

## INTRODUCCIÓN

El Valle del Mezquital (VM) es la zona más grande de México en recibir aguas residuales provenientes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) con uso en la agricultura (García-Salazar, 2019). Además, en esta zona se encuentran diversas actividades industriales, como una termoeléctrica, cementeras y una refinería, y la región está influenciada por actividad hidrotermal. Estudios previos han destacado la relación entre la contaminación ambiental y el aumento de enfermedades en la población local.

Los elementos contaminantes analizados en el estudio con sus posibles efectos en la salud:

- Arsénico:** Enfermedades cardiovasculares, renales, hematológicas, epidérmicas, respiratorias, visuales, estomacales y parálisis parcial.
- Coliformes:** Enfermedades parasitarias y gastrointestinales como enteritis, diarrea, tifoidea, hepatitis A, cólera, etc.
- Flúor:** Fluorosis dental y esquelética, fracturas óseas.
- Nitratos:** Cánceres (gastrointestinales), enfermedades coronarias, respiratorias, del sistema nervioso, tumores cerebrales y malformaciones.
- Plomo:** Cánceres (hígado, piel, pulmón y vejiga), enfermedades del sistema nervioso, cardiovasculares, reproductivas, epidérmicas y hematológicas.

## OBJETIVO

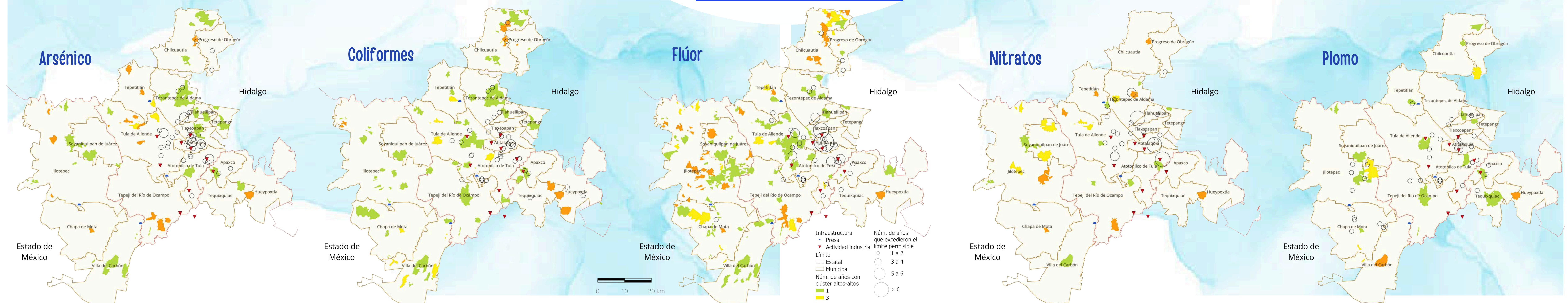
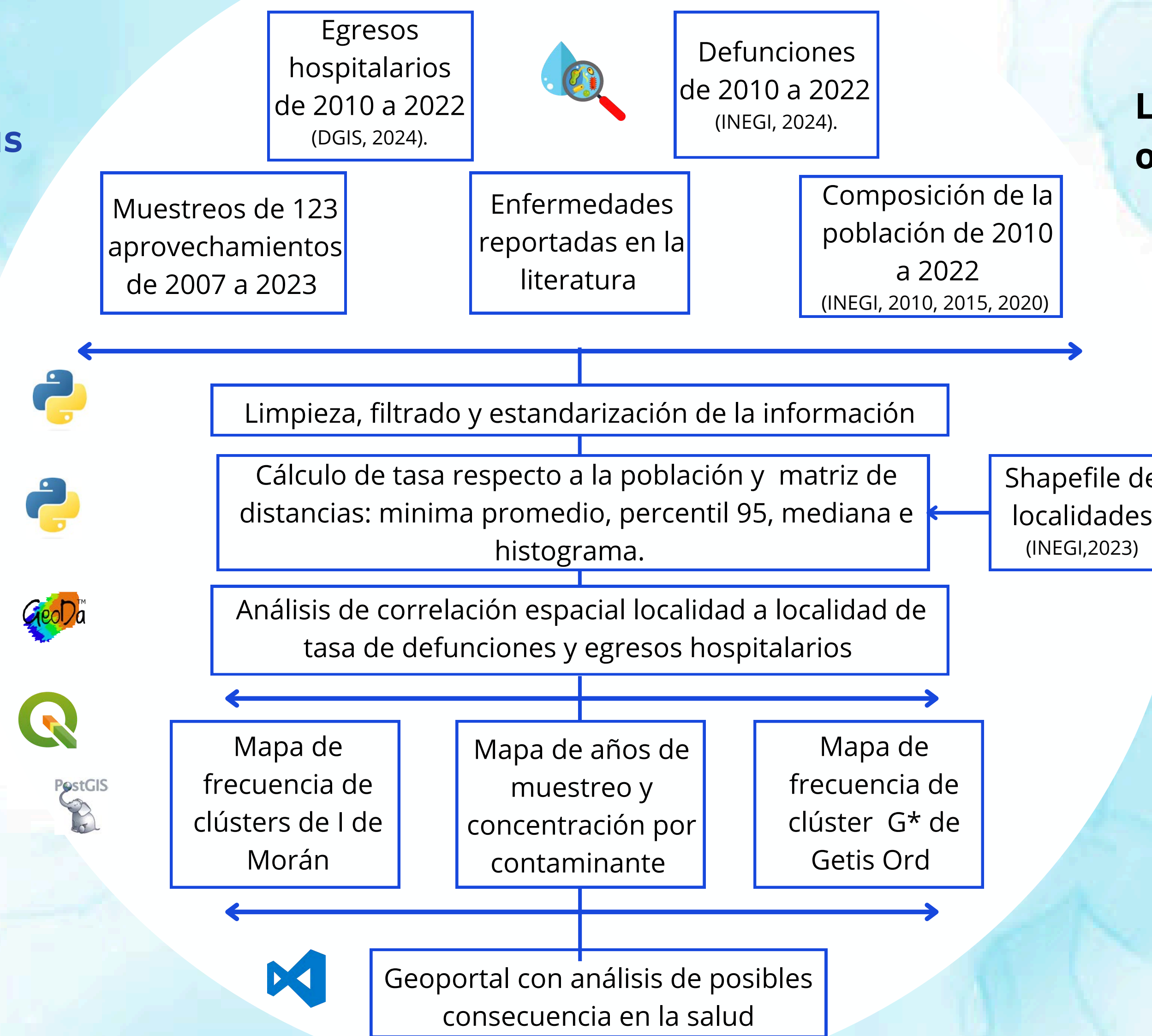
Analizar la distribución de los elementos contaminantes de los aprovechamientos muestreados en el período 2010 a 2022, para establecer la posible relación entre el uso del agua contaminada y las enfermedades en la población local mediante métodos de análisis espacial para apoyar el diseño de políticas públicas y el empoderamiento social de las comunidades sobre la gestión del agua a través de un geoportal de visualización.

## RESULTADOS

La G\* de Getis Ord con la matriz de distancia percentil 95 obtuvo mejores resultados.

- Arsénico:** Bajas recurrencias en el norte, excepto Chilcuautla. En el centro, variaciones en municipios industriales. Alta recurrencia en Tepeji del Río (sur). Este y oeste destacan Jilotepec y Hueyoxtla.
- Coliformes:** Chilcuautla y Progreso de Obregón (norte) con alta recurrencia. Tula de Allende y Tepetitlán (centro) con clusters de recurrencia. Villa del Carbón (sur) y Tequiquiac, Hueyoxtla (este) con alta recurrencia.
- Flúor:** Chilcuautla y Progreso de Obregón (norte) superan límites. Tepetitlán y Tula de Allende (centro) con niveles altos. Tepeji del Río y Villa del Carbón (sur) presentan alta recurrencia, al igual que Jilotepec y otras localidades en el oeste.
- Nitratos:** Alta recurrencia en el norte, centro y sur, destacando Tepetitlán, Tezontepec de Aldama, Tula de Allende, Tepeji del Río, Hueyoxtla, Jilotepec, y Chapa de Mota.
- Plomo:** Alta recurrencia en Hueyoxtla (este) y Villa del Carbón (sur). Recurrencia media en Progreso de Obregón, Jilotepec, y Chapa de Mota (oeste).

## METODOLOGÍA



## CONCLUSIONES

- Se identificó un patrón espacial en los clústeres de egresos hospitalarios y defunciones, alineados con la ruta del Río Salado-Tula, el corredor industrial y los distritos de riego.
- Hay clústeres con alta incidencia que no están monitoreados, por lo que es crucial realizar muestreos en esas áreas.
- La diferencia del índice I de Moran, el índice G de Getis-Ord ofrece una visión más detallada sobre puntos críticos locales y su relación con la salud.
- No se puede afirmar con certeza que únicamente los contaminantes en el agua subterránea impacten la salud debido a la complejidad de la zona.
- Fue difícil hallar los padecimientos relacionados con algunos contaminantes, así como la comprensión de ciertos términos médicos.
- La falta de muestreos continuos en tiempo y espacio limitó el análisis por la cantidad de datos disponibles.

## RECOMENDACIONES

- Realizar muestreos constantes en toda la región, enfocándose en las zonas con mayor incidencia de egresos y defunciones: Norte, Sur y Oeste.
- Extender el muestreo a presas, canales de riego y corrientes superficiales para un análisis integral.
- Implementar un programa de registro y seguimiento médico en localidades con altas tasas de hospitalización y defunciones para examinar a profundidad el vínculo de las enfermedades con el uso del agua.
- Evaluar variables adicionales como calidad de vida, características demográficas de la población, usos y costumbres, acceso a agua potable, calidad del aire, y otras fuentes de contaminación tanto naturales como antrópicas: industrias, aguas residuales infiltradas, actividad hidrotermal, etc.

## AGREDECIMIENTOS

Dr. Jorge Paredes Tavares, Maestro Alberto Porras Velázquez, Dr. José Mauricio Galeana Pizaña, M. Amílcar Morales Gamas.

## REFERENCIAS

Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115.

Anselin, L. (2003). Spatial econometrics. In *A companion to theoretical econometrics* (pp. 310–330). Wiley.

Anselin, L., Syabri, I., & Kho, Y. (2006). Geoda: An introduction to spatial data analysis. *Geographical Analysis*, 38(1), 5–22.

Cárdenas Calvetti, O. L., & Sánchez Ortiz, I. A. (2013). Nitrogeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. *Universidad y Salud*, 15(1), 72–88.

Carroll, E. M., & Lorenz, A. H. (2008). Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult (Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana). Facultad de Ciencias, Microbiología Industrial.

Dirección General de Información en Salud (DGIS). (2024). Bases de datos de egresos hospitalarios. Secretaría de Salud, Gobierno de México. Recuperado el 04 de marzo de 2024, [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdatos/dg\\_egresos\\_hosp\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdatos/dg_egresos_hosp_gobmx.html)

García-Salazar, E. M. (2019). El agua residual como generadora del espacio de la actividad agrícola en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Estudios Sociales: Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(154), 1–35.

Genell, J. M., Johnson, C. C., & Rybcyk, R. A. (1999). Occupational exposure to manganese, copper, lead, iron, mercury and zinc and the risk of Parkinson's disease. *Neurotoxicology*, 20(2–3), 239.

Hurtado-Jiménez, R., & Cardón-Torres, J. (2003). Estimation of exposure to fluoride in "Los Altos de Jalisco", Mexico. *Hui Zhu, Liu Zhu, Bailing Yan, & Junlan Guan. (2014). Accumulation of lead, zinc, and copper in scalp hair of residents in a long-term irrigation area downstream of the Second Songhua River, Northeast China. Human and Ecological Risk Assessment*, 20(1), 137–106.

INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Panorama sociodemográfico de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 26 de marzo de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/programas/cpp/2010/>

INEGI. (2015). Encuesta Intercensal 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 26 de marzo de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercenal/2015/#tabulados>

INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Panorama sociodemográfico de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 26 de marzo de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/programas/cpp/2020/>

INEGI. (2023). Marco Sociodemográfico. Recuperado el 1 de agosto de 2024 de <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#descargas>

INEGI. (2024). Encuesta Demográfica Retrospectiva (EDR). Recuperado el 06 de marzo de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/programas/edr/>

Lara Figueroa, H. H., & García Salazar, E. M. (2019). Prevalencia de enfermedades asociadas al uso de agua contaminada en el Valle del Mezquital. *Entrevistas: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, 17(21), 91–106.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (1988). Disposiciones generales (Artículo 3). Ciudad de México, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Manual MSD. (2023). Envenenamiento con plomo. Manual MSD. Recuperado el 5 de agosto de 2024, de <https://www.msdmanuals.com/es-es/profesional/infecciones-y-envenenamientos/intoxicaci%C3%B3n/envenenamiento-con-plomo>

MedlinePlus. (2023). Entesitis por E. coli. Recuperado el 5 de agosto de 2024, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000296.html>

Mendoza-Cano, O., Sánchez-Piña, R. A., Barón-Quintana, J., Cuevas-Arellano, H. B., Escalante-Minakata, P., & Solano-Barajas, R. (2017). Riesgos potenciales de salud por consumo de agua con arsénico en Colima, México. *Salud Pública de México*, 59(1), 34–40.

Octavio-Aguilar, P., & Olmos-Palma, D. A. (2023). Efectos sobre la salud del agua contaminada por metales pesados. *Heredia*, 4(1), 43–47.

Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment. (1987). *Toxicological review of cadmium*. Washington, D. C.

Olmos-Palma, D. A., & Octavio-Aguilar, P. (2023). Publicación semestral. *Heredia*, Vol. 4, No. 43–47.

OMS. (2023). *Drinking-water*. World Health Organization. Recuperado el 1 de marzo de 2024 de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Ottavio, M., Peluso, F., & González-Castellón, J. (2014). Riesgo a la salud integrado por flúoruro, nitrato y arsénico en agua subterránea: caso del partido de Tres Arroyos, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(1), 27–41.

Pollack, A. Z., Sjaarda, L., Alvares, K. A., Mumford, S. L., Browne, R. W., Wactawski-Wende, J., & Schisterman, E. F. (2014). Association of cadmium, lead and mercury with paracetamol use in women. *PLoS ONE*, 9(3), e92152.

Quintero-Somali, A., & Quirindongo, M. (2004). Peligro oculto, riesgos ambientales a la salud de la comunidad latina. New York, NY: Natural Resources Defense Council.

Secretaría de Salud. (2016). ¿Sabías qué es la amebiasis o amibiosis? Gobierno de México. Recuperado el 18 de febrero de 2024 de <https://www.gob.mx/salud/articulos/sabias-que-es-la-amebiasis-o-amibiosis>

