

## ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

www.revistaglosa.com

### IMPORTANCIA DE EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA

Héctor Hernández Mendoza<sup>1\*</sup>, María Judith Ríos Lugo<sup>2</sup>, Dafne Mota-Navarro<sup>3</sup>

Recibido: 15/12/2017, Aceptado: 15/02/2018.

Publicado en la web: 28/08/2018.

#### RESUMEN

La NOM-127-SSA1-1994 y NOM-011-CONAGUA-2015 hacen referencia a los niveles de concentración permisibles de elementos químicos en el agua y en otras matrices ambientales. Sin embargo, la NOM-127-SSA1-1994 introduce los parámetros fisicoquímicos y reactivos más relevantes para evaluar la calidad del agua. En este trabajo básicamente está enfocado a resaltar la importancia en la evaluación de la calidad del agua, así como mencionar los principales elementos tóxicos que pueden afectar a la salud humana por el consumo de agua contaminada.

*Palabras clave: Elementos tóxicos, Agua para el consumo humano, Evaluación de la Calidad del Agua.*

#### Introducción

La Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (NOM-127-SSA1-1994, 2000) tiene como objetivo establecer los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, así como la aplicación a todos los sistemas de abastecimiento públicos y privados, además de cualquier persona física o moral que la distribuya en todo el territorio nacional. No obstante, la NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 (CONAGUA, 2011) hace mención a la conservación del recurso del agua y establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, por lo tanto la NOM-011-CONAGUA-2015 tiene como objetivo establecer el metodología para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y subterráneas, para su explotación, uso o aprovechamiento. Adicionalmente, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha detectado que en diversas regiones, entidades federativas y localidades del país, los volúmenes de agua concesionados superan el escurrimiento y la recarga de los acuíferos, situación que genera escasez del recurso, conflictos entre los usuarios y diversos defectos perjudiciales.

Razón por la cual, CONAGUA está realizando nuevas guías que coadyuven en el cuidado, preservación y calidad del agua subterránea, ya que es la principal agua que extrae para el consumo humano.

#### ELEMENTOS TÓXICOS EN EL AGUA

El Arsénico (As) es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre, en su mayoría en forma de  $As_2S_3$ ,  $AsO_4^{3-}$  y  $As^{3+}$ . Los compuestos de As se utilizan comercialmente y en la industria, principalmente como agentes de aleación en la fabricación de transistores, láseres y semiconductores. Por otra parte, la principal fuente de contaminación de As en agua subterránea se debe a la disolución de minerales de forma natural. Cabe mencionar que la vía de exposición más importante es la vía oral, básicamente es por el consumo de alimentos y bebidas con trazas de As. En ciertas regiones donde existe poco o nula extracción por aguas superficiales, el agua para el consumo humano es obtenida aguas subterráneas. Este tipo de agua es frecuente que tenga concentraciones altas de As y por ende el consumo puede presentar un riesgo a la salud.

El As se considera un elemento tóxico a niveles ultra-traza, es por ello que se debe darse una alta prioridad en la evaluación de la calidad del agua para el consumo humano. Acorde con la NOM-127-SSA1-1994 límites permisibles de As son  $50 \mu g L^{-1}$ , sin embargo la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) considera que el límite permisible en agua para el consumo humana debe ser de  $10 \mu g L^{-1}$ . Considerando estos valores la NOM-127-SSA1-1994 permite 5 veces más que las normas internacionales y esto puede considerar un riesgo en la población ya que el As puede desarrollar cáncer en varios órganos, en particular la piel, la vejiga y los pulmones.

<sup>1</sup>Universidad del Centro de México. Capitán Caldera, 75, Colonia Tequixquiapan, 78250 San Luis Potosí, S.L.P. México.

<sup>2</sup>Unidad de Posgrado, Facultad de Enfermería y Nutrición, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Avenida Niño Artillero 130, CP 78210, San Luis Potosí, S.L.P., México.

<sup>3</sup>Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Avenida Niño Artillero 130, CP 78210, San Luis Potosí, S.L.P., México.

\*Autor de correspondencia: [investigación6@ucem.edu.mx](mailto:investigación6@ucem.edu.mx), [hector.hernandez520@gmail.com](mailto:hector.hernandez520@gmail.com)

El Plomo (Pb) se utiliza principalmente en soldaduras, aleaciones y baterías. Además, los compuestos de Pb orgánicos [(CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>Pb y (CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>Pb] se han utilizado también mucho como agentes lubricantes y antidetonantes en la gasolina, aunque en muchos países se está abandonando su uso. Debido a la disminución del uso de aditivos con Pb en la gasolina y de soldaduras con Pb en la industria alimentaria, las concentraciones en el aire y los alimentos están disminuyendo. Por otra parte, cabe mencionar que es muy difícil tener una contaminación por Pb en agua, esto se debe a las características fisicoquímicas del Pb. Sin embargo, existe caso por contaminación antropogénica donde el Pb está en contacto con agua, alimentos o aire. La principal fuente de exposición a Pb es provocado por las instalaciones de fontanería domésticas, las cuales contienen Pb en las tuberías.

Además, el Pb es ampliamente utilizado en las soldaduras, los accesorios o las conexiones de servicio a las casas. La cantidad de Pb que se lixivia de las instalaciones de fontanería depende de varios factores como el pH, la temperatura, la dureza del agua y el tiempo de permanencia del agua en la instalación. Además, se debe considerar que el Pb es más soluble en aguas blandas y ácidas. Por otra parte, no existe un nivel de exposición al Pb que pueda considerarse seguro (referencia), aunque se define con base en la evidencia científica de los efectos tóxicos del Pb en concentraciones de 10 µg L<sup>-1</sup> en adultos y de 5 µg L<sup>-1</sup> en niños puede originar afectación renal y ósea, convulsiones, edema cerebral y finalmente la muerte. La población general está expuesta al Pb vía inhalatoria y por los alimentos en proporciones más o menos iguales. La Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC, 2006) clasifica a este compuesto como "posible carcinógeno humano". Los tipos de cáncer más probables por intoxicación por Pb son el cáncer de pulmón, estómago y gliomas.

La mayoría del flúor (F) en aguas subterránea es de origen natural. Los minerales inorgánicos que contienen F tienen diversas aplicaciones industriales, como la producción de aluminio. El F pueden liberarse al ambiente procedente de rocas que contienen fosfato empleadas en la fabricación de fertilizantes fosfatados. Estos depósitos de fosfato contienen un 4% de F aproximadamente. En sistemas de fluoración de aguas municipales se usan H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>, Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>, y NaF. La exposición diaria al F depende principalmente de la zona geográfica. En la mayoría de las circunstancias, el agua y los alimentos parecen ser la principal fuente de ingesta de F. Finalmente, F se ha detectado en el agua subterránea de países del norte y sur de América, India, China, Sri Lanka, España, Holanda, Italia y México en donde el límite máximo permisible es de 1.5 mg L<sup>-1</sup> (Ortiz-Pérez *et al.*, 2015).

El Mercurio (Hg) se utiliza en la producción electrolítica de cloro, en electrodomésticos, en amalgamas dentales y como materia prima para diversos compuestos de mercurio. Se ha demostrado que el Hg inorgánico se metila en agua dulce y en

agua de mar, aunque se cree que casi todo el mercurio del agua de consumo no contaminada está en forma de Hg<sup>2+</sup>. Por lo tanto, no es probable que haya ningún riesgo directo de consumo de compuestos orgánicos de mercurio, especialmente de los alquilmercuriales, por la ingestión de agua potable, aunque existe la posibilidad de que el metilmercurio se transforme en mercurio inorgánico. Los alimentos son la fuente principal de mercurio en las poblaciones que no están expuestas por motivos laborales, y la ingesta alimentaria promedio de mercurio en diversos países varía entre 2 y 20 µg por día por persona.

El cadmio (Cd) es un metal que se utiliza en la industria del acero y en los plásticos. Los compuestos de Cd son un componente muy utilizado en pilas eléctricas. El Cd se libera al medio ambiente en las aguas residuales, y los fertilizantes y la contaminación aérea local producen contaminación difusa. Las impurezas de Zinc (Zn) de las soldaduras y las tuberías galvanizadas y algunos accesorios de fontanería metálicos también pueden contaminar el agua de consumo. La principal fuente de exposición diaria al cadmio son los alimentos. La ingesta oral diaria es de 10 a 35 µg por día. El consumo de tabaco es una fuente adicional significativa de exposición al cadmio.

El Uranio (U) tiene una amplia presencia en la naturaleza, en granitos y en diversos depósitos minerales. El uranio se usa principalmente como combustible en centrales nucleares. La presencia de uranio en el medio ambiente se debe a su filtración desde depósitos naturales, a su liberación de residuos procedentes de su tratamiento, a las emisiones de la industria nuclear, a la combustión de carbón y otros combustibles y al uso de fertilizantes fosfatados que contienen uranio. La ingesta de uranio procedente del aire es baja y parece que la ingesta por el consumo de alimentos es de 1 a 4 µg por día. La ingesta por el agua de consumo suele ser extremadamente baja; sin embargo, si hay presencia de uranio en una fuente de agua de consumo, ésta es responsable de la mayoría de la ingesta.

## **PROBLEMÁTICA DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN SAN LUIS POTOSÍ**

La contaminación natural debida en particular a los ambientes geológicos puede ser un factor importante que limite la disposición de las fuentes de agua para consumo. El agua subterránea es la mayor fuente de abastecimiento de agua potable en zonas áridas y semiáridas, su disponibilidad puede ser amenazada no sólo por la introducción de contaminantes a partir de actividades humanas, sino también por procesos naturales. En esta región, la contaminación por aporte de desechos contaminantes ocurre a nivel industrial y municipal, principalmente en las localidades de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Matehuala, Venado, Cerritos, Cedral, Villa de Zaragoza y Charcas. Los elementos contaminantes importantes a nivel industrial son sustancias químicas, sólidos, metales y basura, mientras que a nivel municipal son

grasas, aceites, detergentes y organismos coliformes. Los mayores aportadores son las ciudades de San Luis Potosí, con volúmenes de 147,945 m<sup>3</sup> por día y 59,645 m<sup>3</sup> por día de desechos industriales y residuales, y Soledad de Graciano Sánchez con 55,284 m<sup>3</sup> por día de agua de desechos industriales y 6,700 m<sup>3</sup> por día de aguas residuales.

Para el tratamiento de aguas residuales mediante los procesos de lagunas de estabilización o lodos activados, se tiene en operación dos plantas de tratamiento localizadas en la ciudad de San Luis Potosí (Parque Tangamanga II) y Soledad de Graciano Sánchez; además de tres plantas que requieren rehabilitación para su operación, localizadas en San Luis Potosí (Parque Tangamanga I) y en los municipios de Cedral y Salinas de Hidalgo. Respecto a las aguas de desecho industrial se cuenta con 13 plantas para tratamiento primario y/o secundario, ubicadas 12 de ellas en plantas industriales de la región y la restante en un hotel de primera categoría de la ciudad de San Luis Potosí. El aporte de desechos residuales en esta región ocurre principalmente a nivel industrial y municipal, en donde el mayor volumen de residuos contaminantes lo generan las localidades de Ciudad Valles, Ciudad del Maíz, Villa de Reyes, Tamuín, Tamazunchale, Rioverde, El Refugio, Cárdenas y El Naranjo. Los principales elementos contaminantes son sustancias químicas, sólidos, metales, basura, grasas, aceites, detergentes y organismos coliformes. Los mayores volúmenes de residuos industriales son generados en Ciudad Valles (102,911 m<sup>3</sup> por día); en Ciudad del Maíz (81,856 m<sup>3</sup> por día); en Villa de Reyes (8,924 m<sup>3</sup> por día) y en Tamuín (3,250 m<sup>3</sup> por día). Las mayores aportaderas de residuos municipales son las localidades de Tamazunchale (3,493 m<sup>3</sup> por día); Rioverde (2,767 m<sup>3</sup> por día); El Refugio (1,374 m<sup>3</sup> por día) y Cárdenas (1,341 m<sup>3</sup> por día).

Para el tratamiento de aguas residuales a través del proceso de lodos activados se tiene en rehabilitación una planta en el municipio de San Ciro de Acosta y requieren de rehabilitación para su operación cuatro plantas ubicadas en los municipios de Cárdenas, Cerritos, Rayón y San Vicente Tancuayalab, además de estar en proceso de construcción una en el municipio de Ciudad Valles.

## CONCLUSIONES

La calidad del agua se realiza por medio de un monitoreo eficaz de los principales parámetros que son incluidos en la NOM-127-SSA1-1994. Además, la calidad del agua se da por medio de la verificación de los procedimientos, pruebas o métodos. La calidad del agua subterránea es muy variada en cuanto a concentración de sales se refiere, ya que el tipo y cantidad de éstas depende del tiempo de contacto, origen y solubilidad de las rocas y materiales a través de los cuales circula, razón por el cual los estudios realizados de monitoreo en agua subterráneas se debe realizar continuamente, esto con el objeto de establecer parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y radioactivos que sean característicos de los acuíferos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradece el apoyo otorgado por CONACyT en el proyecto 279860: Laboratorio Nacional De Ciencia, Tecnología y Gestión Integrada del Agua (LNAgua).

## REFERENCIAS

- Comisión Nacional del Agua, NOM-001-CONAGUA-2011 - Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. México, 2011. Disponible en: <http://biblioteca.semamat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2763.pdf>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que se somete el Agua para su Potabilización. Diario Oficial de la Federación. México, 2000. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2063863&fecha=31/12/1999](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2063863&fecha=31/12/1999)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Arsénico, 2018. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/>.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 87 Inorganic and Organic Lead Compounds. Lyon, 2006. <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol87/mono87.pdf>
- María Deogracias Ortiz-Pérez, Melissa Bocanegra Salazar, Lilia Esther Landín Rodríguez, Liliana Fantina Alvarado Silva, Nadia Azenet Pelallo Martínez, Cristina Calzada Cisneros, Salomé Carreón Aguiñaga, Paulina Guevara Ruiz, Fernando Díaz-Barriga. Cuantificación de fluoruro y arsénico en agua distribuida para el consumo humano en México. [http://www.colsan.edu.mx/investigacion/PAYS/archivo/Cuantificacion\\_Fluoruro\\_yArsenico\\_agua\\_destinada\\_consumo\\_humano\\_Mexico.pdf](http://www.colsan.edu.mx/investigacion/PAYS/archivo/Cuantificacion_Fluoruro_yArsenico_agua_destinada_consumo_humano_Mexico.pdf)