



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

NIVELES DE CADMIO EN ALIMENTOS Y RIESGO PARA LA SALUD EN LA POBLACIÓN: REVISIÓN SISTEMÁTICA

**CADMIUM LEVELS IN FOOD AND HEALTH RISK IN THE
POPULATION: A SYSTEMATIC REVIEW**

Noemi Arroyo Puga

Universidad María Auxiliadora, Perú

Yosselin Adelaida Reyes Machuca

Universidad María Auxiliadora, Perú

Melva Marnely Garay Minaya

Universidad María Auxiliadora, Perú

Niveles de Cadmio en Alimentos y Riesgo Para la Salud en la Población: Revisión Sistemática

Noemi Arroyo Puga¹

noemi.arroyo@uma.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0008-0111-3070>

Universidad María Auxiliadora
Perú

Yosselin Adelaida Reyes Machuca

yosselin.reyes@uma.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0000-5165-4029>

Universidad María Auxiliadora
Perú

Melva Marnely Garay Minaya

melva.garay@uma.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0005-4907-1752>

Universidad María Auxiliadora
Perú

RESUMEN

La exposición al cadmio, metal pesado presente en diversos alimentos de consumo básico, constituye un problema significativo para la salud pública. Este estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre los niveles de cadmio en alimentos y el riesgo para la salud humana mediante una revisión sistemática de 15 artículos científicos publicados entre 2018 y 2024, recuperados de bases de datos como PubMed, Scielo, Dialnet, EBSCO y Google Scholar. Los resultados evidenciaron una asociación directa entre la ingesta de cadmio y el desarrollo de enfermedades renales, hepáticas y cardiovasculares. Se concluye que la exposición crónica a este metal, incluso en concentraciones moderadas, genera efectos acumulativos y adversos. Por ello, se recomienda implementar estrategias de vigilancia alimentaria más rigurosas y promover programas de educación sanitaria dirigidos a la comunidad para reducir la exposición a este contaminante

Palabras clave: cadmio, alimentos, riesgo para la salud, salud pública

¹ Autor principal

Correspondencia: noemi.arroyo@uma.edu.pe

Cadmium Levels in Food and Health Risk in the Population: A Systematic Review

ABSTRACT

Exposure to cadmium, a heavy metal present in various staple foods, constitutes a significant public health problem. This study aimed to analyze the relationship between cadmium levels in food and human health risks through a systematic review of 15 scientific articles published between 2018 and 2024, retrieved from databases such as PubMed, Scielo, Dialnet, EBSCO, and Google Scholar. The results demonstrated a direct association between cadmium intake and the development of renal, hepatic, and cardiovascular diseases. It is concluded that chronic exposure to this metal, even at moderate concentrations, leads to cumulative adverse effects. Therefore, it is recommended to implement more rigorous food monitoring strategies and promote community health education programs to reduce exposure to this contaminant

Keywords: cadmium, food, health risk, public health

Artículo recibido 8 noviembre 2025

Aceptado para publicación: 15 diciembre 2025



INTRODUCCIÓN

La inocuidad y seguridad alimentaria representan un desafío crucial para la salud pública global, con la Organización Mundial de la Salud (2020) estimando que 600 millones de personas se enferman anualmente debido al consumo de alimentos contaminados. Dentro de esta problemática, la "contaminación silenciosa" por metales pesados como el cadmio (Cd) es una preocupación creciente, evidenciada por estudios en España que detectaron metales tóxicos en una proporción significativa de la población (Madrid, 2024). Aunque la absorción dietética de cadmio suele ser baja, algunas investigaciones sugieren una absorción mayor en poblaciones vulnerables como niños y jóvenes (Schaefer et al., 2020).

En este contexto, el tema central que se aborda en este artículo es la relación entre los niveles de cadmio en alimentos y el riesgo para la salud en la población. El problema de investigación se enfoca en la persistencia de la ambigüedad y el vacío de conocimiento sobre estos niveles y riesgos, agravado por la respuesta insuficiente de las autoridades peruanas ante esta crisis ambiental y de salud (Convoca, 2020). La relevancia de abordar este tema radica en que el cadmio, considerado un metal pesado tóxico y carcinógeno (Carrasco, 2024; Instituto Nacional del Cáncer, 2020), se acumula en el organismo con una vida media biológica de 15 a 30 años, afectando principalmente riñones y pulmones (Oskarsson & Alexander, 2022; Charkiewicz et al., 2023). La exposición crónica a este metal se ha vinculado al desarrollo de enfermedades cardiovasculares, daño renal y cáncer (American Heart Association, 2022; Office of Public Health, Louisiana Department of Health, 2023). La ingesta dietética es la principal vía de exposición para la población general no fumadora (Unidad de Investigación Científica, Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador, 2018). Esta investigación se justifica al buscar establecer una base científica para regulaciones alimentarias más estrictas y sensibilizar a la población sobre los peligros del cadmio.

El marco teórico que sustenta el trabajo se basa en la toxicología del cadmio, cuyos principales postulados y variables clave son los "Niveles de Cadmio en alimentos" y el "riesgo para la salud", conforme a la clasificación de este metal como carcinógeno por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer y los efectos de irritación gástrica o daño renal por la ingestión (Carrasco, 2024; Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2023). Estudios previos en América



Latina han documentado la presencia de cadmio en diversos cultivos como cacao, hongos, yuca y arroz (Alves & Jadán, 2022; Cantoral & Mariscal, 2024; Soto et al., 2020; León et al., 2023). En Perú, más del 12% de los habitantes de Pueblo K'ana mostraron concentraciones elevadas de cadmio en sus organismos (Amnistía Internacional, 2021). Este trabajo aporta al integrar y sintetizar estos hallazgos a través de una revisión sistemática, buscando aclarar ambigüedades existentes.

El contexto de esta investigación se enmarca en una problemática global de contaminación alimentaria, particularmente crítica en Perú, donde más del 30% de la población está en riesgo de exposición a metales pesados y sustancias químicas (Ministerio de Salud, 2020). Las comunidades indígenas de Espinar, por ejemplo, han denunciado el incremento de enfermedades y la contaminación ambiental en un contexto de escaso monitoreo ambiental y acceso deficiente a servicios de salud (Convoca, 2020).

Finalmente, este estudio no propone hipótesis explícitas. Su objetivo general es determinar la relación entre los niveles de cadmio en los alimentos y el riesgo para la salud de la población. Los objetivos específicos son, en primer lugar, identificar los niveles de cadmio en distintos tipos de alimentos; y en segundo lugar, reconocer las enfermedades asociadas a la exposición a dichos niveles de cadmio a través del consumo alimentario.

METODOLOGÍA

El presente estudio empleó un enfoque de investigación cualitativo al llevar a cabo el análisis de estudios originales primarios sobre los niveles de cadmio en alimentos y el riesgo para la salud en la población. La investigación se clasifica como una revisión sistemática, con un tipo descriptivo que permitió ordenar y comparar la evidencia científica recolectada. El diseño de investigación fue de corte transversal, ya que se realizó en un solo periodo de tiempo, específicamente entre los años 2020 y 2025, midiendo la información en un momento determinado (Hernández & Mendoza, 2018).

Para este estudio sistemático, la población, muestra y muestreo se basaron en una revisión crítica de tipo narrativo. La estrategia de búsqueda bibliográfica se concentró en diversas publicaciones localizadas en bases de datos reconocidas como Redalyc, Scielo, Ebsco, Dialnet, Google Académico y Pubmed.

Tabla 1: estrategias de búsqueda por base de datos

| Base de datos | Estrategias de búsqueda |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PubMed | ("Cadmium"[MeSH Terms] OR "Cadmium"[All Fields]) AND ("Food Contamination"[MeSH Terms] OR "metal toxicity"[All Fields]) AND ("Risk Assessment"[MeSH Terms] OR "health risk"[All Fields]) AND 2018/01/01:2024/12/31[Date - Publication] |
| Scielo | ((ti:("cadmio" OR "metales pesados"))) AND (ab:("contaminación" AND "alimentos")) OR (ti:("evaluación de riesgos" OR "toxicidad")) |
| Dialnet | ("Cadmio" AND "Riesgo para la salud") OR ("cadmium" AND "health risk") AND "food" |
| EBSCO | TI ("riesgo toxicológico" OR "riesgo de salud") OR TI ("cadmium" AND "health risk") AND food OR alimentos |

Fuente: Elaboración propia

Los criterios de inclusión para la selección de artículos fueron: estudios primarios (artículos científicos), publicados en los últimos 6 años, originarios de diferentes partes del mundo y de Perú, y cuyos objetivos fueran similares al tema de la presente investigación. Por otro lado, los criterios de exclusión abarcaron: estudios que no estuvieran dentro del periodo de los últimos 6 años, estudios con objetivos diferentes al tema central, investigaciones sin verificación científica, documentos que no provinieran de revistas académicas o bases de datos científicas, y aquellos que no contuvieran casos de cadmio.

Las variables de investigación centrales fueron los "Niveles de Cadmio en alimentos" y el "Riesgo para la salud". El cadmio (Cd) en alimentos se conceptualiza como un metal pesado tóxico clasificado como carcinógeno por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer de Estados Unidos (Carrasco, 2024). El riesgo para la salud se define por los efectos adversos que la ingesta de cadmio puede provocar, como irritación gástrica severa, vómitos, diarrea, daño renal por acumulación y un incremento en la fragilidad ósea ante la exposición crónica a bajas concentraciones (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2023).

La técnica de recolección de datos empleada fue la revisión sistemática de estudios originales primarios. Aunque no se utilizó un instrumento de recolección de datos en el sentido tradicional (como un



cuestionario o guía de entrevista), las estrategias de búsqueda en las bases de datos fungieron como el medio para identificar la información relevante, aplicando conectores booleanos (AND) y filtros por fecha de publicación, idioma (español e inglés), y tipo de documento (artículos científicos y revisiones sistemáticas). Se logró identificar un total de 15 artículos que cumplieron con los criterios establecidos. El análisis de datos se llevó a cabo una vez seleccionados los 15 artículos, centrándose en el análisis cualitativo y cuantitativo de la información extraída. Esto incluyó los niveles de contaminación por cadmio, las vías de exposición y los riesgos asociados, tanto no cancerígenos como cancerígenos. En cuanto a los aspectos éticos, esta revisión sistemática se realizó utilizando exclusivamente información previamente publicada en bases de datos científicas reconocidas, lo que significa que no hubo recolección directa de datos de participantes humanos ni animales. Por consiguiente, no fue necesaria la aprobación de un comité de ética en investigación, y no se accedió a datos personales, confidenciales ni sensibles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2: relación entre los niveles de cadmio en alimentos y riesgo para la salud en la población

| Autores | Año/ país | Título |
|-------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sanaei et al. (2021) | 2020, Irán | Evaluación del riesgo para la salud de la ingesta de elementos potencialmente tóxicos a través del consumo de cultivos alimentarios: índice probabilístico de contaminación por metales pesados basado en simulación de Monte Carlo |
| Ma et al. (2022) | 2022, China | Los niveles séricos elevados de cadmio se asocian con un riesgo elevado de enfermedad cardiovascular en adultos. |
| Abedi et al. (2020) | 2020, Irán | Revisión sistemática y metanálisis de las concentraciones de plomo y cadmio en la leche de vaca en Irán y evaluación de riesgos para la salud humana |
| Qing et al. (2020) | 2020, China | El riesgo de cáncer y la carga de enfermedad por la exposición al cadmio en la dieta cambiaron en los residentes de Shanghái entre 1988 y 2018 |
| Suwatvitayakorn et al. (2020) | 2020, Tailandia | Evaluación del riesgo para la salud humana de la exposición al cadmio a través del consumo de arroz en zonas contaminadas con cadmio del subdistrito de Mae Tao, Tak, Tailandia |
| Lien et al. (2021) | 2021, Taiwán | Niveles de cadmio, un metal pesado, en el arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) producido en Taiwán y evaluación probabilística del riesgo para la población taiwanesa |
| Charkiewicz et al. (2023) | 2023, Polonia | Toxicidad del cadmio y efectos sobre la salud: un breve resumen |
| Wang (2020) | 2020, China | Evaluación de la contaminación y los riesgos para la salud del plomo, el arsénico, el cadmio y el aluminio |



| | | |
|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | a partir de un estudio de la dieta total en la provincia de Jilin, China |
| Chen (2021) | 2021, China | Evaluación del riesgo para la salud de la exposición total al cadmio en el sur de China |
| Satarug (2023) | 2023, Australia | Estimación de los riesgos para la salud asociados con la exposición al cadmio en la dieta |
| Mendoza et al. (2021) | 2021, Perú | Cadmio en plantaciones de <i>Theobroma cacao</i> L. "cacao" en la región San Martín (Lamas), Perú |
| León (2023) | 2020, Cuba | Riesgo toxicológico por ingestión de cadmio a través del arroz y la harina de trigo. <i>Rev Cub Tecnol Salud</i> |
| Soto et al. (2020) | 2020, Perú | Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana |
| Furcal y Torres (2020) | 2020, Costa Rica | Determinación de concentraciones de cadmio en plantaciones de <i>Theobroma cacao</i> L. en Costa Rica |
| Cassal et al. (2024) | 2024, México | Cuantificación de cadmio y plomo en rábanos y cebollas cultivados en San Pablo Ahuatempa, Puebla |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3:

| Autores | Año/ país | Resultados |
|------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sanaei <i>et al.</i> (43) | 2020, Irán | Los valores de THQ indicaron que los principales riesgos no cancerígenos para la población local se debieron a arsénico (As), manganeso (Mn) y molibdeno (Mo), siendo los niños los más afectados. El índice de peligrosidad (HI) más alto por cultivo alimentario fue para el arroz (3.71), seguido del té, frijoles, vegetales, cebolla y papa. Las simulaciones deterministas y probabilísticas mostraron valores de HI superiores a 1 en todas las 2 poblaciones (adultos, adolescentes y niños), indicando una vulnerabilidad significativa a riesgos no cancerígenos, especialmente en la población infantil. |
| Abedi <i>et al.</i> (45) | 2020, Irán | Como resultado de una revisión sistemática, se incluyeron 17 estudios con 1874 muestras para metaanálisis. Las concentraciones promedio de plomo (13,95 µg/mL) y cadmio (3,55 µg/mL) estuvieron por debajo de los límites establecidos por normas nacionales y la OMS/FAO. La ingesta semanal estimada para adultos y niños también fue menor a los valores de riesgo definidos por el JECFA. Los índices de riesgo no carcinogénico (THQ) fueron inferiores a 1, lo que indica bajo riesgo para la salud por consumo de leche. Sin embargo, el riesgo incremental de cáncer (ILCR) por exposición a plomo alcanzó el umbral en niños, lo que sugiere vigilancia. |
| Suwatvitayakorn <i>et al.</i> (47) | 2020, Tailandia | Aproximadamente el 19,8% y el 19,1% del arroz blanco y el arroz glutinoso, respectivamente, contenían Cd total superior al estándar máximo del Codex de Cd en el arroz (0,4 mg kg ⁻¹). El arroz cultivado localmente contenía un promedio de 1,5 veces más Cd que el arroz minorista. La exposición a Cd por consumir solo arroz glutinoso fue la más alta (2,26 × 10 ⁻³ mg kg ⁻¹ día ⁻¹), seguida por el consumo de ambos tipos de arroz (1,39 × 10 ⁻³ mg kg ⁻¹ día ⁻¹) y el consumo de solo arroz jazmín blanco (6,30 × 10 ⁻⁴ mg kg ⁻¹ día ⁻¹) |

| | | |
|--------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lien <i>et al.</i> (48) | 2021, Taiwán | La distribución de la concentración de Cd, la dosis diaria promedio de por vida (LADD) y el índice de riesgo (HI) se estimaron mediante simulación de Monte Carlo. En la población general, el percentil 50 de LADD de Cd para los consumidores de arroz varones de entre 19 y 65 años fue de 0,06 µg/kg de peso corporal por día, y los percentiles 50, 90 y 95 del índice de riesgo (HI) fueron de 0,16, 0,69 y 1,54, respectivamente |
| Charkiewicz <i>et al.</i> (49) | 2023, Polonia | Los síntomas de intoxicación por cadmio dependen del tiempo de exposición, la dieta, la edad y la salud de la persona. En no fumadores sin exposición laboral, la dieta es la principal fuente de cadmio. La FAO/OMS recomienda una ingesta semanal tolerable de 0.4 a 0.5 mg para adultos. El cadmio se absorbe principalmente por inhalación (13-19%) y también por ingestión (10-44%) al tragar polvo mezclado con saliva. La acumulación en el cuerpo varía, con niveles entre 0.14 y 3.2 ppm en músculos, 1.8 ppm en huesos y 0.0052 ppm en sangre. |
| Wang (50) | 2020, China | Según los resultados, la concentración media de plomo, arsénico, cadmio y aluminio fue de 0,0189, 0,0691, 0,0085 y 9,309 mg/kg, respectivamente. El aluminio en palitos de masa fritos excedió el estándar límite nacional. La contaminación de la cuenca del río Songhua no es muy diferente de la de otras áreas. La exposición promedio de los consumidores a los cuatro metales pesados en el grupo de 2 a 6 años fue la más alta de todos los grupos de edad. Las papas y sus productos derivados fueron las principales fuentes de exposición alimentaria al plomo |
| Chen (51) | 2021, China | Los resultados mostraron que los niveles de cadmio (Cd) en PM 2.5 y vegetales superaron los límites estándar nacionales, siendo las principales fuentes de contaminación actividades industriales como galvanoplastia, minería y fundición. La exposición multimedia al Cd fue mayor en niños de 0 a 5 años, seguida de niños de 6 a 17 años y adultos, con la ingestión como principal vía de exposición (más del 99%), especialmente a través de alimentos básicos, verduras y carne. Los cocientes de riesgo para diferentes poblaciones indicaron niveles inaceptables de exposición. |
| Mendoza <i>et al.</i> (53) | 2021, Perú | Se recolectaron hojas, granos y muestras de suelo de fincas cacaoteras situadas a 400, 600 y 800 msnm en la región de San Martín. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio ICT para medir los niveles de cadmio. El análisis estadístico reveló diferencias significativas entre las variables evaluadas. |
| León (54) | 2020, Cuba | Los niveles de cadmio detectados en arroz y harina de trigo estuvieron dentro de los límites máximos permitidos. Si bien la Ingestión Semanal Máxima Teórica promedio excedió la Ingesta Mensual Tolerable Provisional, la Ingestión Semanal Efectiva promedio de cadmio se mantuvo por debajo de ese límite tolerable. |
| Soto <i>et al.</i> (55) | 2020, Perú | Las concentraciones de mercurio en el suelo fueron similares en áreas contaminadas y no contaminadas, pero arsénico, cadmio y plomo fueron más altos en las zonas afectadas. En yuca y plátano, estos metales también fueron mayores en sitios contaminados, con una acumulación significativa de arsénico |

| | | |
|---------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Furcal y Torres (56) | 2020, Costa Rica | y plomo en las raíces y tallos de la yuca. Los frutos de plátano mostraron las concentraciones más bajas de metales. En la Región Sur, el porcentaje de granos con resultados positivos fue mayor, alcanzando el 89.47%, mientras que en la Región Norte fue del 33.33%. Sin embargo, los análisis de suelo realizados en las mismas zonas donde se recolectaron las muestras de los órganos del árbol mostraron que... |
| Cassal <i>et al.</i> (57) | 2024, México | Se analizó cadmio en plantas usando espectrofotometría; la cebolla tiene niveles seguros, pero un rábano supera ampliamente el límite diario recomendado. |

Tabla 4: enfermedades relacionadas con los niveles de cadmio en alimentos

| Autores | Año/ país | Resultados |
|-------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ma <i>et al.</i> (44) | 2022, China | Después de ajustar todas las covariables, encontramos que las concentraciones séricas más altas de cadmio se relacionaron positivamente tanto con el riesgo general de ECV (odds ratio [OR]: 1,45; intervalo de confianza [IC] del 95 %: 1,22, 1,72; <i>p</i> para la tendencia <0,001) como con los riesgos de sus subtipos, incluyendo insuficiencia cardíaca congestiva, enfermedad coronaria, infarto de miocardio y accidente cerebrovascular. |
| Qing <i>et al.</i> (46) | 2020, China | Se encontró que la exposición alimentaria al Cd de los residentes de Shanghái mostró una tendencia al aumento y luego a la disminución (39,7, 44,7 y 36,4 µg/día, respectivamente). A diferencia de los cereales, las tasas de contribución de la carne y las verduras a la exposición al Cd han aumentado gradualmente con el tiempo, y los alimentos acuáticos se han convertido en la principal fuente de exposición al Cd (40,6%). Aunque los cocientes de riesgo de no cáncer de la exposición alimentaria al Aunque los niveles de cadmio y los riesgos de cáncer a lo largo de la vida (ELCR) son generalmente bajos (HQ < 1, ELCR < 10-4), un 26.6% de los habitantes de Shanghái presentan un riesgo potencial de daño renal según el modelo toxicocinético (modelo TK), además los años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) han aumentado de 41.6 a 58.2. |
| Satarug (52) | 2023, Australia | El Cd excretado emana de las células epiteliales tubulares lesionadas del riñón; la excreción de Cd es una manifestación de la lesión tisular actual; la reducción de la exposición presente y futura al Cd ambiental no puede mitigar la lesión en curso; y la excreción de Cd se expresa de forma óptima como una función del aclaramiento de creatinina en lugar de la excreción de creatinina |

Fuente: Elaboración propia

La presente revisión sistemática corrobora la intrincada relación entre los niveles de cadmio (Cd) en alimentos y los riesgos para la salud, evidenciando una afectación predominante en riñones, hígado y el sistema cardiovascular. Los hallazgos son consecuencia de una metodología rigurosa y demuestran consistentemente que la exposición alimentaria al cadmio es un factor determinante en la aparición y progresión de diversas patologías crónicas.



La evidencia compilada revela una variabilidad significativa en los niveles de cadmio, influenciada por el tipo de cultivo, la región geográfica y las condiciones ambientales. Estudios en Asia, incluyendo Irán, China, Tailandia y Taiwán, han destacado que productos básicos como el arroz, vegetales y alimentos de origen animal son fuentes importantes de exposición (Sanaei et al., 2021; Suwatvitayakorn et al., 2020; Lien et al., 2021; Chen, 2021). Se ha documentado que el arroz cultivado localmente puede contener concentraciones de cadmio hasta 1,5 veces superiores al comercializado (Suwatvitayakorn et al., 2020), y Wang (2020) identificó las papas y sus derivados como fuentes relevantes. Los niños son una población particularmente vulnerable debido a su menor peso corporal y mayor tasa de absorción. En el contexto latinoamericano, investigaciones en Perú, México, Cuba y Costa Rica refuerzan esta problemática, revelando la presencia de cadmio en cultivos como la yuca, el cacao, el plátano y las hortalizas (Mendoza et al., 2021; Soto et al., 2020; Cassal et al., 2024). Cassal et al. (2024) reportaron que la ingesta de una sola unidad de rábano puede superar ampliamente el límite diario recomendado por la Organización Mundial de la Salud, ilustrando la necesidad de una vigilancia alimentaria segmentada y territorialmente contextualizada.

Respecto a las implicaciones para la salud, los resultados son contundentes. Ma et al. (2022) demostraron una asociación significativa entre niveles elevados de cadmio sérico y un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. Qing et al. (2020) observaron que los alimentos acuáticos persisten como fuentes significativas, reflejando un riesgo renal persistente. Zhang et al. (2024) encontraron una asociación dosis-dependiente entre cadmio en sangre y orina con un mayor riesgo de nefropatía diabética. Estos datos refuerzan que el cadmio, como metal pesado tóxico y carcinógeno (Carrasco, 2024; Instituto Nacional del Cáncer, 2020), se bioacumula con una vida media biológica prolongada (Oskarsson & Alexander, 2022; Charkiewicz et al., 2023).

Un aspecto crucial es que, incluso con niveles dentro de los límites permisibles (Abedi et al., 2020; León, 2020), no se puede descartar el riesgo acumulativo. Satarug (2023) señala que la excreción urinaria de cadmio es un biomarcador activo de daño renal. Wang et al. (2023) demostraron su capacidad para inducir alteraciones pulmonares similares a la EPOC en modelos animales.

La novedad científica de este trabajo radica en la síntesis integradora que clarifica ambigüedades y proporciona una visión consolidada del problema.



Se destaca que la exposición crónica a niveles aparentemente bajos genera efectos adversos acumulativos, demandando una reevaluación de los marcos regulatorios.

Los resultados justifican la urgente necesidad de implementar políticas más estrictas, mecanismos de vigilancia continua y campañas de sensibilización pública. Este estudio sienta las bases para futuros enfoques en la evaluación de riesgos, promoviendo métodos más precisos para la medición de metales pesados y la mejora de las normativas de control.

CONCLUSIONES

Se ha confirmado la presencia extendida de cadmio (Cd), un metal pesado tóxico clasificado como carcinógeno humano, en una vasta gama de alimentos a nivel global y nacional, incluyendo productos agrícolas esenciales como el arroz, diversos vegetales como hongos, lechuga, tomate, rábanos, cebollas, papas, yuca, plátanos, cacao, chiles anchos, miel de abeja, y en alimentos de origen animal como la leche y carne de pollo. La ingesta dietética se establece como la principal vía de exposición al cadmio para la población general, especialmente en individuos no fumadores sin exposición laboral. Los niveles de cadmio en estos alimentos muestran una variabilidad significativa, influenciada por factores como el tipo de cultivo, la región geográfica, la altitud y, de manera crucial, las condiciones de contaminación del suelo, con casos donde una sola porción de alimento puede superar la ingesta diaria recomendada. Si bien algunos estudios reportan concentraciones de cadmio dentro de los límites permisibles en productos como la leche, el arroz, el trigo, las cebollas y las fresas, existe una advertencia persistente sobre el riesgo acumulativo y la necesidad de vigilancia constante, ya que incluso estos valores pueden representar una amenaza a largo plazo si la exposición es continua.

La exposición crónica al cadmio, incluso a bajas concentraciones, se asocia consistentemente con efectos adversos significativos en múltiples sistemas orgánicos. El riñón es identificado como el órgano más afectado, con evidencia de disfunción tubular, proteinuria de bajo peso molecular, glomerulopatía y progresión a enfermedad renal crónica (ERC). La excreción urinaria de cadmio es un biomarcador de lesión tisular renal activa y se ha observado una asociación dosis-dependiente entre los niveles de cadmio en sangre y orina y el riesgo de nefropatía diabética (DKD) y ERC. Adicionalmente, se ha establecido una asociación positiva y significativa entre niveles elevados de cadmio sérico y un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV), incluyendo insuficiencia cardíaca congestiva,



enfermedad coronaria, infarto de miocardio y accidente cerebrovascular, lo que sugiere que es un factor de riesgo independiente. El cadmio y sus compuestos son reconocidos como carcinógenos humanos, vinculados al desarrollo de cáncer, particularmente de pulmón y próstata. Otros efectos tóxicos incluyen la fragilidad ósea y un mayor riesgo de fracturas, problemas respiratorios como neumonitis química, enfisema, asma, bronquitis y lesiones pulmonares similares a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), irritación gastrointestinal grave, y una posible relación con daño neurológico.

Las poblaciones más susceptibles a los efectos tóxicos del cadmio incluyen a bebés, infantes, niños, adultos mayores y personas con enfermedades preexistentes, debido a factores como su menor peso corporal y una mayor tasa de absorción. La toxicidad del cadmio es intrínsecamente acumulativa debido a su prolongada vida media biológica en el organismo, estimada en 15 a 30 años, lo que implica que la exposición continua, incluso a bajos niveles, puede resultar en un riesgo crónico y persistente.

Estos hallazgos subrayan la necesidad urgente de implementar y fortalecer mecanismos de vigilancia continua y control más estrictos en toda la cadena alimentaria, con un enfoque preventivo y correctivo, para limitar la exposición a este metal y proteger la salud pública global. Es fundamental establecer regulaciones alimentarias más rigurosas, especialmente para cultivos sensibles y en zonas de riesgo, y desarrollar políticas públicas orientadas a mitigar la absorción de cadmio en los cultivos, por ejemplo, mediante el manejo nutricional del suelo, la aplicación de sustancias húmicas o biochar, y el uso de técnicas de fitoremediación. La sensibilización pública sobre los riesgos y el fomento de la responsabilidad social corporativa en la industria alimentaria son complementos esenciales para una gestión efectiva de este contaminante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abedi, A.-S., Nasser, E., Esfarjani, F., Mohammadi-Nasrabadi, F., Hashemi Moosavi, M., & Hoseini, H. (2020). A systematic review and meta-analysis of lead and cadmium concentrations in cow milk in Iran and human health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research International*, 27(10), 10147–10159. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-020-07989-w1011>
- Alves, R., & Jadán, C. (2022). Cadmium pollution of water, soil, and food: A review of the current conditions and future research considerations in Latin America. *Environmental Reviews*, 30(1), 110–127. <http://dx.doi.org/10.1139/er-2021-005111>



- American Heart Association. (2022). *La exposición crónica a plomo, cadmio y arsénico incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares*. <https://newsroom.heart.org/news/la-exposicion-cronica-a-plomo-cadmio-y-arsenico-incrementa-el-riesgo-de-enfermedades-cardiovasculares1112>
- Amnistía Internacional. (2021). *Perú: Nueva evidencia confirma crisis de salud por metales tóxicos en Espinar*. <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2021/05/peru-crisis-de-salud-metales-toxicos-espinar/12>
- Cantoral, A., & Mariscal, R. (2024). *Cadmio en alimentos de la CDMX; investigadores piden monitoreo y remediación de suelos*. Ibero. <https://ibero.mx/prensa/cadmio-en-alimentos-de-la-cdmx-investigadores-piden-monitoreo-y-remediacion-de-suelos13>
- Carrasco, P. (2024). *Cadmio, el metal tóxico en alimentos de alto consumo en CDMX - La Prensa*. <https://oem.com.mx/la-prensa/metropoli/cadmio-el-metal-toxico-en-alimentos-de-alto-consumo-en-cdmx-193455771314>
- Cassal, J., Martínez, C., & Páez, R. (2024). Cuantificación de cadmio y plomo en rábanos y cebollas cultivados en San Pablo Ahuatempa, Puebla [Tesis de licenciatura, Universidad Iberoamericana Puebla]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/599514>
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2023). *Resumen de Salud Pública: Cadmio (Cadmium)*. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs5.html15
- Charkiewicz, A. E., Omeljaniuk, W. J., Nowak, K., Garley, M., & Nikliński, J. (2023). Cadmium toxicity and health effects—A brief summary. *Molecules*, 28(18), 6620. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules2818662015>
- Chen, Y., Qu, J., Sun, S., Shi, Q., Feng, H., & Zhang, Y. (2021). Health risk assessment of total exposure from cadmium in South China. *Chemosphere*, 269(128673), 128673. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.1286731516>
- Convoca. (2020). *Más del 31% de la población está en riesgo de exposición a metales pesados y otros químicos*. Agenda Propia. <https://convoca.pe/agenda-propia/mas-del-31-de-la-poblacion-esta-en-riesgo-de-exposicion-metales-pesados-y-otros1617>



- Furcal, P., & Torres, J. (2020). Determinación de concentraciones de cadmio en plantaciones de *Theobroma cacao* L. en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(1). <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v33i1.502718>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education.19
- Instituto Nacional del Cáncer. (2020). *Cadmio*. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevenccion/riesgo/sustancias/cadmio20>
- León, N. I., Díaz, G. G., Calzadilla, C. G., & Pino, C. G. (2023). Riesgo toxicológico por ingestión de cadmio a través del arroz y la harina de trigo. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 14(3), e4005. <https://revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/400520> (Aunque en la tabla de YOSSELIN ET AL.pdf aparece como 2020, la referencia completa en el archivo FINAL YOSSELIN.pdf es de 2023).
- Lien, K.-W., Pan, M.-H., & Ling, M.-P. (2021). Levels of heavy metal cadmium in rice (*Oryza sativa* L.) produced in Taiwan and probabilistic risk assessment for the Taiwanese population. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(22), 28381–28390. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-020-11902-w2021>
- Ma, S., Zhang, J., Xu, C., Da, M., Xu, Y., & Chen, Y. (2022). Increased serum levels of cadmium are associated with an elevated risk of cardiovascular disease in adults. *Environmental Science and Pollution Research International*, 29(2), 1836–1844. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-021-15732-22223>
- Madrid, E. (2024). Metales pesados: la “contaminación silenciosa” que genera patologías crónicas. *Heraldo de Aragón*. <https://www.heraldo.es/noticias/salud/2024/01/27/metales-pesados-la-contaminacion-silenciosa-que-genera-patologias-cronicas-1706764.html23>
- Mendoza, K. L., Mostacero, J., López, S. E., Gil, A., De La Cruz, A. J., & Villena, L. (2021). Cadmium in *Theobroma cacao* L. “cacao” plantations in the San Martín region (Lamas), Peru. *Manglar (Tumbes)*, 18(2), 169–173. <https://revistas.untumbes.edu.pe/index.php/manglar/article/view/239?articlesBySameAuthorPage=22324>



- Office of Public Health, Louisiana Department of Health. (2023). *Information for Health Care Professionals Cadmium Exposure & Toxicity*. https://ldh.la.gov/assets/oph/Center-EH/envepi/Heavy_Metal/Documents/Cadmium_for_Health_Providers_2023.pdf2526
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Inocuidad de los alimentos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety26>
- Oskarsson, A., & Alexander, J. (2022). Toxic metals in food. En *Handbook on the Toxicology of Metals* (págs. 183–207). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012823292700005X?via%3Dihub27>
- Qing, Y., Yang, J., Zhu, Y., Li, Y., Ma, W., & Zhang, C. (2020). Cancer risk and disease burden of dietary cadmium exposure changes in Shanghai residents from 1988 to 2018. *Science of the Total Environment*, 734(139411), 139411. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.13941127>
- Sanaei, F., Amin, M. M., Alavijeh, Z. P., Esfahani, R. A., Sadeghi, M., & Bandarrig, N. S. (2021). Health risk assessment of potentially toxic elements intake via food crops consumption: Monte Carlo simulation-based probabilistic and heavy metal pollution index. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(2), 1479–1490. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-020-10450-72829>
- Satarug, S., Vesey, D. A., Gobe, G. C., & Phelps, K. R. (2023). Estimation of health risks associated with dietary cadmium exposure. *Archives of Toxicology*, 97(2), 329–358. <http://dx.doi.org/10.1007/s00204-022-03432-w2930>
- Schaefer, H. R., Dennis, S., & Fitzpatrick, S. (2020). Cadmium: Mitigation strategies to reduce dietary exposure. *Journal of Food Science*, 85(2), 260–267. <http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.1499730>
- Soto, M., Rodriguez, L., Olivera, M., Arostegui, V., Colina, C., & Garate, J. (2020). Health risks due to the presence of heavy metals in agricultural products cultivated in areas abandoned by gold mining in the Peruvian Amazon. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 49–59. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000100049&script=sci_arttext&tlng=pt31
- Suwatvitayakorn, P., Ko, M.-S., Kim, K.-W., & Chanpiwat, P. (2020). Human health risk assessment of cadmium exposure through rice consumption in cadmium-contaminated areas of the Mae Tao sub-



district, Tak, Thailand. *Environmental Geochemistry and Health*, 42(8), 2331–2344.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10653-019-00410-73132>

Unidad de Investigación Científica, Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador. (2018). *El Cadmio y su efecto en la salud humana*.
http://www.medicina.ues.edu.sv/unica/index.php?option=com_content&view=article&id=106:el-cadmio-y-su-efecto-en-la-salud-humana&catid=30:esp-medicina-interna&Itemid=1573233

Wang, B., Liu, Y., Wang, H., Cui, L., Zhang, Z., & Guo, J. (2020). Contamination and health risk assessment of lead, arsenic, cadmium, and aluminum from a total diet study of Jilin Province, China. *Food Science & Nutrition*, 8(10), 5631–5640. <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.18513334>

