

Determinación de la bioacumulación de metales pesados en orina y cabello a través de ICP-MS.

I.Q. Israel Marquez Quiñones (PEMA) | Dra. Judith Cardoso Martínez (CBI) | Dra. Esther A. Ruiz Huerta (CBS).

I. Problemática de Salud Ambiental en la Alcaldía Iztapalapa.

El consumo frecuente de agua de mala calidad está relacionado con el incremento en la aparición de enfermedades de tipo metabólico, lo que se suma a los cuadros gastrointestinales que comúnmente se presentan de forma aguda.

Han sido reportados diversos contaminantes presentes en agua potable y purificada, donde se encuentra la presencia de microorganismos patógenos (como coliformes fecales) y metales pesados (como hierro, manganeso, cromo, arsénico, plomo, selenio y mercurio, entre otros; véase figura 1) todos son fuente de enfermedades para los seres vivos cuando se encuentran en mayor cantidad que lo indicado en las normas mexicanas (Flores-Díaz, et al., 2019; NOM-127-SSA1-2021).

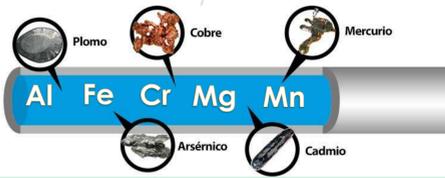


Figura 1. Algunos metales pesados contenidos en el agua potable de consumo humano. Fuente: Google Imágenes.

En el siguiente mapa, se muestran algunas zonas del oriente y sureste de la Ciudad de México (CDMX), donde se han realizado nuestros para conocer la calidad del agua; principalmente para determinar las concentraciones de Manganeso (Mn) y Hierro (Fe).

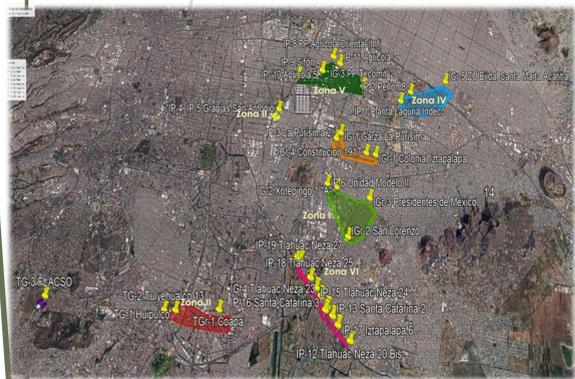


Figura 2. Ubicación de los pozos de las alcaldías Iztapalapa y Tlalpan de los que se colectaron muestras de agua. Elaboración en Google Earth (2021).

Para el hierro, las zonas 1, 2, 4, 5 y 6 de Iztapalapa presentan problemáticas con este parámetro. Tlalpan sin concentraciones alarmantes. Los resultados mostraron una variación de 0.02-2.36 mg/L, por lo que se asume que las concentraciones se mantienen oscilando entre los valores reportados en fuentes antecedentes, sin exhibir un incremento. Sin embargo, en algunos casos los valores encontrados exceden hasta siete veces el valor normativo.

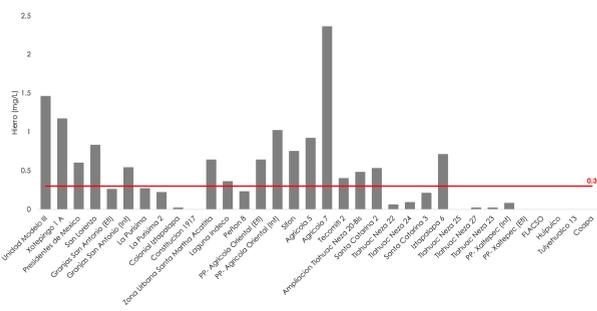


Figura 3. Valores obtenidos de Hierro (Fe²⁺) de los sitios muestreados en las alcaldías de Tlalpan e Iztapalapa en 2021. Se muestra en la línea roja el Límite Máximo Permisible para agua de uso y consumo humano establecido en la NOM-127-SSA1-2017. Fuente: Rueda y Cardoso (2022).

Se observó que el manganeso fue el componente dominante ya que estuvo presente en el 100% de las muestras recolectadas. Las zonas que obtuvieron mayores concentraciones de Mn²⁺ correspondieron a las zonas 1, 2, 5 y 6 de Iztapalapa y zonas 1 y 2 de Tlalpan. Los valores oscilaron en un rango de entre 0.3-1.3 mg/L. Al igual que el Fe²⁺, aparentemente no ha habido un incremento exponencial en las concentraciones de ambos iones en el tiempo. Se percibió que las PPs logran reducir las concentraciones tanto de Fe²⁺ y Mn²⁺, desafortunadamente sin lograr alcanzar los parámetros requeridos.

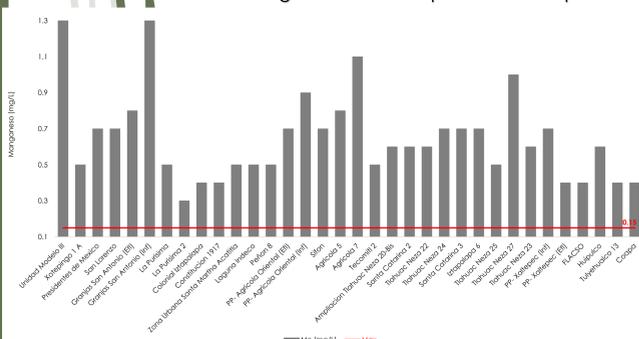


Figura 4. Valores obtenidos de Manganoso (Mn²⁺) de los sitios muestreados en las alcaldías de Tlalpan e Iztapalapa en 2021. Se muestra en la línea roja el Límite Máximo Permisible para agua de uso y consumo humano establecido en la NOM-127-SSA1-2017. Fuente: Rueda y Cardoso (2022).

II. Bioacumulación.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la bioacumulación es el proceso que ocurre dentro de un organismo, donde una concentración de una sustancia se acumula en los tejidos y se absorbe más rápido de lo que se elimina.

La bioacumulación a menudo ocurre de dos maneras, simultáneamente: comiendo alimentos contaminados y absorbiendo directamente del agua. Este segundo caso se denomina específicamente bioconcentración.

La población está expuesta a diversos problemas de salud debido al tipo de agua que consume, aunado a alimentos contaminados con metales pesados como son los pescados y productos enlatados, entre otros. La evaluación de estos metales bioacumulados en las muestras biológicas permitirá evaluar posibles fuentes de contaminación haciendo énfasis en el agua purificada que consume la población estudiantil de la UAM.

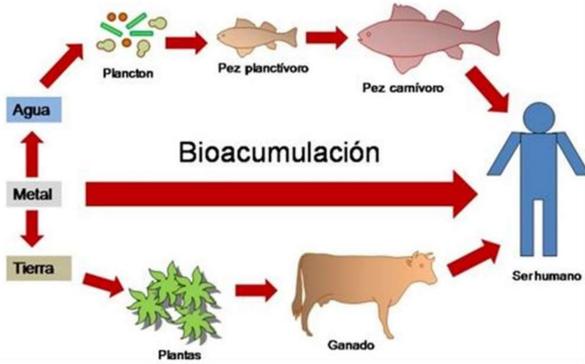


Figura 5. Diagrama simplificado de las rutas que siguen los metales en el proceso de bioacumulación. Podemos observar 3 rutas, dos son por alimentos obtenidos de la tierra y el mar y una es de forma directa por adsorción. Fuente: Google Imágenes.

En el siguiente diagrama de Causa-Efecto se identifican algunas fuentes que contribuyen a la bioacumulación de metales en el cuerpo humano.

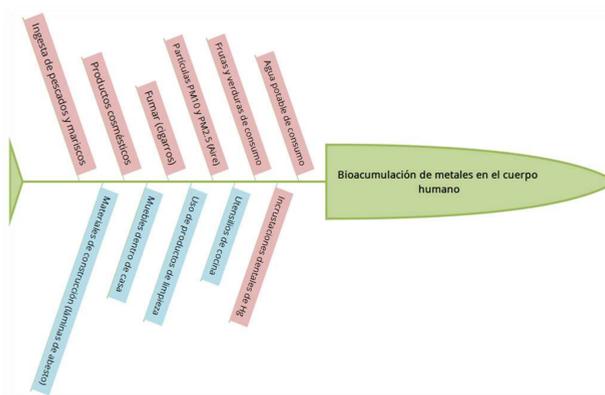


Figura 6. Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa). En rosa se enuncian las causas directas de bioacumulación de metales por ingesta o contacto directo con el ser humano. En azul se enuncian las causas indirectas que provocan bioacumulación en el cuerpo humano. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Organización Ambiental de Canadá, los efectos a la salud en el cuerpo humano se describen algunos efectos a la salud que genera la bioacumulación de metales en el cuerpo humano.

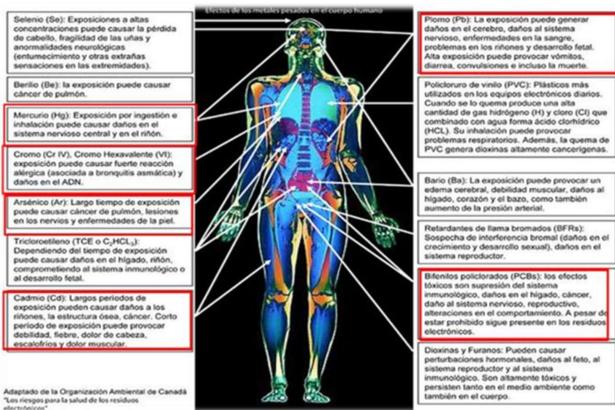


Figura 7. Diagrama de los efectos nocivos a la salud que provoca la bioacumulación de metales pesados en el cuerpo humano. Fuente: Adaptado de la Organización Ambiental de Canadá.

De acuerdo con Prüss-Ustün (2019), en 2016 la contribución de los riesgos ambientales a las enfermedades no transmisibles (ENT) se deben a la contaminación del aire que fue el segundo factor de riesgo más que causa las ENT a nivel mundial, justo después del tabaquismo (véase figura 8). En muchos países, por ejemplo, en el sureste de Asia, la contaminación del aire es, con mucho, la principal causa de las ENT.

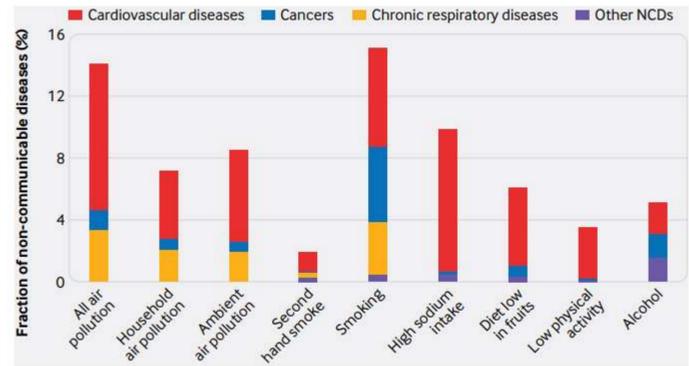


Figura 8. Fracción atribuible de enfermedades no transmisibles (ENT) para factores de riesgo seleccionados por grupo de enfermedades en 2016. Contaminación del aire ambiental y del hogar caracterizada por el indicador de material particulado. Para la contaminación del aire, las fuentes alternativas brindan resultados similares: 13 % y 10 % en lugar del 14 % de las ENT. Fuente: Prüss-Ustün (2019).

III. Metodología Experimental.

- I. Se tomarán una muestra de orina y cabello en un conjunto de 80 estudiantes de la UAM-I para evaluar la presencia de 8 metales y metaloides tóxicos previamente seleccionados (Pb, As, Hg, Mn, Fe, Cd, Cr y Al).
- II. Se les dará un tratamiento fisicoquímico a las muestras de cabello para su posterior introducción en el equipo de ICP-MS.
- III. Las muestras de orina se diluirán para su posterior introducción en el equipo de ICP-MS.
- IV. Ambas muestras serán analizadas en el ICP-MS para la cuantificación de la concentración de los 8 metales pesados seleccionados para este trabajo de investigación.

IV. Resultados Esperados.

Debido a la presencia de metales pesados en agua potable de consumo humano:

- ✓ Las muestras de cabello revelarán la concentración de metales pesados bioacumulados en el largo plazo; y
- ✓ Las muestras de orina revelarán la concentración de metales pesados en el corto plazo.

V. Conclusiones Esperadas.

- ✓ Este proyecto transversal y preventivo nos ayudará a comprobar si el agua potable de consumo humano es un factor detonante en la salud de los individuos de estudio.
- ✓ Los resultados obtenidos en este proyecto servirán para la elaboración de normas que sean más estrictas con las concentraciones de metales pesados en agua potable de consumo humano e incluso con agua de uso de doméstico.
- ✓ Este proyecto da pauta a abrir nuevas investigaciones como el estudio de la bioacumulación en otras fuentes de exposición indicadas en la figura 6.

VI. Bibliografía.

- Flores-Díaz Adriana Carolina, et al. Calidad del agua en México En Calidad del Agua en las Américas Riesgos y Oportunidades. IANAS La Red Interame de Academias de Ciencias 2019, 418-442.
- INEGI (2021). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2020. Recuperado el 22 de septiembre de 2021 en: <https://www.inegi.org.mx/app/cpv/2020/resultadosrapidos/default.html?texto=Iztapalapa>
- Montero Delia P. (2017) Purificadoras de agua y consumo masivo: el agua de los pobres. En Voces de la UAM, publicado el 20 de julio de 2017.
- 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. Secretaría de Salud.
- OMS. (2019). Planificación estratégica para la aplicación de los artículos sanitarios del Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Who.int. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329879/9789243516844-spa.pdf>
- Prüss-Ustün, A., van Deventer, E., Mudu, P., Campbell-Lendrum, D., Vickers, C., Ivanov, I., Forastiere, F., Gumy, S., Dora, C., Adair-Rohani, H., & Neira, M. (2019). Environmental risks and non-communicable diseases. BMJ (Clinical Research Ed.), 364, 1265. <https://doi.org/10.1136/bmj.1265>
- Rueda, G. A. K., & Cardoso, M. M. de L. J. (2022). INFORME CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL ORIENTE Y SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO. En jcam@xanum.uam.mx.