

Contaminación por plomo en suelo, agua, alimentos y sus efectos en los seres humanos

Lead contamination in soil, water, food and its effects on humans

 Yosef J. Avalos-Ramírez

yavalos@uns.edu.pe 

Universidad Nacional del Santa. Ancash, Perú

Recibido: 23/02/2023

Revisado: 11/04/2023

Aceptado: 16/06/2023

Publicado: 10/07/2023

RESUMEN

Los metales pesados como por ejemplo el plomo es de importancia porque pueden generar daño en la salud y causar un impacto negativo en suelo y agua que son fuente de exposición al plomo para los seres humanos; la presente investigación tiene como objeto revisar trabajos que confirmen la presencia de plomo en suelo y agua, así como también en frutas y verduras y analizar el efecto que puede ocasionar en las personas. Para ello se ha revisado trabajos del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación y revistas científicas. Queda demostrado que los suelos pueden contaminarse por efecto de la explotación minera, por ubicarse cerca de fábricas, industrias metalúrgicas, la agricultura y por la contaminación que resulta del tránsito vehicular. Así también, el agua puede contaminarse por la explotación minera legal como ilegal. Los pastos, verduras y frutas que se consumen diariamente pueden bioacumular plomo. Todo ello resulta preocupante, según la OMS tan solo 5 µg/dL puede causar daño en la salud del hombre. Esta información debe servir para que nuestras autoridades involucradas con la salud y el medio ambiente reflexionen sobre las tareas a realizar para mitigar y prevenir este grave daño en la salud de los seres humanos. **Palabras clave:** Intoxicación por plomo, exposición ambiental y seguridad alimentaria.

ABSTRACT

Heavy metals such as lead are important because they can cause damage to health and have a negative impact on soil and water, which are sources of lead exposure for humans; the purpose of this research is to review papers that confirm the presence of lead in soil and water, as well as in fruits and vegetables, and to analyze the effect it can have on people. To this end, works from the National Digital Repository of Science, Technology and Innovation and scientific journals have been reviewed. It has been demonstrated that soils can be contaminated by mining, by being located near factories, metallurgical industries, agriculture and by contamination resulting from vehicular traffic. Water can also be contaminated by both legal and illegal mining. The grasses, vegetables and fruits consumed daily can bioaccumulate



lead. According to the WHO, only 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ can cause harm to human health. This information should help our authorities involved with health and the environment to reflect on the tasks to be carried out to mitigate and prevent this serious damage to the health of human beings.

Keywords: Lead poisoning, environmental exposure and food safety.

INTRODUCCIÓN

Según el Ministerio de salud ((MINSA) 2019), uno de los principales problemas a nivel global es la contaminación y esto es resultado de las diversas actividades cotidianas del ser humano y los procesos productivos. En Perú, según esta entidad pública el plomo, es uno de los principales contaminantes, que no solo afecta a la salud humana sino también la de los animales y el medio ambiente. El plomo, y otros metales, los cuales no tienen ninguna función biológica, su sola presencia es comúnmente tóxica para los seres vivos. En las cadenas alimenticias, las plantas superiores son las principales vías de ingreso a los animales menores y de allí directamente al hombre (Malacalza, 2013). Existen trabajos realizados por organismos internacionales incluida la Organización Mundial de la Salud (OMS), que documentan los efectos dañinos del plomo sobre la salud, a niveles de exposición, de 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ e inferiores, algunos efectos pueden ser: anorexia, dolor abdominal, náuseas, cefalea, irritabilidad, ataxia, convulsiones, edema cerebral, anemia, insuficiencia renal y hepática (OMS, 2021). En ese sentido la contaminación del suelo con plomo influye significativamente en la sangre de las poblaciones vulnerables (Díaz, 2016) y también impacta negativamente en la calidad del agua de río (Arce, 2017). El objetivo de este trabajo es exponer sobre la importancia que tiene el conocimiento sobre contaminación del plomo en agua,

suelo, así como de las principales frutas y verduras y su efecto en la salud del hombre.

DESARROLLO

La búsqueda de información se realizó en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación, y en repositorios de las universidades, revistas científicas y Google académico, en idioma inglés y español; se utilizó data a partir del 2015.

Contaminación de suelo por plomo

En el 2007, se creó el ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) desde ese momento ha venido trabajando con organizaciones que se involucran con casos de contaminación por plomo y otros metales debido a la minería. Por ejemplo, El MINAM en colaboración con organizaciones no gubernamentales (ONGs) han encontrado concentraciones de plomo (631 mg/Kg), en suelos cercanos al área de minería artesanal de oro, que exceden el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) Nacional para el suelo (<140 mg/kg) (MINAM, 2016).

En el distrito de San Juan de Miraflores se evaluó plomo en suelo encontrando concentraciones máximas que van desde los 140,7 hasta 336 mg/Kg que sobrepasan los límites permitidos por la legislación nacional (Asto, 2019). Así también en la Urbanización Primavera del distrito del Agustino se determinó plomo en suelo, obteniéndose en la estación de invierno un valor promedio de 104,2

mg/kg, cinco veces más a lo establecido en el Estándar nacional de calidad ambiental para suelos residenciales (140 mg/kg) (Bellido, 2018). En una comunidad de Ate, que se encuentra aledaña a fábricas metalúrgicas, el promedio de las concentraciones de plomo en suelos fue 1018,81 mg/kg, sobrepasando enormemente el ECA para suelo residencial (Huanay, 2020). Así mismo en la Oroya se identificaron suelos cercanos a la fundición contaminados por plomo con un promedio de 2828 mg/Kg en periodo seco y 2602 mg/Kg en periodo lluvioso, valores que claramente excede los estándares de calidad ambiental 140 mg/Kg para suelos residenciales y parques y también sobrepasa el límite para zonas industriales 1200 mg/Kg (Arce, 2017).

En Cerro de Pasco se identificaron las áreas con suelos contaminados con plomo y se hizo un estudio dirigido a niños y mujeres y se determinó que el 53,3% de niños y el 9,4% de mujeres tenían niveles elevados de plomo en sangre mayores a 10 µg/dL, concluye que la contaminación del suelo con plomo influye significativamente en la sangre de las poblaciones vulnerables (Díaz, 2016).

Así también Villoslada y Abanto (2021), mencionan que en Perú aún se utilizan plaguicidas que contienen Arseniato de plomo, pese a su prohibición, esto también origina la contaminación del suelo. Otro trabajo realizado para evaluar la concentración de plomo en este caso de sedimentos superficial en el Río Coata que es una vertiente del lago Titicaca en época de avenida, se encontró una concentración máxima de 16,50 mg/Kg (Quispe-Yana *et al.*, 2019). Sin duda la contaminación del suelo por plomo puede ser una ruta para la intoxicación por plomo en las personas y ocasionar

daños en la salud (Chávez, 2018; Tschamber *et al.*, 2015 y DIRESA-Callao, 2019).

Contaminación del agua por plomo

En Hualgayoc –Cajamarca se evaluó agua potable la concentración promedio de Plomo es de 0,0564 mg/L, que significa seis veces más del LMP dados por la DIGESA. Estos resultados evidencian un riesgo de intoxicación crónica y un grave problema de salud para la población de Hualgayoc (Afan, 2018). En el río binacional Puyango en Tumbes se encontró que la concentración de plomo va desde 0,019 a 0,048 mg/l que excede el estándar de calidad ambiental para agua de categoría 1 (Fernández, 2019). En el río Tumbes, la minería informal ha causado un aumento de la concentración de plomo que supera los estándares de calidad ambiental de agua desde 0,05 mg/L al 0,3174 mg/L; por tanto, el agua no es recomendable para el consumo humano directo (Gavilánez, 2016). Estudios recientes para evaluar presencia de plomo en agua de río señalan que en época de avenida se puede encontrar mayor concentración de este metal, así se menciona que en el río Huaycoloro antes de desembocar en el río Rímac existe una concentración de 0,293 mg/L, mientras que después de la interacción con el río Rímac mostró mayor contaminación por plomo 0,573mg/L, estas cantidades claramente sobrepasan los estándares de calidad de agua categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales 0,05 mg/L (Velásquez, 2018). Al evaluar plomo en agua del río Mantaro cercano a la Oroya se encuentra una concentración de 0,11 mg/L que sobrepasa el estándar de calidad ambiental para agua de riego de vegetales y bebida de animales 0,05 mg/Kg (Arce, 2017). Las concentraciones de plomo en el río Chunya en Ancash alcanzaron

0,015 mg Pb/L, este valor se encuentra por encima del límite máximo permisible del reglamento actual de la calidad del agua para consumo humano (0,010 mg Pb/L), el agua de este río es consumida por los pobladores del caserío de Chunya y se relaciona con los niveles de anemia 32,1% que se encontraron en niños de 3 a 5 años, además también se relaciona con la desnutrición crónica que fue de un 56 %, en niños de 3 años y con un 55,6 % en niños de 4 años (Franco, 2017).

Contaminación de plomo en vegetales

La contaminación por plomo en vegetales es preocupante para la salud pública, así lo demuestran trabajos como el de Paredes y Siccha (2021), quienes comprobaron que vegetales como la lechuga, repollo, espinaca, cebolla de hoja, cilantro pueden bioacumular plomo y de esta manera ser un medio de transporte para llegar a los seres humanos que somos consumidos de verduras. En esa misma línea tenemos, el trabajo de Villacorta (2022), que analizó niveles de plomo en frutas y sus resultados fueron: Fresa 5,32 mg/Kg, Durazno 9,28 mg/Kg, Lechuga 7,31 mg/kg, Hierba buena 39,99 mg/kg, Rabanito 27,91 mg/kg, Granadilla 6,22 mg/kg, Pepinillo 9,82 mg/kg, Naranja 4,69 mg/kg, Ají escabeche 26,21 mg/kg evidenciando que todos superan los límites máximos permisibles según OMS, así mismo se reporta presencia de plomo en naranja, mandarina y papa (SENASA, 2021) otro trabajo importante es el de Jesús y Correa (2021), que evaluaron la concentración de plomo en jugo de naranja que se vende en la ciudad de Huaral. Los niveles de plomo en promedio fueron 0,27 mg/Kg, un valor mínimo de 0,12 y un valor máximo de 0,42. que supera el límite máximo permisible establecido por el CODEX ALIMENTARIUS. Por otro lado,

el plomo se puede bioacumular en vegetales que se usan de alimento para animales menores que son consumidos por los seres humanos, como por ejemplo *Medicago sativa* (alfalfa) y *Zea mayz* (maíz) que son hiperacumuladores del plomo (Coyago y Bonilla, 2016; Flores, 2019). Otros trabajos similares muestran que *Prosopis laevigata* “algarrobo”, que también es usado como alimento de ganado, tiene capacidad hiperacumuladora de Pb en sus hojas. La disponibilidad de metales como el plomo aumenta en pH bajos, lo cual es un factor que aumenta la biodisponibilidad y con esto, se incrementa la posibilidad de que las plantas absorban mayor cantidad de metales que en lugares con pH neutro o alcalino (Kabata y Pendías 2015). En cuanto al Factor de Bioconcentración (FBC), de *Prosopis laevigata* la cataloga como especie hiperacumuladora en plomo (Duarte-Zaragoza *et al.*, 2020), lo que coincide con Covarrubias y Peña (2017), quienes señalan que las especies acumuladoras tienen un $FBC \leq 1$ y las hiperacumuladores ≥ 1 .

Efecto del plomo en las personas

El plomo tiene graves consecuencias en la salud de los niños. Si el grado de exposición es elevado, ataca al cerebro y al sistema nervioso central, pudiendo provocar coma, convulsiones e incluso la muerte. Los niños que sobreviven a una intoxicación grave pueden padecer diversas secuelas, como retraso mental o trastornos del comportamiento (OMS, 2019). Existe trabajos que sustentan que las concentraciones de plomo pueden afectar a la salud de las personas. En la ciudad de La Oroya en el departamento de Junín tras evaluar la concentración de plomo y su correlación con el peso, longitud y tamaño de la placenta, hemoglobina, se encontró que el promedio de la concen-

tracción de plomo en la placenta fue de 319 ng/g y que existe correlación inversa entre la concentración de plomo y el tamaño de la placenta, así mismo existe una correlación directa entre el peso, longitud y hemoglobina con el tamaño de la placenta. Por lo tanto, se puede decir que la concentración de plomo es inversamente proporcional con el peso, tamaño y concentración de hemoglobina en el neonato (Castro *et al.*, 2016).

a) El sistema renal. La exposición severa al plomo (>30 µg/dL) por periodo pequeño de tiempo, se le asocia con alteraciones en la función del túbulo proximal y puede ocasionar glicosuria, aminoaciduria, y también hiperfosfaturia. Las exposiciones recurrentes, pueden conducir a nefropatía crónica, la cual es generalmente irreversible. También puede ocasionar la disminución de la función renal y la disminución en la excreción del ácido úrico que genera hiperuricemia y probablemente gota (Azcona *et al.*, 2015; Rodríguez *et al.*, 2016).

b) El sistema cardiovascular. La exposición a concentraciones altas, que generalmente se relacionan a tareas ocupacionales, puede ocasionar hipertensión arterial y enfermedad cerebrovascular (Rodríguez *et al.*, 2016 y OMS, 2019).

c) El sistema sanguíneo. La presencia del plomo en sangre disminuye la producción del núcleo hemo, lo que resulta en la disminución de la producción de hemoglobina que finalmente causa anemia (Rodríguez *et al.*, 2016 y OMS, 2016).

d) El aparato gastrointestinal. El plomo afecta la fibra del músculo liso intestinal dando lugar a dolores abdomi-

nales cólico saturnino que puede llegar a ser muy severo (Azcona *et al.*, 2015).

e) Otros efectos atribuidos a la presencia de plomo en sangre es que inhibe la actividad de la creatina quinasa (CK) y La δ-ácido aminolevulínico deshidratado (δ-ALAD), ya que este metal interactúa con el grupo tiol de estas enzimas, por lo que es posible que la presencia de plomo en sangre altere la homeostasis energética y puede estar relacionado con la disminución del metabolismo energético que puede contribuir a la disfunción celular que se ha observado en personas expuestas al plomo (Luciano *et al.*, 2015).

Fuentes y vías de exposición

Las personas pueden verse expuestas al plomo en su puesto de trabajo o en su entorno, principalmente a través de la inhalación de partículas de plomo generadas por la combustión de materiales que contienen este metal, la ingestión de polvo, agua o alimentos contaminados (OMS, 2019).

Los alimentos pueden contaminarse con plomo teniendo como medio el agua y el suelo. Investigaciones reportan que el agua de riego es uno de los principales causantes de la contaminación en hortalizas de consumo en fresco (Reyes *et al.*, 2016), se han detectado restos plomo en fresa, papa, yuca y en varios jugos industriales tales como, de caña, guayaba, toronja, piña y tomate. (Salas-Marcial, *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

La explotación minera, las industrias, la agricultura, los combustibles fósiles; traen consigo impacto negativo ya que contaminan los suelos con plomo. Se puede encontrar concentraciones de plomo tanto en suelos

agrícolas como urbanos que en muchas veces sobrepasan los límites máximos permisibles, esto indudablemente es riesgo inminente para las personas que viven en estos suelos contaminados, ya que la vía más importante de exposición es la inhalación de partículas de suelo con plomo, a todo ello hay que sumarle el consumo de vegetales y frutas sembradas en estos lugares con cantidades importantes de este contaminante, que finalmente terminara en el organismo del hombre.

El estado peruano reconoce como derecho universal el acceso al agua potable. Sin embargo, casos como el de Hualgayoc en donde la gente consume agua con 5 veces más el límite máximo permisible es un atentado en contra de la población. En ese sentido el consumo de agua no tratada proveniente de ríos aledaños contaminadas con plomo puede ocasionar anemia y desnutrición en los niños. Además, al utilizar agua contaminada para riego de cultivo es un peligro para

los consumidores de productos vegetales que han sido regados con agua contaminada, ya que estos frutos van a contener niveles importantes de plomo, convirtiéndose en una fuente y vía de intoxicación. Ya que concentraciones iguales o menores a 5 µg/dL de plomo en sangre puede causar graves daños en la salud de los seres humanos.

No solo las cercanías a las áreas mineras pueden causar contaminación en humanos, sino también la industria como los centros metalúrgicos y los almacenes de plomo cercanos a áreas urbana. Existen factores asociados con la intoxicación de plomo en personas como por ejemplo la edad, el nivel socioeconómico y el grado de instrucción. La presencia de plomo en pastos, verduras y frutas, resulta de gran preocupación para la salud pública, ya que por medio de la ingestión de estos vegetales este metal puede llegar hasta los seres humanos y causar daños irreparables en su salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afan, K. (2018). Determinación por absorción atómica de plomo y arsénico en agua potable de viviendas del distrito Hualgayoc, Cajamarca – octubre 2017. [Tesis de grado, Universidad Privada Norbert Wiener] https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UWIE_e2f-325b437ee972912cc38ef0869fd2f
- Arce, S. N. (2017). Suelos contaminados con plomo en la ciudad de la Oroya-Junín y su impacto en la calidad de agua del río Mantaro. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos] <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20,500,12672/6718>
- Asto, Ú. (2019). Riesgo en la Salud por Niveles de Plomo en Suelo del Distrito de San Juan de Miraflores. [Tesis de título, Universidad nacional tecnológica Lima Sur] <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/180>
- Azcona, M., Ramírez, A., y Vicente-Flores, G. (2015). Efectos tóxicos del plomo. *Rev. Esp. Méd. Quir.* 20:72-77.

- Bellido, V. (2018). Niveles de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, distrito de el Agustino. [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal]
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNF_a868c6a1579b6356f17b15e-9734d9cd2
- Castro, J., Chirinos, D., y Ríos, E. (2016). Contenido de plomo y peso de la placenta y su relación con la edad gestacional, peso, longitud y hemoglobina al nacimiento en una zona metalúrgica del Perú. *Revista de Toxicología*, 33(2),88-92. ISSN: 0212-7113.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91949104003>
- Covarrubias, S., y Peña, C. (2017). Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemática y estrategias de fitorremediación. *Revista internacional de Contaminación Ambiental (Especial Biotecnología e Ingeniería Ambiental)* 33: 7-21.
<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA,2017,33.esp01,01>
- Coyago, E., y Bonilla, S. (2016). Absorción de plomo de suelos altamente contaminados en especies vegetativas usadas para consumo animal y humano. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 23(1),39-51. ISSN: 1390-3799.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476051461004>
- Chávez, A. (2018). Determinación de niveles de plomo en pobladores adultos del asentamiento humano "Virgen de Guadalupe", distrito Mi Perú, de la provincia constitucional del Callao. [Tesis de título, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20,500,12672/8597#:~:text=Se%20obtiene%20una%20concentraci%C3%B3n%20promedio,concentraci%C3%B3n%20promedio%20de%20plomo%20de>
- Díaz, J. (2016) Evaluación de la contaminación del suelo con plomo y su efecto en la sangre de las poblaciones vulnerables en la ciudad de Cerro de Pasco [Tesis de Maestría, Universidad nacional de Ingeniería]. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5786>
- DIRESA-CALLAO (2019). Análisis de situación de salud Región Callao <https://www.diresacallao.gob.pe/wdiresa/documentos/boletin/epidemiologia/asis/FILE0004882021.pdf>
- Duarte-Zaragoza, M., Pérez-Hernández, S., Hernández-Acosta, E., y Villanueva-Morales, A. (2020). Estudio exploratorio de la acumulación de plomo y cobre en *Prosopis laevigata* en depósitos mineros. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(2),1-7. ISSN: 2007-9028. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358664458010>

- Fernández, J. (2019). Nivel de contaminación por metales pesados: Hg, Pb, As y cianuro (Cn-), en el naciente río binacional Puyango –Tumbes (Perú –Ecuador). [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo]
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13007>
- Flores, R. (2019). Efectos adversos de metales pesados en la agricultura de la cuenca baja del río Huaura, provincia de Huaura. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Trujillo]
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT_3950dfd3b5cd857c018174b-25f6475a5
- Franco, M. (2017). Riesgo de la ingesta de agua potable contaminada con plomo en la salud de la población de 3 a 5 años del caserío de Chunya (distrito de Pamparomás, provincia de Huaylas, departamento de Ancash, Perú). [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3110/42824.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gavilánez, E. (2016). Estudio de la concentración del plomo en el agua del Río Tumbes Periodo 2012-2015 como causa de la minería aurífera y su relación con la salud de los pobladores del caserío de Rica Playa-Tumbes-2016. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Tumbes]. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/272>
- Huanay, F. (2020). Cuantificación de plomo en suelos de una comunidad en el distrito de Ate - Lima. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina] https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL_4d01db4b9996b5b3aaace22217b4a1ad
- Kabata-Pendias, A., y Szteke, B. (2015). Trace Elements in Abiotic and Biotic Environments. CRC Press Taylor y Francis Group. ISBN-13: 978-1-4822-1279-2 (hbk). <file:///C:/Users/HP/Downloads/9781482212815.pdf>
- Jesus, J., y Correa, C. (2021). Concentración de cadmio-plomo en jugos de naranja (Citrus sinensis) mediante espectrofotometría de absorción atómica y el expendio- Huaral 2021. [Tesis de grado, Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt]
<http://hdl.handle.net/20,500,14140/724>
- Luciano, T., Oliveira, E., Bolzan, D., Minozzo, R., de Deus, T., Deuner, C., Linden, R., Casagrande, V., Duval W., Clóvis, M., Marafiga C., Greicy M., y Rosa, L. (2015). Inhibition of thiol-containing enzymes in erythrocytes of workers exposed to lead. *Interciencia*, 40(2),84-90. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33934014002>
- Malacalza, L. (2013) Ecología y ambiente. AUGM. Comité de medio ambiente, La plata- Argentina

Ministerio del Ambiente –MINAM (2016) Evaluación Preliminar de la Contaminación Ambiental causada por la Pequeña Minería y Minería Artesanal en la Zona Urbana del Distrito de Chala- Arequipa, Perú. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12051/contaminac_pm_y_ma_chala.

Ministerio del Ambiente -MINAM (2019) MINAM informa a ciudadanía sobre efectos de exposición al plomo. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/61362-minam-informa-a-ciudadania-sobre-efectos-de-exposicion-al-plomo>

Ministerio de Salud (2019) MINSa suscribe convenio de cooperación para reducir la contaminación por plomo en los niños 8 de febrero de 2019. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/25495-minsa-suscribe-convenio-de-cooperacion-para-reducir-la-contaminacion-por-plomo-en-los-niños>

Organización Mundial de la Salud-OMS (2019). Intoxicación por plomo y salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

OMS (2021). Directriz de la OMS para el tratamiento clínico de la exposición al plomo <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240037045>

Paredes, Y., y Siccha, D. (2020). Concentración de plomo en vegetales de consumo humano que se expenden en la ciudad de Huamachuco Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo] <http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16300/Paredes%20Paredes%20Ingrid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quispe, F., Belizario, G., Chui, N., Huaquisto, C., Calatayud, A., Yábar, M., y Percy, S. (2019). Concentración de metales pesados: cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 36(2),83-90. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426360705003>

Reyes, C., Vergara, O., Torres, M., Díaz, M., y González, E. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo* 16(2): 66-77.

Rodríguez, A., Cuellar, L., Maldonado, G. y Suardiaz, M. (2016). Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre. *Revista cubana de investigaciones biomédicas*, 35(3), 7-10

- Salas-Marcial, C., Garduño-Ayala, M., Mendiola-Ortiz, P., Vences-García, H., Zetina-Román, C., Martínez-Ramírez, O., y Ramos-García, Margarita. (2019). Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 20(1),
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81359562002>
- SENASA, (2021). Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3048004/INFORME_21_VF.pdf.pdf?v=1651174473
- Tschambler, J., Wierna, N., Romero, A., Rios, F., Ruggeri, M., y Bovi, M. (2015). Niveles de plomo en sangre de niños expuestos a los residuos metalúrgicos en Abra Pampa, Jujuy (Argentina). *Revista de Toxicología*, 32(2),95-97.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91942717003>
- Velásquez, M. (2018) Contaminación por Plomo y Cobre en el río Huaycoloro y su influencia de la calidad de agua en el río Rímac, 2018 [Tesis para optar título, Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20,500,12692/29631/VELASQUEZ_BM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villacorta Salazar, J. (2022). Concentración de plomo en frutas y vegetales de consumo humano que se expenden en la ciudad de Santiago de Chuco. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT_6af30ccf14e676d1d177c3f9d52ae4ef
- Villoslada Hernández, N., y Abanto Córdova, G. (2021). Contaminación de los suelos agrícolas por el uso de pesticidas. [Tesis de grado, Universidad privada del Norte] https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_20b208f63d7bf98f05b5750cc-232c19e