



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**NIVELES DE PLOMO EN ALIMENTOS ARTESANALES DE
VENTA AMBULATORIA EN LOS PARADEROS DE LA
AVENIDA LAS FLORES DE PRIMAVERA EN SAN JUAN
DE LURIGANCHO, LIMA, 2022**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO**

AUTORES:

Bach. MEDRANO DIAZ, KATIA LISSETH

<https://orcid.org/0009-0003-5391-7306>

Bach. MEZA PASTRANA, EHTIL

<https://orcid.org/0009-0006-7098-6516>

ASESOR:

Mg. CORDOVA SERRANO GERSON

<https://orcid.org/0000-0002-5591-0322>

LIMA – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **Medrano Diaz Katia Lisseth**, con DNI **45009261**, en mi condición de autora de la tesis titulada Niveles de plomo en alimentos artesanales de venta ambulatória en los paraderos de la avenida las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho, Lima, 2022 presentada para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para reproducir y publicar de manera permanente e indefinida en su repositorio institucional, bajo la modalidad de acceso abierto, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO¹** que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud de 15 % y que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 22 días del mes de enero del año 2024.

Medrano Diaz Katia Lisseth
45009261

UNIVERSIDAD MARIA AUXILIADORA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
MSc. Gerson Córdova Serrano
Investigación Farmacéutica - DITFFCS
C.O.F.P. 45621

MSc. Gerson Córdova Serrano
45276376

¹ Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174-2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, Meza Pastrana, Ehtil, con DNI **40558601**, en mi condición de autora de la tesis titulada Niveles de plomo en alimentos artesanales de venta ambulatoria en los paraderos de la avenida las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho, Lima, 2022 presentada para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para reproducir y publicar de manera permanente e indefinida en su repositorio institucional, bajo la modalidad de acceso abierto, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO**¹ que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud de 15 % y que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 22 días del mes de enero del año 2024.



Meza Pastrana, Ehtil
40558601

UNIVERSIDAD MARÍA AUXILIADORA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIQUÍMICA



MSc. Gerson Córdova Serrano
Investigación Formativa - IDI/FCS
C.O.F.P. 1682

MSc. Gerson Córdova Serrano
45276376

¹ Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174-2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

APlagio TESIS MEDRANO - MEZA octubre

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|------------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 15% <small>EN</small> | 11% | 11% | 3% |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | www.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet | 3% |
| 2 | link.springer.com Fuente de Internet | 2% |
| 3 | www.researchgate.net Fuente de Internet | 2% |
| 4 | pubmed.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet | 1% |
| 5 | "Lead in Plants and the Environment", Springer Science and Business Media LLC, 2020 Publicación | 1% |
| 6 | Submitted to Edith Cowan University Trabajo del estudiante | 1% |
| 7 | Jialu Jin, Xiuge Zhao, Lei Zhang, Yaru Hu, Jianfeng Zhao, Junjie Tian, Jing Ren, Kuangfei Lin, Changzheng Cui. "Heavy metals in daily meals and food ingredients in the Yangtze River Delta and their probabilistic health risk | 1% |

assessment", Science of The Total Environment, 2023

Publicación

| | | |
|----|---|------|
| 8 | rcastoragev2.blob.core.windows.net Fuente de Internet | 1 % |
| 9 | miastoprzyszlosci.com.pl Fuente de Internet | <1 % |
| 10 | Gang Liang, Wenwen Gong, Bingru Li, Jimin Zuo, Ligang Pan, Xinhui Liu. "Analysis of Heavy Metals in Foodstuffs and an Assessment of the Health Risks to the General Public via Consumption in Beijing, China", International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019 Publicación | <1 % |
| 11 | eiris.it Fuente de Internet | <1 % |
| 12 | Marcella Malavolti, Susan J. Fairweather-Tait, Carlotta Malagoli, Luciano Vescovi, Marco Vinceti, Tommaso Filippini. "Lead exposure in an Italian population: Food content, dietary intake and risk assessment", Food Research International, 2020 Publicación | <1 % |
| 13 | dspace.knust.edu.gh Fuente de Internet | <1 % |

www.mdpi.com

| | | |
|----|---|------|
| 14 | Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | hal-amu.archives-ouvertes.fr Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | Petru Jitaru, Luc Ingenbleek, Nathalie Marchond, Clémence Laurent et al. "Occurrence of 30 trace elements in foods from a multi-centre Sub-Saharan Africa Total Diet Study: Focus on Al, As, Cd, Hg, and Pb", Environment International, 2019 Publicación | <1 % |
| 17 | www.intechopen.com Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | Xiuying Zhang, Zhen Wang, Lei Liu, Nan Zhan, Jiayao Qin, Xinqing Lu, Cheng Miaomiao. "Assessment of the risks from dietary lead exposure in China", Journal of Hazardous Materials, 2021 Publicación | <1 % |
| 19 | Submitted to Intercollege Trabajo del estudiante | <1 % |
| 20 | Submitted to University of the Western Cape Trabajo del estudiante | <1 % |
| 21 | Mustafa Soylak, Yunus Emre Unsal, Mustafa Tuzen. "Evaluation of metal contents of household detergent samples from Turkey by | <1 % |

flame atomic absorption spectrometry",
Environmental Monitoring and Assessment,
2013

Publicación

22

www.tandfonline.com

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

Por encima de todo, a nuestro Dios Todopoderoso que nos colmó de sus bendiciones en nuestra vida cotidiana, especialmente por la fuerza, el coraje, la paciencia, la sabiduría, el tiempo y la orientación en la realización de este trabajo.

Dedico este logro a mi padre y a mi madre, que con amor y esfuerzo me han acompañado en este proceso, sin dudar en ningún momento de ver cumplidos mis sueños, que son también los suyos

Katia Lisseth

Esta tesis está dedicada a mis padres por su amor, apoyo sin fin y una gran enseñanza de la vida. Asimismo, a mi esposo e hija por brindarme un apoyo incondicional y un aliento continuo a lo largo de mis años de estudio y durante el proceso de investigación y redacción de esta tesis. Este logro no hubiera sido posible sin ellos.

Ehtil

AGRADECIMIENTO

Tenemos una profunda deuda de agradecimiento con nuestra Licenciada Universidad María Auxiliadora por darnos la oportunidad de completar este trabajo. Por los cinco años de estudios universitarios que fortalecieron nuestra competencia profesional.

Tenemos que agradecer a nuestro asesor de investigación el Mg. Córdova Serrano, Gerson. Sin su asistencia y participación dedicada en cada paso a lo largo del proceso, este documento nunca se habría terminado.

A los docentes de las aulas universitarias, agradecemos la confianza depositada en el trabajo y la motivación demostrada a lo largo de este arduo camino de la investigación. Siempre apreciaremos todo lo que han hecho, por ayudarnos a desarrollar nuestras habilidades tecnológicas

Finalmente, agradecemos a los profesionales Químicos Farmacéuticos investigadores quienes amablemente nos asistieron con el análisis estadístico de esta disertación y fueron muy pacientes, educados en todo momento durante los días de investigación.

Katia Lisseth

Ehtil

ÍNDICE GENERAL

| | Páginas |
|--|----------------|
| PORTADA | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE GENERAL | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vii |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MATERIALES Y MÉTODOS | 8 |
| II.1. Enfoque y diseño de la investigación | 8 |
| II.2. Población, muestra y muestreo | 9 |
| II.3. Variables de la investigación | 10 |
| II.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos | 10 |
| II.5. Proceso de recolección de datos | 11 |
| II.6. Métodos de análisis estadísticos | 12 |
| II.7. Aspectos éticos | 13 |
| III. RESULTADOS | 14 |
| IV. DISCUSIÓN | 22 |
| IV.1. Discusión de resultados | 22 |
| IV.2. Conclusiones | 28 |

| | |
|--|-----------|
| IV.3. Recomendaciones | 29 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |
| ANEXOS | 36 |
| ANEXO A: Operacionalización de las variables | 37 |
| ANEXO B: Instrumentos de recolección de datos | 38 |
| ANEXO C: Evidencias fotográficas del trabajo de campo | 40 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Páginas |
|--|----------------|
| Tabla 1. Características principales de las muestras obtenidas de los alimentos sólidos | 14 |
| Tabla 2. Características principales de las muestras obtenidas de los alimentos líquidos | 16 |
| Tabla 3. Características principales de las muestras control | 18 |
| Tabla 4. Características principales en muestras de alimentos sólidos, líquidos y control | 20 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Páginas |
|--|----------------|
| Figura 1. Exposición humana al Pb en alimentos y en el medio ambiente | 4 |
| Figura 2. Ubicación geográfica de la Av. Las Flores de Primavera | 9 |
| Figura 3. Concentración de Pb en las muestras de alimentos sólidos | |
| Figura 4. Concentración de Pb en las muestras de alimentos líquidos | 17 |
| Figura 5. Concentración de Pb (mg/kg) en las muestras control | 19 |
| Figura 6. Concentración de Pb (mg/kg) en las muestras de alimentos sólidos, líquidos y control. | 21 |

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los niveles de plomo (Pb) en alimentos artesanales de venta ambulancia en los paraderos de la avenida Las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho, Lima, 2022. **Materiales y métodos:** De enfoque cuantitativo y de corte transversal analítico. Se recolectó un total de cuarenta y dos muestras de alimentos y se identificó los niveles de Pb mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito. **Resultados:** Los resultados obtenidos mostraron que los alimentos sólidos contenían una cantidad apreciable de Pb al 88%, la misma presentó un promedio <0.004 mg/kg y el 13% de 0.011 mg/kg. Entretanto las muestras líquidas los resultados variaron desde <0.004 mg/kg a 0.075 mg/kg obtenidos de un laboratorio estatal. En la totalidad las muestras de alimentos sólidos, líquidos y control, la presencia de las concentraciones de Pb (< 0.004 mg/kg) en las diversas muestras son similares, de acuerdo con los análisis de un laboratorio privado. **Conclusiones:** En general, los niveles de Pb obtenidos en muestras de la venta ambulancia de alimentos se encuentran dentro del rango aceptable de acuerdo a lo establecido por los organismos internacionales.

Palabras claves: Alimentos, espectrometría de absorción atómica con horno de grafito, plomo, venta ambulancia de alimentos (Descriptor: DeCS/MeSH).

ABSTRACT

Objective: To assess the levels of lead (Pb) in artisanal street food at the Las Flores de Primavera avenue in San Juan de Lurigancho, Lima, 2022. **Materials and methods:** Quantitative and analytical cross-sectional approach. A total of 42 food samples were collected and Pb levels were identified by Atomic Absorption Spectrometry with Graphite Furnace. **Results:** The results obtained showed that the solid food contained an appreciable amount of Pb at 88%, with an average of <0.004 mg/kg and 13% of 0.011 mg/kg. The liquid samples ranged from <0.004 mg/kg to 0.075 mg/kg obtained from a state laboratory. In the totality of solid, liquid and control food samples, the presence of Pb concentrations (< 0.004 mg/kg) in the different samples are similar, according to the analyses of a private laboratory. **Conclusions:** In general, the Pb levels obtained in samples from street food sales are within the acceptable range according to international standards.

Key words: *Food, graphite furnace atomic absorption, lead, street food (Descriptor: DeCS/MeSH).*

I. INTRODUCCIÓN

Con el rápido desarrollo y la prosperidad de los procesos industriales y de urbanización en las últimas décadas, los riesgos para la salud humana causados por los metales pesados se han vuelto problemáticos, especialmente la exposición a través de la ingesta oral y el consumo de alimentos se considera la vía más directa¹. En paralelo, la contaminación del agua y el aire por metales tóxicos es un problema ambiental que afecta a cientos de millones de personas en todo el mundo. La contaminación de los alimentos con metales pesados es un motivo de preocupación para la salud humana y animal².

Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), han establecido los límites máximos permitidos para el contenido de metales pesados en el agua, los cultivos y el suelo con el fin de proteger la salud pública y el ambiente³.

La FAO estimó que 800 millones de personas practican la agricultura urbana en todo el mundo. A pesar de los beneficios socio económicos del cultivo urbano de hortalizas, se revelaron que las malas prácticas agronómicas pueden provocar la acumulación de metales pesados en los tejidos comestibles de las hortalizas, lo que compromete la seguridad y la calidad de las hortalizas comestibles producidas en granjas situadas en ciudades de muchos países del mundo⁴.

Los metales pesados como el cadmio (Cd), el arsénico (As), el mercurio Hg y el plomo (Pb) son los metales pesados tóxicos más perjudiciales para la salud humana, y la Agencia de Protección del medio ambiente de los Estados Unidos (USEPA) los considera contaminantes de control prioritario⁵.

La Comisión Europea (CE), estableció los límites aceptables para el contenido de metales pesados en los productos alimenticios. En especial, relacionado con el Pb, la misma sigue siendo alto en muestras que han sido identificadas⁶. Parece que esto puede estar relacionado con el aumento de combustibles fósiles sólidos en los países asiáticos en los últimos años, que liberan cantidades muy grandes de Pb a la atmósfera y, como resultado, este metal entra lentamente en Europa⁷. De tal forma, la toxicidad del Pb sigue siendo un motivo de gran preocupación, ya que este metal es un neurotóxico bien conocido, especialmente para los niños.

En Etiopía, se ha informado ampliamente de que las aguas residuales de las industrias de productos químicos, floricultura, pinturas, papel, pesticidas, cemento, plásticos y curtidos suelen contener altas concentraciones de metales pesados, como Pb, en concentraciones superiores a la demanda fisiológica de las plantas, no sólo pueden tener efectos tóxicos en ellas, sino que también pueden entrar en las cadenas alimentarias, biomagnificarse y suponer una amenaza potencial para la salud humana⁸. Es esencial hacer hincapié en la seguridad y la calidad de las verduras comestibles que se consumen en Ghana. Estudios anteriores demostraron que existe amplia información sobre la presencia de metales tóxicos en porciones comestibles de hortalizas producidas. Lamentablemente, los pocos estudios que se centraron en la distribución de metales en las hortalizas tuvieron un alcance limitado⁹.

La OMS ha expresado su preocupación por la presencia de Pb en el agua potable y en alimentos comunes, como verduras y frutas frescas, planteando varios riesgos para la salud humana de Bangladesh¹⁰. Con una predicción de riesgo potencial que incluye riesgos carcinogénicos y no carcinogénicos para adultos y niños. Por consiguiente, los alimentos comunes, las cadenas alimentarias y las muestras de agua (agua de río y aguas subterráneas) se consideraron la fuente y el sumidero críticos de Pb en Bangladesh¹¹.

El Gobierno chino ha adoptado algunas medidas de control positivas para reducir la contaminación por Pb y limitar el contenido en los alimentos y los materiales de envasado. Para la población general, una de las principales vías de exposición al Pb es a través de los alimentos. Se investigaron a escala nacional las concentraciones en arroz, verduras, productos acuáticos y carne, y se concluyó que los alimentos fuertemente contaminados con Pb estaban relacionados principalmente con actividades de minería y fundición¹². El crecimiento demográfico de los países en vías de desarrollo la polución y la contaminación del medio ambiente siguen planteando un grave problema para la salud y la seguridad de la industria alimentaria y del consumidor cotidiano¹³. Mientras no se tomen medidas para revertir y prevenir la contaminación por Pb, los consumidores deben estar mejor informados sobre los posibles contaminantes peligrosos en su dieta diaria, para que puedan tomar decisiones de consumo

mejor informadas para sí mismos y para los grupos de riesgo más vulnerables, como la población en edad pediátrica.

En Perú, las zonas suburbanas y urbanas de Lima están contaminadas por diversos metales pesados procedentes de operaciones industriales en desarrollo y de la rápida expansión urbana. De manera consecuente, la información sobre los estudios de evaluación del riesgo para la salud de los metales tóxicos a través del consumo de alimentos es bastante limitada. Además, la mayoría de los estudios sólo se han centrado en uno o unos pocos tipos de alimentos.

El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) a través del Decreto Legislativo N° 1062, Ley de Inocuidad de los Alimentos, realizó un estudio de residuos químicos en alimentos agropecuarios primarios en 130 muestras para las ciudades de Piura, La Libertad, Lambayeque, Cajamarca, San Martín, Lima, Ica, Arequipa, Tacna y Puno. Identificaron a muestras con residuos de metales pesados (As, Cd y Pb); donde el menor número de muestras con presencia de metales pesados fue para la carne de caprino y el mayor número en la miel de abeja¹⁴.

En Madre de Dios el nivel de concentración de metales pesados (Pb) en suelos, muestras de yuca y plátano de zona minera y zona control no sobrepasaron los estándares nacionales e internacionales para el consumo humano. La extracción de metales en Madre de Dios no solo produce contaminación en los ríos y suelos, sino que también puede generar un riesgo en los productos agrícolas de consumo humano¹⁵. Aunque tanto la contaminación ambiental por Pb como la de los alimentos, no está claro si se trata de un problema de ámbito nacional relacionado con todos los grupos de alimentos o si esta contaminación está localizada en zonas y alimentos concretos.

El Pb es un elemento ampliamente utilizado debido a su blandura, maleabilidad, ductilidad, escasa conductibilidad y resistencia a la corrosión. Su uso extensivo ha provocado la exposición humana de diversas formas, principalmente a través de la contaminación ambiental. Desde hace muchos años, está prohibido en la gasolina, la pintura y varias otras aplicaciones, pero al ser un elemento no biodegradable, persiste en el medio ambiente y se acumula fácilmente en todos los ecosistemas¹⁶. El Pb es altamente tóxico, especialmente para el desarrollo del sistema nervioso en los niños¹⁷.

Predominan la ingestión y la inhalación, mientras que la absorción a través de la piel es mínima y se refiere principalmente al Pb orgánico tetraetilado y tetrametilado. Cuando se ingieren alimentos, agua o tierra contaminados con Pb, el sistema digestivo los absorbe fácilmente¹⁸. Los procesos tecnológicos son una fuente importante de contaminación de los productos alimentarios. La fuente de Pb pueden ser los dispositivos utilizados en la producción de alimentos, y puede proceder de diversos tipos de vajilla, envases y productos cerámicos¹⁹.

La ingestión de alimentos contaminados con Pb es la principal vía de exposición humana (Figura 1). Se ha documentado ampliamente que el Pb es absorbido por las plantas y se acumula en los tejidos. Muchos estudios se han centrado en la absorción y acumulación de Pb en las plantas a través de la raíz, así como a través de los órganos foliares²⁰.

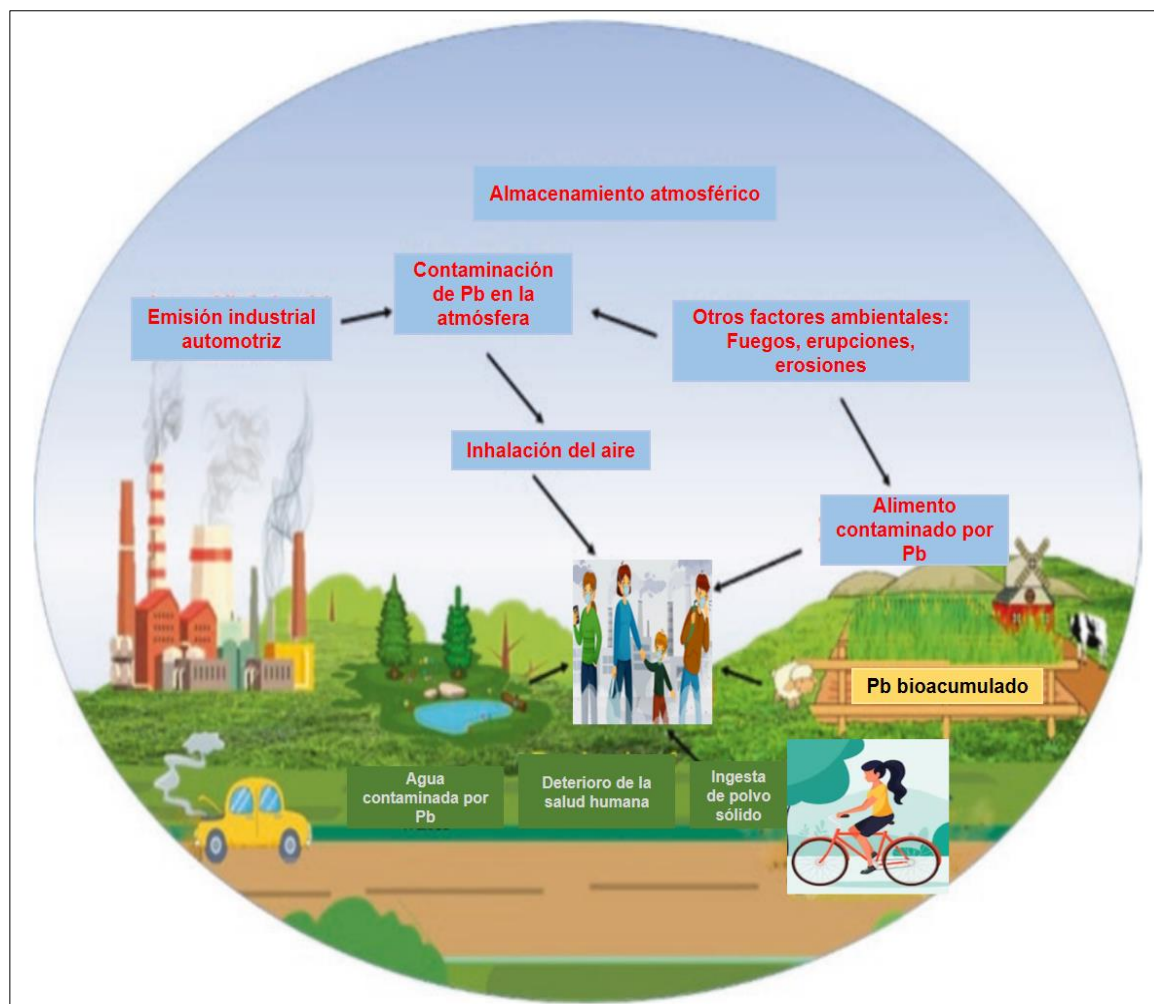


Figura 1. Exposición humana al Pb en alimentos y en el medio ambiente

Fuente. Gupta et al. (2020)²⁰.

Los cultivos de verduras son el principal constituyente de la dieta humana, y la ingesta de verduras contaminadas con metales pesados puede inducir numerosos riesgos para la salud humana. Por lo tanto, los vegetales/cultivos contaminados con Pb pueden ser una amenaza potencial para la calidad del medio ambiente y la salud humana²¹. Para minimizar estos riesgos para la salud relacionados con el Pb, hay diferentes opciones disponibles para reducir la concentración de metales pesados en el suelo y la cadena alimentaria, una de ellas es evitar el contacto directo procedentes de orígenes antropogénicas y naturales que son altamente potenciales.

Entre los antecedentes internacionales se destaca la investigación de Gupta et al. (2021), en India, determinaron la acumulación de metales pesados en distintas hortalizas en diferentes estaciones y se atribuyó un grave peligro para la salud de los adultos humanos. Los resultados resaltan que el cociente de peligro objetivo de Pb para el fenogreco (2.156, 2.143 y 2.228, respectivamente) y las espinacas (3.697, 3.509 y 5.539, respectivamente) superó la unidad, lo que indica las altas posibilidades de riesgos no cancerígenos para la salud si son consumidos regularmente por la población²². Mientras tanto, Sifou et al. (2021), en Marruecos, evaluaron los niveles de contaminación por Pb de las muestras de cereales de desayuno. Los resultados mostraron en 62 muestras, 47 muestras (75.8%) estaban contaminadas con concentraciones de Pb en el rango de 0.016-1.057 µg/g. Las muestras restantes (24.2%) estaban por debajo del límite de detección de Pb. En el estudio, cuatro muestras (6.45%) de cereales de desayuno superan el límite máximo (0.2 µg/g) establecido por el Reglamento de la Comisión Europea para el Pb en cereales. Los investigadores concluyen que los riesgos de desarrollo de efectos toxicológicos a través de los cereales de desayuno son muy bajos²³. De manera semejante, Heshmati et al. (2020), en Irán, determinaron los riesgos para la salud de la exposición a Pb procedentes del consumo de verduras y cereales. Entre los resultados, las concentraciones promedias de Pb en muestras de patata, cebolla, tomate, lechuga, puerro, zanahoria, trigo y arroz se midieron como 0.029 ± 0.011 , 0.016 ± 0.012 , 0.007 ± 0.005 , 0.022 ± 0.020 , 0.040 ± 0.048 , 0.029 ± 0.025 , 0.123 ± 0.120 y 0.097 ± 0.059 mg/kg de peso húmedo, respectivamente, y todas ellas estaban por debajo de las concentraciones máximas permitidas establecidas por la Unión Europea. Los académicos afirman

que no existe riesgo asociado a la exposición al Pb a través de la ingesta de verduras y cereales seleccionados²⁴.

En el ámbito nacional se resalta los estudios de Falero (2021), en Piura, determinaron la presencia de As, Cd, Hg y Pb en banano orgánico, a través de un estudio cuantitativo. Los resultados mostraron que los frutos de banano orgánico contenían niveles bajos de metales pesados, por lo que su consumo no afecta la salud²⁵. Entretanto, Caso (2020), en Ica, realizó investigaciones sobre las concentraciones de Pb en maíz (*Zea mays*) procedente de la cuenca del río San Juan Chincha. Los principales resultados describen una concentración de Pb promedio de 0.108 ppm, siendo como mínimo de 0.031 ppm y máxima de 0.186 ppm en muestras de *Zea mays* superando los límites máximos permitidos establecido por el Codex Alimentarius (0.1 ppm)²⁶. De modo similar, Atachagua y Gonzales (2018), determinaron Pb y As en desayunos expendidos en puestos de venta ambulatoria en el cercado de Lima. Demostraron que la concentración promedio de Pb en un vaso de quinua fue de 13.29 ppb; el 10% de muestras estudiadas superaron los límites máximo permisible de Pb (25 ppb) establecido por el Codex Alimentarius. En lo que concierne al As, ninguna de las muestras de quinua superó los límites máximos permisibles (15 ppb)²⁷.

Es importante poner énfasis en los alimentos expuestos, que son amenazados por la introducción intencionada o no intencionada de contaminantes. Los alimentos que se venden en la calle son susceptibles a los contaminantes microbianos, químicos y físicos. Debido a su omnipresencia en el medio ambiente, los metales pesados figuran entre la mayoría de los contaminantes del material alimentario y se cree que tienen propiedades tóxicas. Los metales pesados como el Pb suelen estar presentes en altos niveles en algunos alimentos de venta ambulante, y su ingestión prolongada podría tener efectos perjudiciales para la salud de los consumidores.

En consecuencia, desarrollar la investigación se justifica desde la óptica teórica, porque cubre un vacío del conocimiento al dilucidar la magnitud y diversidad de los niveles de Pb en los alimentos y evaluar el riesgo de exposición. Por otra parte, se justifica de manera práctica, porque los resultados, se podría continuar investigando sobre las consecuencias para la salud de las exposiciones del Pb

teniendo en cuenta las múltiples vías de exposición, la susceptibilidad de la población y las interacciones en los alimentos presentes en la vía pública.

Se justifica desde la perspectiva social, porque facilitaría el acceso generalizado a alimentos saludables no contaminados, y las personas pueden ser conscientes de que los hábitos alimentarios saludables pueden reducir la sensibilidad y los efectos a largo plazo si están presentes residuos tóxicos. Por ello, el acceso equitativo a alimentos nutritivos y asequibles para los grupos vulnerables que experimentan o corren el riesgo de experimentar alimentos contaminados debe ser una prioridad.

Para finalizar, la justificación metodológica, hace referencia a un conjunto de estrategias y técnicas mediante la exploración de patrones numéricos. La misma que se aplicó equipos de alta sensibilidad para lograr resultados de precisión.

De acuerdo con lo planteado, el objetivo es evaluar los niveles de Pb en alimentos artesanales de venta ambulancia en los paraderos de la avenida Las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho, Lima, 2022.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1. Enfoque y diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo, porque el investigador utiliza principalmente afirmaciones teóricas que tiene potenciales consecuencias prácticas, para desarrollar el conocimiento, por ejemplo, el pensamiento de causa y efecto, la reducción a variables específicas e hipótesis y preguntas, el uso de mediciones y observaciones, y la comprobación de las teorías. Las estrategias que se suelen utilizar en este diseño de investigación son los experimentos y las encuestas, y los instrumentos predeterminados en la recolección de datos que producen datos estadísticos²⁸.

Es de diseño observacional, porque el investigador no asigna ni controla la exposición, sino que observa y evalúa los resultados que se producen sin intervención. Los estudios observacionales tienen algunas limitaciones en relación con los estudios experimentales; debido a la falta de aleatorización, los investigadores no pueden controlar completamente los factores de confusión residuales (desconocidos)²⁹.

Es de tipo descriptivo, porque muestra un perfil preciso de personas, situaciones o acontecimientos. Este tipo requiere recopilar mucha información sobre la situación que se va a estudiar. El estudio descriptivo tiene como objetivo proporcionar al investigador un perfil o describir aspectos de los fenómenos que se investigan en diferentes niveles, como la perspectiva individual, organizativa, orientada a la población³⁰.

De corte transversal, porque los investigadores están interesados en recopilar información sobre los factores de riesgo y la extensión de la enfermedad en una población concreta o en caracterizar o comparar poblaciones. En este diseño de estudio, los investigadores seleccionan una muestra de sujetos y recopilan datos sobre el estado de salud. Por lo general, la información sobre la exposición y la enfermedad se recoge en una sola visita; sin embargo, en algunos estudios los investigadores pueden optar por recoger datos sólo sobre la exposición o sólo sobre la enfermedad³¹.

II.2. Población, muestra y muestreo

Para el desarrollo de la investigación, se eligió el distrito de San Juan de Lurigancho (SJL), la localidad de la avenida Las Flores de Primavera, como lugar de muestreo (Figura 2). La presencia del comercio ambulatorio es amplia, la cual se comercializa alimentos al aire libre (desayuno, almuerzo y cena). Para el presente informe, un vendedor ambulante de alimentos se define como cualquiera que venda alimentos y bebidas listos para el consumo en calles y lugares públicos dentro del área de estudio.

La muestra fue 42 de una población total de 120 puestos de venta de alimentos artesanales ubicados a lo largo la avenida seleccionada.

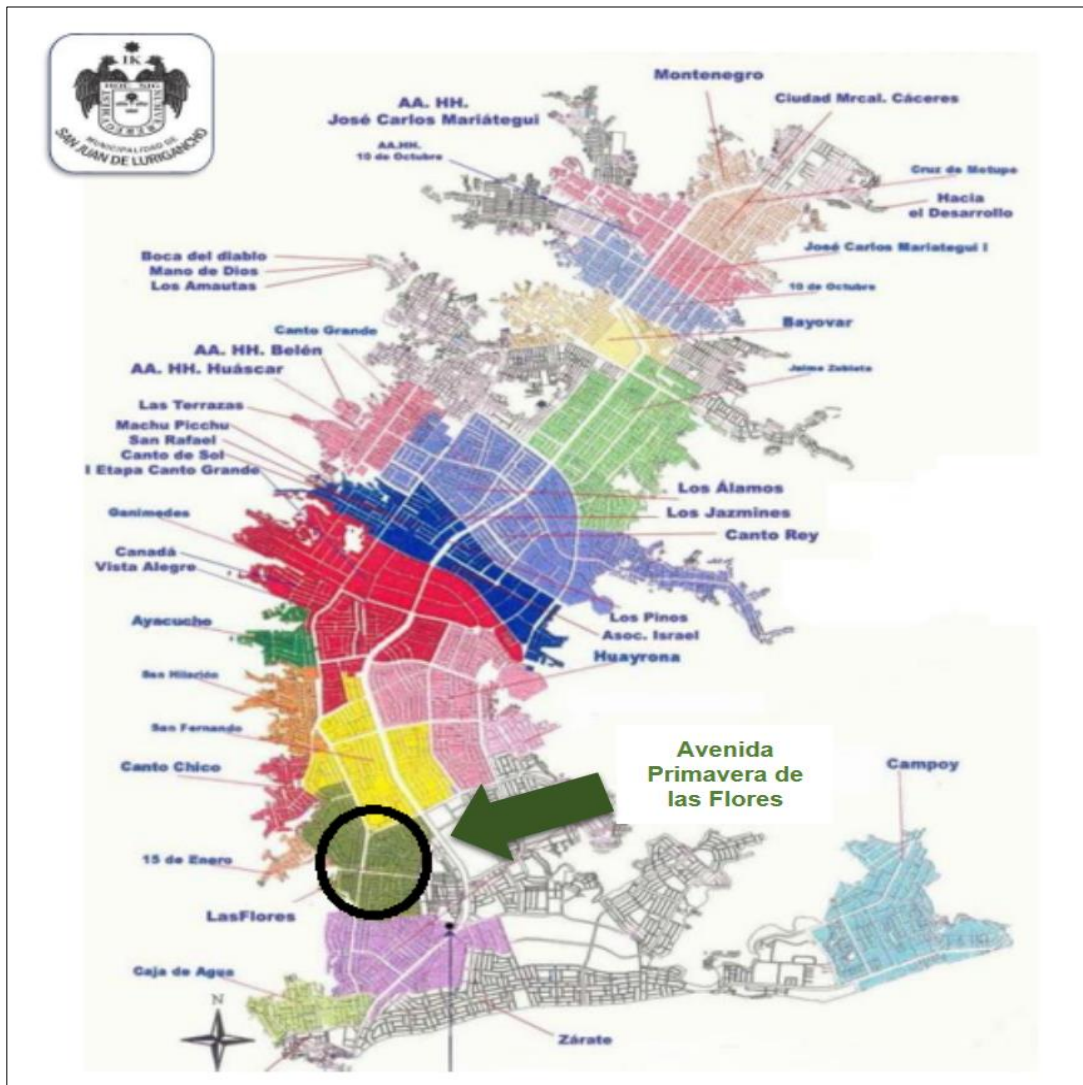


Figura 2. Ubicación geográfica de la Av. Las Flores de Primavera

Fuente. Gonzales Castillo (2020)³².

El muestreo fue por conveniencia, porque se seleccionó el objeto de estudio más accesibles y la elección está en función de las características particulares. De manera paralela, fue no probabilístico, porque las muestras suelen ser más alcanzables y fáciles de recoger información³³.

a) Criterios de inclusión:

- Alimentos preparados de forma artesanal
- Alimentos de venta libre en puestos ambulatorios
- Alimentos expuestos al aire libre
- Venta de alimentos que pertenezcan a la Av. Las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho.

b) Criterios de exclusión:

- Puestos ambulatorios que tengan a la venta productos elaborados industrialmente
- Alimentos expendidos totalmente cerrados
- Venta de alimentos fuera de la jurisdicción del estudio

II.3. Variables de investigación

La variable de la investigación: Nivel de Pb.

Definición conceptual: La concentración de Pb depositado o absorbido por alimentos expuestos a un ambiente contaminado en un período de tiempo puede originar un riesgo importante para la salud de los consumidores potenciales especialmente los que superan los límites máximos permitidos para los productos alimenticios¹⁶.

Definición operacional: Los procesos analíticos enfocados en determinar el nivel de Pb está basada en la absorbancia y la concentración, comparando según los estándares de concentraciones máximas de Pb en alimentos

II.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

- Para la recolección de la información, se consideró fuente de información como primaria de carácter impersonal, por tratarse del análisis de contenido de Pb en alimentos artesanales de venta ambulatoria.
- Se desarrolló a través del Manual de métodos de análisis de alimentos - metales (FSSAI, 2016)³⁴.

- La técnica para el análisis toxicológico de concentración de Pb se realizó por el método de espectrofotometría de absorción atómica.
- Los instrumentos que se utilizó son: La guía de observación de datos para registrar las características en cada lugar de muestreo y del nivel de plomo en las muestras tomadas; así también el instrumento será el espectrofotómetro de absorción atómica para la determinación de niveles de plomo en alimentos artesanales de venta ambulatoria.

II.5. Proceso de recolección de datos

El proceso de recolección de datos fue guiado por los siguientes pasos:

- Elaboración del instrumento de recopilación de datos
- Toma de muestras del lugar propuesto
- Codificación de las muestras
- Descripción de las características de las muestras en las guías
- Envío de las muestras al laboratorio, para determinar el nivel de plomo en las muestras
- Análisis de muestras en laboratorio y registro de resultados en las guías
- Concluido con la obtención de los niveles de plomo se procedió con la elaboración de una base de datos, codificando cada una para luego ser procesadas con ayuda de un programa estadístico

Recolección de la muestra:

En ambos períodos de tiempo, la toma de muestras se inició al finalizar la Av. Las Flores de Primavera, es decir en el paradero 22 y finalizando en el paradero 1. La selección de muestras fue de forma aleatoria. Las muestras de alimentos artesanales sólidos se depositaron en su totalidad en bolsas de polipropileno y los alimentos artesanales líquidos en sus propios envases de botellas de polietileno.

Identificación de la muestra:

Las muestras se identificaron con la siguiente información:

Ficha "A"

- Código de la muestra (coordenada geográfica)
- Número de muestra

- Identificación del lugar
- Fecha de toma de la muestra
- Selección de la muestra
- Análisis requerido
- Datos personales del responsable del muestreo

Conservación de la muestra:

Para la toma y conservación de las muestras se optimizó las condiciones en todo el proceso para ambas fechas. Para ello, se empleó un contenedor de Tecnopor acondicionada con hielo gel pack refrigerante, manteniendo de esta manera una temperatura adecuada para la conservación de las muestras. El 17 de setiembre del 2022, se tomaron las muestras que corresponden al primer periodo y fue analizada en el Laboratorio Centro de Información, control toxicológico y apoyo a la gestión ambiental (CICOTOX) y para el segundo periodo las muestras fueron tomadas el 25 de enero del 2023 y analizadas por Laboratorio Pacific Control.

Traslado al laboratorio:

Las muestras una vez debidamente registradas y acondicionadas se trasladó a las instalaciones del laboratorio el mismo día en el que fueron tomadas para su posterior análisis.

Procesamiento de los resultados:

Los resultados de las muestras de alimentos artesanales se recepción vía correo electrónico. En el Laboratorio CICOTOX, el resultado de las muestras en un solo informe a diferencia de los resultados de Laboratorio Pacific Control que fueron de forma individual

II.6. Métodos de análisis estadístico

Los datos recogidos se introdujeron en una hoja de cálculo Excel. En esta fase se aplicó el Programa Estadístico SPSS versión 23.0, con la finalidad de procesar los datos. Entretanto, se desarrolló la clasificación, ordenamiento y codificación de datos, tabulación, presentación en tablas y figuras. Así también, se realizó un análisis inferencial a partir de estadística descriptiva. Las posibilidades inferiores a 0.05 se consideraron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

II.7. Aspectos éticos

Los datos derivados de la investigación fueron usados por las investigadoras exclusivamente para efectos de la investigación, la misma que influyó durante la recolección de las muestras, sin manipular ni alterar el contenido, para que el valor de los resultados pueda ser útil como fuentes de consultas para futuras investigaciones.

De otro lado, tuvieron la responsabilidad primordial de proteger las muestras obtenidas durante la investigación, es decir, no fueron expuestos a riesgos mayores. Una obligación moral de las autoras fue proteger los resultados.

Finalmente, debemos reconocer que nuestras responsabilidades en los estudios cuantitativos pueden extenderse en el tiempo y el espacio mucho más allá de la finalización del informe final.

III. RESULTADOS

En las siguientes líneas se observa los hallazgos de la investigación: Niveles de plomo en alimentos artesanales de venta ambulatória en los paraderos de la avenida Las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho, Lima, 2022.

Tabla 1. Características principales de las muestras obtenidas de los alimentos sólidos

| N° muestra | Paradero de la avenida Las Flores de Primavera | Código de muestra (Coordenadas Geográficas) | Tipo de muestra | Peso (g) | Concentración de plomo (mg/kg) |
|------------|--|---|-----------------|----------|--------------------------------|
| 01 | 22-B | -11.983-77.014 | Pan/pollo | 63 | 0.011 |
| 02 | 22-A | -11.983-77.014 | Pan/queso | 66 | <0.004 |
| 05 | 17 | -11.996-77.015 | Pan/pollo | 59 | <0.004 |
| 08 | 14 | -11.999,-77.014 | Pan/queso | 68 | <0.004 |
| 09 | 12 | -12.004-77.012 | Pan/pollo | 60 | <0.004 |
| 12 | 7 | -12.012-77.012 | Pan/queso | 81 | <0.004 |
| 14 | 4 | -12.018-77.012 | Pan/queso | 62 | <0.004 |
| 15 | 1 | -12.025-77.012 | Pan/pollo | 95 | <0.004 |

Fuente. CICOTOX

En la Tabla 1, se observa los resultados de los alimentos sólidos. Las cuales fueron extraídas de diferentes puntos de ubicación con sus respectivas coordenadas geográficas. Los pesos varían desde 59 a 95 gramos. Las muestras de pan con pollo presentaron concentraciones similares de Pb, en la muestra (M)1: 0.011 mg/kg; M5: <0.004 mg/kg, tan similar, en la M9 y M15 (<0.004 mg/kg). Asimismo, en las muestras de pan con queso, las concentraciones del metal pesado fueron de <0.004 mg/kg (M2, M8, M12 y M14).

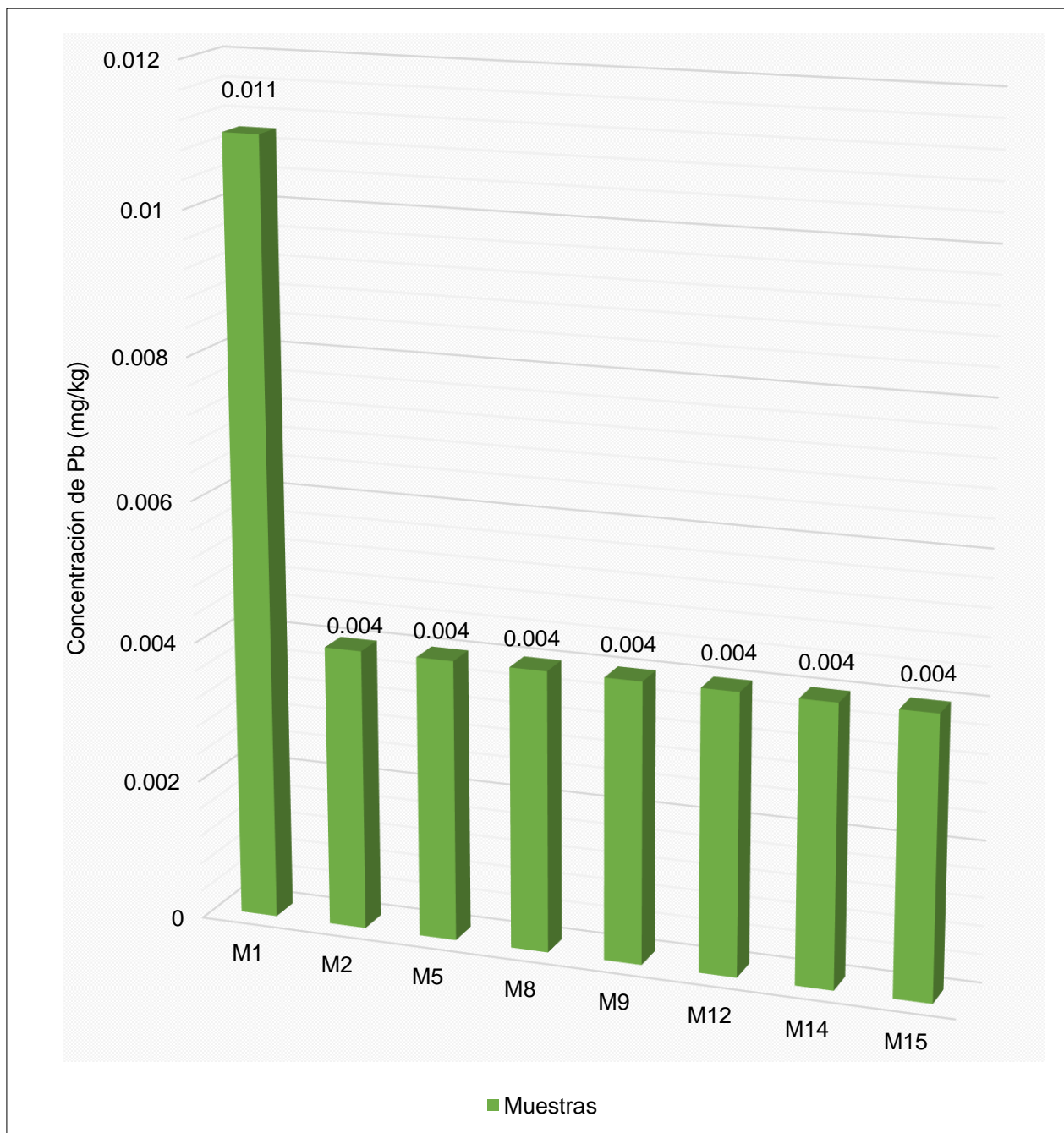


Figura 3. Concentración de Pb en las muestras de alimentos sólidos

Fuente. CICOTOX

En la Figura 3, se aprecia las concentraciones de las muestras de pan con pollo, las mismas están representadas por M1 (0.011 mg/kg). Las M5, M9 y M15 presentaron valores menores de 0.004 mg/kg. De otro lado, las muestras de pan con queso estuvieron a una concentración menores de 0.004 mg/kg (M2, M8, M12 y M14).

Tabla 2. Características principales de las muestras obtenidas de los alimentos líquidos

| N° muestra | Paradero de la avenida Las Flores de Primavera | Código de muestra (Coordenadas Geográficas) | Tipo de muestra | Volumen (mL) | Concentración de Pb (mg/kg) |
|------------|--|---|-----------------|--------------|-----------------------------|
| 03 | 22 | -11.983-77.014 | Quinua | 300 | <0.004 |
| 04 | 22 | -11.983-77.014 | Maca | 300 | 0.076 |
| 06 | 17 | -11.996,-77.015 | Avena | 300 | 0.029 |
| 07 | 14 | -11.999,-77.014 | Quinua | 300 | 0.017 |
| 10 | 12 | -12.004,-77.012 | Quinua | 300 | 0.007 |
| 11 | 12 | -12.004,-77.012 | Avena | 300 | 0.020 |
| 13 | 7 | -12.012,77.012 | Maca | 300 | 0.008 |

Fuente. CICOTOX

En la Tabla 2, se logra apreciar los resultados de los alimentos líquidos. Las cuales fueron seleccionadas de diferentes ubicaciones con sus respectivas coordenadas geográficas. Los volúmenes son uniformes representado por 300 mL. Las muestras de quinua tuvieron como resultados datos variables de la presencia de Pb (M3: < 0.004 mg/kg; M7: 0.017 mg/kg y M10: 0.007 mg/kg). En el caso de maca se visualiza valores de Pb en la M4: 0.076 mg/kg y M13: 0.008 mg/kg. Finalmente, en la M6: 0.029 mg/kg y M11: 0.020 mg/kg, son los valores numéricos del metal pesado presente en el alimento líquido avena.

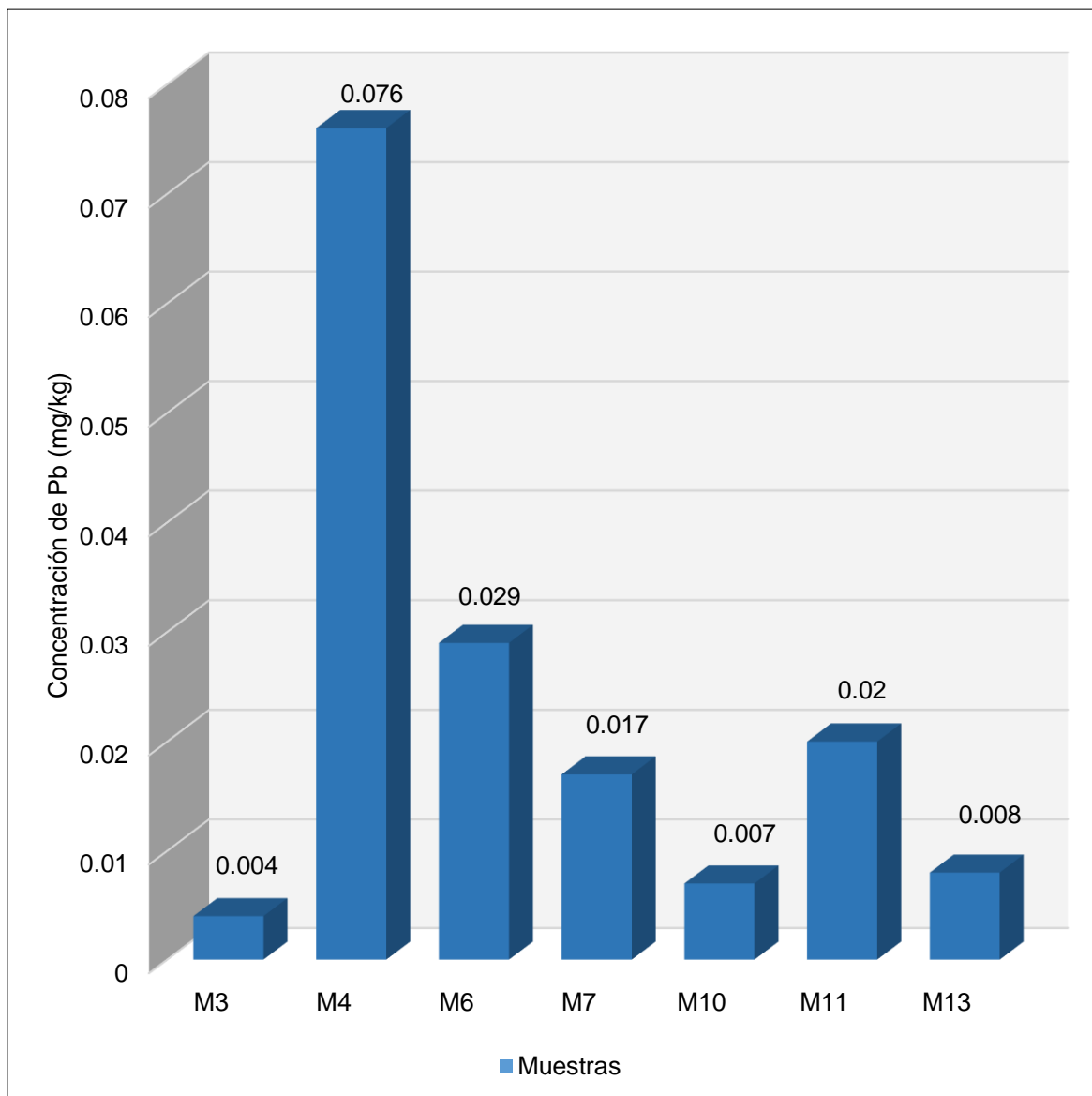


Figura 4. Concentración de Pb en las muestras de alimentos líquidos

Fuente. CICOTOX

De acuerdo a la Figura 4, se observa que las concentraciones de Pb son variables en las muestras de alimentos líquidos. Las muestras de quinua se obtuvieron 0.004 mg/kg, 0.017 mg/kg y 0.007 mg/kg en las M3, M7 y M10 respectivamente. En los alimentos que contienen maca los valores de la M4 y M13 fueron 0.076 mg/kg y 0.008 mg/kg respectivamente. Asimismo, la M6 (0.029 mg/kg) y M11 (0.020 mg/kg) presentaban concentraciones de Pb en el alimento avena líquida.

Tabla 3. Características principales de las muestras control

| N° muestra | Paraderos de la avenida Las Flores de Primavera | Código de muestra (Coordenadas Geográficas) | Tipo de muestra | Volumen (mL) | Concentración de Pb |
|------------|---|---|---|--------------|---------------------|
| 16 | 1 | MC-15 -12.025,-77.012 | Residuo del lavado con agua desionizada del envase (bolsa) que contenía el pan/pollo | 300 mL | 0.075 mg/kg |
| 17 | 22-A | MC-1 -11.983-77.014 | Residuo del lavado con agua desionizada del envase (bolsa) que contenía el pan/queso | 300 mL | 0.018 mg/kg |
| 18 | 4 | MC-4 -12.018,-77.012 | Residuo del lavado con agua desionizada del envase (bolsa) que contenía el pan/queso | 300 mL | 0.036 mg/kg |
| 19 | 3 | MC-AD03 | Residuo del lavado con agua desionizada de la botella vacía en la que envasan el alimento | 300 mL | <0.004 mg/kg |
| 20 | 2 | MC-AD02 | Residuo del lavado con agua desionizada de la botella vacía en la que envasan el alimento | 300 mL | <0.004 mg/kg |
| 21 | 5 | MC-AD01 | Residuo del lavado con agua desionizada de la botella vacía en la que envasan el alimento | 300 mL | 0.016 mg/kg |

Fuente. CICOTOX

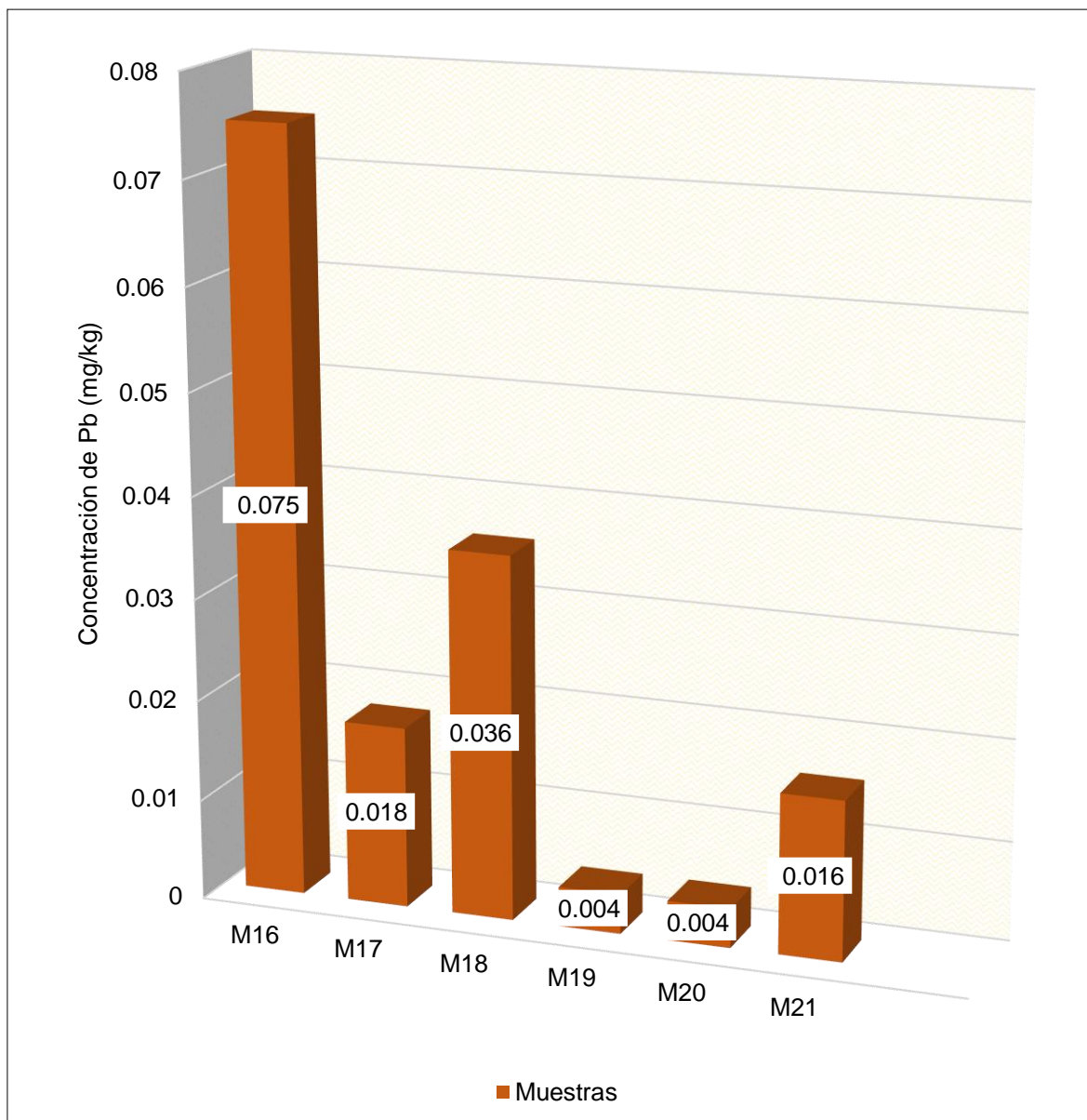


Figura 5. Concentración de Pb (mg/kg) en las muestras control

Fuente. CICOTOX

Se observa en la Tabla 3 y Figura 5, que se obtuvieron seis muestras control (residuo del lavado con agua desionizada), obtenidos del lugar de estudio, con sus respectivas coordenadas geográficas. Cada muestra está contenida en un volumen de 300 mL.

La presencia de concentración de Pb en las muestras de la investigación fueron: M16: 0.075 mg/kg; M17: 0.018 mg/kg; M18: 0.036 mg/kg; M19: 0.004 mg/kg; M20: 0.004 y M21: 0.016 mg/kg.

Tabla 4. Características principales en muestras de alimentos sólidos, líquidos y control

| N° muestra | Paradero | Código de muestra | Tipo de muestra | Peso (g). Volumen (mL) | Concentración de Pb |
|------------|----------|---------------------------|---|---------------------------|---------------------|
| 01 | 22 | -11.983-77.014 | Pan/pollo | 73 g | <0.04 |
| 02 | 22 | -11.983-77.014 | Quinua | 300 mL | <0.04 |
| 03 | 21 | -11.985-77.015 | Quinua | 300 mL | <0.04 |
| 04 | 21 | -11.985-77.015 | Pan/queso | 63 g | <0.04 |
| 05 | 21(A) | -11.997,-77.016 | Pan/pollo | 58 g | <0.04 |
| 06 | 21(B) | -11.997,-77.016 | Pan/queso | 74 g | <0.04 |
| 07 | 19 | -11.980,-77.015 | Avena | 300 mL | <0.04 |
| 08 | 17 | -11996,-77.015 | Maca | 300 mL | <0.04 |
| 09 | 12 | -12.004,-77.012 | Pan/queso | 53 g | <0.04 |
| 10 | 12 | -12.004,-77.012 | Maca | 300 mL | <0.04 |
| 11 | 7(A) | -12.012,-77.012 | Avena | 300 mL | <0.04 |
| 12 | 7(B) | -12.012,77.012 | Pan/pollo | 80 g | <0.04 |
| 13 | 3 | -12.019,77.012 | Pan/queso | 87 g | <0.04 |
| 14 | 1 | -12.023,-77.013 | Pan/pollo | 49 g | <0.04 |
| 15 | 1 | -12.023,-77.013 | Pan/queso | 66 g | <0.04 |
| 16 | 21 | MC-21 -11.985, -77.015 | Residuo del lavado con agua desionizada del envase(bolsa) que contenía el pan/queso | 300 mL | <0.04 |
| 17 | 22 | MC-22 -11.983, -77.014 | Residuo del lavado con agua desionizada del envase(bolsa) que contenía el pan/pollo | 300 mL | <0.04 |
| 18 | 1 | MC-1 -12.023, -77.013 | Residuo del lavado con agua desionizada del envase(bolsa) que contenía el pan/queso | 300 mL | <0.04 |
| 19 | 3 | MC-AD01 | Agua desionizada | 300 mL | <0.04 |
| 20 | 2 | MC-AD02 | Agua desionizada | 300 mL | <0.04 |
| 21 | 5 | MC-AD03 | Agua desionizada | 300 mL | <0.04 |

Fuente. Pacific Control

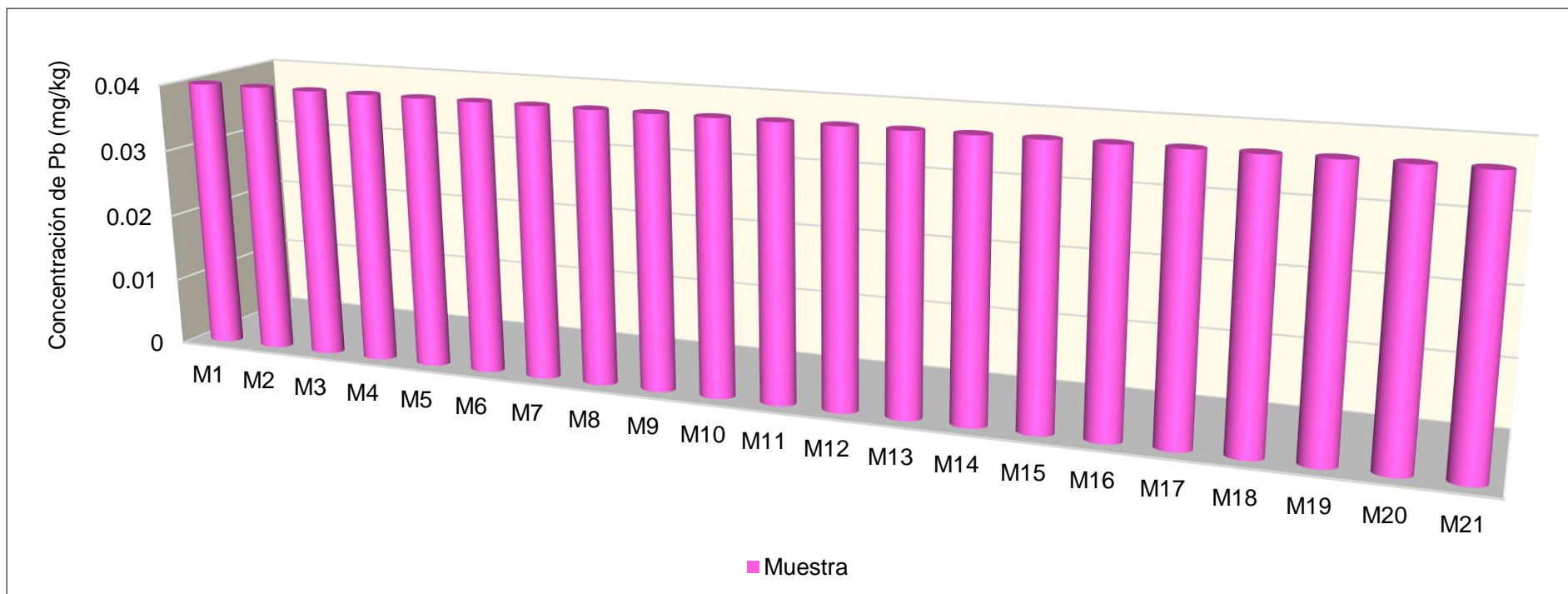


Figura 6. Concentración de Pb (mg/kg) en las muestras de alimentos sólidos, líquidos y control.

Fuente. Pacific Control

Se aprecia en la Tabla 4 y Figura 6 las veintiún muestras de alimentos sólidos, líquidos y control, con su respectiva ubicación geográfica asociado a las unidades físicas (gramos y mililitros). Asimismo, la presencia de las concentraciones de Pb (< 0.004 mg/kg) en las diversas muestras alimenticias son similares. Es decir, en un laboratorio diferente y una técnica analítica similar, se identificó los valores de Pb por debajo del nivel de sensibilidad, lo que se considera no detectables.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión de resultados

Este estudio fue diseñado para evaluar los niveles de Pb en alimentos artesanales de venta ambulatoria en los paraderos de la avenida Las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho, Lima, 2022. Los hallazgos muestran que los análisis de un laboratorio estatal en alimentos sólidos (pan/pollo/queso) presentaron concentraciones de Pb de 0.011 mg/kg a <0.004 mg/kg. Entretanto, los alimentos líquidos cereales (avena, quinua y maca) estuvieron dentro de las concentraciones de 0.076 mg/kg a <0.004 mg/kg según la normativa de la Unión Europea y el Codex Alimentarius, afirman que no deben superarse los 0.2 mg/kg de Pb. Cabe resaltar que en las muestras control los valores de Pb estuvieron en límites inferiores a los establecidos (0.075 mg/kg a <0.004 mg/kg). Por otra parte, los hallazgos del laboratorio particular, las muestras sólidas, líquidas y control estuvieron en concentraciones del metal pesado tóxico en valores <0.004 mg/kg. Los niveles de Pb hallados en el presente estudio fueron en general comparables con otros valores notificados por Heshmati et al. (2020), en Irán, investigó la concentración de Pb en cereales, todas ellas estaban por debajo de las concentraciones máximas permitidas establecidas por la Unión Europea (0.2 mg/kg). La cual podría considerarse segura para los consumidores²⁴. Asimismo, en una investigación etíope los contenidos de Pb en cereales fueron inferiores en comparación con el límite de seguridad de 0.3 mg/kg de la FAO/OMS. Es decir, el estudio mostró que los cereales no indican un peligro potencial para la salud de los consumidores (Tegegne, 2015)³⁵. Dado que la salud humana se ve directamente afectada por la ingestión de cereales, que es la principal fuente de alimentación del hombre, se debe seguir realizando una biovigilancia de los metales pesados tóxicos presentes en los cereales y evitar el posible consumo de alimentos contaminados. Situaciones contrarias se han localizado en Marruecos, Sifou et al. (2021), más de las tres cuartas partes estaban contaminadas con concentraciones de Pb en muestras de cereales de desayuno²³. Los hallazgos apuntan a un modelo adicional para ayudar a explicar las concentraciones de Pb encontradas en los alimentos. Los

ingredientes añadidos a los cereales del desayuno podrían considerarse una fuente de contaminación de Pb. En Perú, Atachagua y Gonzales (2018), analizaron los desayunos expendidos en puestos de venta ambulatoria, demostraron que la concentración promedio de Pb en un vaso de quinua el 10% de muestras superaron los límites máximo permisible de Pb establecido por el Codex Alimentarius²⁷. Los metales pesados, pueden desempeñar un papel adverso en la población, y las comidas a base de cereales pueden ser una fuente importante de estos metales pesados. Es posible que se necesiten más estudios para determinar las fuentes de estos metales pesados, así como su presencia en otras comidas locales que se venden en el mercado. Esto permitiría sensibilizar sobre la contaminación de los alimentos con metales pesados, lo que puede ayudar a prevenir afecciones nocivas para la salud.

Malavolti et al. (2020) determinaron la contaminación por Pb en alimentos consumidos en una comunidad de Italia, las fuentes de ingesta más importantes fueron los cereales, la ingesta alimentaria estimada fue inferior a los niveles asociados con el riesgo cardiovascular y la nefrotoxicidad³⁶. Es generalmente mayor una posible contaminación en los alimentos de origen vegetal, en parte debido a la absorción por la planta en crecimiento del suelo contaminado, pero sobre todo a través de la deposición atmosférica en las partes comestibles. En esa misma línea en poblaciones italianas mostraron una mayor concentración de Pb en pasta y pan, seguidos de la carne y el queso, lo que se traduce en una mayor contribución a la ingesta total de Pb de los cereales y los productos cárnicos (Alberti-Fidanza et al., 2002; Turconi et al., 2009)^{37,38}. Las variaciones en la exposición dietética pueden estar relacionadas con las diferencias en la composición del suelo en las regiones en las que se producen los alimentos o con la exposición individual a los contaminantes. En el estudio de Jitaru et al. (2019) en África, entre muestras de cereales, carne, huevos y leche/lácteos, se situaron por debajo de los límites máximos establecidos por el Codex Alimentarius en la mayoría de las muestras analizadas. Se observó un rasgo distintivo en los cereales y tubérculos, ya que estaban contaminados principalmente con Pb. La lixiviación del Pb indica la presencia de este contaminante en la aleación de los utensilios de cocina artesanales, teniendo en cuenta que dichos utensilios se fabrican

generalmente a partir de residuos metálicos de baja calidad³⁹. Estos datos son consistentes con los datos reportados por Weidenhamer et al. (2017) que mostraron que los utensilios de cocina artesanales compuestos de aluminio (Al) reciclado pueden ser una fuente significativa de contaminación por Al y Pb. Por ello, la exposición a oligoelementos tóxicos lixiviados de utensilios de cocina artesanales de metales económicos producidos a partir de residuos metálicos reciclados puede plantear un problema de salud pública en el mundo en desarrollo⁴⁰. La posible exposición a metales por corrosión durante la cocción puede suponer un riesgo importante y en gran medida no reconocido para la salud pública que merece atención urgente. Sobre esta base, se resalta que los resultados podrían indicar un problema global mucho mayor con los utensilios de cocinas económicas de Al como fuente hasta ahora no reconocida de intoxicación por Pb. El presente estudio respalda esta hipótesis y sugiere que la exposición a metales, incluido el Pb, a través de la corrosión de utensilios de cocina constituye un importante problema de salud pública.

Por otra parte, Barreca et al. (2023), en Italia, las concentraciones de Pb en las comidas mediterráneas, la arancina con carne presenta la concentración más elevada. También se encontraron concentraciones elevadas en el pan blanco. Por lo que respecta a la seguridad alimentaria, el Reglamento de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) fijan el contenido máximo de Pb en la carne 0.10 mg/kg y en los cereales 0.20 mg/kg⁴¹. La gran diferencia observada en el contenido de oligoelementos metálicos en las distintas muestras puede estar relacionada con la variabilidad de las condiciones ambientales, tanto de producción en el campo como de venta. De hecho, los iones metálicos en el medio ambiente constituyen un gran problema para los consumidores (Soylak et al., 2013)⁴². Lo más probable es que estos elementos puedan atribuirse al rápido desarrollo, al aumento de las emisiones de tráfico a la atmósfera, a las actividades industriales y a la falta de una gestión sofisticada de los residuos, ya que los alimentos se recogen en las distintas zonas agrícolas, se almacenan y se venden en diferentes mercados al aire libre situados en las principales ciudades del país. En alimentos tradicionales servidos en los restaurantes de Irán, se detectó Pb en todas las muestras de alimentos examinadas, fueron superiores a los límites de seguridad propuestos

por la FAO/OMS, lo que debería ser motivo de preocupación. Diferentes factores afectan a la forma en que el organismo absorbe el Pb de los alimentos. Por ejemplo, las deficiencias de hierro y calcio en una dieta con alto contenido en hidratos de carbono y bajo contenido en proteínas pueden provocar un aumento de la ingestión de Pb (Madani et al., 2023)⁴³. En Sudáfrica Bamuwanye et al. (2015) observaron que los niveles de Pb en diferentes carnes adquiridas para su preparación en un mercado ambulatorio de alimentos eran relativamente bajos, sin embargo, estos niveles aumentan drásticamente después de la preparación⁴⁴. A lo largo de los procesos de producción y venta de alimentos en la calle, puede producirse una contaminación no intencionada con metales tóxicos, en la que influyen numerosos factores, como las condiciones ambientales durante el crecimiento hasta la manipulación posterior a la cosecha, el almacenamiento y la preparación de las comidas, la selección de las materias primas e incluso los lugares de venta (Mainotra et al., 2017)⁴⁵. La contaminación por metales pesados también puede deberse a un envasado deficiente, a las emisiones de los tubos de escape de los vehículos, a la eliminación indiscriminada de residuos, y a otros contaminantes ambientales en las proximidades de los puestos de venta.

En muestras de pan, todas ellas pertenecientes a diferentes marcas, que se venden con y sin envase en Turquía, el índice de peligrosidad fue mayor a la unidad en todos los tipos de pan suscita cierta preocupación sanitaria. El nivel de Pb fue 0.034 mg/kg. Teniendo en cuenta los riesgos para la salud, el consumo de pan industrial podría limitarse, pero no debería abandonarse (Basaran, 2022)⁴⁶. De manera similar, Woldetsadik et al. (2020), en Etiopía, en muestras de pan obtenidos en mercados locales se identificó diversos metales pesados entre ellos el Pb (0.14 - 0.18 mg/kg). No obstante, los niveles de estos elementos se encontraban dentro de los límites aceptables de consumo, si se consumían en menor cantidad y con baja frecuencia. El riesgo de cáncer por Pb indicaba que el consumo perenne de pan comercializada puede promover efectos cancerígenos potenciales⁴⁷. En situación semejante alimentario, en Tailandia se identificó los niveles de Pb en aves de corral al aire libre, las cuales fueron más elevados en la zona contaminada. La exposición a Pb en la zona

contaminada supone un riesgo para la salud de las aves en libertad, por lo que es necesario evitar la cría de animales cerca de las mismas. Aunque no indicaban una posible toxicidad no carcinogénica por ingestión (Aendo et al., 2022) ⁴⁸. De forma análogo, En Egipto, los niveles de Pb en las comidas (productos cárnicos) más de la cuarta parte de las muestras de laboratorio y de la calle, eran superiores a los niveles permitidos por el Codex Alimentario (Badr y Arafa,2023)⁴⁹. Dado que los metales pesados son extremadamente perjudiciales para la salud humana, constituyen un grave problema que merece una seria consideración en las comidas de origen animal como la carne de ave y otras fuentes de proteínas (Umer et al., 2017)⁵⁰. Los altos niveles de metales pesados en todos los productos cárnicos pueden atribuirse a la contaminación del agua potable y de los alimentos para pollos. Las emisiones de los vehículos y la suciedad de los mataderos son otras dos causas de contaminación, muchas de ellas son de consumo humano y en venta dentro del comercio ambulatorio como parte de la alimentación cotidiana.

Las prácticas de preparación, la manipulación y las materias primas de la venta ambulante de alimentos podrían ser fuentes de metales tóxicos en el negocio de la venta ambulante de alimentos que aún no se ha explorado en profundidad. Se evaluaron las concentraciones y el riesgo alimentario de Pb en dos alimentos de venta ambulante consumidos habitualmente en Ghana. Las concentraciones medias de Pb se situaron entre 3.30 y 11.25 mg/kg en los alimentos cocinados, todas las muestras de alimentos eran superiores al límite de seguridad alimentaria de 0.3 mg/kg especificado por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (Ankar-Brewoo et al., 2020)⁵¹. La presencia de metales pesados en los alimentos no es totalmente evitable; sin embargo, se pueden establecer medidas para garantizar la protección de la salud de los consumidores habituales (Letuka et al., 2022)⁵². La venta ambulante de alimentos en Perú es uno de los oficios informales de más rápido crecimiento debido a la elevada tasa de desempleo. En consiguiente, se debe educar a los vendedores en procesos seguros de preparación y manipulación, como el uso de utensilios de acero inoxidable, que probablemente reduzcan los niveles de metales tóxicos a niveles aceptables.

Los resultados de los estudios coinciden con la opinión general de que los metales pesados se acumulan en el medio ambiente y, con el tiempo, contaminan la cadena alimentaria, lo que constituye una fuente importante de riesgo para el medio ambiente y la salud humana (Onakpa et al., 2018)⁵³. A pesar de la evidente importancia de estos estudios, falta una base de conocimientos a escala nacional sobre la implicación de los metales pesados en la cadena alimentaria dentro de los diferentes entornos regionales y socioeconómicos de Perú. Este es un vacío importante en la ciencia, la cual esta investigación se esfuerza por abordar. Por lo tanto, la investigación informa la toma de decisiones para garantizar que la salud y la sostenibilidad sean fundamentales en la elección de los alimentos que consumen los peruanos. Así se mitigarán varios problemas de salud que limitan el desarrollo económico y del capital humano en el país.

Algunas limitaciones del estudio. En la selección de la muestra sólo incluimos alimentos sólidos y líquidos, y no se tuvo en cuenta la contribución del agua potable como fuente de exposición al Pb. Asimismo, el análisis de dos laboratorios no es viable puede haber sesgado los resultados, ya que la sensibilidad de los equipos e instrumentos pueden traer comparaciones no precisas y crear confusiones durante el hallazgo final. Las muestras de alimentos sólo se recogieron en una zona seleccionada, por lo que los resultados no pueden trasladarse a toda la población peruana.

IV.2. Conclusiones

- En general, los niveles de Pb obtenidos en alimentos artesanales de venta ambulatoria en los paraderos de la avenida Las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho, se encuentran dentro del rango aceptable de acuerdo a lo establecido por los organismos internacionales y no suponen ningún peligro para la salud de sus consumidores en la zona de estudio.
- Los resultados obtenidos mostraron que los alimentos sólidos investigados contenían una cantidad apreciable de Pb, el 88% presentó un promedio <0.004 mg/kg y el 13% de 0.011 mg/kg. Entretanto las muestras líquidas los resultados variaron desde <0.004 mg/kg a 0.075 mg/kg obtenidos de un laboratorio estatal. La probabilidad de exposición alimentaria a riesgos para la salud derivados del tóxico en estudio es, en general, mínima.
- En la totalidad las muestras de alimentos sólidos, líquidos y control, la presencia de las concentraciones de Pb (< 0.004 mg/kg) en las diversas muestras son similares, de acuerdo a los análisis de un laboratorio privado. El metal pesado de estudio puede ocasionar casos de contaminación e intoxicaciones agudas o crónicas, siempre y cuando los valores estén por encima de los límites permitidos.
- En los resultados de análisis de un laboratorio privado, la totalidad de las muestras de alimentos sólidos, líquidos y control, la concentración de Pb es <0.004 mg/kg. Valor que no supera el límite permitido. Lo que nos permite afirmar que no son dañinos para la salud
- Los resultados de la evaluación de Pb mostraron que tanto los alimentos sólidos, líquidos y el control obtenidas de los vendedores ambulantes tenían contenidos de Pb en los niveles permitidos por normas y directrices internacionales (FAO/OMS, Codex Alimentarius y EFSA de Europa). La gran variabilidad observada en el contenido de Pb en las distintas muestras puede estar relacionada con la variabilidad de las condiciones ambientales.

IV.3. Recomendaciones

- Es necesario desde el Ministerio del Ambiente la formulación de políticas en sincronía con la política reguladora mundial y los esfuerzos de investigación para superar estos vacíos y mitigar la contaminación por metales pesados en Perú.
- Es recomendable que los Gobiernos Regionales y Locales realicen un seguimiento regular de los resultados analíticos de laboratorios unificados y bien equipados. Asimismo, orientar mejor sus esfuerzos en el tema de la contaminación por Pb, centrándose en las zonas de alta contaminación, y aconsejar a los consumidores que equilibren sus dietas para evitar los alimentos de alto riesgo.
- Se recomienda a los centros de investigación de toxicología y a los profesionales toxicólogos explorar los riesgos potenciales para la salud debidos a la exposición a metales pesados peligrosos y la toxicología molecular a través de ensayos clínicos.
- Es necesario que las Universidades Públicas y Privadas deben realizar investigaciones en los niveles de pregrado y posgrado sobre la presencia de sustancias tóxicas en los alimentos y las consecuencias para la salud de las exposiciones a metales pesados teniendo en cuenta las múltiples vías de exposición, la susceptibilidad de la población y las interacciones de los metales pesados en el organismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rai PK, Lee SS, Zhang M, Tsang YF, Kim KH. Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environ Int.* 2019;125:365-385. [doi:10.1016/j.envint.2019.01.067](https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.067)
2. Luo L, Wang B, Jiang J, et al. Heavy Metal Contaminations in Herbal Medicines: Determination, Comprehensive Risk Assessments, and Solutions. *Front Pharmacol.* 2021;11:595335.1-14. [doi:10.3389/fphar.2020.595335](https://doi.org/10.3389/fphar.2020.595335)
3. Bhardwaj R, Yadav SP, Singh RK, Tripathi VK. New Frontiers in Stress Management for Durable Agriculture:(169-183) Springer; 2020. Crop growth under heavy metals stress and its mitigation. <https://tinyurl.com/yp67yt9e>
4. Food and Agriculture Organisation (FAO) FAO; Rome, Italy: 2016. *Urban Agriculture.* <https://tinyurl.com/56v2cf79>
5. Jiang Y, Chao S, Liu J, et al. Source apportionment and health risk assessment of heavy metals in soil for a township in Jiangsu Province, China. *Chemosphere.* 2017;168:1658-1668. [doi:10.1016/j.chemosphere.2016.11.088](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.11.088)
6. Koch W, Czop M, Iłowiecka K, Nawrocka A, Wiącek D. Dietary Intake of Toxic Heavy Metals with Major Groups of Food Products-Results of Analytical Determinations. *Nutrients.* 2022;14(8):1626. [doi:10.3390/nu14081626.](https://doi.org/10.3390/nu14081626)
7. ATSDR Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services, Toxicological Profile for LEAD (Update). 2020. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf>
8. Chaoua S, Boussaa S, El Gharmali A, Boumezzough A. Impact of irrigation with wastewater on accumulation of heavy metals in soil and crops in the region of Marrakech in Morocco. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 2018;18:429-436. [doi:10.1016/j.jssas.2018.02.003](https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.02.003)
9. Lente I, Keraita B, Drechsel P, Ofosu-Anim J, Brimah AK. Risk assessment of heavy-metal contamination on vegetables grown in long-term wastewater irrigated urban farming sites in Accra, Ghana. *Water Qual. Expo. Health.*

- 2012;4:179-186. <https://tinyurl.com/4n4fkakz>
10. Islam MS, Kormoker T, Mazumder M, et al. Trace elements concentration in soil and plant within the vicinity of abandoned tanning sites in Bangladesh: an integrated chemometric approach for health risk assessment. *Toxin Rev.* 2021; 0:1-16. [doi:10.1080/15569543.2021.1925919](https://doi.org/10.1080/15569543.2021.1925919)
 11. Ahmed AS, Sultana S, Habib A, Ullah H, Musa N, Hossain MB, Sarker MSI. Bioaccumulation of heavy metals in some commercially important fishes from a tropical river estuary suggests higher potential health risk in children than adults. *PLoS One.* 2019;14(10):e0219336. [doi:10.1371/journal.pone.0219336](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219336).
 12. Zheng CT, Fang CL, Kumari D, Achal V. Concentrations of heavy metals in vegetables between 2004 and 2018, and its impacts on human health in China. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 2020;26:349-358. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1509293>
 13. Ćwieląg-Drabek M, Piekut A, Gut K, Grabowski M. Risk of cadmium, lead and zinc exposure from consumption of vegetables produced in areas with mining and smelting past. *Sci Rep.* 2020;10(1):3363. [doi:10.1038/s41598-020-60386-8](https://doi.org/10.1038/s41598-020-60386-8).
 14. Ministerio de Agricultura y Riego. Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios, año 2016. 2018.1-108. <https://tinyurl.com/472dnwu5>
 15. Soto-Benavente M, Rodríguez-Achata L, Olivera M, Arostegui V, Colina C, Garate, J. Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana. *Scientia Agropecuaria.* 2020;11(1):49-59. [doi:10.17268/sci.agropecu.2020.01.06](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.06)
 16. Sadiku OO, Rodríguez-Seijo A. Metabolic and genetic derangement: a review of mechanisms involved in arsenic and lead toxicity and genotoxicity. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2023;73(4):244-255. [doi:10.2478/aiht-2022-73-3669](https://doi.org/10.2478/aiht-2022-73-3669)
 17. Çelebi H, Gök G, Gök O. Adsorption capability of brewed tea waste in waters containing toxic lead(II), cadmium(II), nickel(II), and zinc(II) heavy metal ions. *Sci Rep.* 2020;10(1):17570. [doi:10.1038/s41598-020-74553-4](https://doi.org/10.1038/s41598-020-74553-4).
 18. Charkiewicz AE, Backstrand JR. Lead Toxicity and Pollution in Poland. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(12):4385. [doi:10.3390/ijerph17124385](https://doi.org/10.3390/ijerph17124385)

19. Khan A, Khan S, Khan MA, Qamar Z, Waqas M. The uptake and bioaccumulation of heavy metals by food plants, their effects on plants nutrients, and associated health risk: a review. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2015;22(18):13772-13799. [doi:10.1007/s11356-015-4881-0](https://doi.org/10.1007/s11356-015-4881-0)
20. Gupta DK, Chatterjee S, Walther C. Lead in Plants and the Environment. *Radionuclides and Heavy Metals in the Environment*. 2020;1-214. [doi:10.1007/978-3-030-21638-2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21638-2)
21. Briffa J, Sinagra E, Blundell R. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*. 2020;6(9):e04691. [doi:10.1016/j.heliyon.2020.e04691](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691)
22. Gupta N, Yadav KK, Kumar V, et al. Evaluating heavy metals contamination in soil and vegetables in the region of North India: Levels, transfer and potential human health risk analysis. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2021;82:103563. [doi:10.1016/j.etap.2020.103563](https://doi.org/10.1016/j.etap.2020.103563)
23. Sifou A, Benabbou A, Ben Aakame R, et al. Trace Elements in Breakfast Cereals and Exposure Assessment in Moroccan Population: Case of Lead and Cadmium. *Biol Trace Elem Res*. 2021;199(4):1268-1275. [doi:10.1007/s12011-020-02265-x](https://doi.org/10.1007/s12011-020-02265-x)
24. Heshmati A, Mehri F, Karami-Momtaz J, Khaneghah AM. Concentration and Risk Assessment of Potentially Toxic Elements, Lead and Cadmium, in Vegetables and Cereals Consumed in Western Iran. *J Food Prot*. 2020;83(1):101-107. [doi:10.4315/0362-028X.JFP-19-312](https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-312)
25. Falero Y. *Determinación de metales pesados - arsénico, cadmio, mercurio y plomo - en banano orgánico producido en el distrito de Buenos Aires, Valle Alto Piura – Morropón, Piura* [Tesis de grado]. Piura: Universidad Nacional de Piura. 2021. <https://tinyurl.com/yckw52yt>
26. Caso J. *Determinación de concentraciones de plomo en maíz (Zea mays) procedente de la cuenca del río San Juan Chincha* [Tesis de grado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2020. <https://tinyurl.com/47jiv2wc>
27. Atachagua S, Gonzales L. *Determinación de plomo y arsénico en desayunos expendidos en puestos de venta ambulatoria en mercado de Lima* [Tesis de grado]. Lima: Universidad Norbert Wiener. 2018. <https://tinyurl.com/bdze9czu>

28. Polit DF, Beck CT. *Nursing research: Generating and assessing evidence for nursing practice*. 9th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer. 2012; 822 p.
29. Boyko EJ. Observational research--opportunities and limitations. *J Diabetes Complications*. 2013;27(6):642-8. [doi:10.1016/j.jdiacomp.2013.07.007](https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2013.07.007).
30. Saunders M, Lewis P, Thornhill A. *Research methods for business students*. Pearson education. 2009;1-729. <https://bit.ly/3hNbjh6>
31. Rutberg S, Bouikidis CD. Focusing on the fundamentals: A simplistic differentiation between qualitative and quantitative research. *Nephrology Nursing Journal*. 2018;45(2):209-212. <https://bit.ly/3r9uWIE>
32. Gonzales Castillo A. Plan de acción distrital de seguridad ciudadana 2020 Municipalidad de San Juan de Lurigancho. 2020;1-87. <https://tinyurl.com/3a5pzfwf>
33. McKibbin KA, Gadd CS. A quantitative analysis of qualitative studies in clinical journals for the 2000 publishing year. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2004;4:11. [doi:10.1186/1472-6947-4-11](https://doi.org/10.1186/1472-6947-4-11).
34. FSSAI. *Manual of Methods of Analysis of Foods- Metals*. 2016;1-86. <https://tinyurl.com/3ejv2taa>
35. Tegegne WA. Assessment of some heavy metals concentration in selected cereals collected from local markets of Ambo City, Ethiopia. *Journal of cereals and oilseeds*. 2015;(6):8-13. [doi:10.5897/JCO15.0138](https://doi.org/10.5897/JCO15.0138)
36. Malavolti M, Fairweather-Tait SJ, Malagoli C, Vescovi L, Vinceti M, Filippini T. Lead exposure in an Italian population: Food content, dietary intake and risk assessment. *Food Res Int*. 2020;137:109370. [doi:10.1016/j.foodres.2020.109370](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109370)
37. Alberti-Fidanza A, Burini G, Perriello G. Trace elements in foods and meals consumed by students attending the faculty cafeteria. *Sci Total Environ*. 2002;287(1-2):133-140. [doi:10.1016/s0048-9697\(01\)01009-9](https://doi.org/10.1016/s0048-9697(01)01009-9)
38. Turconi G, Minoia C, Ronchi A, Roggi C. Dietary exposure estimates of twenty-one trace elements from a Total Diet Study carried out in Pavia, Northern Italy. *Br J Nutr*. 2009;101(8):1200-1208. [doi:10.1017/S0007114508055670](https://doi.org/10.1017/S0007114508055670)

39. Jitaru P, Ingenbleek L, Marchond N, et al. Occurrence of 30 trace elements in foods from a multi-centre Sub-Saharan Africa Total Diet Study: Focus on Al, As, Cd, Hg, and Pb. *Environ Int.* 2019;133(Pt B):105197.
[doi:10.1016/j.envint.2019.105197](https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105197)
40. Weidenhamer JD, Fitzpatrick MP, Biro AM, et al. Metal exposures from aluminum cookware: An unrecognized public health risk in developing countries. *Science of The Total Environment.* 2017;579:805-813.
[doi:10.1016/j.scitotenv.2016.11.023](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.023)
41. Barreca S, Orecchio S, Orecchio S, Abbate I, Pellerito C. Macro and micro elements in traditional meals of Mediterranean diet: Determination, estimated intake by population, risk assessment and chemometric analysis. *Journal of Food Composition and Analysis.* 2023;123:1-16.
[doi:10.1016/j.jfca.2023.105541](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105541)
42. Soylak M, Unsal YE, Tuzen M. Evaluation of metal contents of household detergent samples from Turkey by flame atomic absorption spectrometry. *Environ Monit Assess.* 2013;185(11):9663-9668.
[doi:10.1007/s10661-013-3281-5](https://doi.org/10.1007/s10661-013-3281-5)
43. Madani RA, Esfandiari Z, Sami M, Kermani S. Evaluation of the Risk Non-Carcinogenicity of Heavy Metals in Traditional Foods Prepared in Restaurants of Isfahan, Iran. *Journal of Chemical Health Risks.* 2023;13(1): 85-94. <https://tinyurl.com/yc6jf36y>
44. Bamuwamye M, Ogwok P, Tumuhairwe V. Cancer and Non-cancer Risks Associated With Heavy Metal Exposures from Street Foods: Evaluation of Roasted Meats in an Urban Setting. *Journal of Environment Pollution and Human Health.* 2015; 3(2):24-30. [doi:10.12691/jephh-3-2-1](https://doi.org/10.12691/jephh-3-2-1)
45. Malhotra S. *Food safety issues related to street vendors. Food Safety in the 21st Century.* 2017;395-402. [doi:10.1016/b978-0-12-801773-9.00031-5](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801773-9.00031-5)
46. Basaran B. Comparison of heavy metal levels and health risk assessment of different bread types marketed in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis.* 2022;108:104443. [doi:10.1016/j.jfca.2022.104443](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104443)
47. Woldetsadik D, Llorent-Martínez EJ, Ortega-Barrales P, et al. Contents of Metal(loid)s in a Traditional Ethiopian Flat Bread (Injera), Dietary Intake, and Health Risk Assessment in Addis Ababa, Ethiopia. *Biol Trace Elem Res.* 2020;198(2):732-743. [doi:10.1007/s12011-020-02099-7](https://doi.org/10.1007/s12011-020-02099-7)

48. Aendo P, Mingkhwan R, Senachai K, Santativongchai P, Thiendedsakul P, Tulayakul P. Health significant alarms of toxic carcinogenic risk consumption of blood meal metals contamination in poultry at a gold mining neighborhood, northern Thailand. *Environ Geochem Health*. 2022;44(3):783-797.
[doi:10.1007/s10653-021-00971-6](https://doi.org/10.1007/s10653-021-00971-6)
49. Badr MR, Arafa S. Assessment of street vended foods in the Gharbia governorate vs laboratory foods: Approximate chemical composition and heavy metals. *Journal of Sustainable Agricultural Sciences*. 2023;49(1):31-38. [doi:10.21608/JSAS.2022.166358.1368](https://doi.org/10.21608/JSAS.2022.166358.1368)
50. Umer Z, Wasif M, Saif-ur-Rehman K, Saad S, Arooj F. Assessment of heavy metal contaminants from protein sources. *J. Food Technol. Pres.* 2017;1(2):7-11. <https://tinyurl.com/mr42dc8t>
51. Ankar-Brewoo G, Darko G, Abaidoo R, et al. Health risks of toxic metals (Al, Fe and Pb) in two common street vended foods, fufu and fried-rice, in Kumasi, Ghana. *Scientific African*. 2020;e00289:1-9.
[doi:10.1016/j.sciaf.2020.e00289](https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00289)
52. Letuka P, Nkhebenyane J, Tywabi-Ngeva Z. *Heavy Metal Contamination in Food: The Perspective of the Sub-Saharan Informal Food Trade*. 2022;1-13.
[doi:10.5772/intechopen.108861](https://doi.org/10.5772/intechopen.108861)
53. Onakpa MM, Njan AA, Kalu OC. A Review of Heavy Metal Contamination of Food Crops in Nigeria. *Ann Glob Health*. 2018;84(3):488-494.
[doi:10.29024/aogh.2314](https://doi.org/10.29024/aogh.2314).

ANEXOS

ANEXO A: Operacionalización de las variables

| Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Enfoque | Medida |
|-------------|---|--|--|--|--------------|---------|
| Nivel de Pb | El Pb es un elemento ampliamente utilizado debido a su blandura, conductibilidad y resistencia a la corrosión. Su uso extensivo ha provocado la exposición humana de diversas formas, principalmente a través de la contaminación ambiental | Los procesos analíticos enfocados en determinar el nivel de Pb esta basada en la absorbancia y la concentración, comparando según los estándares internacionales en concentraciones máximas de Pb en alimentos | - Alimentos sólidos - Alimentos líquidos - Muestra control | Concentración en mg/kg | Cuantitativo | Directa |
| | | | Niveles máximos permisibles | FAO/OMS, Codex Alimentarius y EFSA: De 0.2 mg/kg a 0.3 mg/kg | Cuantitativo | Directa |

ANEXO B: Instrumentos de recolección de datos

| | | | |
|---|--------------------------------|--|---|
| <p>FICHA A</p> <p>PARA ROTULADO DE CADA MUESTRA</p> | | |  |
| <p>Número de muestra:</p> | <p>Código</p> | | |
| <p>UBICACIÓN GEOGRÁFICA: Paraderos de la Av. Las flores de primavera</p> | | | |
| <p>Departamento: Lima</p> <p>Provincia: Lima</p> <p>Distrito: San Juan de Lurigancho</p> <p>Paradero:</p> | | <p>FECHA:</p> | |
| MUESTRAS: sólidos y líquidos | Selección de la muestra | Apellidos y nombres de la persona a cargo del muestreo: | |
| Pan con pollo | | | |
| Pan con queso | | | |
| Desayuno de quinua | | Observación: | |
| Desayuno de avena | | | |
| Desayuno de maca | | | |
| Muestra control | | | |
| ANÁLISIS TOXICOLÓGICO (Plomo) | | VALOR REFERENCIAL mg/Kg | |
| Método: Espectrofotometría de Absorción Atómica | | | |

FICHA B
PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE CADA MUESTRA

| N° muestra | Código de muestra (Coordenadas geográficas) | Paradero | Tipo de muestra (alimento) | Unidad medida peso (g)/ mililitro (mL) | Concentración del Pb |
|------------|--|----------|-------------------------------|---|-------------------------|
| 01 | | | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |
| 05 | | | | | |
| 06 | | | | | |
| 07 | | | | | |
| 08 | | | | | |
| 09 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | | |
| 19 | | | | | |
| 20 | | | | | |
| 21 | | | | | |

ANEXO C: Evidencias fotográficas del trabajo de campo



Foto 1. Toma de muestra de la investigadora 1 en los paraderos de la avenida Las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho



Foto 2. Recolección de la muestra de la investigadora 2 en los paraderos de la avenida Las Flores de Primavera en San Juan de Lurigancho

Informe del Laboratorio 1



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental
CICOTOX

| | | | |
|----|-------|---|-------|
| Nº | 95660 | - | 95680 |
|----|-------|---|-------|

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Meza Pastrana, Ehtil - Medrano Diaz, Katia Lisseth

TESIS: Niveles de plomo en alimentos artesanales de venta ambulancia en los paraderos de la avenida las flores de primavera en San Juan de Larigancho, Lima, 2022

| | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| FECHA DE RECEPCIÓN: | <u>17 DE SETIEMBRE DE 2022</u> | HORA: | <u>04:59</u> | <u>p.m.</u> |
| FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: | <u>26 DE SETIEMBRE DE 2022</u> | HORA: | <u>08:00</u> | <u>a.m.</u> |
| FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: | <u>09 DE FEBRERO DE 2023</u> | HORA: | <u>12:00</u> | <u>p.m.</u> |

MÉTODOS Plomo : Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

OBSERVACIONES: La contramuestra será descartada a los 30 días posteriores al análisis.

| Nº ANÁLISIS | MUESTRA | ANÁLISIS CUANTITATIVO | RESULTADO |
|-------------|-----------------------|-------------------------|---------------|
| 95660 | -11.983-77.014 | Cuantificación de Plomo | 0.011 mg/kg |
| 95661 | -11.983-77.014 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95662 | -11.983-77.014 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95663 | -11.983-77.014 | Cuantificación de Plomo | 0.076 mg/kg |
| 95664 | -11.996,-77.015 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95665 | -11.996,-77.015 | Cuantificación de Plomo | 0.029 mg/kg |
| 95666 | -11.999,-77.014 | Cuantificación de Plomo | 0.017 mg/kg |
| 95667 | -11.999,-77.014 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95668 | -12.004,-77.012 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95669 | -12.004,-77.012 | Cuantificación de Plomo | 0.007 mg/kg |
| 95670 | -12.004,-77.012 | Cuantificación de Plomo | 0.020 mg/kg |
| 95671 | -12.012,-77.012 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95672 | -12.012,-77.012 | Cuantificación de Plomo | 0.008 mg/kg |
| 95673 | -12.018,-77.012 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95674 | -12.025,-77.012 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95675 | MC-15 -12.025,-77.012 | Cuantificación de Plomo | 0.075 mg/kg |
| 95676 | MC-1 -11.983-77.014 | Cuantificación de Plomo | 0.018 mg/kg |
| 95677 | MC-4 -12.018,-77.012 | Cuantificación de Plomo | 0.036 mg/kg |
| 95678 | MC-AD 03 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95679 | MC-AD 02 | Cuantificación de Plomo | < 0.004 mg/kg |
| 95680 | MC-AD 01 | Cuantificación de Plomo | 0.016 mg/kg |

Director de CICOTOX
 Dr. José A. Apóstegui Infantes
 Esp. Toxicología & Química Legal
 C.Q.F.P N° 06538
 RNE 240



Lima, 10 de febrero de 2023

Q.F. AMERICO A. FIGUEROA VARGAS
 C.Q.F.P. 18579

Informe del ensayo del Laboratorio 2



INFORME DE ENSAYO N° 230001218/2023

Razón social del cliente: Medrano Diaz Katia Lisseth **RUC:** DNI: 45009261
Domicilio legal del cliente: **CMA:** CMA2023/244

Producto declarado: DESAYUNO DE AVENA
Número de Muestras:
Presentación: Frasco de Plástico / Una (01) unidad de 300 mL // Código : -12.012, -77012
Procedencia: No Aplica
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: No Aplica
Coordenadas: No Aplica
Punto de muestreo: No Aplica
Fecha de recepción de la muestra: 1/25/2023
Código de Muestra: 230001218
Fecha de inicio de análisis: 25/01/2023
Fecha de término de análisis: 05/02/2023
Fecha de emisión: 2/6/2023

Página 1 de 2

| Físico Químicos | | | |
|-----------------|------|--------|------------|
| Análisis | LCM | Unidad | Resultados |
| Plomo | 0,04 | mg/L | < 0,04 |

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

| Tipo de análisis | Norma de Referencia |
|------------------|--|
| Plomo | AOAC 999.11. 20th Ed. 2016. Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron, and Zinc in Foods. |

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió
 "La información contenida en este Informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.
 La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



[Signature]
Quim. Celino Yahuana Palacios
 Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL S.A.C



EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

No se debe reproducir el Informe de ensayo, excepto en su totalidad, con la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo serán reproducidos con los fines ajenados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 FR-13-15-01 / V03, 2022.09.30

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

Phone central: (+511) 660 2323

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.pe or at your request
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representative throughout the world

JE/CYP/CYP