

San Luis Valley Informe de Calidad del Agua

Arsénico

**PREPARADO POR: NICHOLAS STOLL
NAOMI PERLMAN
KATHERINE A. JAMES**

Research reported in this publication was supported by the National Institute of Environmental Health Sciences of the National Institutes of Health (NIH) under Award Number R01ES032612. The content is solely the responsibility of the authors and does not necessarily represent the official views of the NIH.

CONTENIDOS

02.

¿Qué es el arsénico?

03.

Modelado temporal

04.

Mapa de concentración

05.

Presencia en agua subterránea

06.

Exposiciones y efectos sobre la salud

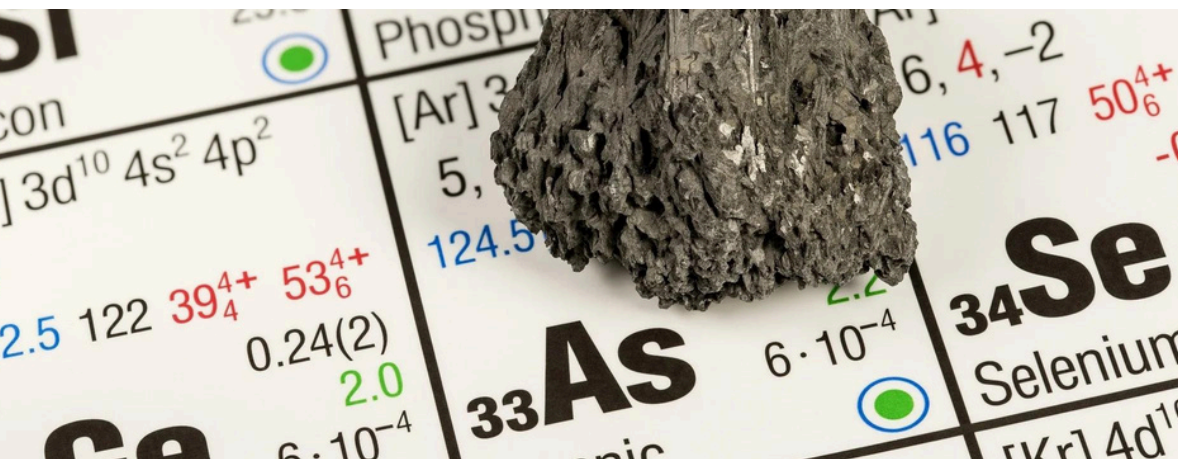
09.

Intervenciones

10.

Fuentes de información

¿QUÉ ES EL ARSÉNICO?



El arsénico es un elemento natural en la corteza terrestre. A menudo clasificado como metaloide, el arsénico en el medio ambiente suele encontrarse combinado con otros elementos como oxígeno, cloro y azufre (arsénico inorgánico); o carbono e hidrógeno (arsénico orgánico). La mayoría de los compuestos de arsénico son polvos blancos o incoloros que no se evaporan, no tienen olor ni sabor especial. Es casi imposible saber si hay arsénico presente en los alimentos, el agua o el aire sin un análisis de laboratorio.

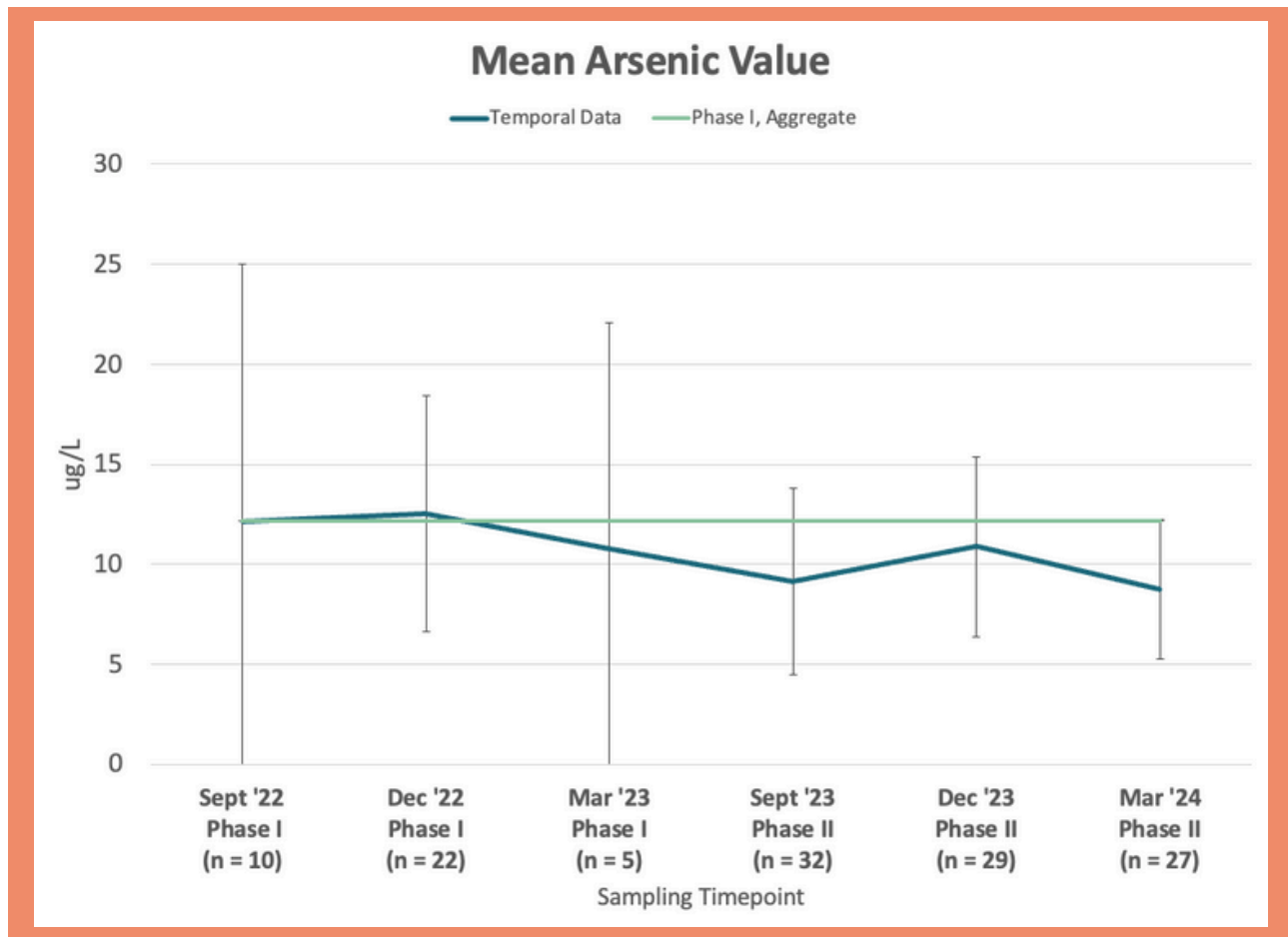
En el Valle de San Luis (SLV), la presencia de arsénico se debe en gran medida a la formación geológica de la región a lo largo de la división continental y a la actividad volcánica histórica. Sin embargo, las actividades humanas también pueden introducir arsénico en el medio ambiente. La minería puede exponer los depósitos de arsénico a la intemperie, permitiéndole infiltrarse en los recursos hídricos o ser desplazado por el viento. Si bien ya no se permite el uso de arsénico en productos agrícolas, es posible que todavía esté presente en el suelo donde se usó intensamente.

A nivel mundial, el arsénico representa la mayor amenaza para la salud humana a través del agua potable (específicamente en su forma inorgánica, más tóxica). Varios países, entre ellos Argentina, Bangladesh,

Camboya, Chile, China, India, México, Pakistán, Estados Unidos y Vietnam tienen regiones conocidas por sus altos niveles de arsénico en las aguas subterráneas. Las poblaciones de estas regiones corren un mayor riesgo de sufrir efectos sobre la salud debido a la exposición acumulativa.

Si bien la población general de EE. UU. puede experimentar una exposición mínima o nula al agua potable, este no es el caso del agua potable de pozos privados en el SLV. En la Fase I de nuestro muestreo comunitario de pozos de agua subterránea de propiedad privada, el 94.8% de las muestras contenían un nivel mensurable de arsénico. Sin embargo, también es importante tener en cuenta los límites técnicos de los equipos utilizados para medir los niveles de arsénico en estas muestras. Nuestro equipo ha establecido que el equipo ICP-MS utilizado para analizar muestras tenga una precisión del 5 % (porcentaje de error de soluciones de referencia conocidas) y una precisión del 5 % (variación porcentual en mediciones por triplicado en una solución de referencia conocida).

Las regulaciones gubernamentales actuales sólo regulan la contaminación del agua potable para proveedores de agua públicos o municipales. No existen programas establecidos para abordar el agua potable contaminada para propietarios de pozos privados.



MODELADO TEMPORAL

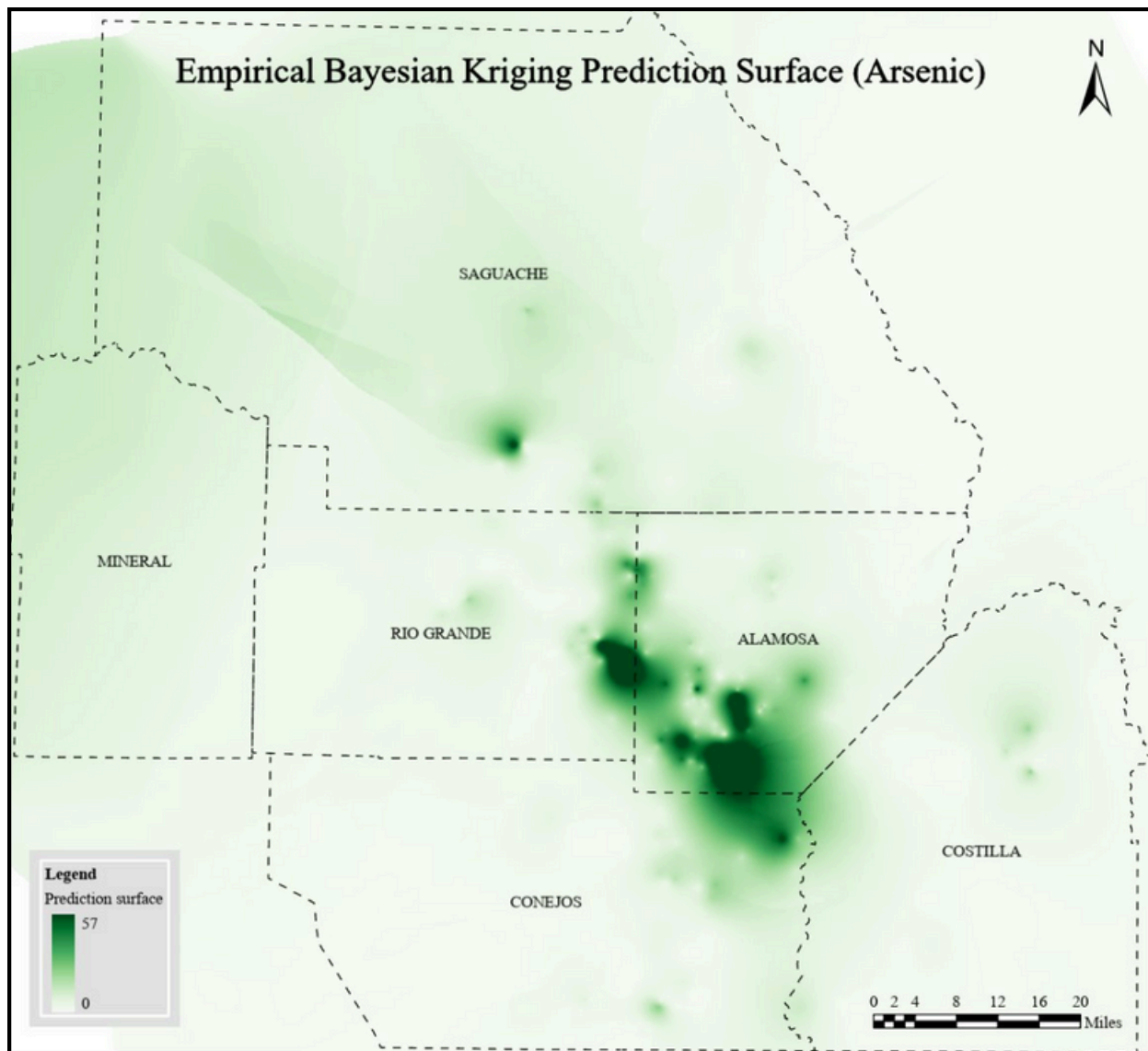
Como parte de nuestro proyecto actual, estamos investigando cómo varían los niveles de arsénico en el agua subterránea en la región del Valle de San Luis y a lo largo del tiempo. Al analizar muestras de la comunidad e información de permisos de pozos mantenidos públicamente por la División de Recursos Hídricos, nuestros socios de la Universidad Estatal de Colorado y la Universidad de Stanford están utilizando los resultados para crear un modelo predictivo de arsénico.

En el gráfico anterior, mostramos resultados preliminares de la fluctuación del arsénico a lo largo del tiempo. Estos resultados se basan en los aproximadamente 45 miembros de la comunidad que participaron en el muestreo repetido de la Fase II. Los puntos de tiempo de la Fase I se crearon utilizando muestras de la Fase I de los participantes de la Fase II. La línea de referencia

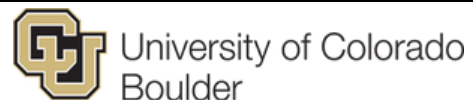
verde indica el nivel medio de arsénico para los participantes de la Fase II durante el período de la Fase I.

Tenga en cuenta que estos resultados tienen una generalización limitada debido a la distribución desigual de las muestras de la Fase I en estos pseudopuntos temporales y pueden no representar con precisión cómo cambia la calidad del agua con el tiempo. Es probable que nuestra comprensión de esta relación cambie a medida que recopilamos más datos.

En la página siguiente, incluimos un modelo espacial que predice la presencia de arsénico en el agua subterránea en todo el SLV.



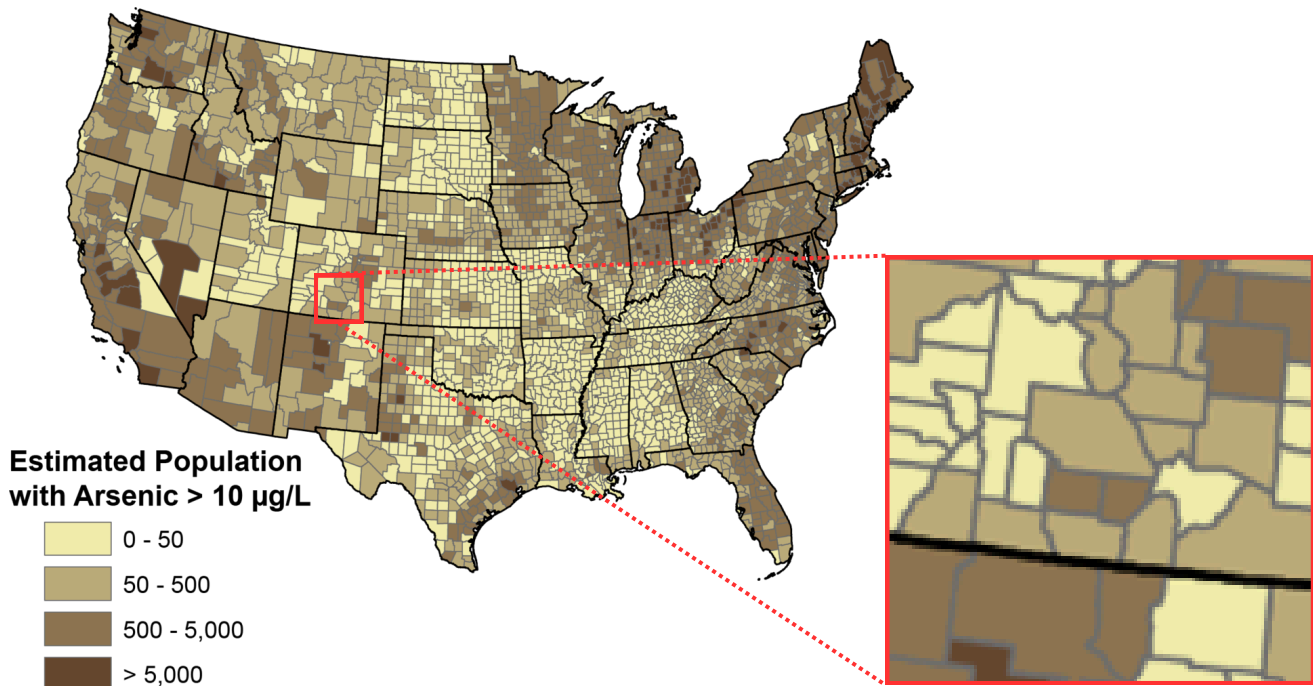
Preparado por Guiye Li y el Dr. Geofeng Cao del Departamento de Geografía de la Universidad de Colorado, Boulder.



MAPA DE CONCENTRACIÓN

Utilizando los datos recopilados en la Fase I del estudio, creamos un mapa para mostrar la distribución de las concentraciones de arsénico en todo el Valle de San Luis. Tenga en cuenta que las concentraciones de arsénico probablemente estén influenciadas por la profundidad del pozo, el suelo/minerales circundantes y otros factores geológicos complejos.

Este mapa se creó utilizando métodos empíricos de Kriging bayesiano (EBK). EBK es una técnica de modelado que utiliza datos recopilados previamente para predecir un rango de valores en ubicaciones sin sitios de muestreo. Nos permite estimar las concentraciones de metales con mayor precisión y al mismo tiempo tener en cuenta un nivel de incertidumbre.



<https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/arsenic-and-drinking-water>

PRESENCIA EN AGUA SUBTERRÁNEA

El Servicio Geológico de los Estados Unidos desempeña un papel activo en el seguimiento y la gestión de los recursos naturales. Ha facilitado múltiples evaluaciones sobre los contaminantes de los recursos de aguas subterráneas en los Estados Unidos, incluido el arsénico. El mapa de arriba utiliza información recopilada por el USGS para estimar partes de la población en riesgo de exposición al arsénico de los recursos de aguas subterráneas. Utilizando estas estimaciones a nivel de condado, esperaríamos que el siguiente porcentaje de residentes del condado estuvieran expuestos a agua con niveles de arsénico superiores a 10 µg/L:

Debido a las regulaciones establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., los distritos de agua públicos y municipales deben monitorear la contaminación por arsénico e implementar estrategias de mitigación cuando la contaminación alcanza el umbral de 10 µg/L.

Las siguientes secciones de este informe cubrirán información sobre los efectos en la salud y las posibles intervenciones.

3% - 33% ALAMOSA
Población: 15,181

0% - 7% MINERAL
Población: 764

1% - 6% CONEJOS
Población: 8,161

4% - 44% RIO GRANDE
Población: 11,238

1% - 13% COSTILLA
Población: 3,822

1% - 18% SAGUACHE
Población: 6,824

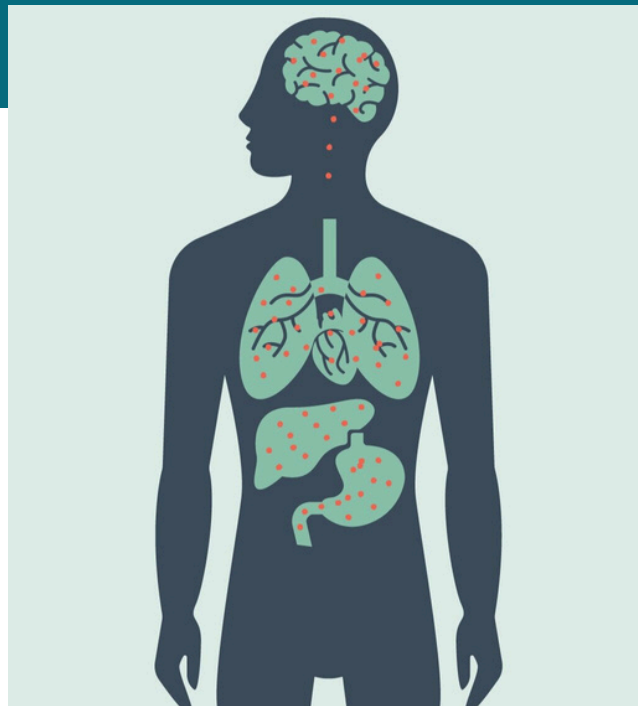
EXPOSICIONES Y EFECTOS SOBRE LA SALUD

La exposición al arsénico puede provocar una variedad de efectos sobre la salud según la forma del metal, el modo de exposición y la duración de la exposición. En el contexto de las comunidades del Valle de San Luis (SLV) y la salud ambiental, la ingestión es el principal modo de exposición al arsénico. La exposición a la inhalación es motivo de preocupación en determinadas ocupaciones, pero no en el entorno comunitario típico. La exposición dérmica da como resultado una baja absorción por parte del cuerpo y rara vez produce efectos adversos para la salud.

Si bien analizamos los efectos del arsénico en la salud dentro del contexto individual de estos tres modos de exposición crónica, su influencia en la salud humana es acumulativa. Además, la investigación sobre los efectos del arsénico en la salud se centra principalmente en la forma inorgánica más tóxica. En cualquier circunstancia en la que su nivel de exposición sea preocupante, recomendamos consultar con su proveedor de atención primaria.

INGESTIÓN

Como se mencionó anteriormente, los recursos hídricos en el SLV se han caracterizado por la presencia de arsénico. Esto se debe principalmente a la formación geológica de la región y puede verse exacerbado por las condiciones de sequía regional. Si bien esperamos que la ingestión de arsénico ocurra principalmente a partir de agua contaminada, también puede ocurrir en cantidades más pequeñas debido a la bioacumulación en ciertos productos. Los cultivos de raíces como patatas, remolachas y zanahorias pueden acumular arsénico en la capa exterior. A menudo se observa que los cereales como el arroz,



que son muy absorbentes de agua, tienen niveles más altos de arsénico debido a la cantidad de agua necesaria para cultivar, cosechar y cocinar el grano. La cantidad de arsénico absorbido por estos cultivos depende de la cantidad y forma del arsénico en el suelo y el agua. Debido a su uso previo en agroquímicos, las cantidades persistentes de arsénico en el suelo del huerto pueden aún ser absorbido por frutas como manzanas, peras y uvas. Si bien este nivel de absorción es relativamente bajo; Los concentrados elaborados a partir de estas frutas también pueden dar lugar a una mayor concentración general de arsénico.

Después de la absorción por el cuerpo, el arsénico se puede encontrar en casi todos los tejidos corporales (incluidos el cerebro y el tejido fetal). Por lo tanto, la ingestión prolongada de arsénico puede asociarse con una amplia gama de efectos sobre la salud humana. Los estudios epidemiológicos han encontrado que la exposición al arsénico es un factor de riesgo para desarrollar cáncer de piel, vejiga, pulmón y de todo tipo. Además, las investigaciones han comenzado a mostrar asociaciones entre las exposiciones intraútero y en la primera infancia y los efectos neurocognitivos adversos. Una tabla en la página siguiente describe las dosis de exposición y los efectos asociados a la salud.

INHALACIÓN

La mayoría de las investigaciones sobre los efectos en la salud de la exposición al arsénico por inhalación se centran en entornos ocupacionales donde los trabajadores están expuestos regularmente a partículas en suspensión en el aire. En el entorno comunitario, esperaríamos ver una exposición mínima o inexistente a partículas de arsénico en el aire a menos que se introduzcan desde instalaciones de fundición, plantas químicas o depósitos geológicos de arsénico erosionados.

Nuestro equipo de investigación actualmente no tiene conocimiento de ninguna Fuentes ambientales de exposición por inhalación en el Valle de San Luis. La exposición ocupacional puede ocurrir en instalaciones de fundición, plantas químicas o pesticidas agrícolas. Específicamente, los compuestos orgánicos de arsénico utilizados en pesticidas incluyen ácido cacodílico, metilarseniato disódico (DSMA) y metilarseniato monosódico (MSMA). La mejor manera de abordar la preocupación por la exposición ocupacional es su empleador o su proveedor de atención primaria.

En los casos en los que existe una cantidad notable de exposición a nivel comunitario, las investigaciones han encontrado que la inhalación de arsénico está asociada con deterioro de la conductividad neuronal, irritación respiratoria general y cáncer de pulmón. La exposición por inhalación contribuirá a su exposición acumulativa general y puede contribuir a los efectos en la salud asociados con otros modos de exposición o efectos en la salud con múltiples factores contribuyentes.

DÉRMICA

Los efectos adversos para la salud del arsénico debido a la exposición dérmica no se han investigado exhaustivamente. Cualquier efecto observable en la salud probablemente ocurriría debido a exposiciones frecuentes a altas concentraciones. La literatura cita principalmente estudios centrados en ocupaciones en instalaciones de producción de metales y agricultura. Es más probable que esta exposición produzca irritación general de la piel o dermatitis de contacto.

DOSIS DE INGESTIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD

mg/kg/día	Efectos en la Salud	Dosis Equivalente (mg/día)*
0.002	Anemia y leucopenia	0.18 - Hombres Adultos 0.15 - Mujeres Adultas 0.13 - Adolescentes 0.07 - Niños 0.02 - Bebés
0.005	Síntomas neurológicos (fatiga, dolor de cabeza, mareos, insomnio, entumecimiento de las extremidades)	0.45 - Hombres Adultos 0.39 - Mujeres Adultas 0.33 - Adolescentes 0.18 - Niños 0.04 - Bebés
0.006	Resultados reproductivos adversos	Indisponible
0.03-0.05	Síntomas respiratorios menores	3.60 - Hombres Adultos 3.08 - Mujeres Adultas 2.64 - Adolescentes 1.40 - Niños 0.32 - Bebés
0.015-0.065	Disminución de la circulación sanguínea en manos y pies	
0.03-0.05 (crónico)	Náuseas, vómitos, diarrea y dolor abdominal	
0.006-0.1	Daño hepático	4.77 - Hombres Adultos 4.08 - Mujeres Adultas 3.50 - Adolescentes 1.86 - Niños 0.42 - Bebés
0.055	Hipertensión	4.95 - Hombres Adultos 4.24 - Mujeres Adultas
0.01-0.1	Verrugas o callos en las palmas y plantas de los pies, hiperpigmentación de la cara, el cuello y la espalda.	3.63 - Adolescentes 1.93 - Niños 0.44 - Bebés
0.03-0.1	Daño a los nervios sensoriales y motores.	5.85 - Hombres Adultos 5.01 - Mujeres Adultas 4.29 - Adolescentes 2.28 - Niños 0.52 - Bebés

*Asumiendo pesos promedio para hombres adultos (90 kg), mujeres adultas (77 kg), adolescentes (66 kg), niños (35 kg) y bebés (8 kg). La dosis estimada representa la exposición que tiene en cuenta el volumen de ingesta, la concentración y el peso corporal, los cuales fluctúan diariamente.

INTERVENCIONES

Identificar un riesgo para la salud es el primer paso para promover la salud pública. Si está expuesto al arsénico y quiere tomar precauciones, ¿que sigue?

EXPOSICIONES ACUMULATIVAS

Es importante comprender dónde se origina su exposición. Si bien este informe describe los efectos del arsénico en la salud a través de las rutas de exposición con mayor probabilidad de causar efectos en la salud, no son mutuamente excluyentes. De hecho, los efectos sobre la salud humana casi siempre resultan de la exposición acumulativa, o de la exposición total.

Los toxicólogos han investigado la interacción del arsénico con el cuerpo humano y han estimado las proporciones de absorción de arsénico según la ruta de exposición:

95% Ingestión
60-90% Inhalación
<1-5% Dérmica

Comprender cómo ingresa el arsénico al cuerpo es importante para mitigar los efectos sobre la salud.

EXPOSICIONES E INTERVENCIONES

En el Valle de San Luis, nuestra principal preocupación por la exposición es la ingestión. Nuestro equipo de investigación no tiene conocimiento de ninguna fuente de preocupación notable por la inhalación o la exposición dérmica.

Es más probable que la exposición por ingestión ocurra debido a la contaminación del agua subterránea en la región. La contaminación depende de una variedad de factores contextuales y puede ocurrir estacionalmente. La ingestión también puede ocurrir a través de la bioacumulación de arsénico en los cultivos de raíces del suelo y el agua. La bioacumulación en los cultivos es menos preocupante que el consumo directo de agua, pero aún así contribuye a la



nyscheck.org/wp-content/uploads/2022/08/basics-of-exposure.png

exposición acumulativa. Al identificar la ingestión como el principal modo de exposición, podemos estar más eficiente en la focalización de las intervenciones. Para los residentes con niveles elevados de arsénico en el agua de su pozo, recomendamos encarecidamente la instalación de un filtro de agua en el hogar o el cambio a fuentes de agua municipales. Los filtros de punto de uso son más rentables que los filtros para toda la casa y pueden reducir significativamente la exposición acumulativa. Los filtros de ósmosis inversa y de intercambio aniónico se utilizan comúnmente para reducir la contaminación por arsénico.

Puede resultar difícil identificar qué cultivos pueden tener metales pesados bioacumulados. Consumir una dieta bien equilibrada puede ayudar a reducir el riesgo de consumir alimentos con arsénico bioacumulado y, por tanto, reducir la exposición general.

FUENTES DE INFORMACIÓN

¿De dónde obtuvimos esta información?

Los resultados y modelos de este informe se crearon utilizando los datos recopilados en este proyecto de investigación. Las preguntas específicas sobre estos datos pueden dirigirse a la Dra. James (Kathy.James@cuanschultz.edu).

La información sobre los efectos de la exposición al arsénico en la salud humana, la presencia de arsénico en el agua subterránea y las estrategias de intervención para mitigar la exposición al arsénico se obtuvieron de las siguientes fuentes. Tenga en cuenta que la información presentada se adaptó a los factores contextuales del Valle de San Luis. Este informe no es un resumen exhaustivo de la investigación sobre la exposición al arsénico.

