la sensación de tener la boca seca, acompañado de la dificultad para tragar. Seguido a esto puede presentarse dolor muscular, cansancio, náuseas severas, vómito, cólicos abdominales y diarreas abundantes (Ferrer, 2003).

De igual forma, pueden sentirse calambres musculares, entumecimiento de manos y pies, erupciones en el cuerpo y sed intensa. En intoxicaciones severas, la piel se torna fría y húmeda como consecuencia de un colapso circulatorio aunado a un daño renal importante. Finalmente puede presentarse somnolencia, confusión, delirios, alucinaciones, convulsiones, coma y muerte generalmente debido a choque. No obstante,

si el paciente no fallece, la insuficiencia circulatoria sufrida puede ocasionar daños hepáticos y renales reversibles durante los próximos días, así como manifestaciones cardíacas y hemorragias (Ferrer, 2003).

Exposición Crónica a As –Arsenicismo

Los efectos a la salud, que la incorporación de este elemento al organismo de los individuos expuestos puede ocasionar son muy variados, y usualmente se presentan después de largos periodos de exposición, siendo uno de los más conocidos el Hidroarsenicismo (Palacios y col., 2012).

El hidroarsenicismo es un padecimiento crónico ocasionado por la ingesta prolongada de agua contaminada con altas concentraciones de As, durante un lapso de entre 6 meses a 20 años. Al afectar a la mayor parte de la población de una región determinada, éste puede denominarse como *Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico* (HACRE) (Palacios y col., 2012). Esta enfermedad se caracteriza por una serie de afectaciones en el organismo las cuales se pueden dividir en cuatro etapas, resumidas en la Tabla I.

De acuerdo con un estudio realizado en Bengala Occidental, India, en el que se analizaban los efectos de la exposición al As en el agua de consumo, y coincidiendo con la tabla anterior, demostraron que la piel es uno de los órganos más sensibles a la exposición crónica con As, puesto que se presentó un considerable incremento en la prevalencia de afectaciones a la piel en individuos pertenecientes a las comunidades expuestas (Mazumder y col., 2000).

Manifestaciones Cutáneas

Dentro de los principales padecimientos cutáneos representativos de esta problemática se encuentran la hiperhidrosis palmoplantar, queratodermia palmoplantar, melanodermia y carcinomas cutáneos (Palacios y col., 2012).

Tabla I. Etapas del hidroarsenicismo.

Etapas	Síntomas	Temporalidad de Exposición
Preclínica (Asintomática)	No se muestran síntomas. Enfermedad detectable en muestras de orina y tejido.	< 6 meses
Clínica	Efectos dérmicos. La presencia de síntomas clínicos puede confirmarse con la detección de altas concentraciones de As en uñas y cabello.	Entre 6 meses-10 años (2 años en promedio)
Complicaciones internas	Síntomas clínicos más prominentes. Afectación de órganos internos (v.g. hígado, riñones y bazo). Conjuntivitis, bronquitis y diabetes.	Entre 5-10 años
Malignidad	Desarrollo de tumores o cáncer de piel, pulmón, vejiga, entre otros órganos.	Entre 10-20 años

Fuente (Chakrabarty, 2016)

La hiperhidrosis es una enfermedad caracterizada por la producción excesiva de sudor en las palmas de las manos, ocasionalmente acompañada por prurito y descamación y es considerada como la sintomatología inicial del hidroarsenicismo. No obstante, en la mayoría de los casos, este padecimiento pasa desapercibido, por lo que, con el paso del tiempo da lugar a la queratodermia palmoplantar (Ceccotti y col., 2007).

La queratodermia palmoplantar (Figura 1) se manifiesta con un aumento del grosor de la piel y cuya textura se vuelve dura, seca, áspera y con una tonalidad amarilla grisácea o negruzca. La aparición de la queratodermia palmoplantar puede tener dos variantes, queratodermia difusa o localizada y esta última, a su vez puede presentarse de forma verrugosa, punctata, excavada o en bandas (Ceccotti y col., 2007). Esta enfermedad usualmente se presenta en forma de pequeñas elevaciones con diámetros de entre 0.4-1.0 cm. En la mayoría de los casos, la queratodermia ocasionada por As es morfológicamente benigna; sin embargo, existe evidencia de cuadros clínicos en los que se han presentado células cancerígenas (Cheny Chiou, 2011).

En etapas posteriores puede presentarse melanodermia arsenical, que consiste en el oscurecimiento anormal de la piel, principalmente de forma maculosa, en red y/o difusa y es localizada generalmente en el tronco, axilas, miembros superiores, abdomen y en zonas de roce (Mercado de Scaglione y Llapur, 2006).

Finalmente, una vez transcurridos entre 10 y 20 años de exposición a As, inicia la formación de carcinomas cutáneos siendo la enfermedad de Bowen (Figura 2), carcinoma espinocelular, y carcinoma basocelular los más comunes para este tipo de problemáticas y los cuales se presentan generalmente en áreas corporales no foto-expuestas, distinguiéndolos así de aquellos carcinomas causados por la radiación ultravioleta (UV) (Palacios y col., 2012).



Figura 1. Queratodermia Palmar. FuentePalacios y col., 2012



Figura 2. Enfermedad de Bowen. Fuente Palacios y col., 2012.

Clasificación de Casos

En un estudio epidemiológico, la adecuada definición y clasificación de los casos es imprescindible. De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, el diagnóstico de un caso se basa únicamente en la evidencia disponible para tal fin. Por lo tanto, los casos se clasifican en tres niveles, basados en distintos grados de certeza diagnóstica, siendo éstos los siguientes (OPS, 2011):

- Caso sospechoso: signos y síntomas compatibles con la enfermedad, sin evidencia alguna de laboratorio (ausente, pendiente o negativa).
- Caso probable: signos y síntomas compatibles con la enfermedad, sin evidencia definitiva de laboratorio.
- Caso confirmado: evidencia definitiva de laboratorio, con o sin signos y/o síntomas compatibles con la enfermedad.

Marco Regulatorio para Arsénico en el Ámbito de la Salud

Normas Nacionales

- *Norma Oficial Mexicana, NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”.*

Esta norma fue publicada en 1995 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), con el objetivo de establecer los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano. No obstante, con el paso del tiempo, y los cambios en las políticas públicas internacionales, los límites máximos permisibles para algunos elementos químicos sufrieron diversas modificaciones.

Tal es el caso del As, cuyos cambios ocasionaron que más tarde, en el año 2000, se publicara una actualización de la NOM-127-SSA1-1994 con nuevos valores de referencia, los cuales continúan vigentes (Secretaría de Salud, 1995).

- *Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”.*

En la Tabla II se observan los límites permisibles de ciertas características químicas establecidos para calidad del agua en la norma antes mencionada.

Para el caso del As, la NOM estableció una disminución gradual del límite máximo permisible desde su nivel inicial de 0.050, hasta llegar a 0.025 mg/L en 2005, el cual sigue vigente desde entonces (Tabla III) (Diario Oficial de la Federación, 2000).

Esta medida fue tomada con la finalidad de proteger a la población; sin embargo, existe evidencia de que el consumo de agua contaminada con As por largos periodos de tiempo a concentraciones aún por debajo de 0.025 mg/L, se encuentra asociada con el incremento en el riesgo de padecer cáncer y otras enfermedades (Wilson y col., 2008).

- *Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015, “Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias”.*

En el caso de esta norma, el límite máximo permisible de As en agua embotellada (purificada) para el consumo humano es de 0.01mg/L (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Normas Internacionales

- *Organización Mundial de la Salud – Guías de Calidad para el Agua Potable.* La Organización Mundial de la Salud (OMS), establece un límite recomendado de 0.01 mg/L de As en agua de consumo, valor establecido en el año de 1993 en las Guías de Calidad para el Agua Potable (OMS/WHO, 2010).

Puesto que el valor guía para As en agua propuesto por la OMS es más restrictivo, y en este sentido se supone más seguro para la salud de quien la consume, será tomado como referencia para fines del presente proyecto.

Tabla II. Extracto de tabla límites permisibles para calidad del agua.

Característica	Límite Permissible (mg/L)
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005

Fuente: (Diario Oficial de la Federación, 2000).

Tabla III. Modificación anual de NOM-127-SSA1-1994.

Límite permisible (mg/L)	Año
0.045	2001
0.040	2002
0.035	2003
0.030	2004
0.025	2005

Fuente: (Diario Oficial de la Federación, 2000).

Planteamiento del Problema

Sonora, ubicado al norte de la República Mexicana, posee una extensión territorial de 185,000 km², cuenta con 72 municipios y está dividido en 12 regiones. Es considerado un estado minero de gran importancia a nivel nacional por su gran producción de metales. Los eventos tectónicos que han afectado a través del tiempo su geoconformación, aunados a otras características de conformación geológica, crearon las condiciones necesarias para el emplazamiento de una gran variedad de depósitos minerales tanto metálicos como no metálicos que son explotados por una gran cantidad de empresas mineras establecidas en la entidad federativa (Servicio Geológico Mexicano, 2014).

Sin embargo, a pesar del impacto positivo de la presencia de minerales a lo largo del estado desde el punto de vista económico, también representa un factor de riesgo de gran importancia en la contaminación de acuíferos con metales pesados y otros elementos liberados al ambiente, siendo el As uno de los más perjudiciales para la salud de los individuos expuestos (Smedley y Kinniburgh, 2002).

Tal es el caso del denominado el “peor desastre ambiental de la industrial minera en México” ocurrido en el mes de agosto de 2014, en el que 40,000 m³ de una solución ácida de sulfato de cobre y otros metales fueron derramados en uno de los afluentes del Río Sonora, contaminando más de 270 km río abajo (Ibarra y Moreno, 2017) y cuyos efectos actualmente se están haciendo notar (ONU, 2016).

Al analizar los datos obtenidos en estudios llevados a cabo durante los años 2014-2015 en el agua subterránea del área correspondiente a la cuenca del Río Sonora, se observó que los pozos de diversas localidades marginadas, principalmente los de “Molino de Camou” y “San Rafael” ubicadas en los municipios de Hermosillo y Ures respectivamente, de los cuales se obtiene el agua para abastecer a dichas comunidades, se encuentran contaminados con concentraciones de As que rebasan tanto los límites máximos permisibles establecidos por la normatividad mexicana vigente, como los recomendados por la OMS (Figura 3), lo cual, representa un riesgo para la salud de los habitantes de dicha población que se encuentra expuesta (Díaz-Caravantes y col., 2016).

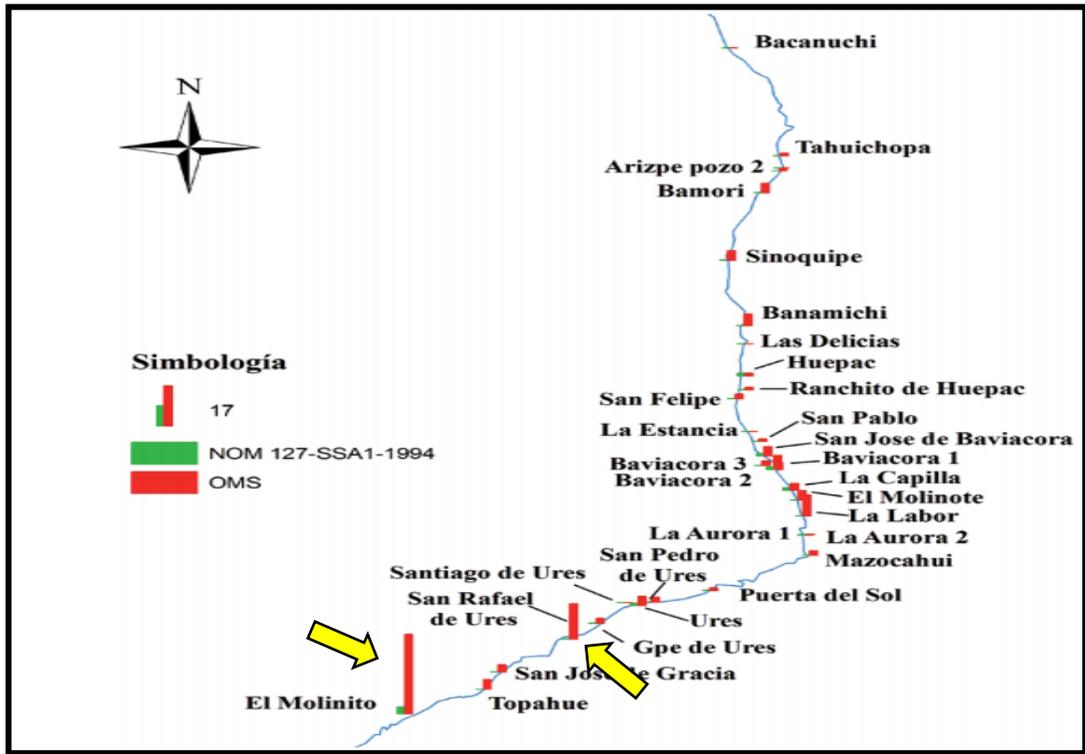


Figura 3. Número de registros de arsénico fuera de los límites máximos permisibles.
Fuente: (Díaz-Caravantes y col., 2016).

Asimismo, al consultar los resultados de las concentraciones de As obtenidas en los análisis de la calidad del agua subterránea total de las comunidades ubicadas en la cuenca del Río Sonora realizados en 2016, publicados en la página de internet del Fideicomiso Río Sonora, fue posible apreciar que las concentraciones de As de algunas comunidades continúan rebasando los límites recomendados por la OMS, siendo de igual forma los pozos de las localidades Molino de Camou y San Rafael de los más afectados (Figuras 4 y 5) (Fideicomiso Río Sonora, 2016).

Justificación

El hidroarsenicismo es un problema de salud que ha afectado a los pobladores de diversas regiones del país, siendo un claro ejemplo la contaminación de la Comarca Lagunera en los estados de Durango y Coahuila, como consecuencia de la explotación exhaustiva de los acuíferos para los riegos agrícolas (Menchaca, 2007).

De acuerdo con estudios epidemiológicos realizados en las zonas del país antes mencionadas, se encontraron serias repercusiones en la salud de algunos de sus habitantes, manifestándose principalmente en forma de hiperqueratosis punctatas palmoplantares, alteraciones en la pigmentación de la piel y aumento en la frecuencia de cáncer de piel basocelular y espinocelular (García y col., 2003). Dicha problemática generó un gran descontento por parte de los pobladores de las localidades afectadas y ha requerido el esfuerzo conjunto de los gobiernos estatales, federal e innumerables investigaciones para tratar de controlarla (Cruz, 2010).

A pesar de que existe una creciente preocupación entre los pobladores de las comunidades Molino de Camou, San Rafael y Santiago de Ures con respecto a la calidad de su agua de consumo por encontrarse en la cuenca del río Sonora, existe poca información reportada sobre el número de casos con padecimientos cutáneos posiblemente asociados a la exposición a As.

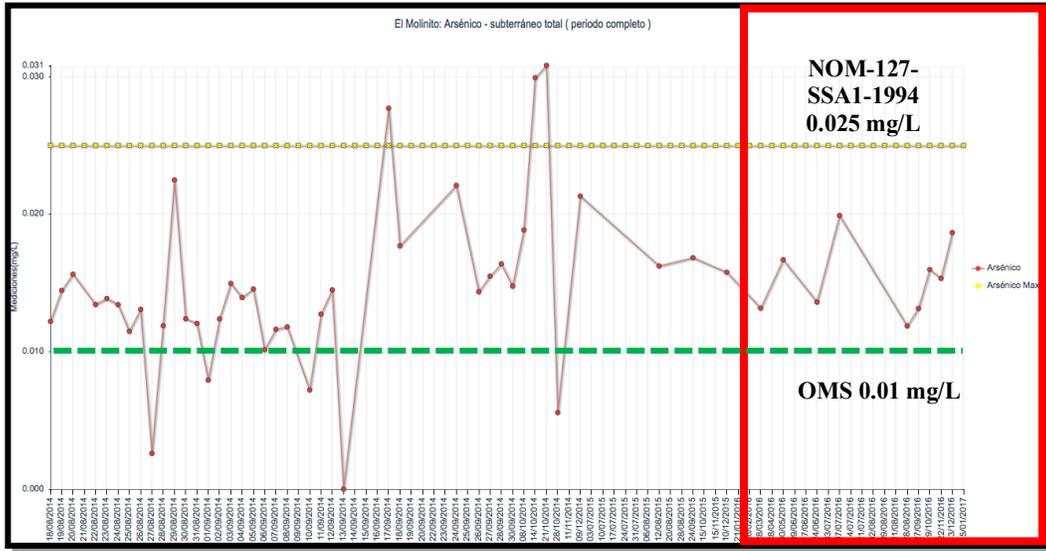


Figura 4. Concentraciones de As periodo 2014-2016 Molino de Camou. Fuente: (Fideicomiso Río Sonora, 2016).

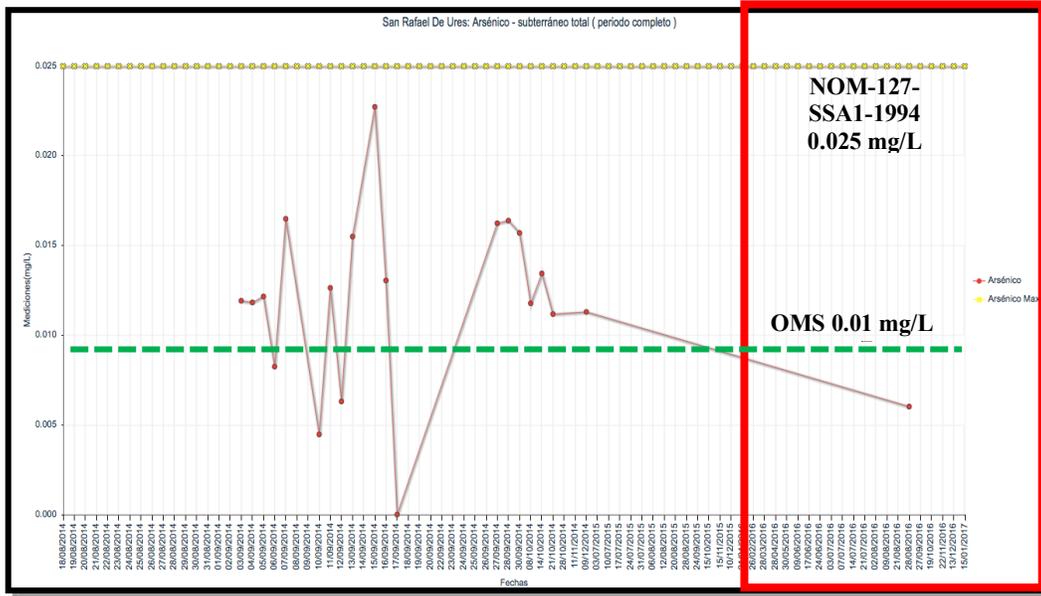


Figura 5. Concentraciones de As periodo 2014-2016 San Rafael. Fuente: (Fideicomiso Río Sonora, 2016).

Por tal motivo, puesto que los pozos de las comunidades Molino de Camou y San Rafael poseen concentraciones de As que superan los límites recomendados por la OMS, se llevó a cabo un estudio transversal para determinar la prevalencia de los padecimientos de interés, con la finalidad de generar conocimiento de la problemática a la que se enfrentan los habitantes de dichas comunidades, y dar pie a la generación de nuevas investigaciones que pudiesen determinar la relación causal entre este metaloide y dichos padecimientos.

Hipótesis

Existe una mayor prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con As en las comunidades que poseen concentraciones de este metaloide que rebasan los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

MATERIALES Y MÉTODOS

Puesto que la finalidad del estudio es determinar y comparar la prevalencia de padecimientos dérmicos posiblemente asociados al consumo de agua contaminada con As en individuos expuestos; se seleccionaron como objeto de estudio los pobladores de 3 comunidades, ubicadas en la cuenca baja del Río Sonora, una de ellas ubicada en el municipio de Hermosillo, Sonora (Molino de Camou), y dos pertenecientes a Ures, Sonora (San Rafael y Santiago de Ures) (Tabla IV).

Para la selección de las localidades fueron considerados los resultados que los análisis de calidad del agua de los pozos de dichas localidades realizados en 2014 - 2016 los cuales mostraron que en las localidades Molino de Camou y San Rafael las concentraciones de As se encontraban por encima del límite recomendado por la OMS, mientras que en Santiago de Ures permanecieron por debajo del mismo (Díaz-Caravantes y col., 2016; Fideicomiso Río Sonora, 2016).

Descripción del Sitio

La comunidad Molino de Camou se localiza al oriente del municipio de Hermosillo, Sonora aproximadamente a 16 km de distancia. Las localidades San Rafael y Santiago de Ures, se encuentran a 10 y 4 km respectivamente de su cabecera municipal y a 67.6 y 78.3 km de Hermosillo.

En la Figura 6 se presenta un mapa representativo de la ubicación de las localidades de estudio.

Descripción de la Población

De acuerdo al censo de población realizado por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) en 2010, el número total de habitantes es de 1,720 de los cuales 1,116 viven en Molino de Camou, 355 en San Rafael y 249 en Santiago de Ures Tabla V.

Tabla IV. Comunidades seleccionadas y coordenadas geográficas.

<i>Localidad Rural</i>	<i>Municipio</i>	<i>Longitud</i>	<i>Latitud</i>	<i>Altitud</i>
Molino de Camou	Hermosillo	110°45'16"	29°12'20"	258 m snm
San Rafael	Ures	110°27'50"	29°22'17"	360 m snm
Santiago de Ures	Ures	110°24'42"	29°26'21"	378 m snm

Fuente: (INEGI, 2010).

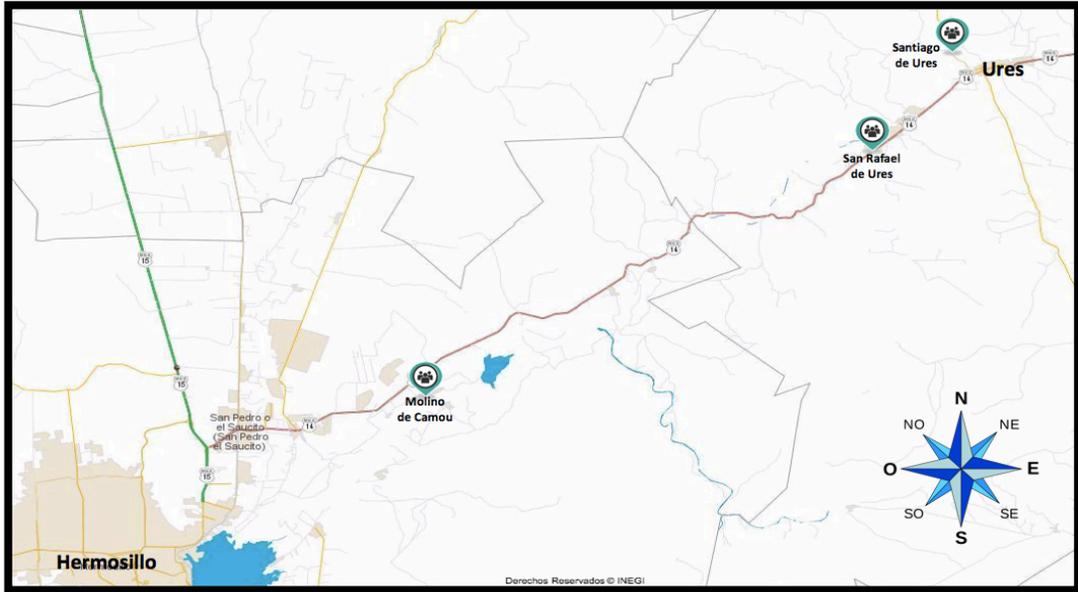


Figura 6. Ubicación de localidades de estudio. Fuente: Elaboración propia con Mapa Digital de México INEGI.

Tabla V. Localidades de estudio y población total registrada en censo 2010 “INEGI”.

<i>Localidad Rural</i>	<i>Población total</i>
Molino de Camou	1116
San Rafael	355
Santiago de Ures	249
Total	1720

Fuente: (INEGI, 2010).

Principales actividades económicas. Desde la antigüedad, los pobladores de las localidades seleccionadas han tenido como principal actividad económica la producción agrícola (Díaz, 2001).

Usos de la tierra. Dentro de las localidades en estudio predominan tres tipos de uso de la tierra, incluida la posesión ejidal: áreas parceladas (destinadas principalmente para tierras de riego), áreas de asentamiento humano y áreas de uso común, caracterizándose estas últimas por tener un terreno árido con pocas especies vegetales (Díaz, 2001).

Asentamientos humanos. El área comprendida para asentamientos humanos en las comunidades de estudio cuenta con energía eléctrica, no obstante, el alumbrado público sigue siendo un servicio faltante en algunas zonas dentro de las mismas localidades. Algunas de sus calles poseen dimensiones de entre seis y quince metros de ancho y son casi en su totalidad de terracería (Díaz, 2001).

Variables del Estudio

En el Apéndice 1 se incluyen de forma enunciativa más no limitativa, las variables que formaron parte del presente estudio, así como la clasificación de cada una de ellas (cualitativa o cuantitativa) y la operacionalización por medio de la cual se han definido.

Diseño

La estrategia para determinar la prevalencia de padecimientos cutáneos posiblemente asociados a la exposición al agua contaminada con As entre los pobladores de las comunidades seleccionadas, fue por medio de un estudio con diseño transversal analítico. Dicho diseño fue elegido debido a que se deseaba, además de obtener las prevalencias de enfermedades dérmicas entre los pobladores de las localidades seleccionadas, y realizar una comparación de las tasas ajustadas de prevalencias calculadas, con respecto a otros sitios de referencia del país y del mundo; identificar las variables que contribuyeran a incrementar el riesgo de padecer alguna de las enfermedades estudiadas.

Prueba Piloto

Previo al inicio del trabajo formal de campo, se llevó a cabo un estudio piloto en 5 casas tomadas aleatoriamente de las 3 localidades: 2 de Molino de Camou, 2 de San Rafael y 1 en Santiago de Ures (aproximadamente representa el 8% del total). Dicho estudio permitió no solamente probar la claridad y extensión del cuestionario que posteriormente se utilizó, sino también observar las características físicas de los sitios de muestreo y estimar el promedio de habitantes por unidad considerada.

Tamaño y Selección de la Muestra

Para garantizar la representatividad de la muestra se requería la participación en el estudio de un total de 290 individuos divididos proporcionalmente entre las tres comunidades seleccionadas de acuerdo a la fórmula modificada de Fleiss (Ecuación 1), la cual considera un efecto mínimo aceptado del 5% y un poder estadístico del 80% (Fleiss J y col., 2003).

$$n = \frac{\left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\bar{P}(1-\bar{P})(r+1)} - Z_{\beta} \sqrt{rP_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)} \right)^2}{r(P_2 - P_1)^2}$$

Ecuación 1. Cálculo de tamaño de muestra. Fuente: (Fleiss J y col., 2003).

Para la selección de la muestra, se realizó un muestreo aleatorio por conglomerados con un efecto de diseño igual a 1 (monoetápico), en el que las unidades de estudio fueron todos los individuos que vivan al interior de las viviendas seleccionadas (Hansen y col., 1953). Para ello se numeró cada una de las casas ubicadas en las comunidades elegidas con la ayuda del software QGIS 2.18, con la finalidad de seleccionar de forma aleatoria aquellas que serían parte del estudio (Figura 7).

Suponiendo una prevalencia esperada de al menos 10% de manifestaciones cutáneas entre los pobladores de la zona, la muestra debía componerse de la siguiente forma: 130 de la comunidad Molino de Camou, considerando un total de 26 conglomerados (casas) de 5 personas en promedio dentro de cada uno de ellos.

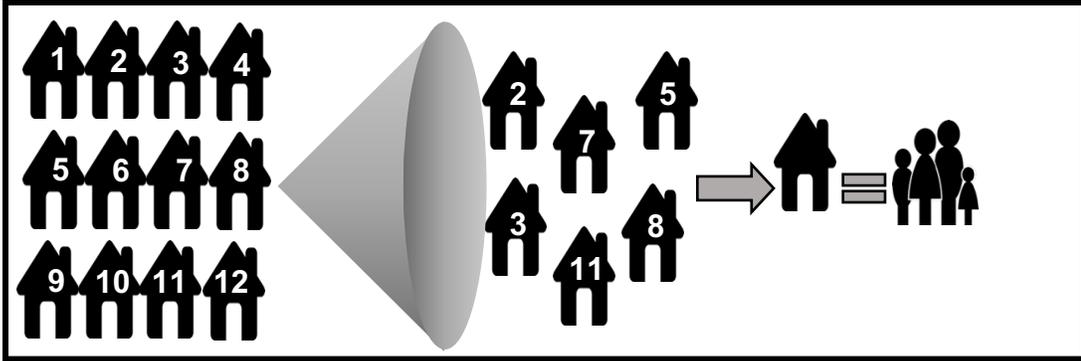


Figura 7. Selección de la muestra – muestreo aleatorio por conglomerados.

De la localidad San Rafael se calculó un tamaño de muestra de 100 participantes, los cuáles debían ser encontrados en aproximadamente 20 conglomerados de 5 personas cada uno. Por último, en la comunidad Santiago de Ures se requería un total de 60 participantes, divididos en 15 conglomerados de 4 habitantes cada uno en promedio (Tabla VI). Considerando que esta estrategia de muestreo podía comprometer la independencia de algunas variables dentro del conglomerado, se verificó su efecto por medio del cálculo del coeficiente de correlación intraclase.

Puesto que el número de individuos promedio considerado dentro de cada unidad de estudio en las localidades fue menor o el total de habitantes de la misma se negaron a participar, se continuó seleccionando y muestreando de forma aleatoria nuevos conglomerados hasta lograr reunir la cantidad de 173 individuos.

Visitas Domiciliarias y Aplicación de Cuestionarios

Una vez seleccionadas las casas de cada comunidad por medio del muestreo aleatorio por conglomerados, se procedió, con la ayuda de estudiantes de medicina del 9° semestre de la Universidad de Sonora, a realizar una visita a cada una de éstas con la finalidad de aplicar un cuestionario (Apéndice 6) a todos los individuos que habitaban en dicha vivienda, y que cumplieran con los criterios de inclusión (Tabla VII).

Dentro del cuestionario se requirió información relacionada con el tiempo de residencia en la comunidad, ocupación, edad, sexo, origen del agua que consume y utiliza para sus actividades diarias y volumen promedio de agua ingerida diariamente, presencia de algún tipo de manifestación dérmica con o sin diagnóstico, entre otros aspectos de interés.

Una vez respondidos los cuestionarios (posterior a la firma del consentimiento informado (Apéndice 3, 4 y 5), los estudiantes de medicina realizaron una evaluación general del estado de salud de los participantes, con el objetivo de detectar lesiones cutáneas en los mismos y se requirió la presencia de alguno de los padres en caso de que el participante fuera un menor.

Tabla VI. Tamaño de muestra por localidad.

Comunidad	Población total	Prevalencia esperada	Total de participantes	Total de conglomerados a muestrear
Molino de Camou	1116	10%	130	26
San Rafael	355	10%	100	20
Santiago de Ures	249	5%	60	15

Cálculos basados en (Fleiss y col. 2003) utilizando el software OpenEpi® versión 3.0.

Tabla VII. Criterios de inclusión y exclusión

<i>Criterios de Inclusión</i>	<i>Criterios de Exclusión</i>
<ul style="list-style-type: none">• Firmar consentimiento/asentimiento informado (Apéndice 3, 4 y 5).• Vivir en alguna de las viviendas seleccionadas en el muestreo aleatorio por conglomerados de las tres comunidades seleccionadas.	<ul style="list-style-type: none">• No firmar consentimiento/asentimiento informado (Apéndice 3, 4 y 5).• Tener menos de 6 meses viviendo en alguna de las comunidades de estudio.• Presentar alguna discapacidad que le impida responder conscientemente y de forma autónoma el cuestionario.

Identificación y Descripción de Patologías Dérmicas

Los participantes que al llenar el cuestionario dieron una respuesta afirmativa a la presencia de algún padecimientos cutáneo, o en quienes los estudiantes de medicina detectaron algún tipo de lesión dérmica que pudiese clasificarse como caso sospechoso de hidroarsenicismo durante la pre-valoración, fueron invitados a recibir una valoración por un grupo de médicos dermatólogos certificados por el Consejo Mexicano de Dermatología, quienes acudieron en varias ocasiones a las comunidades de estudio para proporcionar el diagnóstico clínico (caso probable) de cada individuo basándose en la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10) de la OMS (WHO, 2016).

Esto permitió determinar cuántos de los casos de padecimientos dérmicos analizados se encontraban dentro de los contemplados en este estudio como asociados con la exposición a agua contaminada con As. Aquellos individuos que durante el estudio fueron diagnosticados como casos probables de alguna lesión, serán referidos al Hospital General del Estado para recibir atención médica.

Para evitar el sesgo de información en la identificación de los padecimientos cutáneos por parte de los médicos, se llevó a cabo la determinación clínica de manera cegada. Tres médicos revisaron a un mismo paciente de forma separada y al finalizar se realizó un análisis de concordancia mediante el coeficiente Kappa (Ruiz y Morillo, 2009).

El coeficiente Kappa (k) hace referencia a la proporción de observaciones en las que hubo concordancia por parte de los médicos dermatólogos, excluyendo aquellas atribuidas al azar. El resultado obtenido puede tomar valores entre 0 y 1, clasificándose estos en las categorías presentadas en la Tabla VIII (Villaruel y Cerda, 2008).

Tabla VIII. Clasificación de resultados de coeficiente de Kappa (k).

<i>Coeficiente kappa</i>	<i>Fuerza de la concordancia</i>
0,00	Pobre
0,01 – 0,20	Leve
0,21 – 0,40	Aceptable
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Considerable
0,81 – 1,00	Casi perfecta

Fuente: (Villarroel y Cerda, 2008).

Determinaciones de As en Agua.

Para determinar las concentraciones de As en el agua de los pozos que abastecen a la población, se tomaron 40 muestras entre las tres localidades considerando primeramente las 9 viviendas en las que se identificaron los casos sospechosos de hidroarsenicismo y las restantes de forma aleatoria intentando que fueran representativas de cada comunidad (24 en Molino de Camou, 7 en San Rafael y 9 en Santiago de Ures).

Las muestras tomadas fueron llevadas al Laboratorio Estatal de Salud Pública para su análisis, por medio de los protocolos establecidos en la *Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994. “Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica”*. (Secretaría de Salud, 1994).

Estimación de la Exposición al As en Agua de Consumo

Una vez obtenidas las concentraciones de As en las muestras de agua analizadas, con la ayuda del software @Risk® versión 7.5 (Palisade Corporation), se construyó una matriz de exposición haciendo la simulación Monte Carlo con base en las determinaciones de laboratorio de As. Se realizaron 1,000 iteraciones para cada comunidad y por fuente de obtención de agua (llave y embotellada/garrafón), de las cuales, se seleccionaron al azar, 400 para Molino de Camou, 149 para San Rafael y 112 para Santiago de Ures (valores correspondientes al número de casas o conglomerados por comunidad), con la finalidad de obtener una concentración promedio por localidad.

Hecho esto y considerando el volumen total de agua consumido por cada participante, calculado a partir del cuestionario y en el cual se incluyó agua pura, aguas frescas y caldos, fue posible estimar un valor de exposición a nivel individual por medio de la construcción de una matriz de exposición (Apéndice 7, 8 y 9).

Análisis Estadístico

Determinación de Prevalencia de padecimientos dérmicos

Para realizar el cálculo de la prevalencia de padecimientos dérmicos posiblemente asociados a la exposición al agua contaminada con As a partir de la información recabada durante la etapa de muestreo, se emplearon las siguientes ecuaciones y así se obtuvo la prevalencia de la enfermedad en los expuestos (Ecuación 2).

$$Prevalencia\ expuestos = \frac{a}{a + b}$$

Donde:

a= individuos expuestos y enfermos.

b=individuos expuestos y sanos.

Ecuación 2. Cálculo de prevalencia en expuestos. Fuente: (Hernándezy Velasco, 2000).

Los resultados obtenidos reflejaron la proporción de individuos de cada comunidad que presentan manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con As a la fecha de realización del estudio (Moreno-Altamirano col., 2000). Seguido a dicho procedimiento se obtuvieron de igual forma las prevalencias estratificadas por padecimiento dérmico, así como por edad y sexo de los participantes.

Finalmente, fue posible el cálculo de la Razón de Prevalencias (Ecuación 3), la cual representa un estimador del riesgo de padecer alguna manifestación dérmica puesto que se es residente de alguna de las comunidades analizadas (Hernándezy Velasco, 2000).

$$\text{Razón de prevalencias} = \frac{a/(a + b)}{c/(c + d)}$$

Donde:

a=individuos expuestos y enfermos.

b=individuos expuestos y sanos.

c=individuos no expuestos enfermos.

d=individuos no expuestos sanos.

Ecuación 3. Cálculo de la razón de prevalencias. Fuente:(Hernández y Velasco, 2000).

Comparación de tasas ajustadas

Considerando que las comunidades elegidas son pequeñas tanto en extensión como en la cantidad de individuos que residen en las mismas, se empleó el método de ajuste indirecto, utilizando los valores de las tasas nacionales de los padecimientos cutáneos de interés, estratificados por edad como tasas estándar para el cálculo de la Razón de Morbilidad Estandarizada (RME) (Londoño, 2010). Dicha razón se obtuvo al dividir el número observado de individuos con manifestaciones dérmicas en cada localidad de interés, entre el número esperado de casos de esta misma naturaleza que se presentarían en las mismas poblaciones si estas presentaran las tasas de prevalencia de la población estándar que para fines de este estudio fue la de Jalisco y la de una zona asegurada de los Estados Unidos (Ecuación 4).

$$RME = \frac{\text{Casos observados}}{\text{Casos esperados}} = \frac{\sum d_k}{\sum r_k n_k}$$

Donde:

d_k = Número de casos en el k-ésimo estrato en cada una de las poblaciones de estudio.

r_k = Tamaño del k-ésimo estrato en cada una de las poblaciones de estudio.

n_k = Tasa de morbilidad en el k-ésimo estrato de la población estándar.

Ecuación 4. Cálculo RME. Fuente: (Schoenbachy Rosamond, 2000).

Interpretación de resultados de RME

- Resultados de RME mayores a 1 indican que el riesgo observado de presentar el evento de interés (padecimientos cutáneos) en la población de estudio es mayor que el esperado, si ésta tuviera una distribución similar de individuos en los estratos de edad o sexo, según sea el caso, a la de la población estándar (OPS, 2002).
- Resultados de RME menores a 1 indican que el riesgo de presentar el evento de interés en la población analizada es menor al esperado, considerando de igual forma una distribución de individuos semejante en los estratos de edad o sexo, según la información disponible, a la de la población estándar (OPS, 2002).

Asociación Prevalente de Variables

Finalmente, a manera de exploración de posibles asociaciones entre la variable respuesta y diferentes factores de exposición, se desarrollaron modelos de regresión Poisson de varianza robusta, en el que se ajustaron las variables de confusión consideradas en el Apéndice 1, no sin antes realizar un análisis tanto univariado como bivariado para conocer el comportamiento individual y pareado de las variables incluidas.

Con el modelo de regresión Poisson de varianza robusta se pretendía obtener Razones de Prevalencias (RP), que permitieran identificar las comunidades donde es más probable presentar padecimientos dérmicos posiblemente asociados a la exposición al agua contaminada con As. Sin embargo, y puesto que la enfermedad tratada es considerada como poco frecuente, al tener una alta proporción de ceros en la base de datos, fue necesario emplear un modelo de regresión binomial negativo que controlara dicho aspecto. Es importante tener en cuenta que las asociaciones obtenidas no pueden ser interpretadas como causales, ya que por la naturaleza del estudio no es posible establecer temporalidad entre la aparición de manifestaciones cutáneas y la exposición al agua contaminada con As.

Para la elaboración y evaluación de los modelos de regresión se utilizó el software STATA® versión 12.

Sistema de Información Geográfica

Por último, se elaboró una serie de sistemas de información geográfica (SIG) con la ayuda del software QGIS® 2.18, en el cuál se clasificaron las zonas pertenecientes al área de estudio de acuerdo con las concentraciones de As, así como los casos identificados en cada comunidad. Este sistema permitió identificar de manera gráfica el riesgo que tiene la población de presentar padecimientos dérmicos posiblemente asociados a la exposición a dicho metaloide.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio tuvo un total de 173 participantes pertenecientes a las comunidades Molino de Camou (n= 86), San Rafael (n=28) y Santiago de Ures (n=59), ya que a pesar de que se incrementó el número de conglomerados seleccionados para realizar el muestreo (Tabla IX), no fue posible reunir el total de individuos inicialmente planteado (290) basado en el número de habitantes por comunidad reportado por INEGI en 2010. Este aspecto podría indicar una aparente disminución en el poder estadístico de la prueba. No obstante, existe la posibilidad de que el tamaño de población inicial considerado sea mucho menor, debido a la gran cantidad de viviendas abandonadas presentes en las mismas, lo cual, de igual forma, ocasionaría un decremento en el total de participantes requeridos para el estudio (muestra).

La tasa de respuesta entre los individuos seleccionados fue de 95.1%. Sin embargo, debido a la migración de los habitantes de estas comunidades, el valor real pudo haber sido menor, puesto que no se logró completar el tamaño de muestra inicial (Alfie, 2015).

Ante esta situación, se sospecha que el estudio tuvo una pérdida del poder estadístico. No obstante ésta no es significativa, debido a que el tamaño de población de las comunidades probablemente es menor al reportado por INEGI en su censo de 2010 y por lo tanto el número de participantes requerido como muestra igualmente debió ser menor.

La alta participación de los habitantes del municipio permitió, la descripción de los principales padecimientos dérmicos encontrados en los habitantes de las comunidades de estudio, la obtención de la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas al consumo de agua contaminada con As, la comparación de las tasas ajustadas de los padecimientos antes mencionados y la elaboración del perfil socio-epidemiológico de las mismas.

Tabla IX. Número de conglomerados muestreado.

Comunidad	Número inicial de conglomerados	Número de conglomerados muestreados
Molino de Camou	26	32
San Rafael	20	25
Santiago de Ures	15	25

Características generales de las comunidades de estudio

Molino de Camou

Datos socio-demográficos. De acuerdo con la imagen espacial de la comunidad Molino de Camou, se identificaron un total de 400 casas, de las cuales 32 fueron seleccionadas para el muestreo y se logró encuestar a los habitantes de 29 de ellas, puesto que en tres de las viviendas se rehusaron a participar. Como es posible apreciar, el número de casas establecido es mayor al que se tenía previsto; esto se debe a que no se logró alcanzar el tamaño de muestra requerido de 130 participantes con solo 25 de ellas. El número mínimo de habitantes por conglomerado fue de 2 y el máximo de 15, percentil 75=7.75.

Los participantes del estudio (n=86), representando un 7.71% de la población total considerando la información reportada por INEGI en su censo de población del año 2010, fueron en su mayoría mujeres (60 mujeres y 26 hombres), ubicado en edades entre 1 y 79 años de edad y en los cuales predominaron individuos menores de 19 años (43.02%), seguidos por mayores de 50 años (30.23%).

Ocupación e Ingreso. Puesto que en la población encuestada hubo un predominio de participantes del sexo femenino y de individuos menores de 19 años, las ocupaciones que más predominaron entre los mismos fueron estudiante (36.6%) y hogar (30.5%), seguidos por obrero y jornalero con un 14.63%.

El 51.2% de la población encuestada refirió tener un ingreso mensual ubicado en el rango de \$0-\$2,699, y un 39.3% se encontró entre los \$2,700-\$6,799, lo cual indica un nivel socioeconómico bajo y medio-bajo respectivamente de acuerdo a los criterios de CONEVAL (CONEVAL, 2010)

Infraestructura en Salud. En el caso de Molino de Camou, cuentan con una unidad de servicio de atención médica denominada “Casa de Salud” perteneciente a la Jurisdicción Sanitaria número 1 de la Secretaría de Salud. Éste cuenta con el servicio de consulta externa, donde se atienden padecimientos que no requieran de hospitalización,

puesto que no cuenta con los recursos (equipo, materiales, infraestructura) necesarios para dichos fines.

Este centro es atendido por médicos generales provenientes de la ciudad de Hermosillo, Sonora, quienes acuden dos veces al mes para consultar a los habitantes de dicha comunidad. No obstante, puesto que no se cuenta con un médico de planta en la misma, en caso de presentarse algún problema de salud en días que no concuerden con los designados para la visita del especialista en salud, los pobladores deben viajar a la ciudad para recibir atención.

Consumo de Agua. En el caso de Molino de Camou la mayor cantidad del agua dentro de las viviendas es consumida por los hombres con una media de 2.21 ± 1.45 , sin embargo, de acuerdo a la prueba realizada no existen diferencias estadísticamente significativas respecto a las mujeres ($p = 0.079$).

Estado de Salud. Al realizar la pre-valoración por parte de los estudiantes de medicina a los participantes del estudio se obtuvo lo siguiente:

Hipertensión. Como resultado de la pre-valoración médica que se les practicó a los participantes de la comunidad Molino de Camou se obtuvo que 16.5% de los mismos presentan problemas de hipertensión.

Diabetes. Un 9.4% de los participantes mayores de 44 años afirmó que padece diabetes mellitus, el cual se presentó en igual proporción en hombres y mujeres (4 hombres y 4 mujeres).

Estado nutricional. El 30.4% de los participantes se encontraban dentro de un peso normal, de acuerdo al índice de masa corporal (IMC), seguido por un 35.4% de individuos con problemas de sobre peso y un 15.2% de individuos que presentaron algún tipo de obesidad (Tipo I, II o III) (Figura 8).

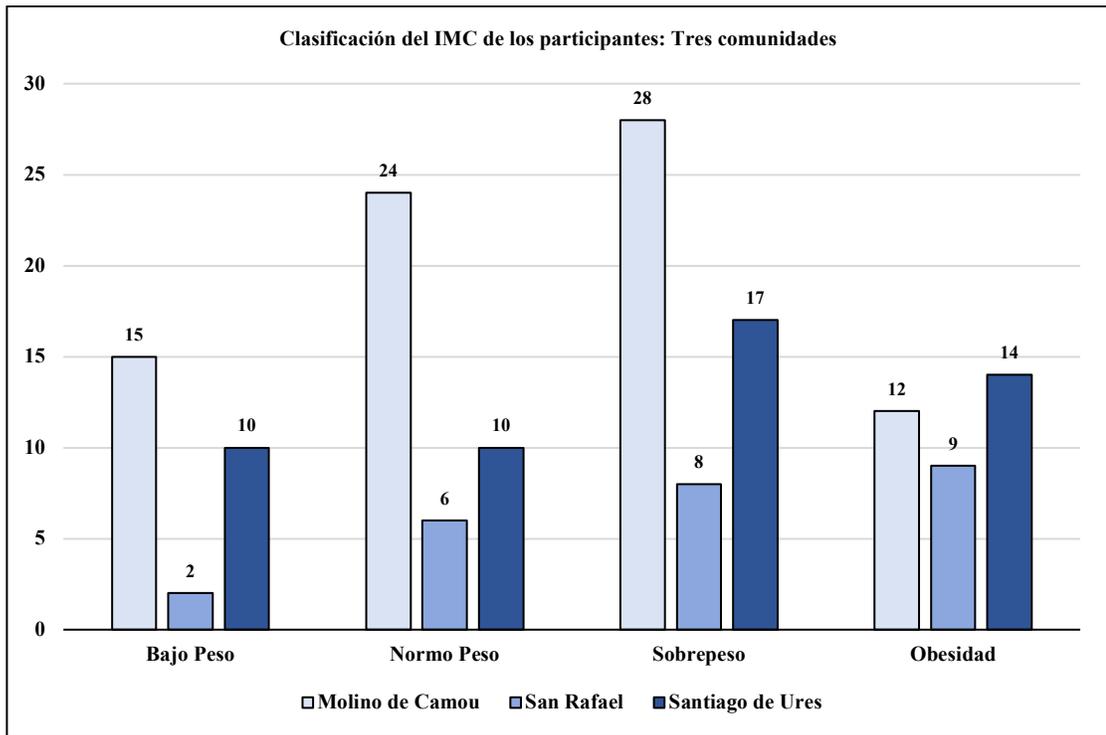


Figura 8. Clasificación del IMC (OMS) de los participantes. Fuente: (OMS, 2000).

San Rafael

Datos socio-demográficos. De acuerdo con la imagen satelital de la comunidad San Rafael, ubicada en el municipio de Ures, se identificaron un total de 149 casas, de las cuales se muestrearon solamente 15 debido a que la mayoría de las viviendas de esta comunidad se encontraban deshabitadas, o eran casas de campo de familias que residen en las ciudades aledañas a dicho pueblo. El número mínimo de habitantes por conglomerado (viviendas) fue de 2 y el máximo de 9 percentil 75= 5.

Los participantes del estudio (n=28), representando un 7.9% de la población total de la comunidad de acuerdo con INEGI 2010, en su mayoría hombres (13 mujeres y 15 hombres), se encontraban entre 2 y 84 años de edad, predominando entre estos individuos ubicados en edades de 45-59 años (39.2%).

Ocupación e Ingreso. Considerando que la cantidad de participantes tanto del sexo masculino como femenino fue muy similar entre los participantes, las ocupaciones que predominaron entre los mismos fueron jornalero (28.6%) y al hogar (29.6%), seguidas por comerciante (14.8%).

El 53.6% de la población encuestada refirió tener un ingreso mensual ubicado en el rango de \$2700-\$6,799, y un 28.6% se encontró entre los \$0-\$2,699, lo cual indica un nivel socioeconómico medio-bajo y bajo respectivamente (CONEVAL, 2010).

Infraestructura en Salud. San Rafael no posee ningún establecimiento de salud, por lo que sus habitantes deben viajar al municipio de Ures, el cual cuenta con un hospital encargado de atender a los pacientes tanto de dicha localidad como de comunidades aledañas.

Consumo de Agua. Aunque los hombres consumen en promedio una cantidad mayor de agua que las mujeres, (media= 2.72L \pm 2.39L en hombres y 1.42 L \pm 1.31L en mujeres) no existen diferencias estadísticamente significativas entre los litros de agua consumidos dentro de las casas por los hombres y las mujeres de San Rafael (p>0.05).

Estado de Salud. En cuanto al estado de salud de los participantes, revisado durante la pre-valoración por parte de los estudiantes de medicina se encontró lo siguiente:

Hipertensión. Como resultado de la pre-valoración médica que se les practicó a los participantes de la comunidad San Rafael se obtuvo que el 46.4% de los mismos presentan problemas de hipertensión, determinada por medio de las pruebas realizadas por los estudiantes de medicina con el uso de baumanómetros pertenecientes a la Universidad de Sonora.

Diabetes. Un 21.4% de los participantes ubicados entre los 54 y 78 años de edad indicó que padece diabetes mellitus, el cual se presentó en mayor proporción en hombres que en mujeres.

Estado nutricional. El 32% de los participantes de la comunidad de San Rafael, presentan sobrepeso y un 36% algún tipo de obesidad (Tipo I, II o III), seguidos por un 24% de los individuos con pesos ubicados en los rangos normales (Figura 8).

Santiago de Ures

Datos socio-demográficos. En la comunidad de Santiago de Ures fueron identificadas vía imagen satelital un total de 112 casas, de las cuales se muestrearon 26 debido a que con el número de conglomerados que se había establecido durante la planeación del proyecto no se alcanzó el tamaño de muestra requerido. El número mínimo de habitantes por vivienda fue de 1 y el máximo de 8, percentil 75=5.

Los participantes del estudio (n=59), representando un 23.70% de la población total de la comunidad de acuerdo a INEGI 2010, en su mayoría mujeres (35 mujeres y 24 hombres), se encontraban entre 10 meses y 91 años de edad.

Ocupación e Ingreso. Considerando que la cantidad de participantes del sexo femenino fue mayor entre los participantes, las ocupaciones que predominaron entre los mismos fueron hogar (32.1%), estudiantes (28.6%), seguidas por comerciante y jornalero (17.9%).

El 50% de la población encuestada refirió tener un ingreso mensual ubicado en el rango de \$0-\$2,699, y un 36.2% se encontró entre los \$2700-\$6,799, lo cual indica un nivel socioeconómico bajo y medio-bajo respectivamente (CONEVAL, 2010).

Infraestructura en Salud. Santiago de Ures al igual que San Rafael, carece de establecimientos de salud para la atención de sus habitantes, por lo que éstos deben recorrer 4.2 km para llegar al municipio de Ures el cual, como se mencionó con anterioridad, cuenta con un centro de salud responsable de la atención de pacientes pertenecientes a dicha comunidades como de aquellas aledañas a la misma.

Consumo de Agua. No existen diferencias estadísticamente significativas entre los litros de agua consumidos dentro de las casas por los hombres y las mujeres de Santiago de Ures ($p>0.05$).

Estado de Salud. Durante la pre-valoración realizada por los estudiantes de medicina entre los participantes de estudio fue posible obtener los siguientes resultados:

Hipertensión. Como resultado de la pre-valoración médica que se les practicó a los participantes de la comunidad Santiago se obtuvo que el 13.6% de los mismos presentan problemas de hipertensión.

Diabetes. Un 6.8% de los participantes ubicados entre los 43 y 68 años de edad indicó que padece diabetes mellitus, el cual se presentó solo en mujeres en esta comunidad.

Estado nutricional. En la comunidad de Santiago de Ures, el 33.3% de los participantes presentó sobrepeso y un 27.5% algún tipo de obesidad (Tipo I, II o III). Asimismo, es importante mencionar que un 19.6% de los individuos se encuentran con un peso por debajo de los niveles normales, (Figura 8).

Como es posible apreciar en las tres comunidades de estudio, el número de habitantes contabilizado por INEGI en su censo de población del año 2010, no se encuentra reflejando la realidad actual de las comunidades de estudio; ya que muchas de sus casas se encuentran abandonadas, especialmente en la localidad San Rafael, por lo que

se puede inferir que la cantidad real de individuos que viven en la misma es menor a la reportada (INEGI, 2010).

Se observa, además, que en la distribución de la población de las comunidades (Figura 9) existe un notable decremento en el número de habitantes en edades económicamente activas, principalmente en el caso de los hombres. Esto puede deberse a los constantes casos de emigración característicos de los últimos años, en los que individuos provenientes de comunidades rurales se mudan a ciudades, ya sea dentro del país o de los Estados Unidos, en busca de mejores oportunidades económicas, sociales y de salud; ya que además de lo mencionado, los servicios de salud se encuentran sumamente limitados (Ibarra y Moreno, 2017; Manzanares, 2016).

Asimismo, lo anterior coincide con el ingreso mensual reportado por los habitantes de las comunidades de estudio, el cual se encuentra en los rangos de \$0 a \$2,699 y de \$2,700 a \$6,799, y que es obtenido por la realización de trabajos en siembras agrícolas ya sea dentro de las localidades o en poblados cercanos. Dicho aspecto es un indicador de pobreza extrema o niveles socioeconómicos bajos, que posiblemente, en un futuro, motive a las familias afectadas a buscar de mejores condiciones de vida en ciudades cercanas o del extranjero (CONEVAL, 2010).

De acuerdo con un estudio desarrollado en el año 2006, cuyo propósito fue identificar las características principales de las comunidades más pobres del estado de Sonora (encontrándose dentro de esta clasificación las comunidades del Río Sonora), se indicó que las localidades cuya actividad económica principal era el trabajo en campos agrícolas, son de las más marginadas de la entidad federativa, lo cual las expone a una gran cantidad de riesgos y vulnerabilidades físicas, sociales y ambientales (Camberos y Bracamontes, 2007).

En relación al estado de salud de los participantes del estudio, los resultados indican porcentajes de sobrepeso muy semejantes a los reportados en 2012 en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en comunidades rurales del estado (Secretaría de Salud, 2012).

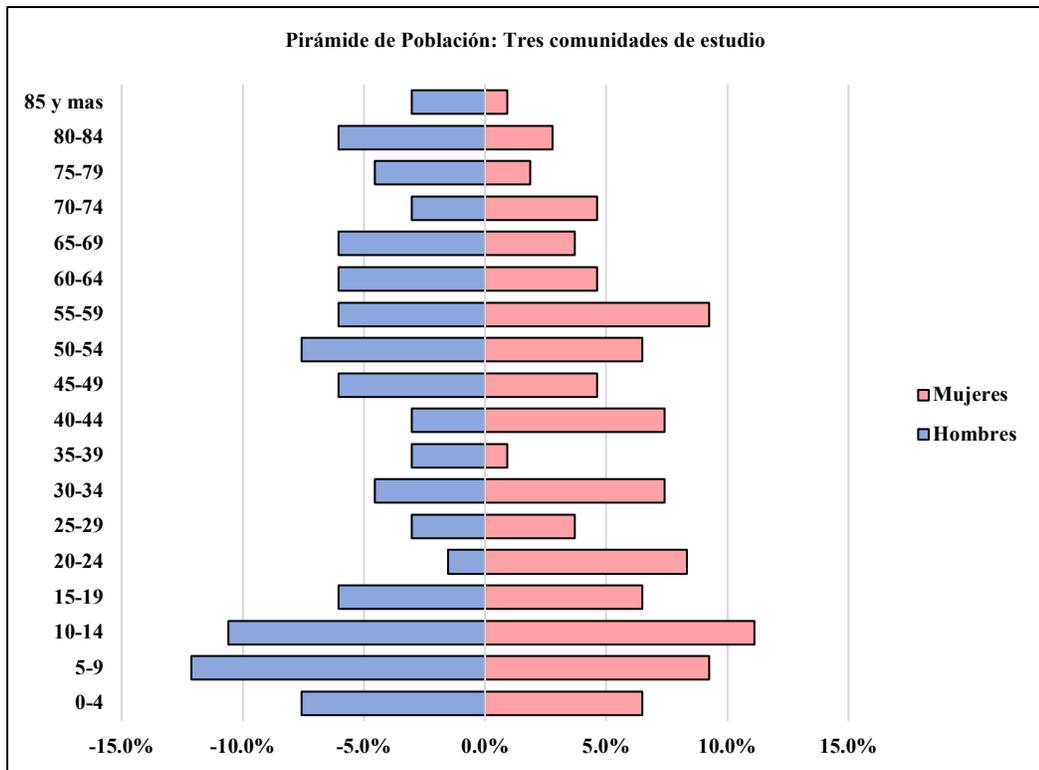


Figura 9. Distribución de la población por edad y sexo. Fuente elaboración propia con SPSS.

Investigaciones realizadas por Temporelli y Viego (2011) en Argentina, señalan que la pobreza es un factor determinante de sobrepeso y obesidad, debido a que en los hogares se consumen alimentos que se ajustan al presupuesto familiar, siendo éstos generalmente ricos en grasas y carbohidratos, puesto que son de menor costo que aquellos que se adaptan a las recomendaciones nutricionales para llevar una dieta balanceada.

Dichos resultados pueden asociarse a la presencia de padecimientos como diabetes e hipertensión, considerados como comorbilidades de esta condición e identificadas, de igual forma, entre los participantes (Marín y col., 2014). Aunado a lo antes mencionado, diversos estudios realizados en México (Coronado, 2007), Estados Unidos (Smith, 2013) y Taiwan (Hsiao y col., 2000), señalan una posible asociación entre la ingesta de As en el agua de consumo, y el desarrollo de los padecimientos antes mencionados.

Sin embargo, otros autores indican que no existe suficiente evidencia para concluir que existe una relación causal entre el consumo de As y el desarrollo de estas morbilidades, por lo que investigaciones posteriores son requeridas (Sripaoraya y col., 2017).

Identificar y Describir las Patologías Dérmicas Detectadas

Durante el trabajo de campo se identificaron a 9 participantes con lesiones que poseían características similares a aquellas asociadas al consumo de agua contaminada con As, mismos que posteriormente fueron valorados por tres médicos dermatólogos quienes determinaron que solo 5 de ellos podían ser considerados como casos sospechosos de hidroarsenicismo.

El cáncer basocelular fue la manifestación dérmica más común entre los pacientes (n=2), seguido por las queratosis arsenicales (n=2) y por último el cáncer espinocelular (n=1) (Tabla X).

La concordancia en el diagnóstico, determinada por medio del coeficiente de Kappa (k), fue de 0.67 lo cual hace referencia a un grado de acuerdo considerable entre los médicos dermatólogos que realizaron la valoración.

Tabla X. Total de individuos con padecimientos por comunidad de estudio.

<i>Padecimiento</i>	<i>Molino de Camou</i>	<i>San Rafael</i>	<i>Santiago de Ures</i>	<i>Total</i>
Carcinoma basocelular	0	0	2	2
Carcinoma espinocelular	0	0	1	1
Queratosis	1	0	1	2
<i>Total</i>	1	0	4	5

Puesto que hubo diferencias en los diagnósticos de los tres médicos dermatólogos para algunos de los participantes, se eligieron como casos probables aquellos en los que dos o más dermatólogos coincidieron.

El predominio de las lesiones entre los participantes se presentó en cara en el caso de las mujeres y en cara y plantas de los pies en los hombres (Figura 10).

Molino de Camou. El participante de la comunidad Molino de Camou de 17 años, dedicado al comercio y al estudio de la educación media superior puesto que cursa la preparatoria abierta, presentó lesiones características de queratosis arsenical en la planta de los pies y reportó un tiempo de aparición de aproximadamente seis meses (Figura 11).

San Rafael. En la comunidad de San Rafael, los estudiantes de medicina identificaron una participante de 49 años de edad con lesiones en sus pies, que después de la valoración por parte de los médicos dermatólogos, resultaron ser callosidades ocasionadas por fricción.

Santiago de Ures. Santiago de Ures, fue la comunidad en la que se encontró la mayor cantidad de patologías dérmicas relacionadas con el consumo de agua contaminada con As, siendo 4 los participantes diagnosticados en esta localidad como casos probables por los médicos dermatólogos.

En primer lugar, se encuentra un hombre de 73 años de edad, propietario de una tienda de abarrotes en la comunidad y dedicado a la producción y comercio de jamoncillo, con diagnóstico de carcinoma basocelular localizado en su nariz y con un tiempo de aparición inexacto (Figura 12).

Seguido a esto se diagnosticó a un hombre de 90 años, retirado de su oficio de jornalero agrícola, con carcinoma espinocelular nodular queratósico infectado por falta de limpieza y atención oportuna en su ojo izquierdo, lo cual le ha ocasionado pérdida de vista y cuyo tiempo de aparición se desconoce puesto que el participante reporta tener muchos años con dicha lesión (Figura 13).

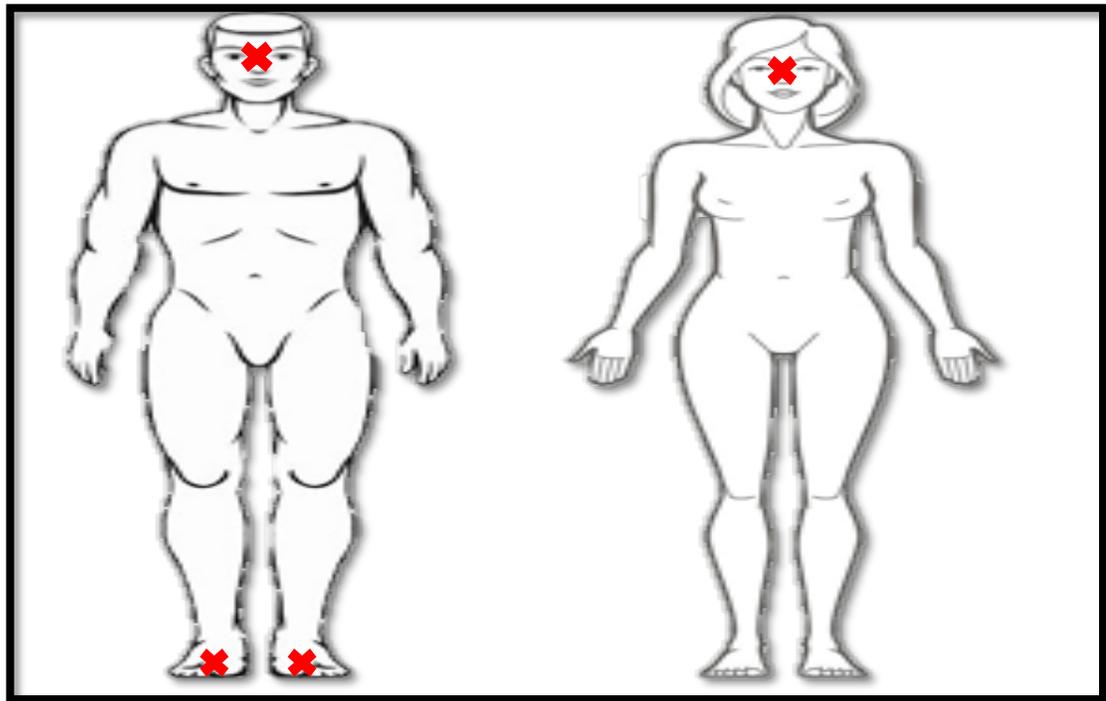


Figura 10. Ubicación de las manifestaciones cutáneas detectadas.



Figura 11. Queratosis arsenical en plantas de los pies Molino de Camou.



Figura 12. Carcinoma basocelular



Figura 13. Carcinoma espinocelular infectado

Posteriormente se valoró a una mujer de 91 años dedicada al hogar, con una manifestación dérmica ubicada en su nariz y se le diagnosticó con carcinoma basocelular, no obstante no fue posible proporcionarle seguimiento debido a que falleció por un paro cardiaco meses después de la aplicación del cuestionario y valoración dermatológica.

Finalmente se encuentra un hombre de 63 años dedicado a la producción y venta de queso dentro y fuera de Santiago de Ures, a quien se le diagnosticó queratosis arsenical en plantas de los pies con un tiempo de detección de 3 años aproximadamente (Figura 14).

Como es posible observar los principales padecimientos identificados fueron el carcinoma basocelular, las queratosis arsenicales y el carcinoma espinocelular, mismos que se presentaron mayormente en individuos de sexo masculino de edades avanzadas a excepción del caso del joven de 17 años.

Lo anterior coincide con un estudio realizados en Bangladesh en 2011, en el que las enfermedades antes mencionadas se hicieron presentes entre individuos expuestos a altas concentraciones de As en su agua de consumo (Argos y col., 2011) y en el que la edad era un factor fuertemente asociado con el desarrollo de dichas patologías, debido a que posiblemente la exposición crónica fue mayor tanto en tiempo como en volumen, ya que generalmente los hombres consumen una mayor cantidad de agua que las mujeres.

Determinar la Prevalencia de Padecimientos de Interés

Entre los participantes del estudio 5 presentaban padecimientos en la piel posiblemente asociados al consumo de agua contaminada con As, siendo la prevalencia global en las tres comunidades de 2.9 / 1,000 habitantes y las prevalencias individuales por padecimiento de 1.16 / 1,000 para carcinoma basocelular y queratosis arsenical y de 0.58 / 1,000 para carcinoma espinocelular.



Figura 14. Queratosis arsenical

A pesar de que la prevalencia global de las manifestaciones cutáneas de interés es relativamente baja en comparación con la de otros padecimientos de la piel similares (Secretaría de Salud, 2011), (Goldenberg y col., 2016), al calcular las prevalencias por comunidad de estudio (Tabla XI), fue posible apreciar que Santiago de Ures presentaba una tasa alarmantemente alta de carcinoma basocelular de 8.03 / 1000, es decir de 8 casos por cada mil habitantes.

Comparación de Tasas Ajustadas

Con la finalidad de realizar la comparación entre algunos de los padecimientos detectados en las comunidades de estudio, se utilizaron datos cualitativos y cuantitativos de diversas localidades tanto dentro como fuera del país.

Debido a que existe muy poca información reportada en la literatura con respecto a las queratosis arsenicales y una baja prevalencia de carcinoma espinocelular en las comunidades de estudio, las comparaciones se enfocaron únicamente en carcinoma basocelular.

En cuanto a la ubicación específica de carcinoma basocelular, la topografía en la que se presentaron las lesiones en su totalidad (100%) fue la cara. Esto coincide con un estudio realizado por Alfaro y cols. (2016), en un hospital público de la ciudad de Nuevo León en el noreste de México, en el que la mayor parte de los pacientes con cáncer ya sea basocelular o espinocelular, se ubicaba en cara (Figura 10).

Para el contraste cuantitativo, se utilizó la tasa de prevalencia calculada en pacientes ubicados en el rango de edad de 65 años o más de la comunidad Santiago de Ures y se contrastó con la del estado de Jalisco calculada en el año 2011 y la de una zona asegurada de Estados Unidos de América en el año 2010, obteniendo de esta forma la razón de prevalencias para cada una de ellas.

Tabla XI. Tasas de prevalencia de casos probables de Hidroarsenicismo / 1000 habitantes

	<i>Carcinoma Basocelular</i>	<i>Carcinoma Espinocelular</i>	<i>Queratosis</i>
<i>Molino de Camou</i>	0	0	0.90
<i>Santiago de Ures</i>	8.03	4.02	4.02

La RME calculada con cada localidad, presenta valores mayores a 1, lo cual indica que el riesgo de presentar este padecimiento es mayor en la comunidad de estudio que en aquellas utilizadas como referencia y en adultos de edades avanzadas, ya que solo fue posible utilizar el rango de edad de >65 años para el análisis (Tabla XII) (Secretaría de Salud, 2011; (Goldenberg y col., 2016), (Villarroel y Cerda, 2008).

Asimismo, se llevó a cabo una comparación cualitativa por sexo utilizando reportes de carcinoma basocelular de las localidades antes mencionadas en la que se incluyó además la comunidad de Rosario, Argentina (Figura 15).

En la comunidad de Santiago de Ures, el carcinoma basocelular se presentó en igual proporción en hombres que en mujeres, lo cual difiere con los estudios realizados en Argentina y Estados Unidos, en los que el padecimiento en cuestión fue detectado mayormente en hombres. En el caso de Jalisco, se presentó un mayor número de mujeres diagnosticadas con dicha manifestación dérmica.

A pesar de los porcentajes mencionados con anterioridad, al analizar el total de casos de lesiones dérmicas de interés (no exclusivamente carcinoma basocelular), es posible apreciar que se manifestaron principalmente en individuos del sexo masculino.

De acuerdo a estudios realizados con anterioridad, los efectos dérmicos relacionados con el consumo de agua contaminada con As, se presentan con mayor frecuencia en hombres que en mujeres (ChenyChiou, 2011). No obstante, en las familias más pobres de los países más afectados, las implicaciones sociales de las manifestaciones cutáneas tales como queratosis y cambios en la pigmentación suelen ser peores en mujeres (Mizanur 2010).

Determinación de las Concentraciones de As en Muestras de Agua

En la Tabla XIII se presentan las concentraciones de As detectadas en las 40 muestras de agua analizadas de las tres comunidades de estudio, y en la Figura 16 el diagrama de cajas y bigotes que permite apreciar de forma gráfica los resultados antes mencionados con respecto a los niveles de referencia del presente proyecto.

Tabla XII. Comparativa de tasas de prevalencia de carcinoma basocelular.

<i>Comunidad</i>	<i>Tasa de Prevalencia de carcinoma basocelular</i>	<i>Razón de prevalenciasⁱ</i>
Jalisco (Secretaría de Salud, 2011)	1.55	5.18
Zona asegurada de Estados Unidos de América (Goldenberg y col., 2016)	2.21	3.63

i. Razón de Morbilidad Estandarizada (RME) basada en una sola categoría de edad (>65 años).

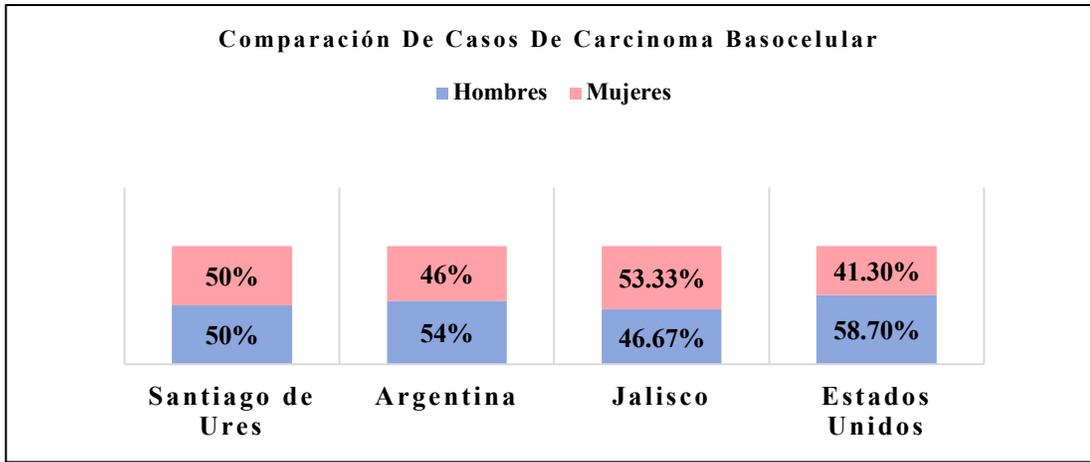


Figura 15. Comparación de casos de carcinoma basocelular.

Tabla XIII. Concentraciones de As en muestras de agua

<i>Comunidad</i>	<i>Agua de la llave</i>	<i>Comunidad</i>	<i>Agua embotellada</i>
Molino de Camou	0.048	Molino de Camou	ND*
Molino de Camou	0.055	Molino de Camou	ND
Molino de Camou	0.064	Molino de Camou	<L.C.P.†
Molino de Camou	0.059	Molino de Camou	ND
Molino de Camou	0.061	Molino de Camou	0.022
Molino de Camou	0.057	Molino de Camou	ND
Molino de Camou	0.048	Molino de Camou	0.054
Molino de Camou	0.059	Santiago de Ures	0.091
Molino de Camou	0.039	Santiago de Ures	0.012
Molino de Camou	0.059	Santiago de Ures	0.013
Molino de Camou	0.06	Santiago de Ures	0.013
Molino de Camou	0.06	San Rafael	<L.C.P.
Molino de Camou	0.057	San Rafael	0.026
Molino de Camou	0.031		
Molino de Camou	0.046		
Molino de Camou	0.057		
Molino de Camou	0.045		
Santiago de Ures	0.014		
Santiago de Ures	0.015		
Santiago de Ures	0.067		
Santiago de Ures	0.064		
Santiago de Ures	0.073		
San Rafael	0.047		
San Rafael	0.044		
San Rafael	0.049		
San Rafael	0.045		
San Rafael	0.048		

* ND: no detectable.

†LCP: menor al límite de cuantificación práctico.†

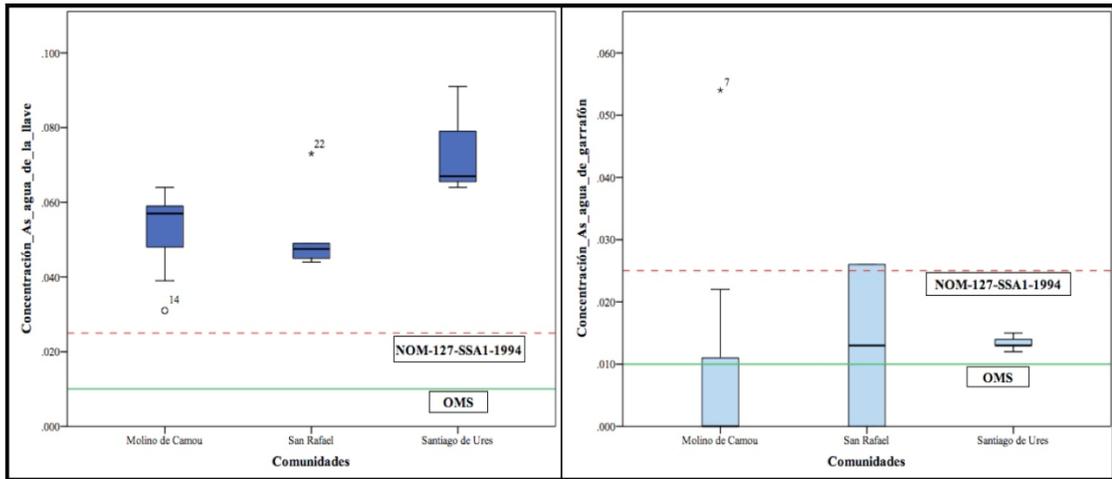


Figura 16. Diagrama de cajas y bigotes. As en agua de la llave y de garrafón de las comunidades.

Uno de los hallazgos más relevantes del presente estudio son las concentraciones de As resultantes en el agua de la llave, las cuales exceden los límites de referencia tanto de la NOM-127-SSA1-1994 (0.025 mg/L) como de la OMS (0.010 mg/L). Esta situación observada en la comunidad Santiago de Ures, contrasta con lo reportado anteriormente por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que señalaba valores por debajo de los límites citados (Díaz-Caravantes y col., 2016).

Este aspecto modificó la perspectiva inicial desde la cual se elaboró la hipótesis del estudio, puesto que la población seleccionada como control presentó las mas altas concentraciones de As en su agua de consumo. No obstante es un descubrimiento de gran importancia que merece la pena resaltar.

De igual forma, el agua embotellada de algunos de los hogares muestreados de las comunidades posee concentraciones de As que sobrepasan considerablemente el máximo permisible de la NOM-201-SSA1-2015 (0.01 mg/L), lo cual indica que en algunos de los hogares muestreados, el riesgo se encuentra presente independientemente de la fuente de agua que elijan para consumir.

Lo anterior incrementa el riesgo de desarrollar padecimientos en piel y otras morbilidades asociadas al hidroarsenicismo crónico como cáncer en otros órganos del cuerpo, enfermedades cardiovasculares y diabetes (Kuo y col., 2017). Este riesgo no sólo lo padecen los pobladores de las comunidades de estudio, sino también quienes viven en comunidades aledañas como Hermosillo, tal como los casos que se han presentado en otras regiones de México (García, 2003), Argentina (Villaamil, 2015), Bangladesh (Parvez y col., 2009) y Bengala Occidental (Mazumder y col., 2000).

Para estimarla exposición de la población al agua contaminada con As, se construyó una matriz de exposición a partir de las concentraciones que se determinaron en las muestras de agua. Utilizando el software @Risk, se simularon los resultados mediante la técnica de Monte Carlo una vez basados en las distribuciones que mejor ajustaban los datos muestreados (Figura 17), con excepción del grupo de datos de San Rafael, las localidades restantes se simularon con una distribución log-normal hasta realizar 1,000 iteraciones para cada conjunto de datos.

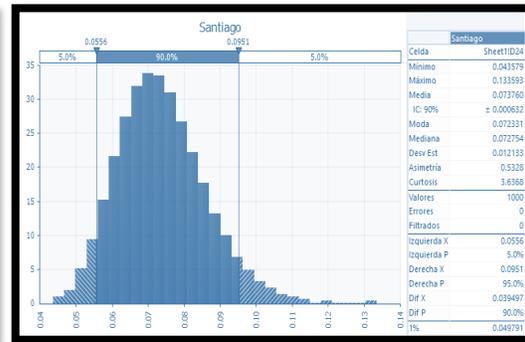
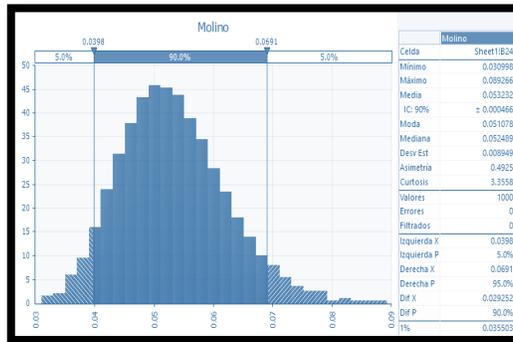
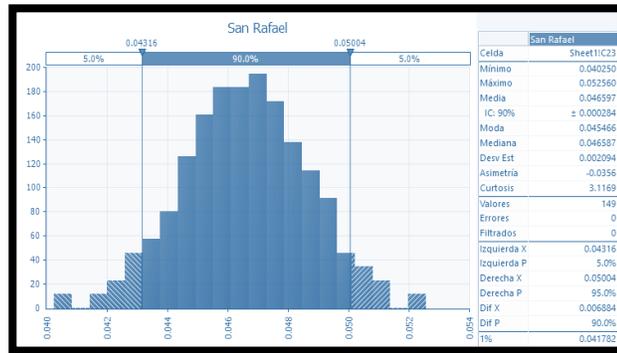


Figura 17. Distribuciones de las concentraciones de As de muestras de agua en las tres comunidades.

Posteriormente, de las 1000 iteraciones obtenidas se eligieron al azar de acuerdo al número de conglomerados total de cada comunidad 400 valores para Molino de Camou, 149 para San Rafael y 112 para Santiago de Ures, los cuales fueron de gran utilidad para obtener las concentraciones promedio de As de éstas (Tabla XIV).

Finalmente los valores promedio calculados fueron multiplicados por el total de agua ingerida de cada participante (agua pura, aguas frescas y caldos), con la finalidad de construir la matriz de exposición que permitió estimar la exposición individual de cada participante basada en su consumo (Apéndices 7, 8 y 9).

En la Tabla XV, se presentan las concentraciones diarias ingeridas por los participantes diagnosticados como casos probables de Hidroarsenicismo en el estudio, así como la ocupación de cada uno de ellos, como una posible fuente adicional de exposición.

Asociación Prevalente de Variables

Primeramente se realizó un análisis univariado con la finalidad de conocer el comportamiento de las variables de interés del estudio y se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla XVI.

Con esto es posible apreciar que algunos individuos pertenecientes a las comunidades de estudio, considerando su consumo de agua y la concentración de As en sus fuentes de consumo de dicho líquido, la exposición total en algunos de los participantes en mg/L alcanzó los 0.32076 mg/L, valores que exceden en un 328% el límite recomendado por la OMS (Diario Oficial de la Federación, 2000), lo cual representa un alto riesgo para dichos habitantes.

De igual forma se graficó (Figura 18) el comportamiento del As en el agua de consumo, obteniendo un comportamiento log-normal, muy similar a lo reportado por la literatura en cuanto a la forma en que se distribuyen los contaminantes en el ambiente tales como partículas atmosféricas, datos sobre la calidad del agua, sólidos disueltos en agua subterránea, entre otros (Wayne, 1990).

Tabla XIV. Concentraciones promedio de As en las diferentes fuentes de consumo.

<i>Comunidad</i>	<i>Agua de la llave</i>		<i>Agua embotellada/garrafón</i>	
	<i>Media (mg/L)</i>	<i>Desviación Estándar (mg/L)</i>	<i>Media (mg/L)</i>	<i>Desviación Estándar (mg/L)</i>
Molino de Camou	0.054	0.009	0.012	0.019
San Rafael	0.047	0.002	0.011	0.011
Santiago de Ures	0.075	0.011	0.013	0.001

Tabla XV. Concentración diaria de As ingerida por participantes diagnosticados.

<i>Comunidad</i>	<i>Edad</i>	<i>Padecimiento identificado</i>	<i>Concentración diaria de As ingerida mg/L</i>	<i>Ocupación</i>
Molino de Camou	17	Queratosis punctata	0.049	Estudiante / comerciante
Santiago de Ures	73	Carcinoma basocelular	0.062	Comerciante
Santiago de Ures	90	Carcinoma espinocelular	0.050	Jornalero
Santiago de Ures	91	Queratosis arsenical	0.086	Fabricante de quesos
Santiago de Ures	63	Carcinoma basocelular	0.044	Ama de casa

Tabla XVI. Resultados análisis univariado.

		<i>Edad</i> <i>(años)</i>	<i>Exposición</i> <i>total (mg/L)</i>	<i>Tiempo de</i> <i>residencia</i> <i>(años)</i>	<i>Vasos</i> <i>totales</i> <i>(vasos)</i>
N	Válidos	173	173	173	173
	Perdidos	0	0	0	0
Media		37.279	.059	30.146	7.714
Mediana		34.000	.039	24.000	7.000
Desv. típ.		25.375	.061	24.124	5.984
Varianza		643.877	.004	581.955	35.806
Asimetría		.240	1.951	.706	.941
Curtosis		-1.199	4.113	-.604	1.048
Rango		90.167	.321	90.2	30.00
Mínimo		.833	.000	.8	.000
Máximo		91.000	.321	91.0	30.000

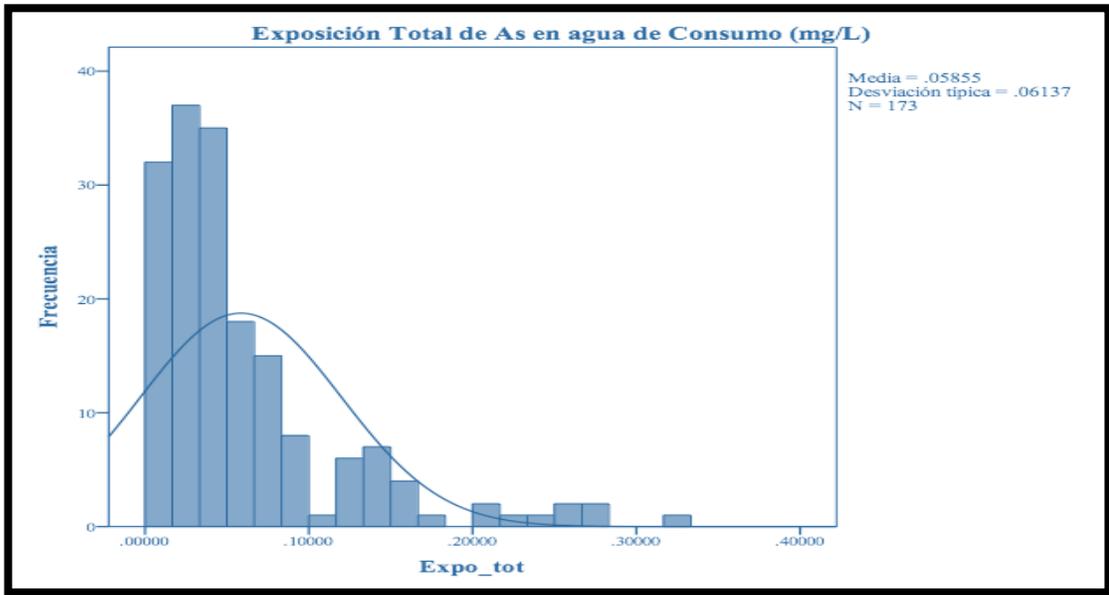


Figura 18. Comportamiento de As en agua de consumo (mg/L).

Tal como lo menciona la literatura, el modelo de regresión Poisson es generalmente el de mayor utilidad para modelar datos de conteo (caso probable, no probable); sin embargo, debe cumplir con un estricto parámetro que establece que la media y la varianza de esta distribución deben ser iguales, lo cual limita su aplicación ya que en la naturaleza, y especialmente en las ciencias de la salud dicho supuesto difícilmente se cumple debido a los complejos procesos que los caracterizan (Alcaide, 2015).

Por tales motivos, y puesto que la probabilidad de ocurrencia de los padecimientos estudiados era muy baja entre los habitantes de las comunidades (proporción de ceros de 97.1%), lo cual se vio reflejado en la no convergencia del análisis de algunas variables debido al exceso de valores nulos (ceros), se optó por emplear un modelo binomial negativo que controlara dichos aspectos. Además, para controlar la sobredispersión de los datos, se consideró que el modelo múltiple fuera robusto para que no influyera la heteroscedasticidad observada.

Inicialmente se partió del modelo saturado, en el que se incluyeron todas las variables del estudio (Apéndice 1) y posteriormente se descartaron aquellas que no resultaron significativas para el análisis. Se optó por dejar fuera elementos tales como el consumo de alimentos de origen animal y vegetal, ya que los valores de riesgo relativo (RR) eran muy pequeños por lo que no eran relevantes para la explicación del modelo.

Los coeficientes obtenidos del modelo final ajustado se observan en la Tabla XVII. Es posible observar que diversas variables resultaron significativas para explicar el evento de estudio ($p < 0.05$), siendo los principales el tiempo de residencia, los vasos totales de agua consumidos, el sexo y la interacción resultante entre los vasos totales de agua y la edad.

Los resultados nos indican que por cada año adicional radicado en alguna de las comunidades de estudio, el riesgo de padecer alguna de las manifestaciones dérmicas posiblemente asociadas al consumo de agua contaminada con As se incrementa 17 veces; mientras que por cada vaso de agua consumido, el riesgo de presentar los padecimientos de estudio aumenta 9.8 veces.

Tabla XVII. Modelo ajustado de regresión binomial negativo.

<i>Log pseudolikelihood: -10.176</i>				
<i>Caso Probable</i>	<i>Razón de Prevalencias</i>	<i>P> z </i>	<i>[95% Intervalo de Confianza]</i>	
Población				
Molino de Camou (Referencia)				
San Rafael	<0.001	0.000	< 0.001	< 0.001
Santiago de Ures	3.843	0.190	0.513	28.776
Exposición total (mg/L)	<0.001	0.187	< 0.001	>1000
Vasos totales (vasos)	1.988	0.019	1.12	3.529
Tiempo de residencia (años)	16.998	0.001	3.017	95.761
Sexo	5.133	0.027	1.208	21.816
Edad	0.07	0.001	0.013	0.360
Interacción: Vasos totales*Edad	0.989	0.033	0.979	0.999
Exposición a RUV en actual empleo	0.449	0.220	0.125	1.614
Fuma	0.996	0.997	0.107	9.254

De igual forma es posible apreciar que, el riesgo de padecer alguna de las enfermedades analizadas es 5.13 veces mayor en hombres que en mujeres, lo cual concuerda con estudios realizados por autores como Cheny Chiou, 2011 indican que este tipo de padecimientos son mas comunes en individuos del sexo masculino.

La interacción entre vasos totales y edad se añadió como variable al modelo debido a que se deseaba conocer si existían diferencias en el consumo de agua respecto a la edad. Es importante resaltar que aunque el resultado obtenido fue significativo (<0.05), el Riesgo Relativo (RR) tiende al valor nulo, lo cual nos permite inferir que a mayor edad, un ligero cambio en el consumo de vasos de agua tiene un impacto protector en el riesgo de padecer alguna de las enfermedades analizadas.

Este ultimo resultado puede deberse a la población de referencia seleccionada, por lo que mas pruebas serán necesarias para clarificar dicho aspecto.

Finalmente, y aunque no resultó significativo, probablemente por el limitado tamaño de muestra; es importante mencionar que de acuerdo con el modelo construido el riesgo de presentar manifestaciones dérmicas posiblemente asociadas con el consumo de agua contaminada con As es 3.84 veces mayor en Santiago de Ures con respecto a Molino de Camou, respaldando este hallazgo el número de casos encontrados en la misma.

Sistema de información geográfica

Tomando en cuenta las concentraciones promedio de As calculadas para cada comunidad, se construyó una serie mapas, que permiten identificar de forma gráfica qué comunidades presentan las más altas concentraciones con respecto a las otras y los casos probables detectados en las mismas, sirviendo esto como un indicador del riesgo de gran utilidad (Figuras 19, 20 y 21).



Figura 19. SIG Molino de Camou

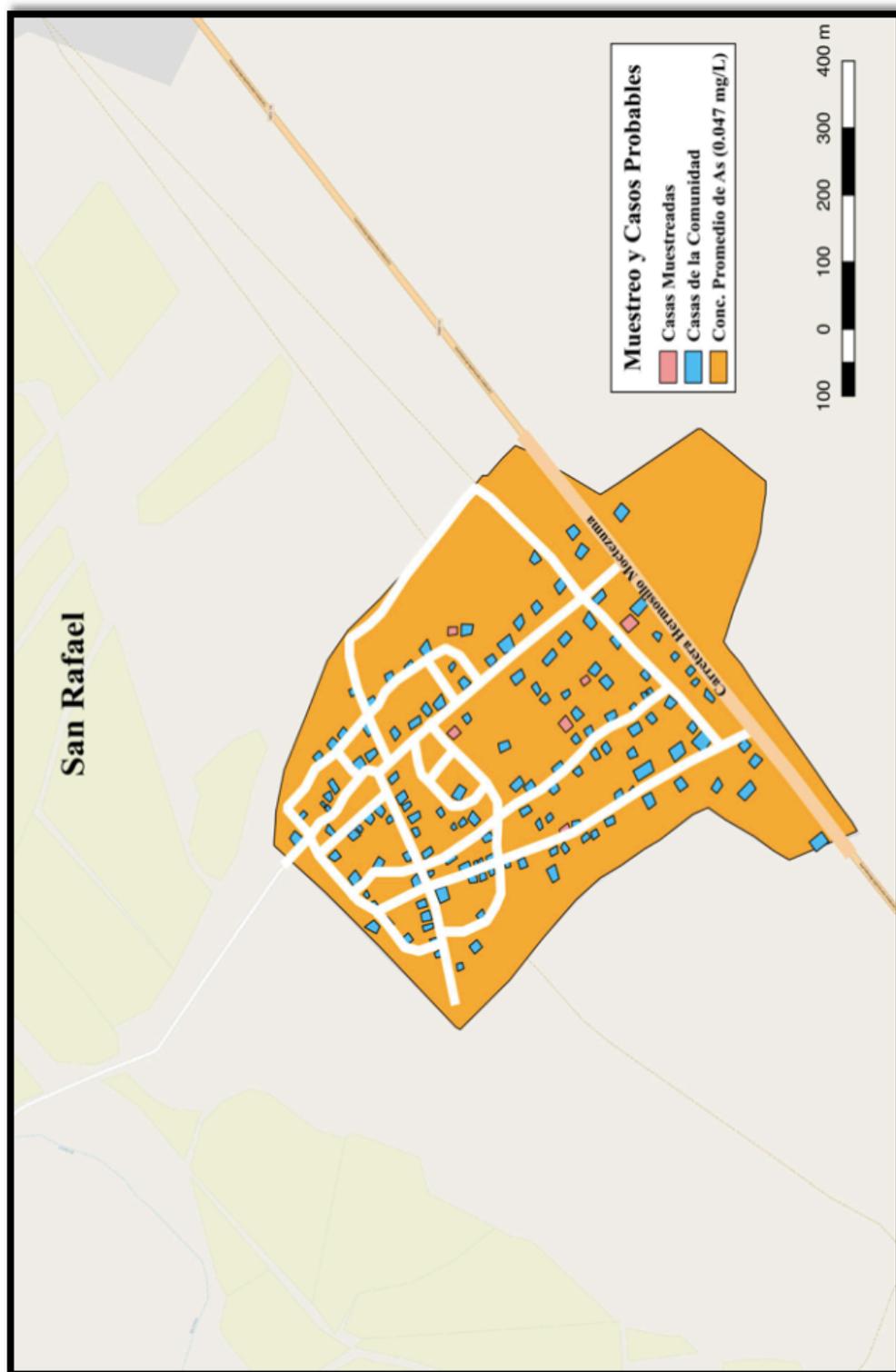


Figura 20. SIG San Rafael

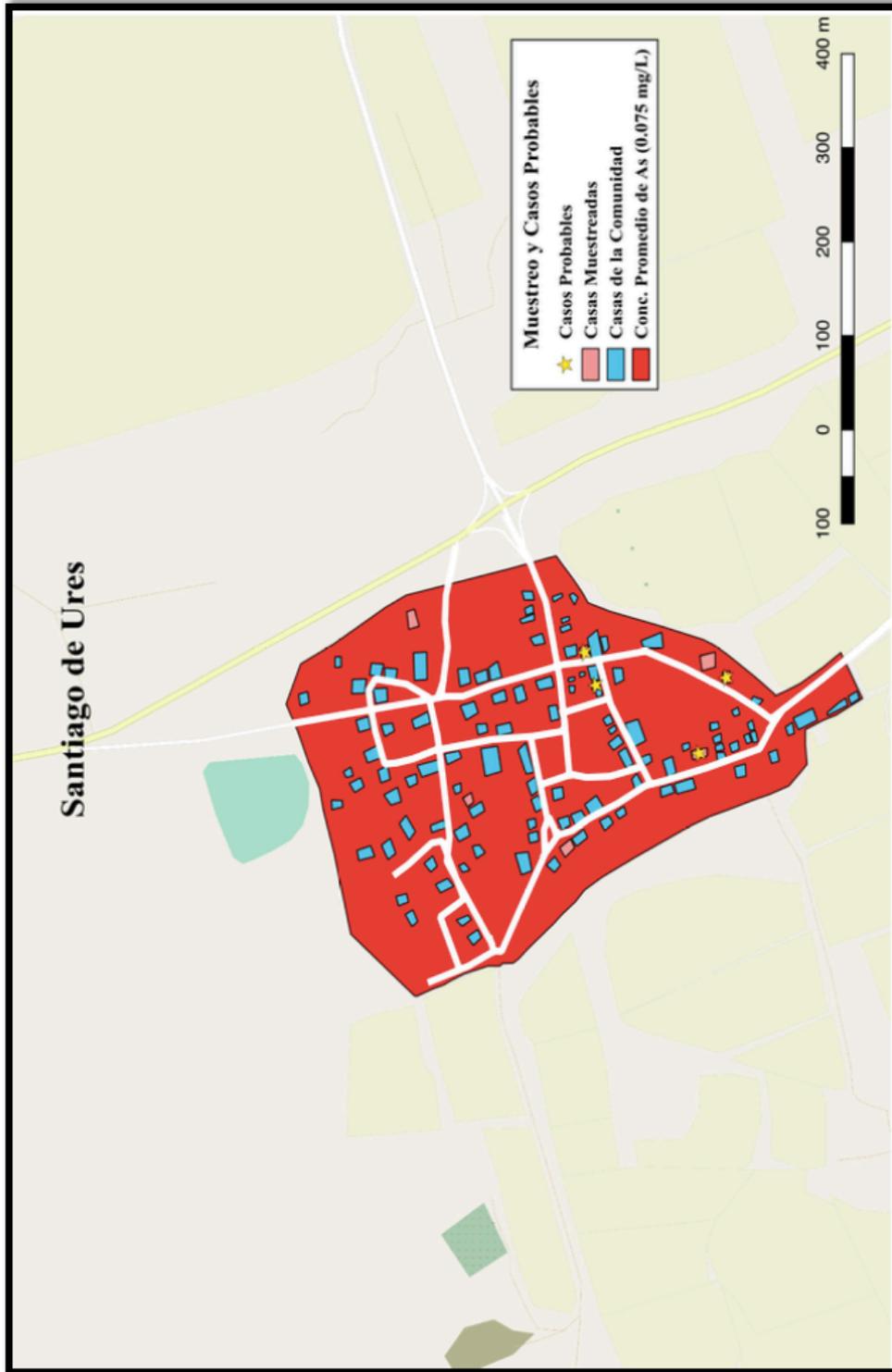


Figura 21. SIG Santiago de Ures

Limitaciones del Estudio

Por la naturaleza del diseño de estudio (transversal), los resultados obtenidos no podrán ser utilizados para establecer causalidad entre el consumo de agua contaminada con As y la aparición de manifestaciones cutáneas entre los pobladores de las comunidades seleccionadas.

Dadas las condiciones de alta migración que se espera en esas localidades, es posible que el número real de habitantes haya cambiado recientemente.

CONCLUSIONES

La prevalencia global de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas al consumo de agua contaminada con As en las tres comunidades de estudio fue de 2.9/1,000 habitantes.

Santiago de Ures fue la comunidad más afectada en cuanto a sus concentraciones promedio de As en el agua de consumo (0.075mg/L) y al número de casos probables detectados (4 de 5 casos totales).

La prevalencia más alta obtenida en el estudio fue la de carcinoma basocelular (8.03 / 1000), misma que predominó en individuos mayores de 65 años.

A pesar de que la comunidad seleccionada como control, fue la que presentó las mas altas concentraciones de As, fue posible aceptar la hipótesis alternativa (H_1) inicialmente planteada, ya que la mayoría de los casos probables de hidroarsenicismo detectados se encontraban en ésta localidad. Sin embargo, en la comunidad de San Rafael, donde de igual forma gran parte de las muestras de agua excedieron los límites de referencia, no se encontró ningún caso, posiblemente debido a que fue la comunidad más afectada por la migración.

El presente estudio posee un probable sesgo de selección a consecuencia de la migración que se observó en las comunidades de estudio, misma que pudo deberse a dos principales motivos; la búsqueda de mejores oportunidades de trabajo o aspectos de salud, puesto que las atenciones médicas se encuentran sumamente limitadas, lo cual tendría un impacto de gran importancia en las prevalencias de los padecimientos de interés calculadas, las cuales posiblemente se encuentren subestimadas.

Las enfermedades en la piel encontradas en los pobladores de comunidades rurales analizadas son indicadores ambientales que muestran el potencial riesgo que padece la gente expuesta a altos niveles de As en su agua de consumo.

Estos resultados sugieren realizar más investigación al respecto, incluyendo el análisis de biomarcadores en la población para determinar el nivel de exposición efectiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaide Delgado, M. 2015. *Tesis: Modelo de regresión binomial negativa*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Alfaro Sánchez, A., García Hidalgo, L., Casados Vergara, R., Rodríguez Cabral, R., Piña Osuna, A. K., & Sánchez Ramos, A. 2016. Cáncer de piel. Epidemiología y variedades histológicas, estudio de cinco años en el noreste de México. *Dermatol Rev Mex.*, 60(1), 106-113.
- Alfie Cohen, M. 2015. Conflictos socio-ambientales: la minería en Wirikuta y Cananea. *El Cotidiano*, 191: 97-108.
- Aposhian, H. V., Zakharyan, R. A., & Avram, M. D. 2004. A review of the enzymology of arsenic metabolism and new potential role of hydrogen peroxide in detoxification of the trivalent arsenic species. *Toxicol Appl Pharmacol*, 198(3), 327-335.
- Argos , M., Kalra, T., Pierce, B. L., Chen, Y., Faruque, P., Islam, T., . . . Ahsan , H. 2011. A Prospective Study of Arsenic Exposure From Drinking Water and Incidence of Skin Lesions in Bangladesh. *Am J Epidemiol.* , 174(2), 185-194.
- Baba, A., & Tayfur, G. 2011. Groundwater contamination and its effect on health in Turkey. *Environ Monit Assess*, 183(1), 77-94.
- Brahman, K. D., Kazi, T. G., Afridi , H. I., Baig, J. A., Arain, S. S., Talpur, F. N., . . . Arain, M. B. 2016. Exposure of children to arsenic in drinking water in the Tharparkar region of Sindh, Pakistan. *Sci. Total Environ.*, 544(1), 653-660.
- Brunton, L., Lazo, J. S., & Parker, K. L. 2006. *Las bases farmacológicas de la terapéutica* (11th ed.). (L. L. Brunton, Ed.) Mexico, D.F.: Mcgraw Hill.
- Camberos, M., & Bracamontes, J. 2007. Marginación y políticas de desarrollo social: Un análisis regional para Sonora. *Probl. Desarro.*, 38(149), 113-135.

- Carabantes, A. G., & De Fernicola, N. 2003. Arsénico en el agua de bebida: un problema de salud pública. *Rev. Bras. Cienc. Farm.*, 39(4), 365-372.
- Ceccotti, E. L., Sforza, R. R., Carzoglio, J. C., Luberti, R., & Flichman, J. C. 2007. *El Diagnóstico en Clínica Estomatológica* (1st ed.). Buenos Aires: Panamericana.
- Chakrabarty, N. (2016). *Arsenic Toxicity. Prevention and Treatment*. Boca Ratón, Florida: CRC Press.
- Chen, C.-J., & Chiou, H.-Y. 2011. *Health Hazards of Environmental Arsenic Poisoning: From Epidemic to Pandemic* (1st ed.). Singapur:: World Scientific.
- Chunj, J. S., Kalman, D. A., Moore, L. E., Kosnett, M. J., Arroyo, A. P., Beeris, M., & Mazumder, D. (2002). Family Correlations of Arsenic Methylation Patterns in Children and Exposed to High Concentrations of Arsenic in Drinking Water. *Environ. Health Perspect.*, 110(7), 729-733.
- CONEVAL. 2010. *CONEVAL*. Recuperado el Noviembre de 2017, de Consejo Nacional de Evaluación para la Política de Desarrollo Social: http://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Pobreza_municipal/Presentacion/Pobreza_municipios.pdf
- Coronado González, J. A., Del Razo, L. M., García Vargas, G., Sanmiguel Salazar, F., & Escobedo de la Peña, J. 2007. Inorganic arsenic exposure and type 2 diabetes mellitus in Mexico. *Environ. Res.*, 104(3), 383-389.
- Cruz Cruz, H. 2010. *El Hidroarsenicismo en la Comarca Lagunera*. Torreón, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. *Diario Oficial de la Federación*.

- Diario Oficial de la Federacion. 2015. Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015, “Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias”.Diario Oficial de la Federacion.
- Díaz Caravantes, R. 2001. *Cambios Socioeconomicos en el ejido Molino de Camou a partir de la construccion de la presa El Molinito*. Hermosillo: El Colegio de Sonora.
- Díaz-Caravantes, R., Duarte-Tagles, H., & Durazo-Gálvez, F. 2016. Amenazas para la salud en el Río Sonora: análisis exploratorio de la calidad del agua reportada en la base de datos oficial de México. *Salud UIS*, 48(1), 91-96.
- EPA. 1996. *Method 6010B*. United States: United States Environmental Protection Agency.
- Ferrer Dufol, A. 2003. Intoxicación por metales. *An. Sist. Sanit. Navar.*, 26(1), 141-53.
- Fideicomiso Río Sonora. 2016. *Fideicomiso Río Sonora*. Recuperado el 19 de Abril de 2017, de Gráficas Fideicomiso: <http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/bacanuchi/graficas/grafFideV2.asp?CHKTPOZO=0&SITIO=34&ELEMENTO=3&FECHAD=&FECHAH=>
- Fideicomiso Río Sonora. 2016. *Fideicomiso Río Sonora*. Recuperado el 21 de Abril de 2017, de Gráficas Fideicomiso: <http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/bacanuchi/graficas/grafFideV2.asp?CHKTPOZO=0&SITIO=31&ELEMENTO=3&FECHAD=&FECHAH=>
- Fleiss, J. L., Levin, B., & Cho Paik, M. 2003. *Statistical Methods for Rates and Proportions* (3ra ed.). New Jersey: Wiley.
- García Salcedo, J., Olivas Meza, G., Hernández Serrano, M., Sanmiguel Salazar, M., & González Díaz, N. 2003. Alteraciones electroneuromiográficas en pacientes con hidroarsenicismo crónico regional endémico en la Comarca Lagunera. *Rev. Mex. Med. Fis. Rehab.*, 15(3-4), 75-78.

- Goldenberg, G., Karagiannis, T., Blanche Palmer, J., Lotya, J., O'Neill, C., Kisa, R., & Herrera, V. 2016. Incidence and prevalence of basal cell carcinoma (BCC) and locally advanced BCC (LABCC) in a large commercially insured population in the United States: A retrospective cohort study. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 75(5), 957-966.
- Hansen, M., Hurwitz, W., & Madow, W. 1953. *Sample Survey Methods and Theory*. New York: John Wiley & Sons.
- Hernández, B., & Velasco-Mondragón, H. E. 2000. Encuestas transversales. *Salud Publica de Mex.*, 42(5), 447-455.
- Hsiao Tseng, C., Yuan Tai, T., Khim Chong, C., Ping Tseng, C., Shu Lai, M., J. Lin, B., . . . Jen Chen, C. 2000. Long-Term Arsenic Exposure and Incidence of Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus: A Cohort Study in Arseniasis-Hyperendemic Villages in Taiwan. *Environ Health Perspect*, 108(9), 847-851.
- Hsueh, Y. M., Cheng, G. S., Wu, M. M., Yu, H. S., Kuo, T. L., & Chen, C. J. (1995). Multiple risk factors associated with arsenic-induced skin cancer: effects of chronic liver disease and malnutritional status. *Br. J. Cancer.*, 71(1), 109-114.
- Ibarra-Barreras, M. F., & Moreno-Vázquez, J. L. 2017. La justicia ambiental en el Río Sonora. *RevIISE*, 135-155. Obtenido de www.reviise.unsj.edu.ar
- INEGI. 2010. *Censo de Poblacion 2010 - Sonora*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Kuo, C.-C., Moon, K. A., Wang, S.-L., Silbergeld, E., & Navas-Acien, A. 2017. The association of arsenic metabolism with cancer, cardiovascular disease, and diabetes: A systematic review of the epidemiological evidence. *Environ Health Perspect*, 125(8), 08700-1 - 08700-15.
- Londoño Fernandez, J. L. 2010. *Metodología de la investigación epidemiológica* (4 ed.). Bogotá: Manual Moderno.

- Mandal, B. K., & Suzuki, K. T. 2002. Arsenic round the world: a review. *Talanta*, 58(1), 201-235.
- Manzanares Rivera, J. L. 2016. Calidad de los recursos hídricos en el contexto de la actividad económica y patrones de salud en Sonora, México. *Salud colect*, 12, 397-414.
- Marín Cárdenas, A. D., Sánchez Ramírez, G., & Maza Rodríguez, L. L. 2014. Prevalencia de obesidad y hábitos alimentarios desde el enfoque de género: el caso de Dzutóh, Yucatán, México. *Estud. Soc./Sonora*, 22, 63-90.
- Mazumder, D. N., Haque, R., Ghosh, N., K De, B., Santra, A., Chakraborti, D., & Smith, A. H. 2000. Arsenic in drinking water and the prevalence of respiratory effects in West Bengal, India. *Int J Epidemiol*, 29(6), 1047-1052.
- McMichael, L. R., Smith, W., & Armstrong, B. 2006. *Solar Ultraviolet Radiation. Global burden of disease from global ultraviolet radiation.*(Geneve, Ed.) World Health Organization.
- Menchaca Martínez, S. K. 2007. *Propuesta para la eliminación de arsénico disuelto en el agua para consumo humano proveniente de algunos pozos de la Comarca Lagunera, utilizando un reactor casero.* México D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Mercado de Scaglione, S., & Llapur, M. 2006. Hidroarsenicismo crónico. Comentario de casos diagnosticados en el Hospital Independencia de Santiago del Estero en el período 1998-2005. *Arch. Argent. Dermatol.*, 56(5), 177-183.
- Miller, W. R., & Schipper, H. M. 2002. Mechanisms of action of arsenic trioxide. *Cancer Res.*, 62(14), 3893-3903.
- Milton, A. H., Shanhidullah, S. M., Smith, W., Hossain, K. S., Hasan, Z., & Ahmed, K. T. 2010. Association between Chronic Arsenic Exposure and Nutritional Status among the Women of Child Bearing Age: A Case-Control Study in Bangladesh. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 7(7), 2811-2821.

Mizanur, R. 2010. Determinants of arsenicosis patients' perception and social implications of arsenic poisoning through groundwater in Bangladesh. *Int.J. of Environ.Res. Public Health*,7(10), 3644-56.

Moreno-Altamirano, A., López-Moreno, S., & Corcho-Berdugo, A. 2000. Principales medidas en epidemiología. *Salud Publica Mex.*, 42(4), 337-348.

OMS. 2000. *World Health Organization*. Geneva: Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/es/>

OMS/WHO. 2010. *Exposure to Arsenic: A major public health concern*. (W. D. Services, Ed.) Ginebra, Suiza: Organisation Mondiale de la Santé/World Health Organization.

ONU. 2016. *Mandatos del grupo de trabajo sobre la cuestión de los derechos humanos y las empresas transnacionales y otras empresas. Caso Río Sonora México*. Oficina del alto comisionado de las Naciones Unidas para los derechos humanos, Geneva, Switzerland.

OPS. 2011. *Módulo de Principios de Epidemiología para el Control de Enfermedades (MOPECE)*. Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud.

Palacios, S., Moron, C., Vereá, M., & Pecotche, D. 2012. HACRE. Hidroarsenicismo Crónico Regional y Endémico. *Arch. Argent. Dermatol.*, 62(1), 233-238.

Parvez, F., Gamble, M., Islam, T., Ahmed, A., Argos, M., Graziano, J. H., & Ahsan, H. 2009. Arsenic Exposure at low-to-moderate levels and skin lesions, arsenic metabolism, neurological functions, and biomarkers for respiratory and cardiovascular diseases: review of recent findings from the health effects of arsenic longitudinal study (HEALS). *Toxicol Appl Pharmacol*, 239(2), 184-192.

Ruiz Morales, A., & Morillo Zárate, L. E. 2009. *Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada*. Bogotá: Panamericana.

- Sauvé, S. 2014. Time to revisit arsenic regulations: comparing drinking water and rice. *BMC Public Health*, 14(1), 1-5.
- Schoenbach, V. J., & Rosamond, W. D. 2000. Understanding the Fundamentals of Epidemiology: An evolving text. Chapel Hill: University of North Carolina.
- Secretaría de salud. 1994. norma oficial mexicana nom-117-ssa1-1994. Bienes y servicios. método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. *Diario Oficial de la Federación*.
- Secretaría de Salud. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, Agua Para Uso Y Consumo Humano-Limites Permisibles De Calidad Y Tratamientos A Que Debe Someterse El Agua Para Su Potabilizacion". *Diario Oficial de la Federación*.
- Secretaría de Salud. 2011. *Registro Estatal de Cáncer*. Registro, Secretaría de Salud, Estadística, Guadalajara.
- Secretaría de Salud. 2012. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*. Recuperado el 21 de Junio de 2018, de <https://ensanut.insp.mx/informes/Sonora-OCT.pdf>
- SEMARNAT. 1988. Ley General del Equilibrio Ecologico y la Proteccion al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*.
- Servicio Geológico Mexicano. 2014. *Panorama Minero del Estado de Sonora*. Hermosillo: Secretaria de Economia.
- Smedley, P. L., & Kinniburgh, D. G. 2002. A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Appl. Geochem*, 17(5), 517-568.
- Smith, A. H. 2013. Arsenic and Diabetes. *Environ Health Perspect*, 121(3), 70-71.
- Sripaoraya, K., Pavittranon, S., & Chapman, R. S. 2017. Environmental arsenic exposure and risk of diabetes type 2 in Ron Phibun subdistrict, Nakhon Si Thammarat

- Province, Thailand: unmatched and matched case-control studies. *Dovepress*, 10(1), 41-48.
- Takahiko, Y., Yamauchi, H., & Fan Sun, G. 2004. Chronic health effects in people exposed to arsenic via the drinking water: dose-response relationships in review. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 198(3), 243-252.
- Temporelli, K., & Viego, V. (2012). Obesidad, sobrepeso y condiciones socioeconómicas. El caso argentino. *Ecós de Economía*, 34(1), 151=162.
- Vásquez Del Castillo, D. A., Burboa-Zazueta, M. G., Valdés-Covarrubias, M. Á., Roberge, J., Harris, R., & Gutiérrez-Millán, L. E. 2013. Ingesta de Arsénico de agua potable en la población de Hermosillo, Sonora. *Biotecnia*, 15(1), 39-44.
- Villaamil Lepori, E. C. 2015. Hidroarsenicismo crónico regional endémico en Argentina. *Acta Bioquím Clín Latinoam*, 49(1), 83-104.
- Villaruel del P., L., & Cerda, J. 2008. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev. Chil. Pediatr.*, 79(1), 54-58.
- Wang, Z., Rosen, B. P., & Rossman, T. G. 1996. Efflux mediated resistance to arsenicals in arsenic-resistant and hypersensitive Chinese Hamster cells. *Toxicol Appl Pharmacol*, 137(1), 112-119.
- Wayne, R. O. 1990. A Physical Explanation of the Lognormality of Pollutant Concentrations. *Air Waste Manage. Assoc*, 40(10), 1378-1383.
- WHO. 2016. *ICD-10 version: 2016*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2016, de World Health Organization:
<http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en#/XII>
- Wilson, J., Schreier, H., & Brown, S. 2008. *Arsenic in groundwater in the Surrey-Langley Area*. University of British Columbia, Institute for Resources & Environment. Recuperado el 01 de Diciembre de 2016, de Fraser health:

<https://www.fraserhealth.ca/media/ArsenicReportSurreyLangley.pdf>

APÉNDICES

Apéndice 1. Variables del estudio

<i>Respuesta</i>			
Variables	Clasificación	Modalidades	Operacionalización
Manifestaciones dérmicas	Cualitativa nominal/ Categoría	<ul style="list-style-type: none"> • Queratodermias • Melanodermias (excluyendo aquellas presentes en áreas expuestas) • Carcinomas cutáneos 	Diagnóstico médico por especialista (dermatólogo) basado en CIE-10 (Ver subtema <i>identificación y descripción de patologías dérmicas</i>)
Otros padecimientos	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Cáncer • Hipertensión arterial • Diabetes 	Diagnóstico obtenido durante la pre-valoración por parte de los estudiantes de medicina.

<i>Exposición</i>			
Variables	Clasificación	Modalidades	Operacionalización
Consumo de agua	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> • Agua pura • Aguas frescas • Caldos • Otro 	Cuantos vasos al día y platos al día. ¿litros?
Uso de agua para cultivos y animales	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> • Nunca • A veces • Siempre 	¿Crían animales o cultivan parcela para autoconsumo?
Calidad del agua	Cualitativa dicotómica	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	Pozos que rebasen límites recomendados por la OMS (0.01 mg/L)
	Cuantitativa continua	<ul style="list-style-type: none"> • Concentraciones de As reportadas por aguas de Hermosillo para cada pozo. 	mg/L de As en agua de consumo
Uñas de los pies	Cuantitativa continua	<ul style="list-style-type: none"> • Cortes de las 10 uñas de los pies 	mg As/Kg de peso seco de uña

Ajuste: confusores

Variables	Clasificación	Modalidades	Operacionalización
Ocupación	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Campo • Hogar • Oficina • Industria • Otro 	Todos los empleos que ha tenido desde que vive en la localidad (Ejm: ¿A qué se dedica el entrevistado?)

Ubicación del Trabajo/escuela	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Dentro de la comunidad • Ciudad cercana • Otro 	Ubicación del lugar de trabajo o escuelas a los que se ha asistido en los últimos 2 años
Horas de trabajo/escuela	Cuantitativa continua	<ul style="list-style-type: none"> • Horas fuera de casa debido al trabajo o escuela 	4-8hrs 8-10hrs 10hrs o mas
Protección contra radiación solar ³	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Bloqueador solar • Camisa manga larga de colores claros • Uso frecuente de gorras o sombreros 	Uso de equipo de protección personal durante la exposición por períodos prolongados a la radiación solar
Edad	Cuantitativa continua (discretizada)	<ul style="list-style-type: none"> • Edad actual en años 	Edad del participante a la fecha
Sexo	Cualitativa nominal dicotómica	<ul style="list-style-type: none"> • Hombre • Mujer 	Identificado al momento de la entrevista
Estado nutricional	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo peso • Normo peso • Sobre peso • Obesidad 	Peso para la talla
Alimentación	Cualitativa dicotómica	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de carnes (res, puerco, pollo) • Frutas y verduras • Agua embotellada
Historial Familiar	Cualitativa nominal dicotómica	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	Antecedentes de familiares relacionados con los padecimientos en estudio
Tabaquismo	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Si/Alguna vez • No/Nunca 	¿Actualmente fuma o ha fumado cigarrillos/puro?
Tiempo de residencia	Cuantitativa continua	<ul style="list-style-type: none"> • Meses o años de residencia ininterrumpida en la localidad en la que actualmente vive. 	< 6 meses, Entre 6 meses y 10 años > 10 años

³La radiación ultravioleta (UV) solar es un factor de riesgo importante para el desarrollo de enfermedades de la piel. Por otro lado, es importante señalar que, aquellas lesiones cutáneas únicamente asociadas a la radiación UV solar generalmente se presentan exclusivamente en zonas expuestas como cara, cuello y brazos (McMichael, 2006).

Embarazo	Cualitativa dicotómica	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	La participante está embarazada a la fecha de aplicación del cuestionario
Tratamiento hormonal	Cualitativa dicotómica	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	La participante está en tratamiento hormonal a la fecha de aplicación del cuestionario

Apéndice 2. Consideraciones bioéticas

Dentro de las consideraciones bioéticas establecidas para esta investigación se encuentran:

- Las personas que accedieron a formar parte del estudio debieron leer y firmar el consentimiento informado o asentimiento en caso de ser menor de edad en el cual se encontraba toda la información correspondiente a su participación.
- Cada participante tuvo la libertad de abandonar el estudio, si así lo deseaba, a pesar de haber firmado el consentimiento informado.
- El participante obtuvo una pre-valoración médica general y valoración médica especializada de forma gratuita.
- Los encuestadores fueron estudiantes de medicina del noveno semestre, quienes realizaron también la pre-valoración médica general en pareja mixta (hombre-mujer), con la finalidad de que quienes llevasen a cabo las revisiones fueran del mismo sexo del participante.
- Se requirió la presencia de alguno de los padres cuando se trataba de un participante menor de edad, tal como se señaló en el formato de consentimiento y asentimiento.
- Se garantizó la confidencialidad en todos los registros que pudiesen identificar a los participantes por medio de la utilización de códigos asignados para cada individuo.
- En el estudio no se excluyó la participación de niños y mujeres embarazadas, ya que forman parte de la población expuesta y también pueden ser afectados, siempre y cuando su tiempo de exposición (vivir en alguna de las comunidades de estudio) sea mayor o igual a 6 meses.

Actividades a futuro:

- Los participantes diagnosticados en el estudio con una posible enfermedad, serán referidos al Hospital General del Estado mediante una carta, para solicitar una posterior y más exhaustiva valoración de la condición bajo sospecha.

- La comunidad a través de este estudio podrá ampliar su conocimiento con respecto a la problemática ambiental que enfrentan, así como las medidas que podrían implementar para proteger su salud.

Apéndice 3. Formato de Consentimiento Informado

Código del participante:



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Análisis de la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con arsénico en pobladores de algunas comunidades de Sonora

EQUIPO DE INVESTIGADORES

Dr. Héctor Francisco Duarte Tagles, I.A.I. Derheyz Eugenia Ochoa Vea, Dra. Clara Rosalia Álvarez Chávez, Dra. Michelle Haby y Dr. Álvaro Javier Idrovo Velandía.

INTRODUCCIÓN

Antes de que Usted decida participar en este estudio, es nuestro deber informarle y aclararle por qué, cuándo y cómo será realizado. Esto permitirá que Usted tome la decisión de participar de él, teniendo el conocimiento y la información suficiente.

A continuación, se presentará la información acerca de la investigación. Una vez haya leído este documento y lo haya comprendido completamente, podrá decidir si participa en el estudio. Después, si acepta, firmará este documento, donde manifiesta su libre aceptación y deseo voluntario de formar parte del estudio.

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El grupo de investigación busca analizar la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con As en las comunidades Molino de Camou, San Rafael y Santiago de Ures cuyos registros de calidad del agua subterránea muestran diferentes concentraciones del metaloide en relación a los límites recomendados por la OMS (0.01 mg/L) en el periodo 2014-2016.

PROCEDIMIENTO

En el momento que Usted decida participar en el estudio se hará lo siguiente:

Usted responderá una serie de preguntas sobre sus datos personales como la edad, género, estado civil, ocupación, historial familiar de padecimientos cutáneos, tiempo de residencia en la comunidad de estudio, contacto con sustancias químicas, estatus socioeconómico, estado nutricional, procedencia del agua que consume, cantidad de agua ingerida al día y presencia de algún tipo de manifestación dérmica.

Posteriormente, recibirá una evaluación general de su estado de salud por parte de un estudiante de medicina de la Universidad de Sonora.

Seguido a esto, si su respuesta fue positiva a la presencia de padecimientos cutáneos, o el estudiante de medicina detectó alguna lesión en su piel, será invitado a recibir una valoración por un grupo de médicos dermatólogos, quienes darán el diagnóstico del padecimiento y se procederá a la toma de una fotografía del área afectada, para su posterior análisis en un software de detección de lesiones malignas.

RIESGOS/INCOMODIDADES QUE PUEDE EXPERIMENTAR EL PARTICIPANTE

En este estudio no se practicará ningún procedimiento o análisis de laboratorio que pueda generar un riesgo para su salud. La toma de fotografías de los casos de padecimientos dérmicos será con un acercamiento tal que permita capturar solamente la mancha presente en el área afectada.

En ninguno de los casos se le solicitará la toma de fotografías que puedan exponer su identidad.

Formato de consentimiento informado (Continuación)

Código del participante:

BENEFICIOS PREVISIBLES PARA PARTICIPANTES O A NIVEL DE LA COMUNIDAD

Con base a los resultados de este estudio se podrá analizar la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con arsénico en las comunidades Molino de Camou, San Rafael y Santiago de Ures, todo esto, con la finalidad de generar conocimiento de la problemática tratada, proponer medidas a implementar para proteger su estado de salud y dar pie a la generación de nuevas investigaciones que pudiesen determinar la relación causal entre este metaloide y dichos padecimientos.

COSTOS Y COMPENSACIONES

Usted no recibirá pago alguno por su participación en este estudio ni tampoco pagará ningún costo.

CONFIDENCIALIDAD

Guardaremos privacidad acerca de los registros que puedan identificarle a usted hasta donde nos lo permita la ley. Sus registros no serán marcados con su nombre, solo se utilizará un código, por el cual sólo los investigadores conocerán su información. Los investigadores no publicarán resultados en medios de comunicación masiva, a no ser que la comunidad misma lo solicite. Para fines de reportes académicos de la información no se mencionarán nombre de personas participantes en el estudio.

PREGUNTAS

Por favor siéntase en libertad de hacerme cualquier pregunta si hay algo que no haya entendido, a su vez si tiene alguna pregunta adicional acerca del estudio más adelante, usted puede contactar al grupo de investigadores especializados en salud, Dr. Héctor Duarte Tagles del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora en Hermosillo (hector.duarte@unison.mx).

DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE

Después de haber leído este documento, al firmarlo, Usted está aceptando que entiende la información que se le ha dado y que está de acuerdo en participar en este estudio.

Acepta Usted:	Si	No
¿Contestar las preguntas de una entrevista verbal?		
En caso de ser necesario, ¿Permitir la toma de una fotografía de la manifestación cutánea?		
¿Acepta Usted participar en el estudio voluntariamente?		

Si Usted ha aceptado participar, por favor escriba su nombre y firme en el siguiente espacio:

Nombre del participante	
Firma del participante	
Fecha	<input type="text"/> <input type="text"/> / <input type="text"/> <input type="text"/> / <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

DECLARACIÓN DEL INVESTIGADOR/ COINVESTIGADOR O PERSONA QUIEN TOMA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo confirmo que personalmente expliqué la naturaleza y el propósito del presente consentimiento, y por tanto certifico que la persona que firma este consentimiento entiende la naturaleza, beneficios y riesgos de participar en este estudio y que su firma es válida. Ningún problema médico o barrera de lenguaje o educación se han interpuesto en el entendimiento de este documento.

Nombre de quien colecta la información	

Formato de consentimiento informado (Continuación)

Código del participante:

Firma del investigador	
Fecha	<input type="text"/> <input type="text"/> / <input type="text"/> <input type="text"/> / <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Apéndice 4. Formato de Consentimiento Informado para Menores

Código del participante:



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Análisis de la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con arsénico en pobladores de algunas comunidades de Sonora

EQUIPO DE INVESTIGADORES

Dr. Héctor Francisco Duarte Tagles, I.A.J. Derheyz Eugenia Ochoa Vea, Dra. Clara Rosalia Álvarez Chávez, Dra. Michelle Haby, Dr. Álvaro Javier Idrovo Velandía, Dr. Isai del Valle y Dr. Josué Álvarez Borrego.

INTRODUCCIÓN

Antes de que Usted apruebe que su hijo(a) participe en este estudio, es nuestro deber informarle y aclararle por qué, cuándo y cómo será realizado. Esto hará posible que Usted tome la decisión permitir la participación del menor en él, teniendo el conocimiento y la información suficiente.

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El grupo de investigación busca analizar la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con As en las comunidades Molino de Camou, San Rafael y Santiago de Ures cuyos registros de calidad del agua subterránea muestran diferentes concentraciones del metaloide en relación a los límites recomendados por la OMS (0.01 mg/L) en el período 2014-2016.

PROCEDIMIENTO

En el momento que Usted decida participar y que su hijo(a) participe también en el estudio se hará lo siguiente:

Usted responderá una serie de preguntas sobre los datos personales de su hijo(a) como como edad, género, historial familiar de padecimientos cutáneos, tiempo de residencia en la comunidad de estudio, contacto con sustancias químicas, procedencia del agua que consume y cantidad promedio de agua ingerida al día, estado nutricional y presencia de algún tipo de manifestación en la piel.

Posteriormente y siempre bajo su presencia, su hijo(a) será evaluado por un estudiante de medicina de la Universidad de Sonora, quien determinará de forma general su estado de salud.

Si su respuesta en el cuestionario fue positiva a la presencia de algún padecimiento cutáneo en su hijo(a) o el estudiante de medicina detectó algún tipo de anomalía en su piel, se le solicitará que corte las 10 uñas de los pies de su hijo(a), con un cortaúñas que nosotros le daremos y las ponga en un recipiente para, posteriormente analizarlas en el laboratorio. Seguido a esto se tomará una fotografía del área afectada, para su posterior análisis de computadora para la detección de lesiones malignas. Finalmente se le invitará a que su hijo(a) reciba una valoración por parte de un grupo de médicos dermatólogos, quienes darán el diagnóstico del padecimiento.

RIESGOS/INCOMODIDADES QUE PUEDE EXPERIMENTAR EL PARTICIPANTE

En este estudio no se practicará ningún procedimiento o análisis de laboratorio que pueda generar un riesgo para la salud de su hijo(a).

BENEFICIOS PREVISIBLES PARA PARTICIPANTES O A NIVEL DE LA COMUNIDAD

El participante obtendrá una valoración médica general y especializada de forma gratuita, así como el asesoramiento en caso de encontrarse algún padecimiento detectado en dichas etapas.

Formato de consentimiento informado para Menores (Continuación)

Código del participante:

--	--	--	--	--	--	--

Los participantes que sean diagnosticados en el estudio con una posible enfermedad, o cuyos niveles de exposición al arsénico representen un riesgo para su salud, serán referidos al Hospital General del Estado mediante una carta para solicitar una posterior valoración de la condición del individuo.

Con base a los resultados de este estudio se podrá analizar la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con arsénico en las comunidades Molino de Camou, San Rafael y Santiago de Ures, todo esto, con la finalidad de generar conocimiento de la problemática tratada, proponer medidas a implementar para proteger su estado de salud y dar pie a la generación de nuevas investigaciones que pudiesen determinar la relación causal entre este metaloide y dichos padecimientos.

COSTOS Y COMPENSACIONES

Usted no recibirá pago alguno por su participación en este estudio ni tampoco pagará ningún costo. En caso de que su hijo sea diagnosticado en el estudio con una posible enfermedad que requiera mayor atención o cuyos niveles de arsénico representen un riesgo para su salud, se le proporcionará una carta dirigida al director del Hospital General del Estado para solicitar una posterior y mas exhaustiva valoración de la condición bajo sospecha.

CONFIDENCIALIDAD

Guardaremos privacidad acerca de los registros que puedan identificarle a usted o a su hijo(a) hasta donde nos lo permita la ley. Sus registros no serán marcados con sus nombres, solo se utilizará un código, por el cual sólo los investigadores conocerán su información. Los investigadores no publicarán resultados en medios de comunicación masiva, a no ser que la comunidad misma lo solicite. Para fines de reportes académicos de la información no se mencionarán nombre de personas participantes en el estudio.

PREGUNTAS

Por favor siéntase en libertad de hacerme cualquier pregunta si hay algo que no haya entendido, a su vez si tiene alguna pregunta adicional acerca del estudio más adelante, usted puede contactar al grupo de investigadores especializados en salud, Dr. Héctor Duarte Tagles del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora en Hermosillo (hector.duarte@unison.mx).

DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE

Después de haber leído este documento, al firmarlo, Usted está aceptando que entiende la información que se le ha dado y que está de acuerdo en que su hijo(a) participe en este estudio.

Acepta Usted:	Si	No
¿Contestar las preguntas de una entrevista verbal sobre su hijo(a)?		
¿Qué un grupo de estudiantes de medicina valoren el estado de salud de su hijo(a)?		
En caso de ser necesario, ¿Cortar las 10 uñas de los pies de su hijo?		
En caso de ser necesario, ¿Permitir la toma de una fotografía de la manifestación cutánea del menor?		

Si Usted ha aceptado que su hijo(a) participe en el estudio, por favor escriba su nombre, el nombre del menor y firme en el siguiente espacio:

Nombre del padre/madre											
Nombre de su hijo(a)											
Firma del padre/madre											
Fecha	<table border="1"><tr><td>D</td><td>D</td><td>/</td><td>M</td><td>M</td><td>/</td><td>A</td><td>A</td><td>A</td><td>A</td></tr></table>	D	D	/	M	M	/	A	A	A	A
D	D	/	M	M	/	A	A	A	A		

Formato de Consentimiento Informado para Menores (Continuación)

Código del participante:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

DECLARACIÓN DEL INVESTIGADOR/ COINVESTIGADOR O PERSONA QUIEN TOMA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo confirmo que personalmente expliqué la naturaleza y el propósito del presente consentimiento, y por tanto certifico que la persona que firma este consentimiento entiende la naturaleza, beneficios y riesgos de participar en este estudio y que su firma es válida. Ningún problema médico o barrera de lenguaje o educación se han interpuesto en el entendimiento de este documento.

Nombre de quien colecta la información																					
Firma del investigador																					
Fecha	<table border="1"><tr><td> </td><td>D</td><td> </td><td>D</td><td> </td><td>/</td><td> </td><td>M</td><td> </td><td>M</td><td> </td><td>/</td><td> </td><td>A</td><td> </td><td>A</td><td> </td><td>A</td><td> </td><td>A</td></tr></table>		D		D		/		M		M		/		A		A		A		A
	D		D		/		M		M		/		A		A		A		A		

Apéndice 5. Formato de Asentimiento informado

Código del participante:



CARTA DE ASENTIMIENTO

Análisis de la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con arsénico en pobladores de algunas comunidades de Sonora

Equipo De Investigadores

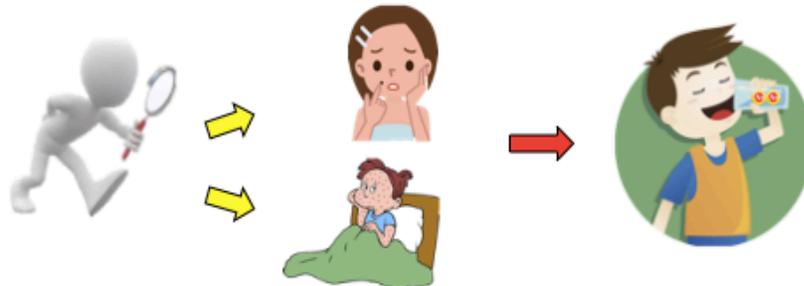
Dr. Héctor Francisco Duarte Tagles, I.A.L. Derheyz Eugenia Ochoa Vea, Dra. Clara Rosalía Álvarez Chávez, Dra. Michelle Haby y Dr. Álvaro Javier Idrovo Velandía.



Mi nombre es _____ y me encuentro participando en un proyecto de investigación de la maestría en Ciencias de la Salud de la Universidad de



El Proyecto consiste en conocer cuántas personas de tu comunidad tienen manchas en la piel posiblemente causadas por consumir agua contaminada con una sustancia llamada arsénico (As).



Tu participación en el estudio consistirá en permitir que tus papás respondan a unas preguntas con información importante sobre ti. En caso de haber detectado alguna mancha rara en tu piel serás revisado por un médico quien dará un diagnóstico y tomará una fotografía del área afectada.



Formato de Asentimiento Informado (Continuación)

Código del participante:

Tu participación en el estudio es voluntaria, es decir, aun cuando tu papá o mamá hayan dicho que puedes participar, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no.



Esta información será confidencial. Esto quiere decir que no diremos a nadie tus respuestas o diagnóstico proporcionado por el médico solo lo sabrán tus padres y las personas que forman parte del equipo de este estudio.



Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una  en el cuadrito de abajo que dice "Sí quiero participar" y escribe tu nombre.

Si no quieres participar, no pongas nada ni escribas tu nombre.

Si quiero participar en el estudio.

Nombre: _____

Nombre y firma de la persona que obtiene el asentimiento: _____

Fecha: a _____ de _____ de _____.

Apéndice 6. Formato de Cuestionario

Código del participante: 1.



UNIVERSIDAD DE SONORA
1942
EL SABER DE MIS HIJOS
HARÁ MI GRANDEZA

Análisis de la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociada a la exposición al agua contaminada con arsénico en los pobladores de las comunidades aledañas a la presa "El Molinito"

Departamento Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora



DEPARTAMENTO DE MEDICINA
Y CIENCIAS DE LA SALUD
2000

2. Persona que toma la información:

3. Fecha

4. Población (Marque la población donde reside actualmente)

<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/>
Molino de Camou	San Rafael	Santiago de Ures	

PRESENTACION (Identifique la persona a encuestar y lea lo que sigue)

Buenos días/tardes, mi nombre es _____, y vengo del Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora, estamos haciendo un estudio para analizar la prevalencia de manifestaciones cutáneas posiblemente asociadas a la exposición al agua contaminada con arsénico en su comunidad. Le haremos una serie de preguntas sobre la edad, escolaridad, sitio(s) de residencia, algunos hábitos alimenticios, la procedencia y uso del agua de consumo y antecedentes de enfermedades. Los datos que nos dé serán confidenciales y sólo serán usados para los fines de este estudio.

5. ¿Está de acuerdo con participar? **NO** agrádicale y no siga. **SI** siga el cuestionario

6. ¿Por favor me indica cuál es la fecha de hoy? <input type="text"/>	8. Orientación (o 'Ve el encuestador') No <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (si responde coherente T y L) Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7. ¿En qué lugar estamos? _____ (Municipio)	
9. ¿Presenta discapacidad? (auditiva, cognitiva) Cuál: _____	No <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10. ¿Cuánto tiempo tiene viviendo en esta comunidad? _____ años	

*** En caso de que la respuesta sea NO en la pregunta 8, SI en la pregunta 9 o tiene menos de 6 meses viviendo en la localidad de estudio suspender la aplicación de la encuesta y dar las gracias por la atención.

DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS Las siguientes preguntas se refieren a algunas características generales tales como estado civil, empleo, vivienda.

Marque con una "X" la opción seleccionada por el informante o escriba el dato (número) requerido, según la pregunta

11. ¿Cuál es el sexo del participante? Hombre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	12. ¿Cuál es su fecha de nacimiento? <input type="text"/>
13. ¿Usted pertenece a algún grupo étnico? Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No se <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cuál? _____
14. ¿Cuál es su estado civil? <small>Intente pasar a pregunta 20</small> Soltero(a) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Casado(a) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Divorciado(a) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Viudo(a) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Unión libre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15. ¿Cuál es su edad cumplida a la fecha en años? _____ años	

Formato de Cuestionario (Continuación)

Código del participante: 1.

16. ¿Cuál es su ocupación actualmente?		
Hogar [___] ¹ Puesto de Oficina [___] ² Vendedor / comerciante [___] ³ Estudiante [___] ⁴	Jubilado [___] ⁵ Jornalero [___] ⁶ Obrero [___] ⁷ Otro, especifique cual: _____ [___] ⁸	[___]
17. ¿Cuánto tiempo tiene desempeñando su ocupación?		[___] # [___]
18. ¿Cuál es su ingreso mensual?		[___]
\$0 – \$2,699 [___] ¹ \$2,700 – \$6,799 [___] ² \$6,800 – \$11,599 [___] ³ \$11,600 – \$34,999 [___] ⁴		[___]
19. ¿Usted cambió de ocupación en el tiempo que tiene viviendo en ésta localidad?		Si [___] ¹ No [___] ² [___]
En caso afirmativo, por favor describa cuales fueron dichas ocupaciones y el tiempo en que las desempeñó <small>(La sumatoria de estos tiempos más el de la ocupación actual debe resultar el periodo que tiene viviendo en la localidad de estudio)</small>		
Ocupación 1	Ocupación 2	
Tiempo 1	Tiempo 2	
20. ¿Dónde se ubica su actual empleo/escuela?		[___]
Dentro de la comunidad [___] ¹ En una ciudad cercana [___] ² Otro, especifique cual: _____ [___] ³		[___]
21. ¿Cuántas horas dedica a su trabajo/escuela diariamente?		[___] # [___]

HÁBITOS ALIMENTICIOS Y OTRAS INGESTAS (Ahora nos vamos a referir a algunos hábitos alimenticios e ingestas de cigarrillos y/o pipá)

¿Usted suele... (responder cada una)	No/Nunca	Sí/Alguna vez	Cuántos
22 Fumar tabaco	[___] ¹	[___] ²	[] Ni día [] A la semana [___]
23 Fumar pipa	[___] ¹	[___] ²	[] Ni día [] A la semana [___]
Preparados con agua de la llave o de pozo	24 Tomar agua pura	[___] ¹	[] Vasos al día [] Libros al día [___]
	25 Tomar aguas frescas	[___] ¹	[] Vasos al día [] Libros al día [___]
Criados o criamos para autoconsumo o dentro de la comunidad	26 Comer caldos	[___] ¹	[] Platos al día [] a la semana [___]
	27 Comer carne de res	[___] ¹	[] Porciones A la semana [___]
	28 Comer carne de puerco	[___] ¹	[] Porciones A la semana [___]
	29 Comer carne de pollo	[___] ¹	[] Porciones A la semana [___]
	30 Comer frutas	[___] ¹	[] Ni día [] A la semana [___]
31 Comer verduras	[___] ¹	[___] ²	[] Ni día [] A la semana [___]

RESPECTO DEL AGUA DE CONSUMO (Ahora nos vamos a referir al agua de consumo)

32. El agua para consumir y preparar los alimentos hace 5 años la obtenía principalmente de:			
Toma domiciliar por tubería - municipal	[___] ¹	Río, arroyo, presa o nacimiento	[___] ⁵
Acueducto comunal o veredal	[___] ²	Pila pública	[___] ⁷
Pozo con bomba	[___] ³	Carro tanque	[___] ⁸
Pozo sin bomba, jagüey	[___] ⁴	Agua embotellada o garrafón	[___] ⁹
Agua lluvia	[___] ⁵	Otra fuente. ¿Cuál? _____	[___] ¹⁰

Formato de Cuestionario (Continuación)

Código del participante: 1.

33. El agua para preparar los alimentos actualmente la obtiene principalmente de:					
Toma domiciliaria por tubería - municipal	[___] ¹	Río, arroyo, presa o nacimiento	[___] ⁶		
Acueducto comunal o veredal	[___] ²	Pila pública	[___] ⁷		
Pozo con bomba	[___] ³	Carro tanque	[___] ⁸		
Pozo sin bomba, jagüey	[___] ⁴	Agua embotellada o garrafón	[___] ⁹		
Agua lluvia	[___] ⁵	Otra fuente. ¿Cuál? _____	[___] ¹⁰		[___]

EXPOSICIÓN A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (Referir pasar a pregunta 42)

Como consecuencia de su antiguo trabajo usted estuvo expuesto a:								
No	Si	¿Cuántas horas al día?	¿Cuántas veces a la semana?	No sabe	Cuándo (el año)			
<small>(Si la respuesta es No, pasar a la pregunta 38)</small>								
34. Radiación solar							[___] ⁰	[___] ¹
¿Con qué frecuencia utilizaba equipo para protegerse?							Bloqueador solar	
Nunca	Frecuentemente	Siempre			Factor	No sabe		
35. Bloqueador solar	[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²	[___] ³	[___] ⁴	[___] ⁵	[___]	
36. Camisa manga larga de colores	[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²				[___]	
37. Gorras/sombreros	[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²				[___]	
Como consecuencia de su actual trabajo usted ha estado expuesto a:								
No	Si	Cuántas veces a la semana		No sabe	Cuándo (el año)			
<small>(Si la respuesta es No, pasar a la pregunta 43)</small>								
38. Radiación solar							[___] ⁰	[___] ¹
¿Con qué frecuencia utiliza equipo para protegerse?							Bloqueador solar	
Nunca	Frecuentemente	Siempre			Factor	No sabe		
39. Bloqueador solar	[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²	[___] ³	[___] ⁴	[___] ⁵	[___]	
40. Camisa manga larga de colores	[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²				[___]	
41. Gorras/sombreros	[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²				[___]	
42. ¿Con qué frecuencia su hijo(a) utiliza bloqueador solar? <small>(solo infantes)</small>								
Nunca	Frecuentemente	Siempre			Factor	No sabe		
[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²	[___] ³	[___] ⁴	[___] ⁵	[___] ⁶	[___]	

ANTECEDENTES PERSONALES

43. ¿Actualmente está usted embarazada?	No	Si	Tiempo de inicio	
[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²	[___] ³	[___]
44. ¿Actualmente se encuentra en algún tratamiento hormonal?	No	Si		
[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²	[___] ³	[___]
45. ¿Ha detectado la aparición de alguna mancha o manchas inusuales en su piel en los últimos 10 años?				
<small>(Si la respuesta es NO pasar a la pregunta 51)</small>				
	No	Si		
	[___] ⁰	[___] ¹	[___] ²	[___]

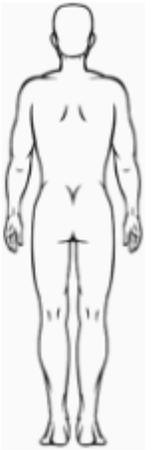
Formato de Cuestionario (Continuación)

Código del participante: 1.

46. Indique la ubicación del área o áreas afectadas en el siguiente diagrama de cuerpo completo:









[____]

47. ¿En qué parte del cuerpo predominan las manifestaciones cutáneas? (A ver liberado por el encuestador)

Parte Anterior [____]1 (Pasar a pregunta 48)

Parte Posterior [____]2 (Pasar a pregunta 48)

48. Seleccione la región específica de la parte Anterior donde se encuentran o encontraban las manifestaciones cutáneas (A ver liberado por el encuestador)

Cabeza	[____]1
Cara	[____]2
Cuello	[____]3
Hombro	[____]4
Axila	[____]5
Brazo	[____]6
Antebrazo	[____]7
Muñeca	[____]8
Mano	[____]9
Dedos	[____]10
Pecho	[____]11
Mamas	[____]12
Abdomen	[____]13
Pubis	[____]14
Cadera	[____]15
Ingle	[____]16
Pene	[____]17
Muslo	[____]18
Rodilla	[____]19
Pierna	[____]20
Tobillo	[____]21
Pie	[____]22

[____]

Formato de Cuestionario (Continuación)

Código del participante: 1.

48. Seleccione la región específica de la parte posterior donde se encuentran las manifestaciones cutáneas (A ser llenado por el encuestador)

Cabeza	[]	1	[_____]
Nuca	[]	2	
Hombro	[]	3	
Espalda	[]	4	
Brazo	[]	5	
Codo	[]	6	
Antebrazo	[]	7	
Naiga	[]	8	
Pantorrilla	[]	9	
Talón	[]	10	

50. ¿Hace cuánto tiempo que detectó dicho problema en la piel?	Días	Meses	Años
	[_____]#	[_____]#	[_____]#

El médico le ha dicho que Usted tiene: (Marque con una "X" la opción seleccionada)				
(Si la respuesta es NO a todas las preguntas, pase a la pregunta 56)				
	No	Si	No sabe	
51. Alergias en la piel	[]	[]	[]	[_____]
52. Queratodermia	[]	[]	[]	[_____]
53. Melanodermia	[]	[]	[]	[_____]
54. Carcinoma cutáneo	[]	[]	[]	[_____]
55. Diabetes	[]	[]	[]	[_____]

56. ¿Hace cuánto tiempo que recibió dicho diagnóstico?	Días	Meses	Años
	[_____]#	[_____]#	[_____]#
57. ¿El padecimiento continúa?	No	Si	No sabe
	[]	[]	[]

Usted tiene: (Marque con una "X" la opción seleccionada) (Si la respuesta es NO a todas, finalizar encuesta y agradecer)				
	No	Si	No sabe	
58. Antecedentes en la familia con padecimientos dérmicos	[]	[]	[]	[_____]
59. Antecedentes en la familia con cáncer de piel	[]	[]	[]	[_____]
60. Antecedentes en la familia con diabetes	[]	[]	[]	[_____]

61. ¿A qué edad sus familiares recibieron el diagnóstico del o los padecimientos antes mencionados, cuál fue el diagnóstico y cuál es su parentesco con los mismos?							
Familiar 1	Familiar 2	Familiar 3	Familiar 4	Familiar 5	Familiar 6		
Diagnóstico	Diagnóstico	Diagnóstico	Diagnóstico	Diagnóstico	Diagnóstico	Diagnóstico	
Edad 1	Edad 2	Edad 3	Edad 4	Edad 5	Edad 6		

"MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN"

Apéndice 7. Matriz de Exposición de Molino de Camou

Total de aguabebida (aguapura o aguas frescas)	Concentración de As enaguapara beber	Total de agua ingerida en alimentos (caldos)	Concentración de As enaguapara cocinar	Concentración de As ingerida enagua para beber	Concentración de As ingerida en alimentos (caldos)	Total de As consumido al día (agua para beber y alimentos)
1.75	0.012	0.25	0.054	0.020	0.013	0.034
1	0.054	0.25	0.054	0.054	0.013	0.067
2.5	0.054	0.25	0.054	0.135	0.013	0.148
2	0.012	0.25	0.012	0.023	0.003	0.026
1	0.012	0.25	0.012	0.012	0.003	0.014
2	0.012	0.5	0.054	0.023	0.027	0.050
3.5	0.012	0.25	0.054	0.040	0.013	0.054
5	0.012	0.25	0.054	0.058	0.013	0.071
1.75	0.012	0.25	0.054	0.020	0.013	0.034
1.25	0.012	0.5	0.054	0.014	0.027	0.041
1	0.012	0.5	0.054	0.012	0.027	0.038
1	0.012	0.25	0.054	0.012	0.013	0.025
1.75	0.012	0.25	0.012	0.020	0.003	0.023
2.5	0.054	0.5	0.054	0.135	0.027	0.161
4	0.012	0.5	0.054	0.046	0.027	0.073
0.375	0.012	0.125	0.012	0.004	0.001	0.006
2	0.054	0.5	0.054	0.108	0.027	0.135
1.25	0.054	0.5	0.054	0.067	0.027	0.094
2.25	0.054	0.25	0.054	0.121	0.013	0.135
2.25	0.054	0.25	0.054	0.121	0.013	0.135

Matriz de Exposición de Molino de Camou (Continuación)

2	0.054	0.25	0.054	0.108	0.013	0.121
1.5	0.054	0.25	0.054	0.081	0.013	0.094
2	0.054	0.25	0.054	0.108	0.013	0.121
1.25	0.012	0.25	0.054	0.014	0.013	0.028
1.5	0.012	0.25	0.012	0.017	0.003	0.020
1.5	0.012	0.25	0.054	0.017	0.013	0.031
1.5	0.012	0.25	0.054	0.017	0.013	0.031
1.75	0.012	0.25	0.054	0.020	0.013	0.034
1.5	0.012	0.25	0.054	0.017	0.013	0.031
3.25	0.012	0.25	0.054	0.038	0.013	0.051
1.5	0.012	0.25	0.054	0.017	0.013	0.031
3	0.012	0.25	0.054	0.035	0.013	0.048
4	0.054	0.25	0.054	0.215	0.013	0.229
2.5	0.054	0.25	0.054	0.135	0.013	0.148
1	0.054	0	0.054	0.054	0.000	0.054
2.5	0.054	0.25	0.054	0.135	0.013	0.148
1.5	0.054	0.25	0.054	0.081	0.013	0.094
4.5	0.054	0.25	0.054	0.242	0.013	0.256
1.25	0.054	0.25	0.054	0.067	0.013	0.081
1	0.054	0.25	0.054	0.054	0.013	0.067
1	0.012	0.25	0.012	0.012	0.003	0.014
1.25	0.012	0.25	0.012	0.014	0.003	0.017
0	*	*	*	*	*	*
3	0.012	0.25	0.054	0.035	0.013	0.048
2.75	0.054	0.25	0.054	0.148	0.013	0.161
2	0.054	0	*	0.108	*	*
0	*	*	*	*	*	*

Matriz de Exposición de Molino de Camou (Continuación)

3	0.012	0.25	0.012	0.035	0.003	0.038
0	*	*	*	*	*	*
2.25	0.012	0.25	0.054	0.026	0.013	0.039
0.5	0.054	0.25	0.054	0.027	0.013	0.040
0.75	0.054	0.25	0.054	0.040	0.013	0.054
0.75	0.054	0	0.054	0.040	0.000	0.040
1	0.012	0.5	0.054	0.012	0.027	0.038
5	0.054	0.25	0.054	0.269	0.013	0.283
2.25	0.012	0.25	0.012	0.026	0.003	0.029
2.25	0.012	0.25	0.012	0.026	0.003	0.029
2.5	0.012	0.25	0.054	0.029	0.013	0.042
2	0.054	0.25	0.054	0.108	0.013	0.121
0.75	0.054	0.25	0.054	0.040	0.013	0.054
1	0.012	0.25	0.012	0.012	0.003	0.014
1.5	0.054	0	0.054	0.081	0.000	0.081
1.25	0.012	0.5	0.054	0.014	0.027	0.041
0.5	0.012	0.125	0.054	0.006	0.007	0.013
2	0.012	0	0.012	0.023	0.000	0.023
5.25	0.012	0.25	0.054	0.061	0.013	0.074
0	*	0	*	*	*	*
3.25	0.012	0.25	0.054	0.038	0.013	0.051
0	*	0	*	*	*	*
0	*	0	*	*	*	*
0	*	0	*	*	*	*
0.25	0.012	0.5	0.054	0.003	0.027	0.030
2.25	0.054	0.5	0.054	0.121	0.027	0.148
4.5	0.054	0.5	0.054	0.242	0.027	0.269

Matriz de Exposición de Molino de Camou (Continuación)

4.25	0.012	0	0.054	0.049	0.000	0.049
3.25	0.054	0.5	0.054	0.175	0.027	0.202
1.5	0.054	0.5	0.054	0.081	0.027	0.108
2	0.012	0.5	0.054	0.023	0.027	0.050
0.25	0.054	0.25	0.054	0.013	0.013	0.027
1.25	0.054	0.5	0.054	0.067	0.027	0.094
2.25	0.012	0.25	0.012	0.026	0.003	0.029
2.5	0.012	0.25	0.012	0.029	0.003	0.032
2.75	0.012	0.5	0.012	0.032	0.006	0.038
2	0.054	0.25	0.054	0.108	0.013	0.121
1	0.054	0.25	0.054	0.054	0.013	0.067
1	0.054	0.25	0.054	0.054	0.013	0.067

Apéndice 8. Matriz de exposición de San Rafael

Total de aguabebida (aguapura o aguasfrescas)	Concentración de As enaguapureada para beber	Total de agua ingerida en alimentos (caldos)	Concentración de As enaguapureada para cocinar	Concentración de As ingerida en agua para beber	Concentración de As ingerida en alimentos (caldos)	Total de As consumido al día (agua para beber y alimentos)
0	0.011	0	0.011	0	0	0
0.25	0.047	0.25	0.047	0.012	0.012	0.023
3	0.047	0.25	0.047	0.140	0.012	0.152
0.5	0.047	0.25	0.047	0.023	0.012	0.035
1	0.011	0.25	0.011	0.011	0.003	0.014
2.25	0.047	0.25	0.047	0.105	0.012	0.117
0.5	0.047	0.25	0.047	0.023	0.012	0.035
3	0.047	0.25	0.047	0.140	0.012	0.152
0	0.011	0	0.011	0.000	0.000	0.000
0	0.011	0	0.011	0.000	0.000	0.000
6	0.011	0.25	0.047	0.066	0.012	0.077
7.5	0.011	0.25	0.047	0.082	0.012	0.094
6.5	0.011	0.25	0.011	0.071	0.003	0.074
4	0.011	0.25	0.047	0.044	0.012	0.055
1.25	0.011	0.25	0.047	0.014	0.012	0.025
2	0.011	0.25	0.011	0.022	0.003	0.025
5	0.047	0.25	0.047	0.234	0.012	0.245
1	0.047	0.25	0.047	0.047	0.012	0.058
1	0.011	0.25	0.047	0.011	0.012	0.023
0.75	0.011	0.25	0.047	0.008	0.012	0.020

Matriz de Exposición de San Rafael (Continuación)

2.25	0.011	0.25	0.047	0.025	0.012	0.036
2	0.011	0.25	0.011	0.022	0.003	0.025
0	0.011	0	0.011	0.000	0.000	0.000
1.5	0.011	0.25	0.011	0.016	0.003	0.019
2	0.011	0.75	0.011	0.022	0.008	0.030
1.5	0.011	0.25	0.047	0.016	0.012	0.028
1.25	0.011	0.25	0.047	0.014	0.012	0.025
3.25	0.011	0.25	0.047	0.036	0.012	0.047

Apéndice 9. Matriz de exposición de Santiago de Ures

Total de agua bebida (agua pura o aguas frescas)	Concentración de As en agua empleada para beber	Total de agua ingerida en alimentos (caldos)	Concentración de As en agua empleada para cocinar	Concentración de As ingerida en agua para beber	Concentración de As ingerida en alimentos (caldos)	Total de As consumido al día (agua para beber y alimentos)
2.125	0.013	0	0.075	0.028	0.000	0.028
3.25	0.013	0.25	0.075	0.044	0.019	0.062
3.75	0.013	0.5	0.075	0.050	0.038	0.088
1.5	0.075	0.25	0.075	0.113	0.019	0.132
4	0.013	0.25	0.013	0.054	0.003	0.057
0	*	*	*	*	*	*
4.5	0.013	0.25	0.013	0.060	0.003	0.064
1	0.013	0.25	0.013	0.013	0.003	0.017
0	*	*	*	*	*	*
0	*	*	*	*	*	*
0	*	*	*	*	*	*
0	*	*	*	*	*	*
1	0.013	0.25	0.013	0.013	0.003	0.017
4	0.075	0.25	0.075	0.302	0.019	0.321
2	0.075	0.25	0.075	0.151	0.019	0.170
2.25	0.013	0.25	0.075	0.030	0.019	0.049
2	0.013	0.25	0.075	0.027	0.019	0.046
2.25	0.013	0	0.075	0.030	0.000	0.030
0.25	0.013	0	0.013	0.003	0.000	0.003
2.75	0.013	0	0.013	0.037	0.000	0.037

Matriz de exposición de Santiago de Ures (continuación)

1.25	0.013	0	0.013	0.017	0.000	0.017
0	*	*	*	*	*	*
0	*	*	*	*	*	*
0	*	*	*	*	*	*
0	*	*	*	*	*	*
4	0.013	0.25	0.075	0.054	0.019	0.073
0	0.013	0.5	0.075	0.000	0.038	0.038
0.5	0.013	0.25	0.075	0.007	0.019	0.026
4	0.013	0.25	0.075	0.054	0.019	0.073
1	0.013	0.5	0.075	0.013	0.038	0.051
3	0.013	0.25	0.075	0.040	0.019	0.059
3	0.013	0.25	0.013	0.040	0.003	0.044
3	0.013	0.25	0.013	0.040	0.003	0.044
4	0.013	0.25	0.075	0.054	0.019	0.073
1.125	0.013	0.25	0.075	0.015	0.019	0.034
2.25	0.013	0.25	0.075	0.030	0.019	0.049
0	*	0	*	*	*	*
3.5	0.013	0.25	0.013	0.047	0.003	0.050
1	0.013	0.25	0.013	0.013	0.003	0.017
4	0.013	0.25	0.013	0.054	0.003	0.057
2.25	0.013	0.25	0.013	0.030	0.003	0.034
5	0.013	0.25	0.075	0.067	0.019	0.086
2.25	0.013	0.25	0.013	0.030	0.003	0.034
2.5	0.075	0.25	0.075	0.189	0.019	0.208
3.25	0.075	0.25	0.075	0.245	0.019	0.264

Matriz de exposición de Santiago de Ures (continuación)

2.25	0.013	0.25	0.013	0.030	0.003	0.034
0.25	0.013	0.125	0.013	0.003	0.002	0.005
1.25	0.013	0.25	0.013	0.017	0.003	0.020
2	0.013	0.25	0.013	0.027	0.003	0.030
4.25	0.013	0.25	0.075	0.057	0.019	0.076
2.5	0.013	0.25	0.013	0.034	0.003	0.037
1.5	0.013	0.25	0.013	0.020	0.003	0.023
2.25	0.013	0.25	0.075	0.030	0.019	0.049
6.5	0.013	0.25	0.013	0.087	0.003	0.091
2.5	0.013	0.25	0.013	0.034	0.003	0.037
2.25	0.013	0.25	0.013	0.030	0.003	0.034
0	*	0	*	*	*	*
0	*	0	*	*	*	*
2.5	0.013	0.25	0.075	0.034	0.019	0.052
1.25	0.013	0.25	0.075	0.017	0.019	0.036