

Concentraciones de plomo en sangre en población infantil de Velardeña, Durango: un estudio preliminar

Blood lead levels in child population from Velardeña, Durango: a preliminary study

Edgar Héctor Olivas Calderón¹, Rolando Adair Facio Campos¹, Cristo Omar Puente Valenzuela²,
Jorge Alejandro Sosa Gutiérrez^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Químicas Gómez Palacio, Universidad Juárez del Estado de Durango, CP. 35015, Gómez Palacio, Durango, México.
Tel. (871) 7158810, jorgealejandro.sosa@ujed.mx

² Facultad de Ciencias Biológicas Gómez Palacio, Universidad Juárez del Estado de Durango, CP. 35015, Gómez Palacio, Durango, México.

*Autor de correspondencia

Resumen

Palabras clave:

Plomo;
contaminación;
intoxicación; niños.

El plomo (Pb) es especialmente dañino en niños debido a que su organismo es más sensible a sus efectos tóxicos. Niveles bajos de exposición ambiental pueden afectar el sistema nervioso, el desarrollo neurológico y el crecimiento. Esta investigación tuvo como propósito medir los niveles de Pb en sangre en niños de entre 6 y 12 años, residentes de Velardeña, Durango. Para ello, se aplicó la técnica de espectrofotometría de absorción atómica (AAS) en muestras de sangre total de 20 niños. Se obtuvo un promedio de concentración de 10.90 µg/dL, sin diferencias significativas entre sexos o grupos etarios. Todos los participantes superaron el límite máximo permitido (5 µg/dL) establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo que resalta la necesidad de realizar un monitoreo constante de la exposición a Pb en comunidades vulnerables y tomar acciones preventivas ante una probable exposición al metal.

Abstract

Keywords: Lead;
contamination;
intoxication;
children.

Lead (Pb) is particularly harmful to children because their bodies are more sensitive to its toxic effects. Even low levels of environmental exposure can affect the nervous system, neurological development, and growth. The purpose of this study was to measure blood Pb levels in children aged 6 to 12 years living in Velardeña, Durango. For this, the atomic absorption spectrophotometry (AAS) technique was applied to whole blood samples from 20 children. An average concentration of 10.90 µg/dL was obtained, with no significant differences between sexes or age groups. All participants exceeded the maximum limit (5 µg/dL) established by the World Health Organization (WHO), highlighting the need for continuous monitoring of Pb exposure in vulnerable communities and the implementation of preventive actions against likely metal exposure.

Recibido: 15 de agosto de 2025

Aceptado: 18 de junio de 2026

Publicado: 30 de septiembre de 2026

Cómo citar: Olivas, E. H.; Facio, R. A.; Puente, C. O.; & Sosa, J. A. (2026). Concentraciones de plomo en sangre en población infantil de Velardeña, Durango: un estudio preliminar. *Acta Universitaria*, 36, e4766. doi: <https://doi.org/10.15174/au.2026.4766>

Introducción

El plomo (Pb) es un metal pesado ampliamente distribuido en el medio ambiente como resultado de actividades humanas, especialmente de origen industrial y minero. Aunque se encuentra de manera natural en la corteza terrestre, más del 95% del Pb ambiental proviene de fuentes antropogénicas, como la minería, la quema de combustibles fósiles, la producción de baterías y pigmentos y el uso de este metal en la alfarería tradicional (Chavez-Garcia *et al.*, 2022; Gonzalez-Villalva *et al.*, 2025). La persistencia del Pb en el ambiente, su movilidad a través del aire, agua y suelo, y su capacidad para bioacumularse en organismos vivos lo convierten en un contaminante prioritario para la salud pública global (Assi *et al.*, 2016; Wani *et al.*, 2015).

Una vez absorbido, puede acumularse principalmente en tejidos óseos y blandos, con una vida media que puede superar las dos décadas (Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR], 2020; Ali *et al.*, 2019; Collin *et al.*, 2022). Esta característica, sumada a su toxicocinética específica, lo convierte en un riesgo persistente, especialmente en poblaciones vulnerables como los niños, cuyas tasas de absorción intestinal de Pb son entre cuatro y cinco veces mayores que las de los adultos. Además, los sistemas en desarrollo, como el sistema nervioso central, son particularmente susceptibles a sus efectos, lo que puede traducirse en alteraciones irreversibles en el neurodesarrollo, déficits cognitivos, bajo rendimiento escolar y problemas de conducta (Committee on Environmental Health, 2005; Hauptman *et al.*, 2017; Heidari *et al.*, 2022; Jacobs & Brown, 2023; Newman *et al.*, 2023).

La OMS ha establecido que no existe un umbral seguro para la exposición al Pb. Incluso concentraciones inferiores a los 5 µg/dL de Pb en sangre se han asociado con daños neurológicos sutiles pero significativos (Ruckart *et al.*, 2021). La exposición infantil es una de las principales causas ambientales de pérdida de potencial intelectual y productividad futura. Según estimaciones, la exposición al Pb fue responsable de más de 900 000 muertes y de una carga de enfermedad considerablemente mayor en países de ingresos bajos y medios (Ericson *et al.*, 2021; Irawati *et al.*, 2022).

En México, diversas regiones con antecedentes de actividad minera o metalúrgica, como Zacatecas, San Luis Potosí, Coahuila y Durango, han sido identificadas como zonas de alto riesgo para exposición al Pb (Caravanos *et al.*, 2014; Rosano Pérez & Sánchez López, 2023; Santos-Santos *et al.*, 2006; Soto-Jiménez & Flegal, 2011; Soto-Ríos *et al.*, 2017). Particularmente, el distrito minero de Velardeña, en Durango, representa un caso relevante dada su prolongada actividad extractiva y su cercanía a comunidades habitadas. A pesar de ello, la vigilancia ambiental y monitorización en estas zonas suelen ser escasas o inexistentes, lo que dificulta la identificación oportuna de riesgos y la posible implementación de medidas preventivas.

Ante este panorama, la cuantificación de Pb en sangre en la población infantil se considera el estándar para evaluar la exposición reciente a este metal. El presente estudio tiene como objetivo determinar los niveles de Pb sanguíneo en niños de entre 6 y 12 años residentes de Velardeña, Durango, mediante espectrofotometría de absorción atómica e identificar la magnitud del riesgo para esta población. La evidencia generada permitirá sentar bases para futuras acciones de monitoreo ambiental, educación sanitaria y políticas públicas enfocadas a reducir la exposición y sus consecuencias a largo plazo.

Materiales y métodos

Obtención de las muestras

Las muestras sanguíneas fueron recolectadas de niños con edades entre los 6 y 12 años, estudiantes de la Escuela Primaria Del Centenario, ubicada en la comunidad de Velardeña, Durango (Figura 1), en un periodo comprendido entre diciembre del 2020 y agosto del 2023. Los criterios de inclusión establecieron que los participantes debían haber residido en la zona por un periodo mínimo de tres años. La recolección se llevó a cabo mediante venopunción en extremidades superiores, extrayéndose al menos 3 ml de sangre total por individuo. Las muestras fueron colocadas en tubos con anticoagulante (EDTA) y transportadas a una temperatura de 4 °C al Laboratorio de Toxicología Ambiental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango para su posterior procesamiento y análisis.

Este estudio cumplió con todos los lineamientos éticos establecidos para investigaciones con seres humanos. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los padres o tutores legales de los participantes, previa explicación de los objetivos del estudio, los procedimientos involucrados y los posibles riesgos y beneficios. Asimismo, se solicitó el asentimiento de los niños participantes, explicándoles de manera clara y acorde con su edad el procedimiento de toma de muestra, su participación voluntaria y la posibilidad de retirarse del estudio en cualquier momento. El protocolo fue evaluado y aprobado por el comité de ética de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango, garantizándose la confidencialidad de los datos y la protección de los derechos de los menores en todo momento.

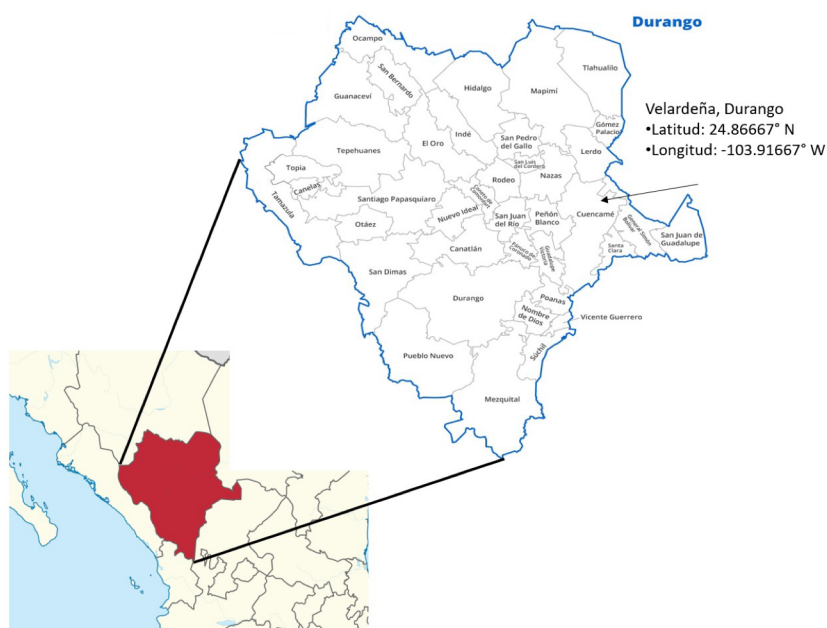


Figura 1. Localización geográfica de Velardeña, Durango.
Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de variables sociodemográficas y factores asociados a la exposición al Pb

Se aplicó un cuestionario para registrar variables sociodemográficas, de vivienda y de higiene personal de los participantes. Se consideraron la edad, el sexo, el turno escolar, el tipo de piso de la vivienda, la frecuencia de lavado de manos, la frecuencia de juego al aire libre y el antecedente de cambio de ropa de los padres o tutores con actividad minera antes de regresar al hogar. El cuestionario fue aplicado a los padres, madres o tutores legales de los niños participantes. La frecuencia de lavado de manos se preguntó de manera categórica y se clasificó como baja, media o alta, de acuerdo con la frecuencia referida por los tutores en situaciones de posible exposición, como antes de comer, después de jugar al aire libre y al regresar al hogar.

Determinación de Pb

La determinación de Pb en sangre se realizó conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1-2000 (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2002), mediante espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito (AAS-GF). Las muestras digeridas fueron diluidas en una proporción 1:10 con una solución compuesta por Tritón X-100 al 0.2% y ácido nítrico al 0.2%. La lectura se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito, calibrado previamente con soluciones estándar de Pb a concentraciones de 0 µg/dL, 5 µg/dL, 10 µg/dL, 20 µg/dL y 40 µg/dL, diluidas en la misma matriz que las muestras. Se utilizó una lámpara de cátodo hueco específica para Pb, con una longitud de onda de 283.3 nm y una corriente de operación de 10 mA.

Análisis estadístico

Los valores de Pb en sangre se clasificaron considerando el valor criterio vigente de 5 µg/dL establecido en la modificación de 2017 de la NOM-199-SSA1-2000 para población infantil (DOF, 2017). Para describir la distribución de las concentraciones, se establecieron tres intervalos: <5 µg/dL, 5 µg/dL–10 µg/dL y >10 µg/dL. Asimismo, se conformaron distintos grupos con base en la edad, el turno escolar y el sexo de los niños. Previo a la comparación entre grupos, se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, considerando el tamaño reducido de la muestra. Cuando los datos cumplieron el supuesto de normalidad, se aplicaron la prueba *t* de Student o análisis de varianza (ANOVA), según correspondiera. En caso de no cumplirse dicho supuesto, se consideró el uso de pruebas no paramétricas equivalentes. Se consideró un nivel de significancia de $p < 0.05$. Todos los análisis se realizaron utilizando el programa STATA versión 14.0.

Resultados

El estudio contó con 20 niños participantes cuya edad promedio fue de 9.4 ± 1.27 años, y la mayoría de ellos eran del género masculino (65%, $n = 13$). Los resultados obtenidos revelaron que la concentración media de Pb en sangre fue de 10.90 µg/dL (Tabla 1), superando el límite permisible establecido por la OMS y la NOM-199-SSA1-2000 (OMS, 2021; DOF, 2017).

Tabla 1. Media de Pb en sangre de la población infantil.

	$\bar{x}$	σ	Min	Max
Edad	9.40	1.27	7	11
Pb en sangre (µg/dL)	10.90	2.68	6.85	15.69

Fuente: Elaboración propia.

Al clasificar los resultados en intervalos descriptivos, se observó que ningún participante presentó concentraciones menores de 5 µg/dL; nueve niños (45%) se ubicaron entre las concentraciones 5 µg/dL y 10 µg/dL, y 11 niños (55%) presentaron concentraciones superiores a 10 µg/dL (Tabla 2), sin existir una diferencia estadísticamente significativa entre el sexo (Figura 2a) o el turno al que asistían a clases (Figura 2b).

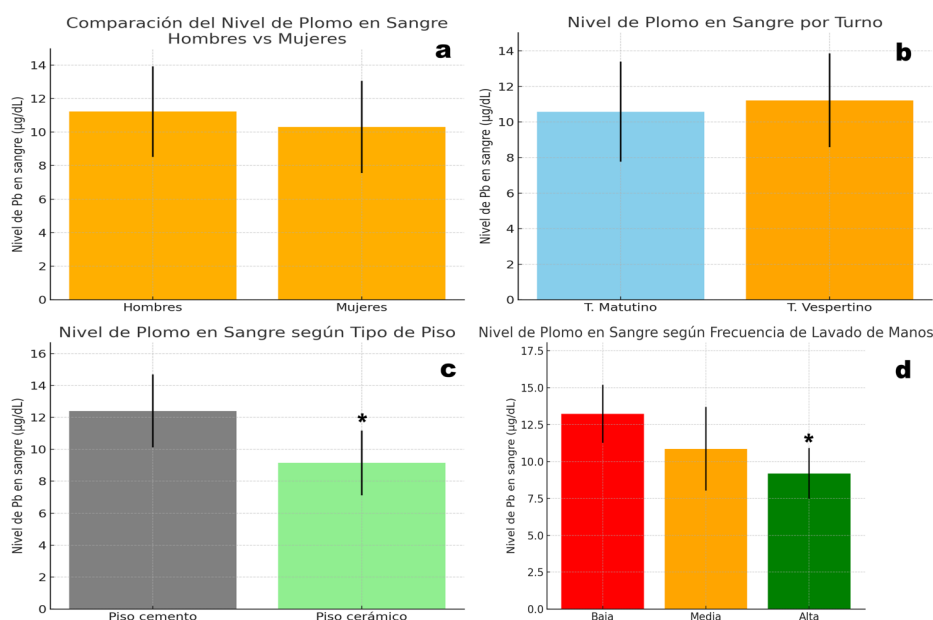
Tabla 2. Distribución de la población infantil según intervalos descriptivos de Pb en sangre.

Intervalo de Pb en sangre	n	Frecuencia (%)
<5 µg/dL	0	0
5-10 µg/dL	9	45
>10 µg/dL	11	55
Total	20	100

Fuente: Elaboración propia.

Con relación a las condiciones de la vivienda, el 55% de los niños habitaban una casa con piso de cemento firme, mientras que el 45% contaba con piso cerámico en su casa. Los infantes que habitaban una casa con piso de cemento mostraron mayores niveles de Pb en sangre en comparación a los que tienen piso cerámico ($p = 0.005$) (Figura 2c). Respecto a las condiciones de higiene personal, la mayor frecuencia del lavado de manos (Figura 2d) demostró estar asociada a niveles más bajos de Pb en sangre ($p = 0.011$), aunque la frecuencia con la que jugaban al aire libre no tuvo un impacto significativo sobre los niveles de Pb en sangre.

En cuanto a los padres de los niños, el 75% ($n = 15$) regresaba a casa portando la misma ropa con la que laboraban en la mina; sin embargo, esta variable no mostró una diferencia significativa en los niveles de Pb en sangre respecto a los niños cuyos padres se cambiaban de ropa antes de regresar al hogar (datos no mostrados).



Nota. * Diferencias significativas si $p < 0.05$.

Figura 2. Comparación de los niveles de Pb en sangre según variables sociodemográficas, de vivienda e higiene personal.
Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La OMS ha reiterado que no existe un nivel seguro de exposición al Pb, ya que concentraciones sanguíneas inferiores a 5 $\mu\text{g/dL}$ han sido asociadas con daños cognitivos, trastornos conductuales, reducción del coeficiente intelectual y menor rendimiento escolar (Ericson *et al.*, 2021; Hauptman *et al.*, 2017). Los resultados del presente estudio evidencian esta problemática: todos los niños evaluados presentaron niveles de Pb en sangre superiores al umbral de 5 $\mu\text{g/dL}$, con un promedio general de $10.90 \mu\text{g/dL} \pm 2.68 \mu\text{g/dL}$. Estos valores no solo rebasan el punto de referencia de la OMS, sino también el establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1-2000, que considera 5 $\mu\text{g/dL}$ como límite de intervención (DOF, 2017). Estos hallazgos son coherentes con los reportes de Soto-Ríos *et al.* (2017), quienes documentaron concentraciones de hasta 15.9 $\mu\text{g/dL}$ de Pb en sangre en una comunidad cercana a explotaciones mineras en el estado de Guerrero, México. También concuerdan con lo observado por Childebayeva *et al.* (2021), quienes encontraron niveles significativamente más elevados de Pb en sangre ($4.75 \mu\text{g/dL} \pm 1.53 \mu\text{g/dL}$) en habitantes de una comunidad minera en Perú comparados con la capital del país ($2.03 \mu\text{g/dL} \pm 0.62 \mu\text{g/dL}$). En el caso de nuestro estudio, la distancia promedio de la mina al centro de la comunidad es de 500 m (Figura 3), lo que deja en evidencia la cercanía de los hogares con las actividades de extracción.



Figura 3. Distancia promedio de la mina al centro de la comunidad.

Fuente: Elaboración propia con imágenes de Google Maps.

Un aspecto destacable fue la falta de diferencias estadísticamente significativas en los niveles de Pb respecto al sexo o turno escolar de los niños, lo cual concuerda con estudios como el de Committee on Environmental Health (2005), que señalan que los factores ambientales tienen un mayor peso en la exposición que las características demográficas. Sin embargo, sí se identificó una diferencia significativa en función del tipo de piso de la vivienda: los niños que habitan en casas con piso de cemento firme presentaron niveles de Pb significativamente mayores que aquellos con piso cerámico ($p = 0.005$). Esta asociación podría explicarse por la capacidad del cemento poroso para acumular y liberar polvo contaminado con metales pesados, lo cual ha sido documentado en investigaciones previas en zonas con contaminación industrial (Lanphear *et al.*, 2019; Newman *et al.*, 2023). Cabe resaltar que la zona donde se llevó a cabo el estudio es especialmente susceptible a la presencia de tolvaneras debido a la disposición geográfica que presenta, lo que puede contribuir en gran medida a la dispersión de partículas contaminantes por medio del aire.

Asimismo, la frecuencia del lavado de manos mostró una diferencia significativa ($p = 0.011$) en los niveles de Pb en sangre. Se observó una tendencia decreciente a medida que aumentaba dicha práctica, lo que sugiere que las intervenciones basadas en educación sanitaria e higiene podrían tener un impacto protector, especialmente en contextos donde la remediación ambiental inmediata no es factible. Este patrón ha sido reportado también por Newman *et al.* (2023), quienes encontraron una correlación negativa entre prácticas de higiene y biomarcadores de Pb en sangre en comunidades rurales asiáticas. La evidencia sugiere que los hábitos higiénicos, si bien no eliminan completamente la exposición, pueden mitigarla al reducir la ingesta oral de este contaminante.

En el contexto de México, múltiples regiones han sido identificadas como focos de riesgo por exposición a Pb, particularmente aquellas con pasivos ambientales derivados de la minería, como ocurre en los estados de Durango, Zacatecas y San Luis Potosí (Caravanas *et al.*, 2014; Gonzalez-Villalva *et al.*, 2025). El distrito minero de Velardeña, en Durango, constituye un caso emblemático, ya que, a pesar de su proximidad a zonas habitadas, no cuenta con un monitoreo ambiental sistemático ni con programas de vigilancia en salud pública dirigidos a la población infantil.

En conjunto, los datos obtenidos en este estudio piloto confirman la existencia de una exposición ambiental sostenida al Pb en la población infantil de Velardeña. Estos resultados subrayan la necesidad urgente de establecer programas de vigilancia epidemiológica, estrategias de educación comunitaria y, sobre todo, acciones de remediación ambiental en zonas afectadas. El monitoreo sistemático del Pb en sangre debe convertirse en una herramienta rutinaria de salud pública en comunidades expuestas, especialmente en aquellas con población infantil. Solo mediante una respuesta multisectorial articulada será posible mitigar los efectos adversos irreversibles de este metal pesado y proteger el desarrollo integral de los infantes en contextos de vulnerabilidad.

Conclusiones

Los hallazgos de este estudio confirman una situación alarmante de exposición al Pb en la población infantil de Velardeña, Durango. Todos los participantes presentaron concentraciones sanguíneas superiores a los valores máximos permisibles. Esta evidencia sugiere una exposición crónica y generalizada, probablemente vinculada a fuentes ambientales residuales derivadas de actividades mineras históricas. La ausencia de diferencias significativas entre sexos o turnos escolares refuerza la hipótesis de una exposición ambiental homogénea, mientras que la asociación significativa con el tipo de piso de la vivienda y la tendencia observada con los hábitos de higiene señalan rutas específicas de contacto y oportunidades claras para intervenciones preventivas.

Estos resultados subrayan la necesidad urgente de establecer programas de vigilancia epidemiológica, estrategias de educación comunitaria y, sobre todo, acciones de remediación ambiental en zonas afectadas. El monitoreo sistemático del Pb en sangre debe convertirse en una herramienta rutinaria de salud pública en comunidades expuestas, especialmente en aquellas con población infantil. Solo mediante una respuesta multisectorial articulada será posible mitigar los efectos adversos irreversibles de este metal pesado y proteger el desarrollo integral de los infantes en contextos de vulnerabilidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la comunidad de Velardeña por su apoyo durante la investigación.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés entre las partes.

Referencias

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2020). *Toxicological profile for lead*. <https://doi.org/10.15620/CDC:95222>
- Ali, H., Khan, E., & Ilahi, I. (2019). Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 2019(1), 6730305. <https://doi.org/10.1155/2019/6730305>
- Assi, M. A., Hezmee, M. N. M., Haron, A. W., Sabri, M. Y. M., & Rajion, M. A. (2016). The detrimental effects of lead on human and animal health. *Veterinary World*, 9(6), 660–671. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.660-671>
- Caravanos, J., Dowling, R., Téllez-Rojo, M. M., Cantoral, A., Kobrosly, R., Estrada, D., Orjuela, M., Gualtero, S., Ericson, B., Rivera, A., & Fuller, R. (2014). blood lead levels in Mexico and pediatric burden of disease implications. *Annals of Global Health*, 80(4), 269–277. <https://doi.org/10.1016/J.AOGH.2014.08.002>
- Chavez-Garcia, J. A., Noriega-León, A., Alcocer-Zuñiga, J. A., Robles, J., Cruz-Jiménez, G., Juárez-Pérez, C. A., & Martínez-Alfaro, M. (2022). Association between lead source exposure and blood lead levels in some lead manufacturing countries: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 71, 126948. <https://doi.org/10.1016/J.JTEMB.2022.126948>
- Childebayeva, A., Goodrich, J. M., Chesterman, N., Leon-Velarde, F., Rivera-Ch, M., Kiyamu, M., Brutsaert, T. D., Bigham, A. W., & Dolinoy, D. C. (2021). Blood lead levels in Peruvian adults are associated with proximity to mining and DNA methylation. *Environment International*, 155, 106587. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2021.106587>
- Collin, M. S., Venkatraman, S. K., Vijayakumar, N., Kanimozhi, V., Arbaaz, S. M., Stacey, R. G. S., Anusha, J., Choudhary, R., Lvov, V., Tovar, G. I., Senatov, F., Koppala, S., & Swamiappan, S. (2022). Bioaccumulation of lead (Pb) and its effects on human: a review. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 7, 100094. <https://doi.org/10.1016/J.HAZADV.2022.100094>
- Committee on Environmental Health. (2005). Lead exposure in children: Prevention, detection, and management. *Pediatrics*, 116(4), 1036–1046. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-1947>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (18 de octubre de 2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1-2000, Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=751988&fecha=18/10/2002
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (30 de agosto de 2017). *Modificación de los numerales 3, 6.1, tabla 1, así como los numerales 1 y 1.1.10, del Apéndice A, de la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1-2000, Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente, publicada el 18 de octubre de 2002*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5495551&fecha=30/08/2017

- Ericson, B., Hu, H., Nash, E., Ferraro, G., Sinitsky, J., & Taylor, M. P. (2021). Blood lead levels in low-income and middle-income countries: a systematic review. *The Lancet Planetary Health*, 5(3), 145–153. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30278-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30278-3)
- Gonzalez-Villalva, A., Rojas-Lemus, M., López-Valdez, N., Bizarro-Nevarés, P., Morales-Ricardes, G., Casarrubias-Tabarez, B., Cervantes-Valencia, M. E., Ustarroz-Cano, M., García-Peláez, I., & Fortoul, T. I. (2025). Lead systemic toxicity: a persistent problem for health. *Toxicology*, 515, 154163. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2025.154163>
- Hauptman, M., Bruccoleri, R., & Woolf, A. D. (2017). An update on childhood lead poisoning. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 18(3), 181. <https://doi.org/10.1016/J.CPEM.2017.07.010>
- Heidari, S., Mostafaei, S., Razavian, N., Rajati, M., Saeedi, A., & Rajati, F. (2022). The effect of lead exposure on IQ test scores in children under 12 years: a systematic review and meta-analysis of case-control studies. *Systematic Reviews*, 11(106), 1–8. <https://doi.org/10.1186/S13643-022-01963-Y>
- Irawati, Y., Kusnopranto, H., Achmadi, U. F., Safrudin, A., Sitorus, A., Risandi, R., Wangsamuda, S., Asih, P. B. S., & Syafruddin, D. (2022). Blood lead levels and lead toxicity in children aged 1-5 years of Cinangka Village, Bogor Regency. *PLOS ONE*, 17(2), e0264209. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0264209>
- Jacobs, D. E., & Brown, M. J. (2023). Childhood lead poisoning 1970-2022: charting progress and needed reforms. *Journal of Public Health Management and Practice*, 29(2), 230–240. <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000001664>
- Lanphear, B. P., Hornung, R., Khoury, J., Yolton, K., Baghurst, P., Bellinger, D. C., Canfield, R. L., Dietrich, K. N., Bornschein, R., Greene, T., Rothenberg, S. J., Needleman, H. L., Schnaas, L., Wasserman, G., Graziano, J., & Roberts, R. (2019). Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environmental Health Perspectives*, 127(9). <https://doi.org/10.1289/EHP.5685>
- Newman, N. C., Knapke, J. M., Kinyalock, R., Belt, J., & Haynes, E. (2023). Evaluation of academic detailing to educate clinicians regarding childhood lead poisoning prevention: a pilot study. *Journal of Osteopathic Medicine*, 123(3), 159–165. <https://doi.org/10.1515/JOM-2022-0125>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *WHO guideline for clinical management of exposure to lead*. World Health Organization.
- Rosano Pérez, J. L., & Sánchez López, A. I. (2023). Lead epidemiological surveillance program in a mining industry / Programa de vigilancia epidemiológica a plomo en una industria minera. *Red de Investigación en Salud en el Trabajo*, 6(S4), 225–227. <https://rist.zaragoza.unam.mx/index.php/rist/article/view/721>
- Ruckart, P. Z., Jones, R. L., Courtney, J. G., LeBlanc, T. T., Jackson, W., Karwowski, M. P., Cheng, P. Y., Allwood, P., Svendsen, E. R., & Breyse, P. N. (2021). Update of the blood lead reference value – United States, 2021. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 70(43), 1509–1512. <https://doi.org/10.15585/MMWR.MM7043A4>
- Santos-Santos, E., Yarto-Ramírez, M., Gavilán-García, I., Castro-Díaz, J., Gavilán-García, A., Rosiles, R., Suárez, S., & López-Villegas, T. (2006). Analysis of arsenic, lead and mercury in farming areas with mining contaminated soils at Zacatecas, Mexico. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 50(2), 57–63. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-249X2006000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Soto-Jiménez, M. F., & Flegal, A. R. (2011). Childhood lead poisoning from the smelter in Torreón, México. *Environmental Research*, 111(4), 590–596. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2011.01.020>
- Soto-Ríos, M. L., Juárez-Pérez, C. A., Rendón-Gandarilla, F. J., Talavera-Mendoza, O., & Aguilar-Madrid, G. (2017). Elevated blood lead levels in children associated with living near mining waste sites in Guerrero/Mexico. *Environments* 2017, 4(2), 41. <https://doi.org/10.3390/ENVIRONMENTS4020041>
- Wani, A. L., Ara, A., & Usmani, J. A. (2015). Lead toxicity: a review. *Interdisciplinary Toxicology*, 8(2), 55. <https://doi.org/10.1515/INTOX-2015-0009>