



Riesgo toxicológico por ingestión de cadmio a través del arroz y la harina de trigo

Toxicological risk from ingestion of cadmium through rice and wheat flour

Nuris Iglesias León ^{1*} , Grettel García Díaz ¹ , Carmen García Calzadilla ¹ , Carlos García Pino ¹ 

¹ Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. La Habana, Cuba.

***Autor para la correspondencia:**

nuris@inhem.sld.cu

Recibido: 21 de diciembre del 2022

Aceptado: 18 de septiembre del 2023

Citar como:

Iglesias-León N, García-Díaz G, García-Calzadilla C, García-Pino C. Riesgo toxicológico por ingestión de cadmio a través del arroz y la harina de trigo. Rev. Cubana Tecnol. Salud [Internet]. 2023 [citado:]; 14(3):e4005. Disponible en: <http://www.revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/4005>

RESUMEN

Introducción: entre los contaminantes alimentarios de origen ambiental se encuentran el metal Cadmio, que produce efectos tóxicos para la salud. En Cuba existen pocas evidencias sobre el riesgo toxicológico en los niveles de consumo. Objetivo: Caracterizar el riesgo toxicológico por ingestión de Cadmio en individuos de diferentes grupos poblacionales, en cuatro provincias de Cuba. Método: se cuantificaron los niveles de Cadmio en muestras de arroz y harina de trigo. Se aplicaron encuestas para determinar el consumo de alimentos por grupos poblacionales (estudiantes de primaria, secundaria y universitarios, trabajadores y jubilados) y por provincias (Mayabeque, La Habana, Camagüey y Santiago de Cuba). Se estimó la Ingestión Semanal Máxima Teórica y la Ingestión Semanal Efectiva de Cadmio para todos los individuos. Se exploraron las asociaciones entre el riesgo potencial y efectivo por la ingestión de Cadmio. Resultados: los niveles de Cadmio en muestras de arroz y harina de trigo estuvieron por debajo del nivel máximo permisible para este metal. los valores medios de Ingestión Semanal Máxima Teórica estuvieron por encima del valor de Ingesta Mensual Tolerable Provisional y el valor de Ingestión Semanal Efectiva medio de Cadmio fue inferior al valor de Ingesta Mensual Tolerable Provisional. Conclusiones: La caracterización del riesgo toxicológico por ingestión de cadmio en la población estudiada, permitió comprobar que los niveles de cadmio en muestras de arroz y harina de trigo, estuvieron por debajo del Nivel Máximo Permisible. No existió riesgo efectivo de padecer problemas de salud asociados a la ingesta de Cadmio.

Palabras clave: *Cadmio/toxicidad, Contaminantes Inorgánicos de los Alimentos, Riesgo Teórico y Efectivo*

ABSTRACT

Introduction: among the food contaminants of environmental origin is the metal Cadmium, which produces toxic effects on health. In Cuba there is little evidence on the toxicological risk at consumption levels. *Objective:* to characterize the toxicological risk due to Cadmium ingestion in individuals of different population groups in four provinces of Cuba. *Method:* cadmium levels were quantified in rice and wheat flour samples. Surveys were applied to determine food consumption by population groups (primary, secondary and university students, workers and retired people) and by provinces (Mayabeque, Havana, Camagüey and Santiago de Cuba). The Theoretical Maximum Weekly Intake and Effective Weekly Cadmium Intake were estimated for all individuals. Associations between potential and effective risk for Cadmium intake were explored. *Results:* Cadmium levels in rice and wheat flour samples were below the maximum permissible level for this metal. The mean Theoretical Maximum Weekly Intake values were above the Provisional Tolerable Monthly Intake value and the mean Effective Weekly Intake value for Cadmium was below the Provisional Tolerable Monthly Intake value. *Conclusions:* the characterization of the toxicological risk due to cadmium ingestion in the population studied, allowed verifying that the levels of cadmium in rice and wheat flour samples, were below the Maximum Permissible Level. There was no effective risk of suffering health problems associated with cadmium ingestion.

Keywords: Cadmium/toxicity, Inorganic Food Contaminants, Theoretical and Actual Risk

INTRODUCCIÓN

Entre los contaminantes alimentarios antropogénicos de origen ambiental se encuentran los metales pesados, que se hallan de forma natural en la corteza terrestre. Los metales pesados se pueden convertir en contaminantes si la distribución en el ambiente se altera mediante actividades humanas. ⁽¹⁻⁴⁾

La contaminación ambiental por metales pesados puede ocurrir durante la extracción y el refinamiento de productos mineros o por la liberación al ambiente de efluentes industriales y emisiones vehiculares. Las emisiones a la atmósfera contaminan la lluvia, que luego se deposita en los suelos y en las aguas. De esta manera incrementa la entrada a la cadena alimentaria del hombre y los animales. ⁽¹⁻⁴⁾

El cadmio (Cd) es uno de los contaminantes metálicos más peligrosos para la salud humana. Es muy tóxico y tiene elevada capacidad de acumulación en la cadena alimentaria. Ha sido clasificado entre los cancerígenos por la Agencia Internacional de Investigaciones sobre Cáncer (IARC) ^(1, 5). No existen mecanismos metabólicos de control homeostático para el Cd, lo que implica una larga vida media biológica. La acumulación activa de este metal prevalece casi toda la vida y se acumula en los tejidos blandos, los tejidos del riñón e hígado. ^(6,7)

Según estudios realizados ^(1, 8-10) en fluidos corporales, tejidos, alimentos y en otras muestras ambientales dentro de los trastornos nocivos asociados a la ingestión del Cd en el ser humano, se incluyen, daños renales e hipertensión y lesiones óseas. Se ha asociado además al riesgo de cáncer en el tracto respiratorio.

Desde el punto de vista preventivo se debe lograr que la presencia de Cd no sobrepase los Niveles Máximos Permisibles (NMP) en los alimentos que ingiere el hombre. Por lo cual existen normativas nacionales (Norma Cubana 493:2015) e internacionales (Norma General del Codex Alimentarius y el Reglamento Europea 1881/2006), para los contaminantes metálicos en alimentos. ^(11,12)

Al analizar los riesgos a corto o largo plazo para la salud a la exposición al Cd, la ingesta diaria debe evaluarse durante meses y la Ingesta Mensual Tolerable Provisional (IMTP) se debe calcular durante un período mínimo de un mes. La Comité Mixto de la FAO/OMS de Expertos

en Aditivos Alimentarios (JECFA) decidió expresar la IMTP en forma de una de 0,025 mg por cada kilogramo de peso corporal (mg/kg p.c.).⁽³⁾

El análisis de riesgos es una forma metodológica de evaluar riesgos asociados a la presencia de peligros en los alimentos, para facilitar la adopción de decisiones en materia de gestión de riesgos y comunicación. Consta de un proceso integrado por varias fases, cuyo objetivo es determinar la naturaleza de un riesgo, expresarlo en términos cualitativos o cuantitativos, y establecer las medidas adecuadas para minimizarlo o limitarlo a un nivel aceptable.⁽¹²⁻¹⁴⁾

La evaluación de riesgos es la primera de las fases del análisis de riesgos. Se basa en hechos científicos para, de una forma sistemática, estimar la probabilidad de que ocurra un efecto adverso y la gravedad del mismo sobre el ser humano o el medio ambiente, a consecuencia de la exposición a un agente causal.⁽¹²⁻¹⁴⁾

Esta metodología se desarrolló en EEUU en las décadas 70-80 y se utilizó por primera vez para establecer niveles tolerables o aceptables de una sustancia. Se incorpora en la Unión Europea (UE) con la Directiva 93/67/CEE de la Comisión de 20 de julio de 1993, por la que se fijan los principios de evaluación del riesgo, para el ser humano y el medio ambiente.⁽¹²⁾

Para evaluar el riesgo a la salud, es determinante estimar la ingesta dietética real de metales esenciales y tóxicos. Compararlas con las recomendaciones dietéticas y los niveles toxicológicos aceptables. Al estimar las ingestas de metales es preciso conocer la cantidad de alimento consumido, y la concentración del metal. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda utilizar los Estudios de la Dieta Total (EDT) en el consumo de los alimentos.⁽¹³⁾

Un método para realizar una evaluación de riesgos por ingestión de contaminantes en la dieta es la denominada Ingestión Semanal Máxima Teórica (ISMT). Parámetro que se obtiene al multiplicar el consumo diario *per cápita* de cada alimento o grupo de alimentos por los Niveles Máximos Permisibles (NMP) legislados de los contaminantes.⁽³⁾

La ISMT constituye una gran sobreestimación y si no sobrepasa la Ingestión Semanal Tolerable Provisional (ISTP) o IMTP recomendada, no hay motivo de preocupación. Si la sobrepasa se debe calcular la Ingestión Semanal Efectiva (ISE), lo cual conlleva operaciones costosas, el análisis químico del contenido del contaminante en los alimentos. Puede hallarse una notable diferencia entre la magnitud de las ISMT y la ISE estimadas.⁽³⁾

Los trabajos que se han realizado para estimar las ISMT de Cd en Cuba, en la mayoría han efectuados en personas mayores de 15 años de La Habana, sustentados en la Primera Encuesta Nacional de Consumo, Gustos y Preferencias Alimentarias, realizada en los años 2000 y 2001. La encuesta fue de recordatorio de 24 horas; los resultados expusieron que la ingestión potencial o teórica de Cd, presentaba significación toxicológica para la población estudiada y el riesgo efectivo obtenido fue bajo.^(15,16)

Al tener en cuenta los factores expuestos con anterioridad, se hace necesario el estudio de riesgo toxicológico por ingestión de Cd en otros territorios del país, y en poblaciones de diferentes grupos etarios. En este sentido, en el presente estudio se orienta a caracterizar el riesgo toxicológico por ingestión de Cadmio en individuos de diferentes grupos poblacionales, en cuatro provincias de Cuba, durante los meses de abril a junio del 2011.

MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo transversal acerca del riesgo toxicológico por ingestión de Cd en diferentes grupos poblacionales. Las provincias fueron: La Habana, Mayabeque, Camagüey y Santiago de Cuba, durante los meses de abril a junio del 2011.

En la selección de los individuos a participar se realizó un muestreo no probabilístico a conveniencia, determinado por la cercanía y accesibilidad geográfica de los encuestadores en

cada provincia. El tamaño de la muestra quedó conformada por 619 personas distribuidos en 128 niños de enseñanza primaria, 90 estudiantes de secundaria básica, 100 estudiantes universitarios, 157 trabajadores de diferentes sectores y 144 jubilados.

Las variables de estudio fueron:

- provincia (La Habana, Mayabeque, Camagüey y Santiago de Cuba)
- grupo poblacional (estudiantes de primaria, estudiantes de secundaria, universitarios, trabajadores y jubilados)
- ingestión semanal máxima teórica de Cd (ISMT) (expresado en mg/kg de peso corporal)
- ingesta semanal efectiva de Cd (ISE) (expresado en mg/kg de peso corporal)
- concentración de Cd en arroz y en harina de trigo (expresado en mg/kg)

Se diseñó y validó un instrumento para la recogida de la información. Encuesta de Frecuencia de Consumo de Alimentos (EFSCA), a partir del cuestionario aplicado en el sistema automatizado Ceres+ ⁽¹⁷⁾.

El instrumento utilizado permitió seleccionar un grupo de alimentos, que podían aportar niveles considerables de Cd, y que existiera la posibilidad de hacer las determinaciones químicas correspondientes. Además, registró el peso corporal (en kg) declarado por los encuestados.

La encuesta fue aplicada por los técnicos de los Centros Provinciales de Higiene y Epidemiología, preparados con antelación en el tema y en la técnica de aplicación de la EFSCA. Fue supervisada por especialistas del Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM), mediante visitas periódicas, a fin de verificar sobre el terreno la marcha y evaluar la calidad del dato primario recolectado, e introducir las correcciones pertinentes.

Para la determinación de la concentración de Cd se tomaron muestras de arroz y harina de trigo, por ser alimentos de preferencia por la población cubana, que pueden contener Cd. ⁽¹⁶⁾ El análisis químico fue realizado en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica (EAA), Shimadzu AA 6900, del Laboratorio de Contaminantes Metálicos del INHEM. Los valores obtenidos se utilizaron para la estimación de la ISE.

Para el cálculo de la ISMT, para el Cd se utilizó los alimentos que aparecen en la EFSCA. Se asumió que estos alimentos (arroz y la harina) que son consumidos por los individuos, contienen el NMP de 0,4 (para el arroz) y 0,2 (para la harina) mg/kg p.c., según la Norma Cubana NC 493:2015.

En el cálculo de la ISE se emplearon los valores promedio de Cd de las determinaciones realizadas en muestras de estos alimentos en el laboratorio de Metales del INHEM. Los resultados de la estimación de la ISMT y la ISE se expresaron en mg/kg de peso corporal.

Para la estimación de los riesgos teórico y efectivo se procedió a comparar los valores de ingesta individual con los valores de ISTP recomendada por JECFA ⁽¹¹⁾. Se consideró riesgo (teórico o efectivo) cuando los valores de ingesta individual eran mayores que la IMTP. Los individuos en los que la ingesta individual fuera menor que la IMTP se incluyeron en la categoría de "no riesgo".

Una vez identificados los individuos con riesgo o no, el resultado de esta categorización se añadió a la base de datos creada. Este dato fue utilizado para la evaluación de las posibles asociaciones según grupo poblacional y provincia. Se obtuvieron los porcentajes de riesgos y no riesgos.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el procesador estadístico SPSS. En el análisis de los resultados se incluyeron los valores de media, desviación estándar, intervalos de confianza

para el 95%. La comparación de los valores de ISMT e ISE según grupo poblacional y provincia se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA).

Se mantuvo las normas de la Ética de la investigación científica. Se informó el objetivo de la investigación y el compromiso de confidencialidad de los datos individuales nombres de los participantes en la investigación, a través de la firma del consentimiento informado por parte de los participantes en el estudio.

RESULTADOS

Estimación de ingestión semanal máxima teórica (ISMT) y caracterización del riesgo

En todos los grupos poblacionales el valor de ISMT se encontró por encima de la IMTP recomendada para este metal (0,025 mg/kg p.c.), lo que sugiere que existe un riesgo potencial. Se debe destacar que para el grupo de primaria el valor obtenido es el más alejado del valor de IMTP, seguido del grupo de secundaria. Tabla 1

Se obtuvo que todos los grupos tienen diferencias en las respectivas medias. El valor medio de ISMT para el Cd, en los grupos universitarios, trabajadores y jubilados se apreciaron valores similares. Sin embargo, en el caso de los grupos de estudiantes de primaria y secundaria se mostraron diferentes entre ellos y los demás. Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de los encuestados según la ingesta teórica de Cd y grupos poblacionales

| Grupo Poblacional | Media ± DS (mg/kg p.c./sem.)* | Intervalo 95% | | p |
|---|----------------------------------|---------------|----------|-------|
| | | Inferior | Superior | |
| Primaria | 0,028 ± 0,020 | 0,024 | 0,031 | 0,000 |
| Secundaria | 0,023 ± 0,024 | 0,018 | 0,028 | |
| Universitarios | 0,016 ± 0,013 | 0,014 | 0,019 | |
| Trabajadores | 0,013 ± 0,009 | 0,012 | 0,014 | |
| Jubilados | 0,014 ± 0,012 | 0,012 | 0,016 | |
| * miligramos de Cd por cada kilogramo de peso corporal por semana | | | | |

En la tabla 2 se presenta el riesgo teórico por ingestión de Cd por provincias. Se observa que existen diferencias significativas entre los valores medios de ISMT de Cd obtenidos para las cuatro provincias ($p < 0,05$). Los resultados de ISMT están por encima de lo recomendado por el JECFA, por lo que existe riesgo teórico. En el caso de Santiago de Cuba es la provincia que más se aleja del valor fijado, demostrándose en la significación al ser la única diferente con respecto a las demás, esta es la de mayor riesgo teórico. Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de los encuestados según la ingesta teórica de Cd y provincias

| Provincias | Media ± DS (mg/kg p.c./sem.)* | Intervalo 95% | | p |
|--|----------------------------------|---------------|----------|-------|
| | | Inferior | Superior | |
| Camagüey | 0,017 ± 0,021 | 0,013 | 0,021 | 0,012 |
| La Habana | 0,018 ± 0,014 | 0,016 | 0,020 | |
| Mayabeque | 0,017 ± 0,013 | 0,015 | 0,019 | |
| Santiago de Cuba | 0,023 ± 0,023 | 0,019 | 0,028 | |
| * miligramos de Cd por cada kilogramo de peso corporal a la semana | | | | |

Estimación de la ISE de Cd y caracterización del riesgo

En la tabla 3, se muestran los valores de concentración en mg/kg de Cd en muestras de harina de trigo y de arroz. Al comparar los valores de Cd en las muestras analizadas se observa que

todos los valores estuvieron por debajo de los NMP de 0,4 mg/kg en el arroz y 0,2 mg/kg en la harina de trigo. Los valores promedio empleados para el cálculo de la ISE fueron 0,05 mg/kg en harina de trigo y 0,06 mg/kg en arroz.

Tabla 3. Resultados de la concentración de Cd en arroz y harina de trigo según niveles máximos permisibles

| | mg/kg de Cd en harina de trigo | mg/kg de Cd en arroz |
|---|--------------------------------|----------------------|
| Media | 0,05 | 0,06 |
| Desviación estándar | 0,05 | 0,02 |
| Nivel máximo permisible (mg/kg de producto final) | 0,2 | 0,4 |

La tabla 4 muestra la comparación de la ISE de Cd por grupos poblacionales. Los resultados obtenidos de ISE para el Cd son diferentes, donde se repite el caso del grupo de primaria, el valor no es homogéneo con respecto a los otros grupos.

En el caso de los grupos de secundaria, jubilados y universitarios, los valores obtenidos en cada uno de ellos son homogéneos; y a la vez, los jubilados no tienen diferencias significativas con los trabajadores. Igual que en casos anteriores, todos estos valores están por debajo de 0,025 mg/kg p.c./sem, por lo que para ningún grupo poblacional existe riesgo efectivo por ingestión de Cd. Tabla 4.

Tabla 4. Comparación de la ingesta efectiva de Cd por grupos poblacionales

| Grupo Poblacional | Media ± DS (mg/kg p.c./sem.)* | Intervalo 95% | | P |
|--|-------------------------------|---------------|----------|-------|
| | | Inferior | Superior | |
| Primaria | 0,004 ± 0,002 | 0,004 | 0,004 | 0,000 |
| Secundaria | 0,003 ± 0,004 | 0,003 | 0,004 | |
| Universitarios | 0,003 ± 0,002 | 0,003 | 0,003 | |
| Trabajadores | 0,002 ± 0,002 | 0,002 | 0,003 | |
| Jubilados | 0,003 ± 0,002 | 0,003 | 0,003 | |
| * miligramos de Cd por cada kilogramo de peso corporal a la semana | | | | |

La tabla 5 muestra la comparación de la ISE de Cd por provincias. Las ingestiones de Cd efectivas mediante los valores de concentración que se encontraron por debajo del NMP (0,053 mg/kg en harina y 0,067 mg/kg de trigo y arroz) los valores de ISE son menores que los de las ISTM. En todos los casos se encontraron por debajo del nivel toxicológico de referencia IMTP.

Se aprecian diferencias en cuanto a los valores medios de ISE. En el caso de Santiago de Cuba, el resultado obtenido de ISE medio es el más cercano al valor de IMTP fijado para este metal. No obstante, a pesar de los resultados que se muestran no hay riesgo efectivo en ninguna provincia por la ingestión de Cd.

Tabla 5. Comparación de la ingesta efectiva de Cd por provincias

| Provincias | Media ± DS (mg/kg p.c./sem.)* | Intervalo 95% | | P |
|--|----------------------------------|---------------|----------|-------|
| | | Inferior | Superior | |
| Camagüey | 0,003 ± 0,003 | 0,002 | 0,004 | 0,000 |
| La Habana | 0,003 ± 0,002 | 0,002 | 0,003 | |
| Mayabeque | 0,003 ± 0,002 | 0,003 | 0,004 | |
| Santiago de Cuba | 0,004 ± 0,003 | 0,003 | 0,004 | |
| * miligramos de Cd por cada kilogramo de peso corporal a la semana | | | | |

DISCUSIÓN

Un estudio realizado en Colombia refiere concentraciones de Cd de 0,0371 – 0,1448 mg/kg en el arroz. ⁽¹⁸⁾ Esta concentración es menor que la reportada en estudios anteriores en el mismo país, donde alcanzó valores de y 0,330 mg/kg. ⁽¹⁹⁾ Esto sugiere la presencia de metales en el arroz lo cual es motivo de preocupación para las autoridades sanitarias.

En otros países hasta un 40% de las muestras analizadas superaron los límites máximos establecidos. Por ejemplo, en los Estados Unidos, se publicaron concentraciones de 0,007-0,123 mg/kg en diferentes tipos de arroz en el mercado estadounidense. En Asia, se observaron concentraciones que oscilaron entre 0,004 – 0,178 mg/kg de Cd. ⁽¹⁸⁾

El análisis por grupos de edad en el estudio de Mosquera-González et al. ⁽¹⁸⁾ indica que las dosis de ingestión son mayores para los niños que en los adultos. En el presente estudio la media de ingesta fue mayor en escolares de primaria, lo cual coincide con el estudio citado.

Sin embargo, es de destacar que para el grupo de primaria el valor obtenido es el más alejado del valor de IMTP, seguido del grupo de secundaria, a pesar de esperarse que fueran los grupos de mayor riesgo. Esto puede deberse en gran medida a que las raciones consumidas por estos grupos poblacionales sean menores a las consumidas por adultos, por lo que en este caso se encontrarían menos expuestos a la ingestión de Cd a través de los alimentos.

Todos estos resultados evidencian la necesidad del cálculo de la ISE, puesto que el riesgo teórico fue elevado en todas las provincias y grupos poblacionales estudiados. Los valores medios de ISMT están muy por encima del valor fijado para este metal por el JECFA.

Al realizar la evaluación de los resultados obtenidos para la ISTM, se determinó que la ingesta de Cd a través de arroz y harina trigo puede constituir un riesgo a la salud de los consumidores, al hallarse valores de ISTM por encima de la IMTP en todos los casos. Se tiene en cuenta que estos son alimentos de alto consumo en la población debido a la cultura y los hábitos alimenticios de la misma.

Cabría suponer que en la práctica los valores sobre la presencia real de Cd en las muestras analizadas en el laboratorio sean inferiores al NMP establecido. De esta forma se puede suponer que podría esperarse que no existiera riesgo toxicológico efectivo por ingestión.

En el presente trabajo se realizó la estimación del riesgo efectivo, mediante la comparación de la ISE con la IMTP. Este análisis depende de la concentración del contaminante en el alimento y del peso corporal del individuo y la cantidad de alimentos consumidos.

La determinación analítica se realizó en muestras crudas, sin embargo, las cantidades de alimentos consumidos fueron obtenidas por encuestas en las que se preguntó por la ingestión de los alimentos listos para el consumo. Por lo que fue necesario realizar corrección de crudo a cocido con el uso de los factores de conversión que aparecen en la Tabla con el valor nutricional de los alimentos consumidos en Cuba. ⁽¹⁷⁾

Se obtuvo que los valores de Cd en arroz y harina de trigo se encuentran por debajo de los NMP establecidos. Además, coincide con el rango del promedio de concentraciones reportadas por Shi et al. ⁽²⁰⁾, donde de todas las regiones las Américas presentan las concentraciones más bajas, con valores que van desde 17,2-118,5 µg/kg en arroz.

Otro reporte de Raoul-Bazié et al. ⁽²¹⁾, muestran concentraciones de Cd detectado en el 92,5% de las muestras de arroz analizadas, donde ninguno de los resultados se encontró por encima del NMP, para arroz y trigo indicado en el Reglamento de la Comisión Europea, consolidado en 2023. La concentración media de Cd en arroz reportada en este consolidado fue de 0,08 mg/kg, valor que se encuentra por encima de los obtenidos en el presente estudio. ⁽²²⁾

Estos resultados resultan alentadores en comparación con los obtenidos por Raoul-Bazié et al. ⁽²¹⁾, para una población de Burkina Faso, donde se encontró Cd en una gran cantidad de muestras y a niveles por encima de los establecidos. Esto contribuyó a que los valores de exposición calculados se encontraran elevados, por lo que se determinó que la población estuvo expuesta a riesgo toxicológico.

De forma similar, en Colombia se observó que 93% de las muestras de arroz blanco comercializadas en diferentes almacenes de cadena del país presentaron concentraciones de Cd mayores al límite de detección. ⁽¹⁸⁾ A diferencia de los estudios anteriores, el análisis toxicológico permitió descartar un riesgo para las poblaciones incluidas en el estudio. Esto representa una garantía de seguridad ante la posibilidad de padecer afecciones por la ingestión de Cd.

En el caso de la comunidad Ventanilla de Perú descartó altas concentraciones de cadmio, arsénico y plomo en los alimentos procedentes de la ganadería avícola. Se concluye con la aprobación para el consumo en la población, al ser el pollo de los alimentos más consumido, similar al arroz y al trigo. ⁽²²⁾

Algunos autores concuerdan con que materias primas contaminadas (entre ellas el trigo) pueden generar concentraciones de metales pesados en productos derivados de las mismas. De igual manera, el origen de la contaminación por estos metales puede estar dada desde el momento del cultivo del alimento, por la presencia de estos en los suelos. Sin embargo, resulta complejo determinar en qué etapa específica puede darse la contaminación. ⁽²³⁻²⁷⁾

CONCLUSIONES

La caracterización del riesgo toxicológico por ingestión de Cd en diferentes grupos poblacionales, de cuatro provincias de Cuba, permitió comprobar que los niveles de Cd en muestras de arroz y harina de trigo, estuvieron por debajo del NMP permisible para este metal. Por tanto, no existió riesgo efectivo de padecer problemas de salud asociados a la ingesta de Cd para la población estudiada.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Nuris Iglesias León: Conceptualización, Metodología, Investigación, Curación de datos, Validación, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Grettel García Díaz, Carmen García Calzadilla, Carlos García Pino: Metodología, Investigación, Curación de datos, Validación, Redacción – revisión y edición.

CONFLICTOS DE INTERÉS

No se declaran conflictos de intereses.

FINANCIACIÓN

No se recibió financiación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García-Bermejo – Pérez A. Nuevas metodologías analíticas para la determinación de contaminantes organohalogenados legislados y emergentes en alimentos. [Tesis] Alcalá: Universidad de Alcalá; 2020 [citado 9 ago 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10017/50750>
2. Miclean M, Cadar O, Levei EA, Roman R, Ozunu A, Levei L. Metal (Pb, Cu, Cd, and Zn) Transfer along Food Chain and Health Risk Assessment through Raw Milk Consumption from Free-Range Cows. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019; 16: 4064.
3. Proshad R, Kormoker T, Islam SMd, Chandra K. Potential health risk of heavy metals via consumption of rice and vegetables grown in the industrial áreas of Bangladesh. *Human and ecological risk assessment*. 2020; 26(4): 921-943.
4. Suhani I, Sahab S, Srivastava V, Singh RP. Impact of cadmium pollution on food safety and human health. *Current opinion in toxicology*. 2021; 27: 1-7.
5. Salas-Marcial C, Garduño-Ayala MA, Mendiola-Ortiz P, Vences-García JH, Zetina-Román VC, Martínez-Ramírez OC, Ramos-García M. Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. *Rev Iberoamericana Tecnol Postcosecha* [Internet]. 2019 [citado 9 jul 2023];20(1). Disponible en: <https://redalyc.org/journal/813/81359562002/>
6. Romero-Oliva OJ, Acevedo-Sandoval OA, Prieto-García F, Prieto-Méndez J. Riesgo toxicológico por plomo, cadmio y manganeso en suelos del DR028, Tulancingo, Hidalgo, México. *IBN SINA*. 2023;12(1):12-12.
7. Satarug S, Vessey DA, Gobe GC. Health risk assessment of dietary cadmium intake: Do current guidelines indicate how much is safe?. *Environmental Health Perspective*. 2017; 125(3):284-288.
8. Bashir H, Ahmad K, Khan ZI, Sohail M, Nazar S, Nadeem M, Fatima H, Iqbal M, Muneeb A, Khan TM, Ashfaq A, Ali Z, Ahsan T. Risk assessment of cadmium toxicity in soil, plants and goats of semi-arid environment. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2020; 29(1): 536-543.
9. Genchi G, Sinicropi MS, Lauria G, Carocci A, Catalano A. The Effects of Cadmium Toxicity. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020; 17: 3782.
10. Yin X, Wu Q, Song W, Yang Q, Wu Y, Fang M, Gong Z. Study on toxicological effect and the mechanism of cadmium in rice and inorganic cadmium on ICR mice. *Toxicology Research*. 2021; 10(3): 639-650.
11. Norma Cubana 493-2015. Contaminantes Metálicos en Alimentos. Regulaciones Sanitarias; 2015.
12. Reglamento (CE) No. 1881/2006 de la Comisión, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea*. 2006, actualizado 2023.
13. Report of 25th Australian Total Diet Study. Food Standards Australia New Zealand [Internet]. 2019 [citado 9 ago 2023]. Disponible en: <https://www.foodstandards.gov.au/consumer/chemicals/Pages/25th-Australian-Total-Diet-Study.aspx>.
14. Zhang Y, Song B, Dun M, Zhou Z. Risk assessment of cadmium intake via food among residents in the mining-affected areas of Nandan County, China. *Environmental Geochemistry and Health*. 2022; 44: 3571-3580.
15. Porrata Maury C. Consumo y preferencias alimentarias de la población cubana con 15 y más años de edad. *Rev Cubana Aliment Nutr*. 2009; 19(1): 87-105.
16. García M, Castro O, García G, Rodríguez L. Caracterización del riesgo por ingestión de Cd a través de los alimentos en ciudad de La Habana. *La Alimentación Latinoamericana*. 2007; 270: 72-75.

17. Rodríguez A, Muestelier H. Sistema Automatizado Ceres+ para la evaluación del consumo de alimentos. Rev. Cubana de Alimentación y Nutrición. 2013; 23(2): 1-43.
18. Mosquera-González SD. Metodología para el análisis de riesgo por exposición a arsénico, cadmio y plomo por consumo de arroz en Colombia. [Tesis] Universidad de los Andes; 2020 [citado 9 jul 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/48675>
19. Hinojosa-Benavides RA. Riesgos de la salud humana por metales pesados. Investigación. 2023;23:1.
20. Shi Z, Carey M, Meharg C, Williams N, Signes-Pastor A, Triwardhani EA, et al. Rice Grain Cadmium Concentrations in the Global Supply-Chain. Exposure and Health. 2020; 12: 869-876.
21. Raoul-Bazié BS, Abdou-Compaoré MK, Bandé M, Kpoda SD, Romaroc-Méda NSB, Ouedraogo-Kangambega TM, et al. Evaluation of metallic trace elements contents in some major raw foodstuffs in Burkina Faso and health risk assessment. Scientific Reports. 2022; 12: 4460.
22. Salvador-Vázquez MF, Velasquez-Cabrera FM, Bravo-Araujo GT. Determinación de arsénico, cadmio y plomo en alimento y agua y su bioacumulación en hígados de pollos de corral procedentes de la asociación Parque Porcino – distrito de Ventanilla, Octubre 2022. [Tesis] Lima: Universidad María Auxiliadora; 2022.
23. Hossain M, Hannan ASMA, Kamal M, Hossain M, Quraishi S. Appraisal and validation of a method used for detecting heavy metals in poultry feed in Bangladesh. Vet World [Internet]. 2022 sep [citado 9 jul 2023];15(9):2217-2223. Disponible en: <https://10.14202/vetworld.2022.2217-2223>
24. Kabeer M, Hameed I, Kashif S, Khan M, Tahir A, Anum F, et al. Contamination of heavy metals in poultry eggs: a study presenting relation between heavy metals in feed intake and eggs. PubMed.gov [Internet]. 2020 aug [citado 9 jul 2023]; 76(4):220-232. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/19338244.2020.1799182>
25. Valladares P, Cáceres G, Valdés J. Contenido de plomo, cadmio y arsénico en tejidos biológicos de la paloma común (Columba livia) presentes en un área urbana previamente contaminada con residuos mineros. Scielo [Internet]. 2020 [citado 9 jul 2023]; 36(2):485-490. Disponible en: <https://doi.org/10.20937/RICA.53323>
26. Vizuete J, Hernández D, López A, Fidalgo LE, Soler F, Pérez M, Míguez M. Heavy metals and metalloid levels in the tissues of yellow-legged gulls (Larus michahellis) from Spain: sex, age, and geographical location differences. Environ Sci Pollut Res Int [Internet]. 2022 Aug [citado 9 jul 2023];29(36):54292-54308. Disponible en: <https://10.1007/s11356-022-19627-8>
27. Wolf P, Cappai M. Levels of Pb and Cd in Single Feeding Stuffs and Compound Feeds for Poultry. PubMed.gov [Internet]. 2020 jun [citado 9 jul 2023]; 199(3):1074-1079. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02197-6>



Los artículos de **Revista Cubana de Tecnología de la Salud** se compar-
ten bajo los términos de la Licencia **Creative Commons Atribución-No
Comercial 4.0. Internacional**