



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

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CADMIO EN
ALIMENTOS LÁCTEOS ENLATADOS Y NO ENLATADOS
COMERCIALIZADOS EN MERCADOS DEL DISTRITO DE
SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA- 2020**

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

AUTORES:

Bach. GÓMEZ GARGATE, GAFFY LY

Bach. ROMANÍ PEÑA, DIANA

ASESORA:

Mg. HERNÁNDEZ PEVES, MARÍA MARTHA

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicar esta investigación a DIOS Todopoderoso por darnos esta oportunidad de hacer nuestra tesis que de otra manera no hubiera sido posible.

Así mismo, dedicada a nuestros padres quienes nos enseñó que el mejor tipo de conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo e incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace paso a paso.

Bach. Gómez Gargate, Gaffy Ly

Bach. Romaní Peña, Diana

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento por el apoyo académico a nuestra casa de la sabiduría: Universidad María Auxiliadora, por permitir ser parte de esta increíble experiencia educativa profesional. De manera particular, la inspiración para hacer la investigación provino de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, la cual dirigió los conocimientos por la vía correcta y fue una de las experiencias más importantes y formativas en nuestras vidas.

A nuestros maestros, que ayudaron a comenzar este largo camino. Sus nombres son demasiado numerosos para mencionarlos, pero muchos de ellos nos inspiraron a seguir aprendiendo y compartiendo con los demás sus sabios consejos, por perseverar en cada comentario durante todo el tiempo que llevó completar esta investigación y escribir la tesis.

Agradecidas a nuestra asesora, Mg. Hernández Peves, María Martha. Su sabio consejo, sus perspicaces críticas y su paciente aliento ayudaron a escribir esta tesis de innumerables formas, cuyo firme apoyo fue necesario y muy apreciado.

Finalmente, agradecer aquellos profesionales Químicos Farmacéuticos, que nos escucharon muchas veces y brindaron una gran cantidad de información valiosa desde los inicios del trabajo hasta el final y otros que ayudaron a recordarnos por qué este trabajo era importante. También les debemos mucho a los participantes de este estudio y esperamos que hayan aprendido tanto como nosotras en esta experiencia.

Bach. Gómez Gargate, Gaffy Ly

Bach. Romaní Peña, Diana

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1. Enfoque y diseño de investigación	6
2.2. Población, muestra y muestreo	6
2.3. Variables de investigación	7
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	8
2.5. Proceso de recolección de datos	8
2.6. Métodos de análisis estadístico	10
2.7. Aspectos éticos	10
III. RESULTADOS	11
IV. DISCUSIÓN	45
4.1. Discusión	45
4.2. Conclusiones	51
4.3. Recomendaciones	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de Cd en muestras de leche enlatada	11
Tabla 2. Valores de Cd en muestras de leche no enlatada	15
Tabla 3. Valores de Cd en muestras de leche enlatada y leche no enlatada	19
Tabla 4. Prueba de <i>t</i> Student – para una muestra en leche enlatada según Codex Alimentarius	32
Tabla 5. Prueba de <i>t</i> Student – para una muestra en leche no enlatada según Codex Alimentarius	34
Tabla 6. Prueba de <i>t</i> Student – para una muestra en leche enlatada y no enlatada según Codex Alimentarius	36
Tabla 7. Prueba de <i>t</i> Student – para una muestra leche enlatada según AESA	38
Tabla 8. Prueba de <i>t</i> Student – para una muestra de leche no enlatada según la AESA	40
Tabla 9. Prueba de <i>t</i> Student – para una muestra de leche enlatada y lecha no enlatada según la AESA	42
Tabla 10. Análisis de Anova	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valores de Cd en leche enlatada según procedencia	12
Figura 2. Valores de Cd en leche enlatada comparados entre el LMP según el Codex Alimentarius y la media en general	13
Figura 3. Porcentaje de muestras de leche enlatada que supera el LMP de Cd según el Codex Alimentarius	14
Figura 4. Valores de Cd en leche no enlatada según procedencia	16
Figura 5. Valores de Cd en leche no enlatada comparados entre el LMP según el Codex Alimentarius y la media	17
Figura 6. Porcentaje de leche no enlatada que supera el LMP de Cd según el Codex Alimentarius	18
Figura 7. Valores de Cd en leche enlatada y leche no enlatada	20
Figura 8. Valores de Cd en leche enlatada y no enlatada comparados con el LMP según el Codex Alimentarius y la media en general	21
Figura 9. Porcentaje del total muestras de leche que supera el LMP de Cd según el Codex Alimentarius	22
Figura 10. Valores de Cd en leche enlatada según procedencia, en comparación a lo establecido por la AESA	23
Figura 11. Valores de Cd en leche enlatada comparados con el LMP según la AESA y la media en general	24
Figura 12. Porcentaje de leche enlatada que supera el LMP de Cd según la AESA	25
Figura 13. Valores de Cd en leche no enlatada según procedencia, en comparación a lo establecido por la AESA	26

Figura 14. Valores de Cd en leche no enlatada comparados con el LMP según la AESA y la media en general	27
Figura 15. Porcentaje de muestras de leche no enlatada que supera el LMP de Cd según la AESA	28
Figura 16. Valores de Cd entre leche enlatada y leche no enlatada comparados según procedencia	29
Figura 17. Valores de Cd en leche enlatada y no enlatada comparados con el LMP según la AESA y la media en general	30
Figura 18. Porcentaje de muestras leche enlatada y no enlatada que supera el LMP de Cd según la AESA	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Instrumentos de recolección de datos	60
Anexo B: Operacionalización de variables	61
Anexo C: Evidencias de trabajo de campo	62

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de la presente investigación fue determinar los niveles de Cadmio (Cd) en alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en mercados del distrito de San Juan de Lurigancho - Lima- 2020. **Materiales y métodos:** Se realizó un muestreo conveniente en 30 muestras de leche enlatada y no enlatada ubicadas en seis mercados del distrito de San Juan de Lurigancho. Los niveles de Cd se evaluaron mediante espectrometría de absorción atómica en horno de grafito. **Resultados:** Los resultados del análisis indicaron que las concentraciones máximas, en ppb, de Cd en leche enlatada fue 16.4 ppb y en leche no enlatada 38.5 ppb. En equivalencia con la norma de referencia del Codex Alimentarius (0.01 mg/kg), en ciertas muestras de leche enlatada supera el valor referencial. Al contrario de las muestras de leche no enlatada en la totalidad de las concentraciones de Cd son superiores. Mientras tanto, la norma de referencia de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (0.0260 mg/kg), la muestra de leche enlatada no supera y los no enlatada en algunas sobrepasan el valor referencial. **Conclusiones:** La concentración máxima de Cd en muestras de leche enlatada es 16.4 ppb y en leche no enlatada 38.5 ppb, son valores superiores sobre las normas internacionales del Codex Alimentarius (10 ppb) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (20 ppb). En el Perú no existen normas para valores máximos de Cd y se sugiere el establecimiento de normas de valor máximo para estos metales pesados en la leche de origen animal en el consumo humano. **Palabras clave:** Cadmium, Codex alimentarius, espectrometría de absorción atómica, leche, metales pesados.

ABSTRACT

Objective: The objective of this research was to determine the Cadmium (Cd) levels in canned and non-canned dairy foods marketed in markets of the San Juan de Lurigancho district - Lima- 2020. **Materials and methods:** A convenient sampling was carried out in 30 samples of canned and non-canned milk located in six markets of the San Juan de Lurigancho district. Cd levels were evaluated by graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Results:** The results of the analysis indicated that the maximum concentrations, in ppb, of Cd in canned milk was 16.4 ppb and in non-canned milk 38.5 ppb. In equivalence with the reference standard of the Codex Alimentarius (0.01 mg/kg), in certain samples of canned milk it exceeds the reference value. Contrary to non-canned milk samples, all Cd concentrations are higher. Meanwhile, the reference standard of the European Food Safety Authority (0.0260 mg / kg), the sample of canned milk does not exceed and those not canned in some exceed the reference value. **Conclusions:** The maximum concentration of Cd in canned milk samples is 16.4 ppb and in non-canned milk 38.5 ppb, they are higher values than the international standards of the Codex Alimentarius (10 ppb) and the European Food Safety Authority (20 ppb). In Peru there are no standards for maximum Cd values and the establishment of maximum value standards for these heavy metals in milk of animal origin for human consumption is suggested.

Keywords: Cadmium, Codex alimentarius, atomic absorption spectrophotometry, Milk, heavy metals

I. INTRODUCCIÓN

El rápido desarrollo de nuestra sociedad en las últimas décadas, especialmente en las actividades industriales, la minería, la combustión de combustibles, el desarrollo de cultivos mecanizados y, en consecuencia, el uso de gran cantidad de insumos agrícolas sin prestar atención al impacto ambiental y sobre la salud, causaron amplia distribución de metales pesados y otros contaminantes peligrosos en el medio ambiente y finalmente en la cadena trófica¹.

Los productos lácteos y en particular la leche contienen una variedad de nutrientes muy importantes que son cruciales para mantener la vida sana de cada individuo ². Sin embargo, existe evidencia de que la leche y otros productos lácteos pueden contener cantidades variables de diferentes contaminantes tóxicos ³. La exposición humana a estos compuestos se produce de diferentes maneras, incluida la inhalación, el contacto dérmico y a través de alimentos, por consiguiente, la contaminación del medio ambiente con metales pesados potencialmente tóxicos se considera importante en la salud pública ⁴.

La intoxicación por cadmio ha sido reportada en muchas partes del mundo. Es uno de los problemas de salud a nivel mundial que puede causar enfermedades graves. La exposición a largo plazo al cadmio a través del agua y alimentos conduce a la toxicidad crónica ⁵.

En las zonas costeras del Perú se halló en sedimentos superficiales algunos metales pesados como Cadmio (Cd) que excedieron los valores establecidos. El uso en combustibles para las actividades de pesca artesanal e industrial contribuye a la acumulación de Cd en los sedimentos de las bahías costeras ⁶. Asimismo, en Sechura (Piura) se encontró un nivel de Cd de 0,205 mg/kg cerca de descargas industriales asociado a aguas residuales las cuales se vierten en la costa del océano ⁷.

Los productores de lácteos de bovinos adquieren forraje y agua que pueden ser una fuente de contaminación del agua de metales pesados como el Cd, los cuales pueden ser eliminados a través de la leche⁸. Los niños tienen el mayor riesgo de sufrir el efecto tóxico del Cd manifestándose en afecciones tales como reducción

del coeficiente intelectual, falta de concentración, descalcificación e hiperactividad⁹.

Adicionalmente, algunos estudios han demostrado que las concentraciones de cadmio en la leche de vaca que se alimentan en zonas industriales a lo largo de carreteras o animales que consumen alimentos contaminados con metales pesados son mucho más altas que las que crecen en áreas limpias¹⁰.

Asimismo, los productos lácteos enlatados se consideran una fuente de toxicidad de metales pesados debido a la migración de metales de la lata al producto que contiene durante un largo período de almacenamiento o la lata dañada¹¹.

La leche y los productos lácteos juegan un papel importante en la dieta humana. Debido al aumento del consumo de leche y productos lácteos en el Perú, la mayor producción nacional de leche y la presencia de actividades industriales que podrían contaminar directa o indirectamente la leche con metales pesados, es necesario detectar la presencia de metales pesados y evaluar los riesgos potenciales para la salud de los consumidores.

El distrito de San Juan de Lurigancho, se encuentra en la ciudad de Lima, la cual cuenta, con una gran cantidad de unidades industriales y minería artesanal, ya que en muchos días del año la concentración de contaminantes en su atmósfera supera los límites permitidos. Es de esperar, que este alto nivel de contaminación se deposite en el suelo, el agua y más específicamente en tierras agrícolas. Por esta razón, en esta área la alimentación de las vacas y comercialización de productos lácteos enlatados y no enlatados se acompaña con un riesgo potencial de acumulación de metales pesados en los cuerpos de los animales y colectivamente en su leche.

Ante ello planteamos la siguiente interrogante:

¿Cuál es la concentración de cadmio en alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en mercados del distrito de San Juan de Lurigancho?

El cadmio, un metal pesado, es omnipresente en el medio ambiente. Constituye 0,1 parte por millón (ppm) de la corteza terrestre y ocurre naturalmente en el medio ambiente en su forma inorgánica como resultado de las emisiones volcánicas y el desgaste de las rocas. El cadmio siempre está asociado con

sulfuro de zinc, como consecuencia de la extracción, fundición y refinación de minerales sulfídicos de zinc pueden liberar cadmio adicional al medio ambiente¹². Por otra parte, debido al uso generalizado de cadmio en las industrias y la agricultura, las actividades antropogénicas, como la emisión e incineración de desechos y el uso de fertilizantes, pueden aumentar los niveles de contaminación del cadmio en el suelo, el agua y el aire, y en consecuencia en la cadena alimentaria¹³.

Los productos lácteos, y en particular la leche, contienen diversidad de nutrientes importantes como proteínas, carbohidratos, grasas, minerales (calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, citrato y cloro) y vitaminas (A, B, D, E) que son cruciales para mantener una vida saludable de cada individuo¹⁴. De manera análoga el envasado de productos lácteos se desarrolla continuamente junto con los avances en tecnologías de materiales, que a su vez son una respuesta a las demandas de los consumidores. El mayor desafío desde el punto de vista ecológico es el envasado biodegradable. Los principales desafíos para los materiales con poco desperdicio son la durabilidad del embalaje correlacionada con la vida útil del producto, así como la perspectiva ecológica¹⁵. Igualmente, como los productos a base de leche contribuyen significativamente a la dieta humana en general en muchas regiones del mundo, su contaminación con productos químicos potencialmente tóxicos puede ser causa de preocupación¹⁶.

Parsaei et al. (2019), en la ciudad de Isfahan (Irán), plantearon el objetivo de estudiar las concentraciones de Cd en diferentes tipos de leche. El método de estudio aplicado era descriptivo y transversal. Asimismo, los resultados de muestras de leche de Cd era 4.05 ± 0.38 partes por millón (ppb). Como conclusión, los autores recomiendan monitorear periódicamente los niveles de Cd¹⁷. Al igual que Pacco (2018), en la Provincia de Puno (Perú), desarrolló el objetivo de determinar la concentración de cadmio en leche de vaca. El método de estudio fue observacional. Adicionalmente, los resultados fueron: 0.0012 mg/kg de cadmio en la leche. El investigador concluyó que el Cd supera los límites máximos permisibles¹⁸. De igual forma, Najarnejhad et al. (2015), en el oeste de Irán, propusieron el objetivo de evaluar el cadmio en leche cruda de búfalo, vaca y oveja. El método de estudio era transversal y prospectivo. Así también, los resultados fueron en leche de búfalo 0.003 ± 0.001 mg/kg, vaca

0.001 ± 0.001 mg/kg y oveja 0.002 ± .,001 mg/kg. Los investigadores concluyeron que las concentraciones de Cd en la leche de búfalo fueron más altas que la leche de vaca y oveja¹⁹. Así como, Pinzón (2015), en la ciudad de Bogotá (Colombia), planteó el objetivo de determinar los niveles cadmio en leche procesada. El método de estudio fue transversal. Además, los resultados encontraron el nivel de Cd fue 13.86 a 19.90 µg/kg. A modo de cierre el autor concluye que el riesgo por ingesta de leche con Cd es mínimo²⁰. De forma semejante, Amponsah (2014), en la capital de Ghana (Accra), propuso el objetivo de evaluar los niveles de cadmio en la leche en lata. El método de estudio fue transversal y prospectivo. Igualmente, los resultados hallaron que todas las muestras de leche examinadas tienen niveles de Cd por encima del límite permisible recomendado. Por consiguiente, los autores concluyeron que los peligros de beber leche con Cd son demasiado altos²¹. Lo mismo que Mendoza y Medina (2013), en la Provincia de Huaral (Lima), desarrollaron el objetivo de determinar cadmio en leche cruda de bovino en establos lecheros en Chancay. El método de estudio fue transversal y descriptivo. Así también, los resultados mostraron que la concentración de Cd fue 0.338 mg/kg, mayor del límite establecido por la Norma de Rumanía (0.01 mg/kg). Para concluir, los autores recomiendan que el Cd debe ser evaluado periódicamente en muestra de leche comercializada²².

La ejecución de esta investigación es importante para evaluar los niveles de Cd presente en alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en mercados del distrito de San Juan de Lurigancho. Asimismo, nos permitirá evidenciar a través de un diseño observacional, dado que el análisis de riesgos para la salud del Cd en la leche y otros productos lácteos pueden estar aumentando y podría crear serios problemas de salud, si se ingiere durante un largo período de tiempo. En cuanto a la justificación teórica del estudio, hoy en día si bien el consumo de productos lácteos como productos industrializados de alto consumo y demanda en la canasta familiar, la presencia del Cd se encuentran entre los elementos que han causado la mayor preocupación en términos de efectos adversos en la salud humana, esto se debe a que se transfieren fácilmente a través de las cadenas alimentarias y se desconoce si cumple alguna función biológica esencial. En cuanto a la relevancia social, los

hallazgos del presente estudio facilitarían priorizar una necesidad crucial de una evaluación integral para monitorear el nivel de Cd en los principales mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, así como alertar a las autoridades competentes a originar soluciones a este problema de salud. Finalmente, en cuanto al valor metodológico de la investigación, fue realizado teniendo en cuenta el método científico y las orientaciones teórico metodológicas necesarias para la culminación exitosa del mismo. Además, se busca introducir un instrumento de recolección de datos construido por especialistas y que esta validado para nuestra realidad, con ello se obtendrá resultados que permitan fortalecer la línea de investigación experimental.

El objetivo general del estudio es determinar los niveles de cadmio en alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en mercados del distrito de San Juan de Lurigancho. Lima- 2020.

Los objetivos específicos son:

1. Evaluar el contenido de cadmio en alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, según el Codex Alimentarius.
2. Evaluar el contenido de cadmio en alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (AESA).
3. Comparar el contenido de cadmio en alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, con los indicadores establecidos por el Codex Alimentarius y AESA

La hipótesis es: La concentración de cadmio en alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en mercados del distrito de San Juan de Lurigancho presentan niveles de cadmio que supera los valores máximos según el Codex Alimentarius y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Enfoque y diseño de la investigación

El presente estudio es de enfoque cuali-cuantitativo, es decir los enfoques tanto cualitativos como cuantitativos en la investigación, tiene la capacidad de resolución de problemas en el plan de estudios de educación científica. Además, los dos métodos son herramientas que se utilizan para lograr el mismo objetivo con diferentes técnicas y procedimientos, a pesar de que tienen diferentes fortalezas y lógica²³.

Por otro lado, el diseño metodológico, es una investigación no experimental, descriptivo y de corte transversal. En la investigación no experimental no suele haber manipulación o intervención planificada y ejecutada, es más no hay un grupo de comparación²⁴. Tal cual, es descriptivo porque, está diseñado para describir la distribución de una o más variables, sin tener en cuenta ninguna hipótesis causal o de otro tipo. Además suelen ser muy fáciles de realizar, para informes de casos, series de casos y estudios ecológicos, los datos ya están disponibles. Un error frecuente en los informes de estudios descriptivos es sobrepasar los datos: los estudios sin un grupo de comparación no permiten hacer inferencias sobre asociaciones, causales o de otro tipo²⁵. Mientras tanto, un estudio transversal implica la recopilación de datos de una muestra de participantes en el mismo momento. Este diseño se usa con mayor frecuencia para estimar la prevalencia de características en una población, también se utiliza a menudo para evaluar las relaciones entre variables²⁴.

2.2. Población, muestra y muestreo

La población comprende todas las muestras de alimentos lácteos enlatados y no enlatados expandidas en los principales mercados del distrito de San Juan de Lurigancho. Este distrito, actualmente posee amplias zonas comerciales por ello se seleccionará los de mayor afluencia poblacional en los mercados. Seguidamente, se elaboró un plan donde se señala el tipo de muestra de productos lácteos comerciales diferentes y no enlatada de origen

ambulatorio a examinar, el número y los lugares de muestreo, así como la frecuencia de ello. Se adquirió un total de 30 muestras de alimentos lácteos, el muestreo fue por conveniencia, tomando muestras de 30 mL por alimento lácteo comprado.

- *Criterios de inclusión:*

- Alimentos lácteos de mayor demanda en los mercados de abastecimientos que pertenezcan al distrito de San Juan de Lurigancho
- Alimentos lácteos de mayor consumo
- Alimentos lácteos libre de contaminantes y aspecto organoléptico aceptable

- *Criterios de exclusión:*

- Alimentos lácteos de menor demanda en los mercados comerciales que no pertenezcan al distrito de San Juan de Lurigancho
- Alimentos lácteos de menor consumo comercial
- Alimentos lácteos contaminados y alteración organoléptica.

2.3. Variables de investigación

En el presente estudio, la variable dependiente son los niveles de cadmio y la variable independiente son los alimentos lácteos enlatados y no enlatados

Definición conceptual:

El cadmio es un metal pesado que causa daño directo a los humanos en varias formas. Se encuentra regularmente con otros metales pesados como el zinc, cobre y plomo. Las concentraciones aumentan debido a la alteración del suelo, actividad volcánica y procesos industriales²⁶.

Los productos lácteos son una parte importante de la dieta occidental, aportan $\leq 14\%$ de la ingesta calórica en los países desarrollados y se sabe que sirven como un vehículo eficaz para la suplementación y enriquecimiento de nutrientes²⁷. Cabe señalar que la leche y los productos lácteos contienen numerosos nutrientes, que contribuyen significativamente a satisfacer las necesidades diarias de calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B₅ (ácido pantoténico) y vitamina B₁₂²⁸.

Definición operacional:

La eliminación de desechos industriales y emisiones de vehículos pueden contaminarse con Cd, además, el envasado y los procesos tecnológicos utilizados para llevar los alimentos al consumidor pueden aumentar significativamente la concentración total de Cd.

Los contaminantes químicos en los alimentos lácteos comprenden riesgos químicos que pueden introducirse durante la producción de leche, el procesamiento o el envasado de lácteos. Debido a la creciente contaminación ambiental, es necesario determinar y controlar los niveles de metales pesados en la leche, ya que pueden influir significativamente en la salud humana.

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

La técnica a utilizarse durante la recolección de datos fue la observación, igualmente, esta técnica proporciona un enfoque cuantitativo, denominado así porque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández Sampieri et al., 2014)²⁹.

En cuanto al instrumento de recolección de datos para la medición de las variables se aplicó el modelo modificado de Najarnejhad et al. (2015)¹⁹, la misma estará conformada por la ficha de observación durante los días de trabajo. Los formatos de los instrumentos de recolección de datos están adjuntados en los anexos.

2.5. Proceso de recolección de datos

De acuerdo a la recolección de datos se seguirá el procedimiento modificado de El-Ansary et al. (2017)³⁰.

a. Área de estudio

Para la adquisición de las muestras lácteas se considera los mercados de mayor concentración de compra y venta, asimismo afluencia de público en general en el distrito de San Juan de Lurigancho:

- Mercado de Niño Jesús (cinco muestras enlatadas: Gloria)
- Mercado San Fernando (cinco muestras enlatadas: Ideal)

- Mercado San José (cinco muestras enlatadas: Pura Vida)
- Mercado Tupac Amaru (cinco muestras A no enlatada)
- Mercado San Miguel Campoy (cinco muestras B no enlatada)
- Mercado Modelo Caja de Agua (cinco muestras C no enlatada)

La compra fue por aleatorización posibilitando las comparaciones en los grupos de asignación.

b. Recolección de la muestra

El estudio se realizó en el período comprendido entre julio-agosto del 2020, se compró un total de 30 muestras de alimentos lácteos en diferentes centros de abastos del distrito de San Juan Lurigancho, Lima, Perú. Las muestras de alimentos lácteos se clasificaron según sus fuentes de recolección como alimentos lácteos enlatados, se considera alimentos lácteos de marca (15 muestras) y alimentos lácteos no enlatados de recolectadas de las granjas lecheras disponibles comercializadas de forma ambulatoria (15 muestras). Todas las muestras se recogieron en un depósito de vidrio estéril siguiendo métodos estándar y se almacenó a 4° C hasta el análisis. A continuación se llevó al Laboratorio de Control Analítico correspondiente.

c. Procedimientos de digestión

- Se peso 0.5 g de muestra del producto lácteo y se colocó en un tubo de teflón para microondas 3 mL de la muestra problema
- Se colocó las muestras en un beacker de 150 mL y rápidamente se tapa con una luna de reloj para evitar que se oxide.
- Se adiciono 5 mL de ácido nítrico de concentración 0.1 molar y 5 mL de agua destilada, luego se lleva a calentar haciendo uso de una plancha térmica a una temperatura de 70 °C. Se agita la muestra constantemente para eliminar completamente los vapores nitrosos y se lleva hasta sequedad.
- Se dejo enfriar y luego se le agrega 4 mL de ácido perclórico al 70 %, agitando constantemente hasta sequedad.

- Se calentó a 120 °C durante 65 minutos en un bloque de digestión controlado por termostato. Después de enfriar, la solución resultante se diluyó a 25 mL con agua desmineralizada.

d. Análisis instrumental

La espectroscopía de absorción atómica de llama (Modelo: AA-6800, espectrofotómetro de absorción atómica, SHIMADZU, Japón) se utilizó para el análisis de metales pesados en el presente fue para Cd. La solución estándar del metal se preparó a concentraciones de 0.01 parte por millón (ppm). Las líneas espectrales se ajustó a 228.67nm, el límite mínimo de detección para Cd, es de 0.001 mg/kg.

2.6. Métodos de análisis estadístico

En esta fase se desarrolló con el Programa Estadístico SPSS versión 17, con el fin de procesar los datos, es decir, la clasificación, ordenamiento y codificación de datos, tabulación, presentación en tablas y figuras. Las concentraciones se expresaron como media \pm DE. Los resultados se evaluaron mediante la prueba de *t* - Student y el análisis de varianza unidireccional (ANOVA) se utilizó después de que se realice la transformación logarítmica en los datos para mejorar la normalidad, Las posibilidades inferiores a 0.05 se consideró estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

2.7. Aspectos éticos

El presente estudio se realizó aplicando la investigación sin riesgo, es decir, estudios en los que no se realiza ninguna intervención, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta³¹. Ante ello, este estudio empleó la espectrofotometría de absorción atómica como técnica analítica para la determinación de niveles de cadmio en una matriz alimenticia, como son los alimentos lácteos, y en ningún momento se intervino con seres humanos; ya que estas muestras provienen de diferentes puntos de comercialización de estos productos circunscrito en el distrito de San Juan De Lurigancho, en la ciudad de Lima (Perú).

III. RESULTADOS

De acuerdo a los resultados, el análisis de los valores de Cd en muestras de leche enlatada y no enlatada se observa lo siguiente:

Tabla 1. Valores de Cd en muestras de leche enlatada

Tipo leche	Procedencia	Código	Cadmio (ppb)
Leche enlatada	Mercado Niño	L.E.G.N. 1	8.8
	Jesús	L.E.G.N. 2	11.3
		L.E.G.N. 3	9.8
		L.E.G.N. 4	7.7
		L.E.G.N. 5	16.4
		Mercado	L.E.PV.N. 6
	San José	L.E.PV.N. 7	9.8
		L.E.PV.N. 8	11.1
		L.E.PV.N. 9	7.7
		L.E.PV.N. 10	14.7
	Mercado	L.E.I.N. 11	9.3
	San Fernando	L.E.I.N. 12	13.5
		L.E.I.N. 13	9.8
		L.E.I.N. 14	12.1
		L.E.I.N. 15	8.3

Fuente: Elaboración de los autores



Figura 1. Valores de Cd en leche enlatada según procedencia

Fuente: Elaboración de los autores

En relación la Tabla 1 y Figura 1, se visualiza que en los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho: Niño Jesús, los límites máximos permisibles (LMP) de Cd son superados en 11.3 y 16.4 partes por billón (ppb), muy cercanos está en 9.8 ppb, los valores mínimos son: 8.8 y 7.7 ppb. Además, en el Mercado San José los LMP está representado por 11.1 y 14.7 ppb, mientras que el valor mínimo es 7.7 ppb. De manera similar, en el mercado de San Fernando esta figurado en altas concentraciones de 13.5 ppb y 12.1 ppb, aunque los valores inferiores son 9.3 y 8.3 ppb.



Figura 2. Valores de Cd en leche enlatada comparados entre el LMP según el Codex Alimentarius y la media en general.

Fuente: Elaboración de los autores

En la Figura 2 se aprecia que el LMP de Cd base es 10 ppb ($10 \mu\text{g}/\text{kg} = 0.01 \text{ mg}/\text{kg}$) de acuerdo al Codex Alimentarius, identificados en los mercados: Niño Jesús, San José y San Fernando la media o promedio en conjunto es 10.7 ppb. Es decir superan los LMP establecido por el organismo internacional como referencia base y la media en general.

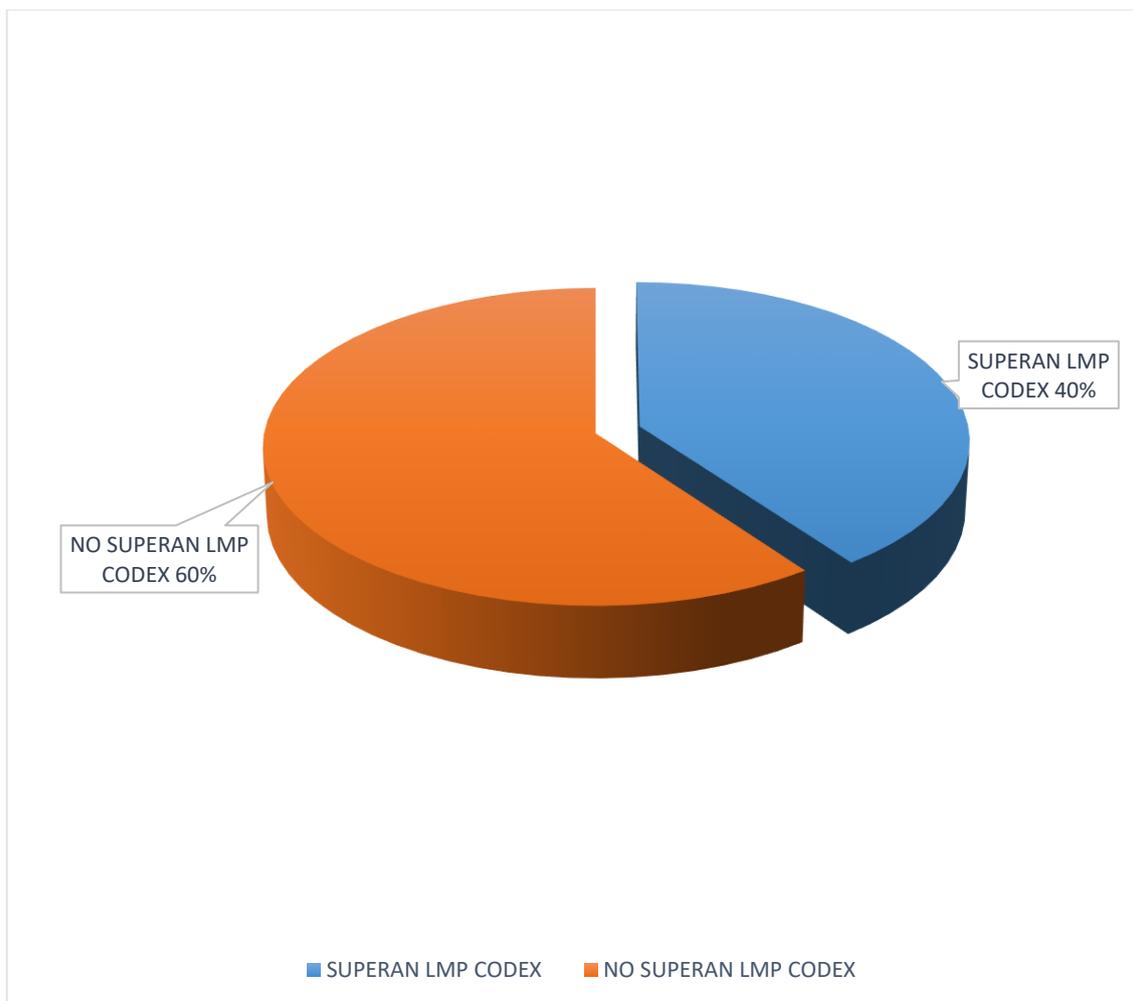


Figura 3. Porcentaje de muestras de leche enlatada que supera el LMP de Cd según el Codex Alimentarius.

Fuente: Elaboración de los autores

En la Figura 3, considerando la referencia del Codex Alimentarius (10 ppb) relacionados al Cd, el porcentaje de muestras en leche enlatada en los principales mercados designados del distrito de San Juan de Lurigancho, sobreponen el LMP de cadmio al 40% y no exceden el 60%. Por consiguiente existe un porcentaje considerable de muestras que sobrepasan los valores de referencia del Codex Alimentarius

Tabla 2. Valores de Cd en muestras de leche no enlatada

Tipo leche	Procedencia (mercado)	Código	Cadmio (ppb)
Leche no enlatada	Mercado Túpac Amaru	L.N. A1	36.5
		L.N. A2	18.7
		L.N. A3	28.7
		L.N. A4	36.8
		L.N. A5	20.4
	Mercado San Miguel Campoy	L.N. B1	22.3
		L.N. B2	17.3
		L.N. B3	21.4
		L.N. B4	29.5
		L.N. B5	12.5
	Mercado Modelo Caja de Agua	L.N. C1	31.5
		L.N. C2	19.7
		L.N. C3	23.6
		L.N. C4	38.5
		L.N. C5	16.3

Fuente: Elaboración de los autores

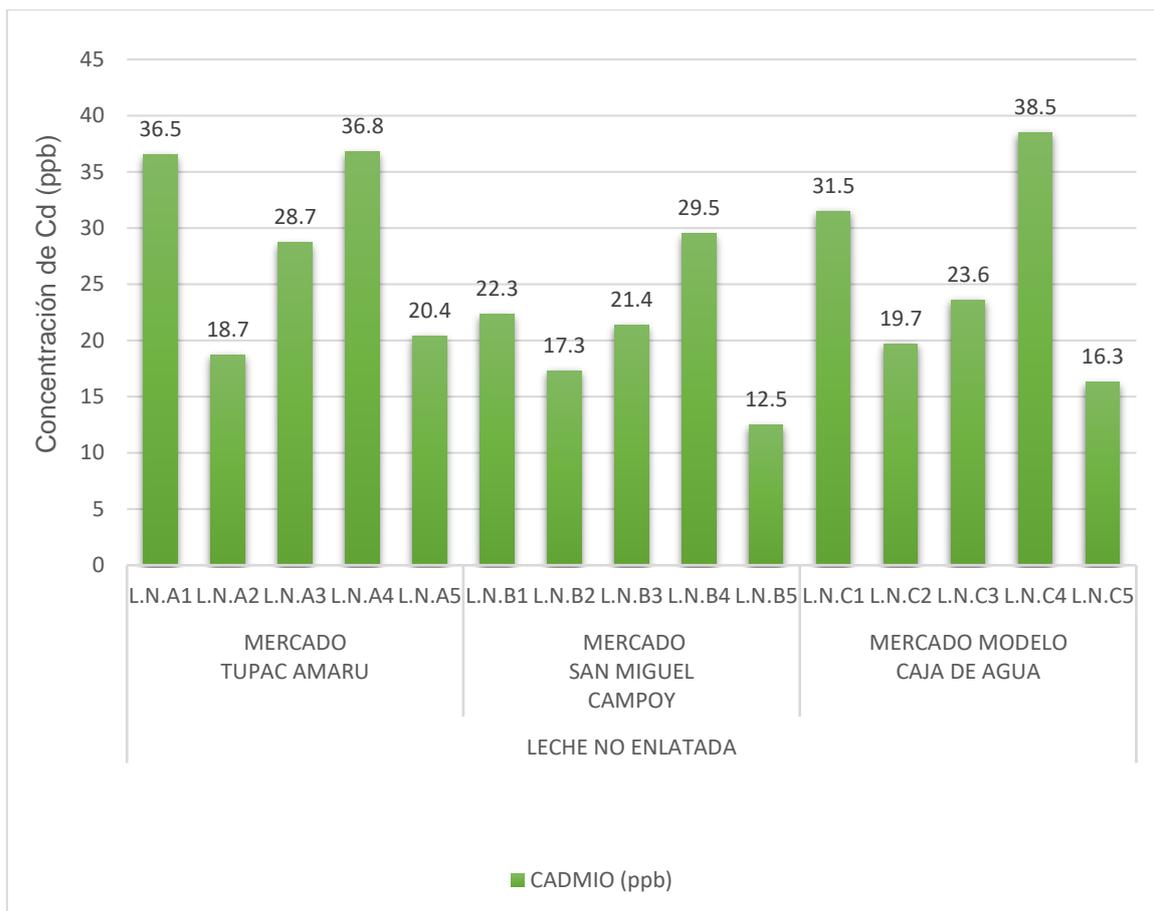


Figura 4. Valores de Cd en leche no enlatada según procedencia

Fuente: Elaboración de los autores

En cuanto a la Tabla 2 y Figura 4, en las muestras de leche no enlatada, obtenidas de los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho se observa en el mercado Túpac Amaru se registra una concentración de Cd cuyo valor superior es 36.5 ppb y en grado menor de 20.4 ppb, Entretanto en el mercado de San Miguel Campoy, presenta alta concentración de 29.5 ppb y el nivel de menor concentración es 12.5 ppb. De manera semejante, en el mercado Modelo Caja de Agua se observa que la mayor concentración es 38.5 ppb, mientras 16.3 ppb es el valor inferior.

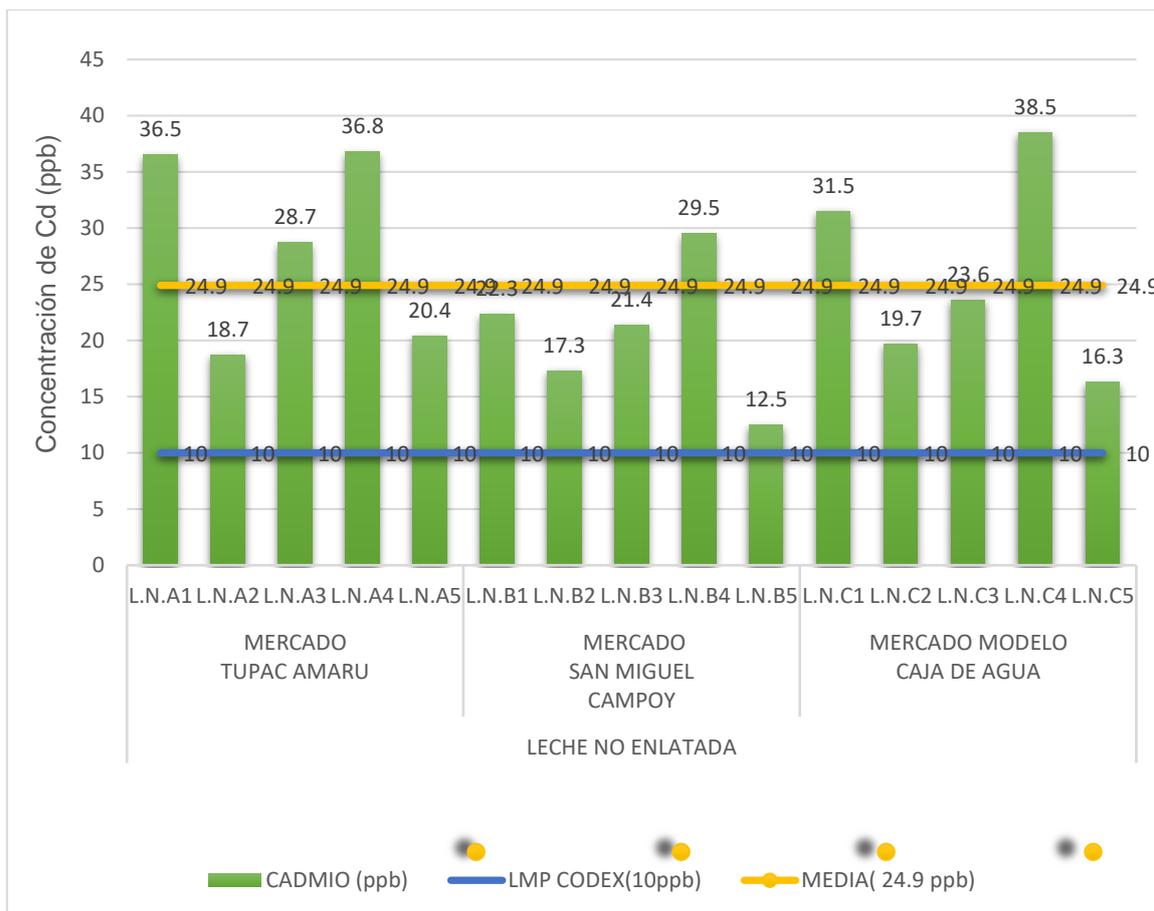


Figura 5. Valores de Cd en leche no enlatada comparados entre el LMP según el Codex Alimentarius y la media.

Fuente: Elaboración de los autores

En la Figura 5, se observa que en los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho: Túpac Amaru, San Miguel, Campoy y Modelo Caja de Agua, teniendo en cuenta la referencia internacional del Codex Alimentarius (10 ppb y 0.01 mg/kg) para el metal Cd, el LMP son superados en todos los establecimientos de alimentos muestreados. En otras palabras, 36.8 ppb (Túpac Amaru), 29.5 ppb (San Miguel, Campoy) y 38.5 ppb (Modelo Caja de Agua) en cada una de las muestras son superiores al Codex Alimentarius al promedio en general (29.4 ppb).

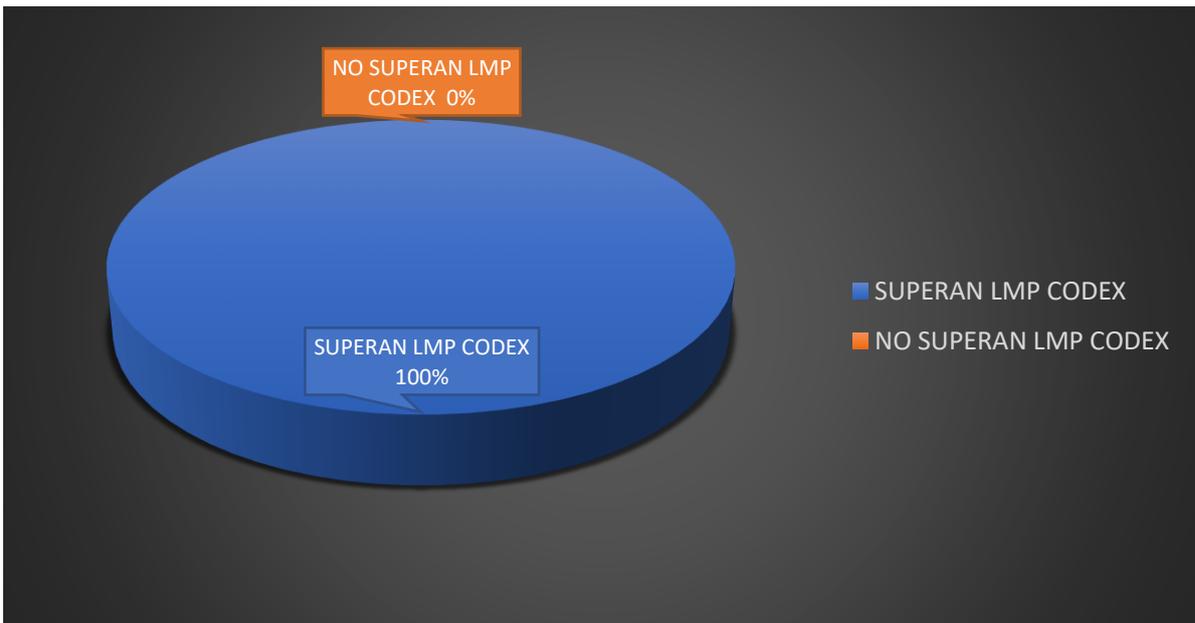


Figura 6. Porcentaje de leche no enlatada que supera el LMP de Cd según el Codex Alimentarius.

Fuente: Elaboración de los autores

De acuerdo a la Figura 6, el porcentaje de leche no enlatada que superan el LMP de Cd según el Codex Alimentarius (10ppb), está representado por el 100% y no superan, el cero por ciento. Concretamente, todas las muestras representativas analizadas están por encima del valor de referencia internacional.

Tabla 3. Valores de Cd en muestras de leche enlatada y leche no enlatada

Tipo de leche	Procedencia	Código	Cadmio (ppb)
Leche enlatada	Mercado Niño Jesús	L.E.G.N. 1	8.8
		L.E.G.N. 2	11.3
		L.E.G.N. 3	9.8
		L.E.G.N. 4	7.7
		L.E.G.N. 5	16.4
	Mercado San José	L.E.PV.N. 6	9.5
		L.E.PV.N. 7	9.8
		L.E.PV.N. 8	11.1
		L.E.PV.N. 9	7.7
		L.E.PV.N. 10	14.7
	Mercado San Fernando	L.E.I.N. 11	9.3
		L.E.I.N. 12	13.5
		L.E.I.N. 13	9.8
		L.E.I.N. 14	12.1
		L.E.I.N. 15	8.3
Leche no enlatada	Mercado Túpac Amaru	L.N. A1	36.5
		L.N. A2	18.7
		L.N. A3	28.7
		L.N. A4	36.8
		L.N. A5	20.4
	Mercado San Miguel Campoy	L.N. B1	22.3
		L.N. B2	17.3
		L.N. B3	21.4
		L.N. B4	29.5
		L.N. B5	12.5
Mercado Modelo Caja de Agua	L.N. C1	31.5	
	L.N. C2	19.7	
	L.N. C3	23.6	
	L.N. C4	38.5	
	L.N. C5	16.3	

Fuente: Elaboración de los autores

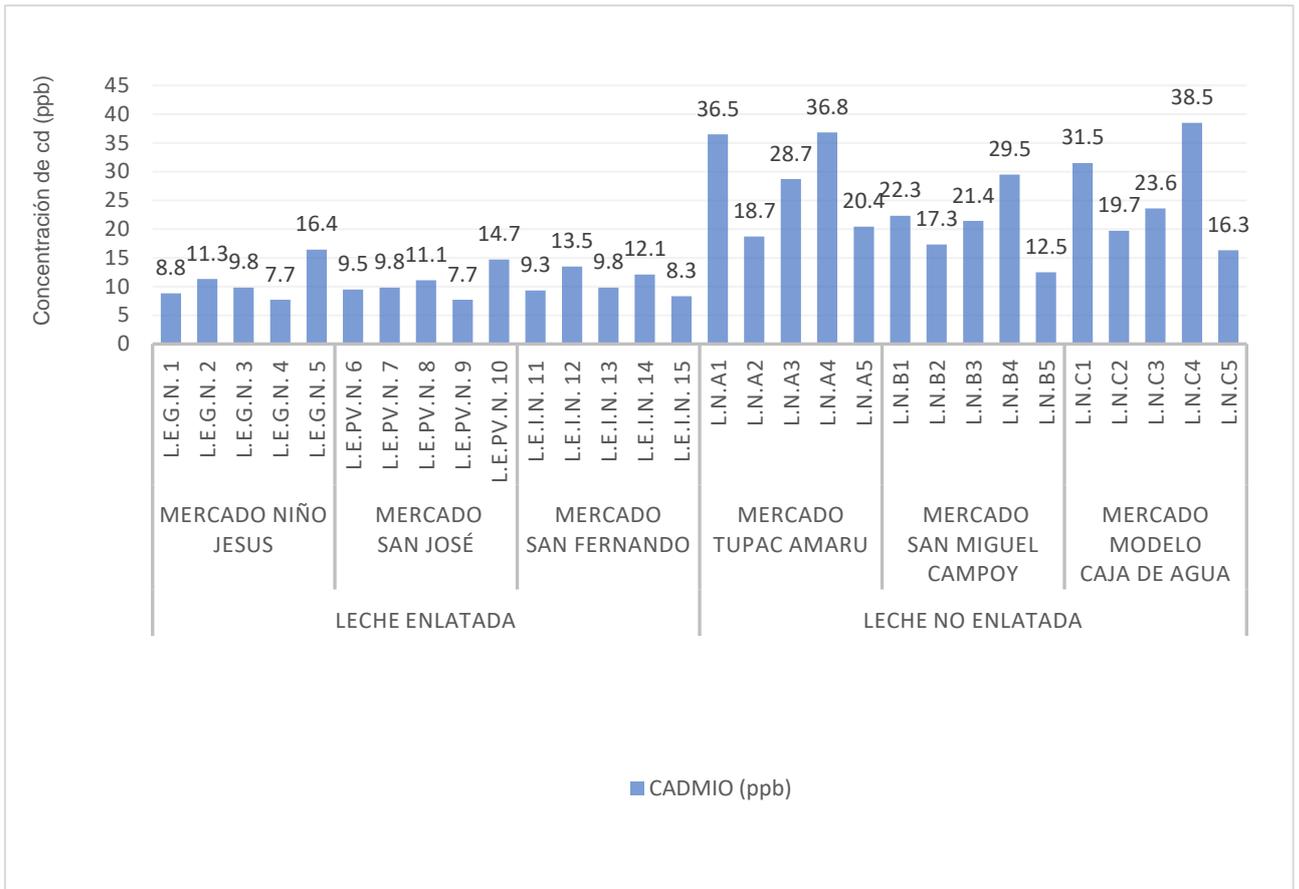


Figura 7. Valores de Cd en leche enlatada y leche no enlatada

Fuente: Elaboración de los autores

En la Tabla 3 y Figura 7, se aprecia de forma general, que las diferencias entre la leche enlatada y leche no enlatada comercializadas en los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, se observa concentraciones de Cd en la leche no enlatada muy superiores: 38.5, 36.8 y 36.5 ppb. De manera paralela, en la leche enlatadas, las concentraciones de Cd son: 16.4, 14.7, 13.5, y 12.1 ppb entre los de mayor presencia del tóxico. Ante ello, las leches no enlatadas tienen altos valores de Cd en comparación con las leches enlatadas.

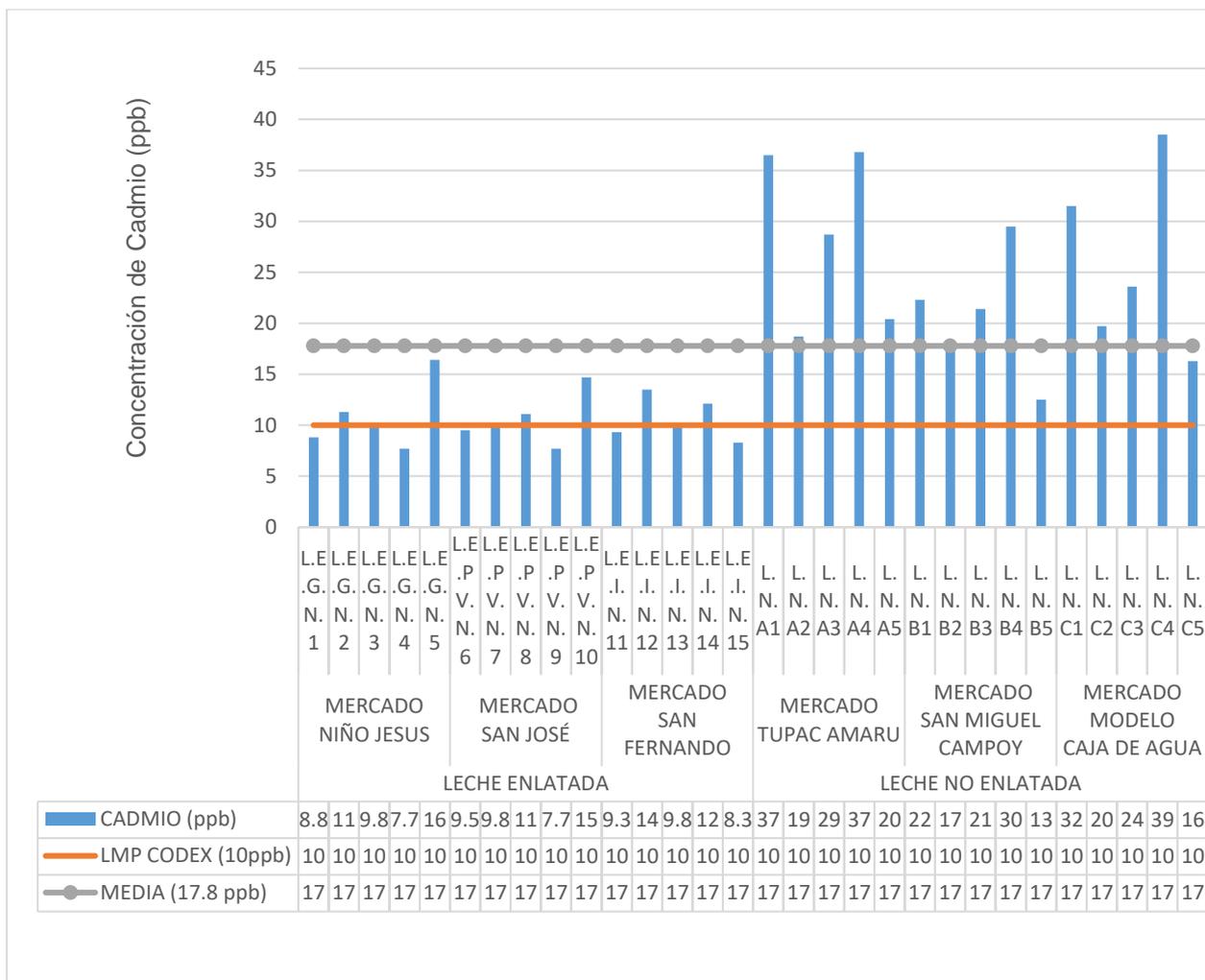


Figura 8. Valores de Cd en leche enlatada y no enlatada comparados con el LMP según el Codex Alimentarius y la media en general.

Fuente: Elaboración de los autores

De acuerdo a la Figura 8, los valores de Cd en leche enlatada y no enlatada comercializadas en los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho comparados con el LMP y la media según el Codex Alimentarius (10 ppb), en la leche enlatada procedente del mercado Niño Jesús 16.4 ppb, mercado San José 14.7 ppb y mercado San Fernando 13.5 ppb. De manera semejante, las leche no enlatadas la concentración de Cd, en el mercado Túpac Amaru fue: 36.8 ppb, mercado San Miguel de Campoy era 29,5 ppb y en el mercado Modelo Caja de Agua 38.5 ppb. Cabe resaltar, que la media fue superior en los mercados donde se comercializada leche no enlatada al equiparar con leche enlata.

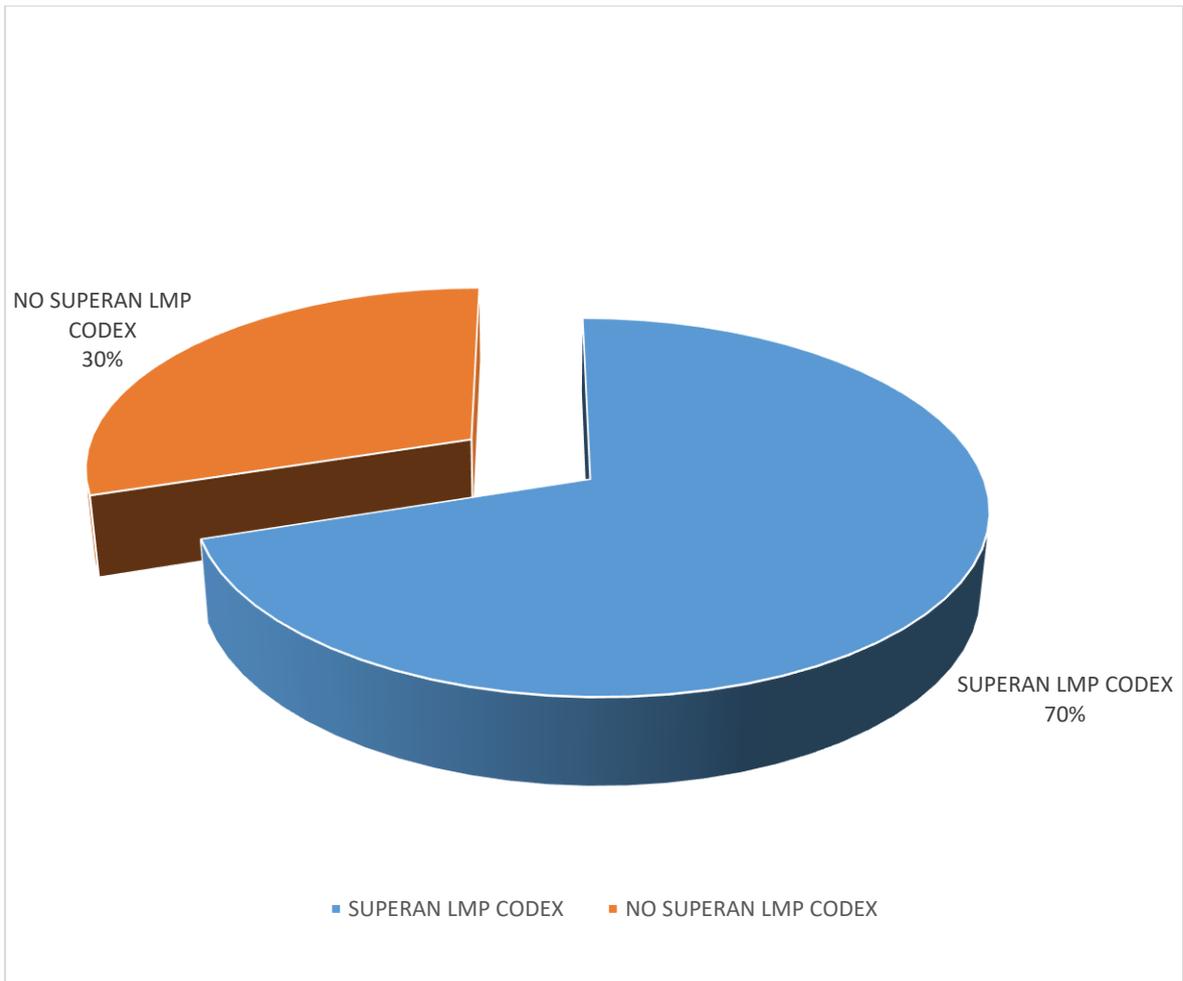


Figura 9. Porcentaje del total muestras de leche que supera el LMP de Cd según el Codex Alimentarius.

Fuente: Elaboración de los autores

En la Figura 9, el porcentaje del total muestras de leche que superan el límite máximo permisible de Cd según el Codex Alimentarius (10 ppb), es de 70%. De otro lado, solo el 30% del total de las muestras de leches no sobrepasa el LMP, en referencia a los valores de 10 ppb regulados por el Codex Alimentarius.

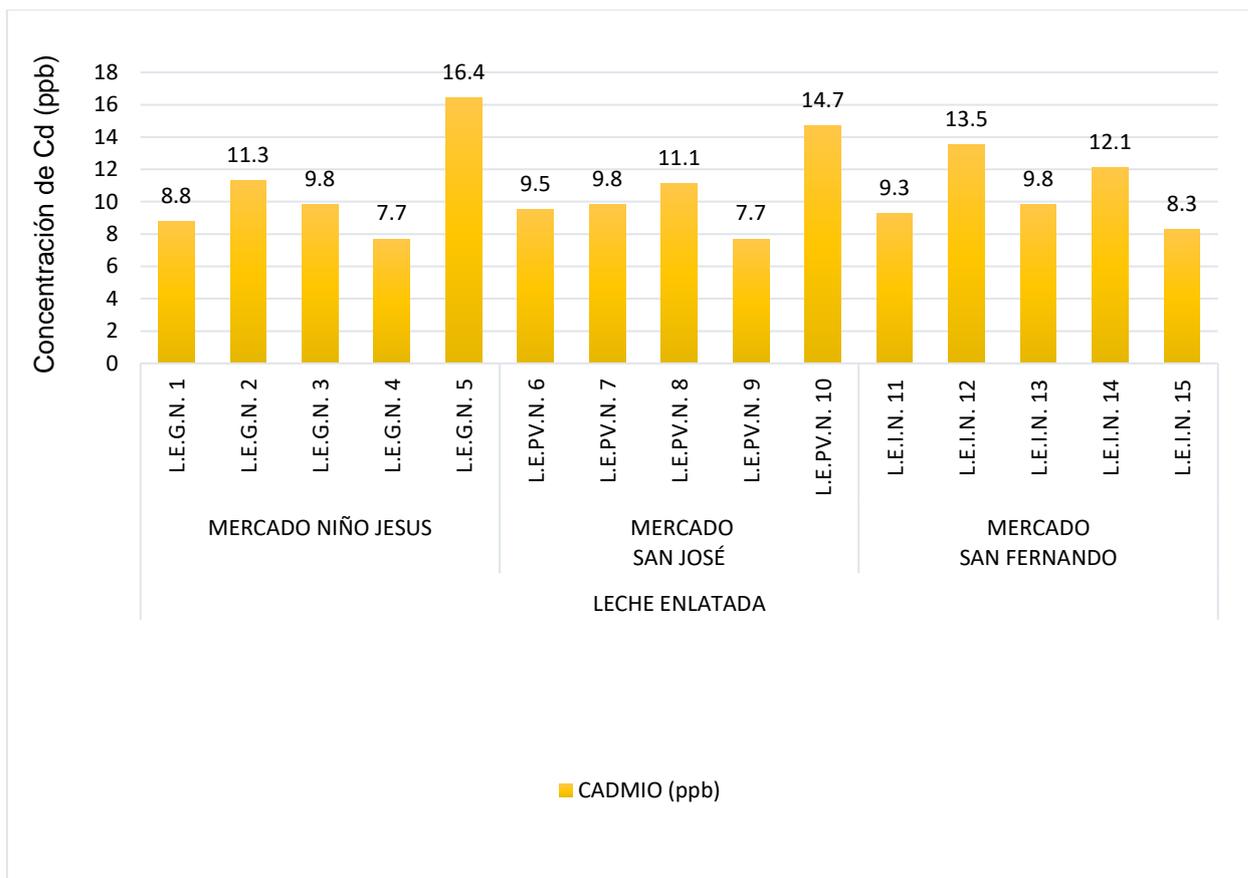


Figura 10. Valores de Cd en leche enlatada según procedencia, en comparación a lo establecido por la AESA

Fuente: Elaboración de los autores

La Figura 10, las concentraciones de Cd de acuerdo a la AESA (26 ppb =26 µg/kg) en las muestras de leche enlatada de los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, se observa en el mercado Niño Jesús el valor superior es 16.4 ppb, en el mercado San José de máxima concentración es 14.7 ppb y el mercado San Fernando se registró en 13.5 ppb. Lo antes mencionado, indica que las muestras de leche enlatada ninguna supera el LMP, de acuerdo a las norma de la AESA.

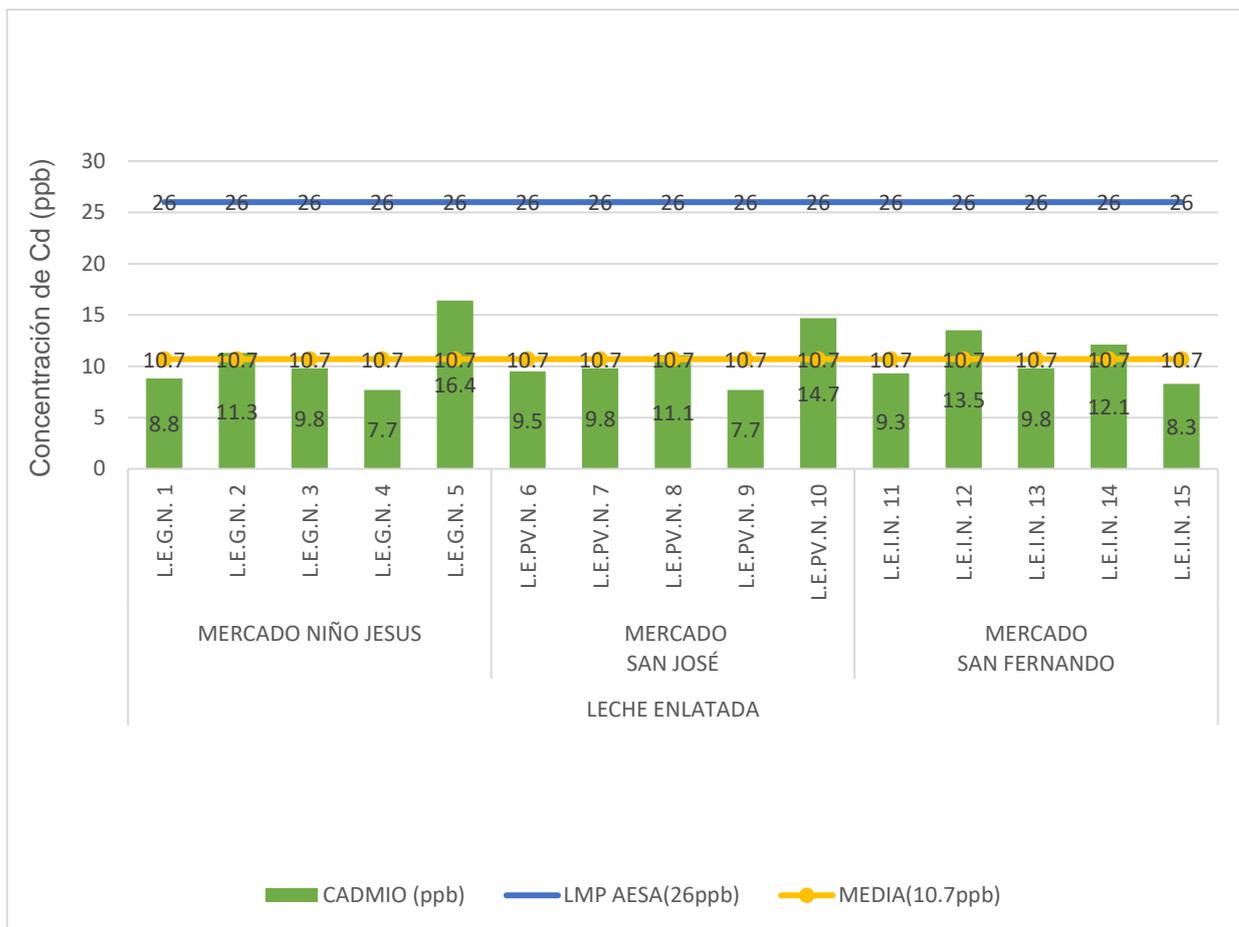


Figura 11. Valores de Cd en leche enlatada comparados con el LMP según la AESA y la media en general

Fuente: Elaboración de los autores

En la Figura 11, se aprecia los valores de Cd en leche enlatada comparados con el límite máximo permisible y la media según la AESA. Los LMP establecidos por la AESA son 26 ppb, al establecer relación con las muestras de leche enlatada de los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, en el mercado Niño Jesús el valor superior es 16.4 ppb no supera lo establecido por la AESA, asimismo la media en general es 10.7 ppb es superado, aunque esto no indica peligro de toxicidad. En el mercado San José el valor máximo es 14.7 ppb y es mayor en comparación a la media (10.7 ppb). En cuanto al mercado San Fernando, la concentración de Cd en leche enlatada fue 13.5 ppb, este valor es superior a la media en general del 10.7 ppb.

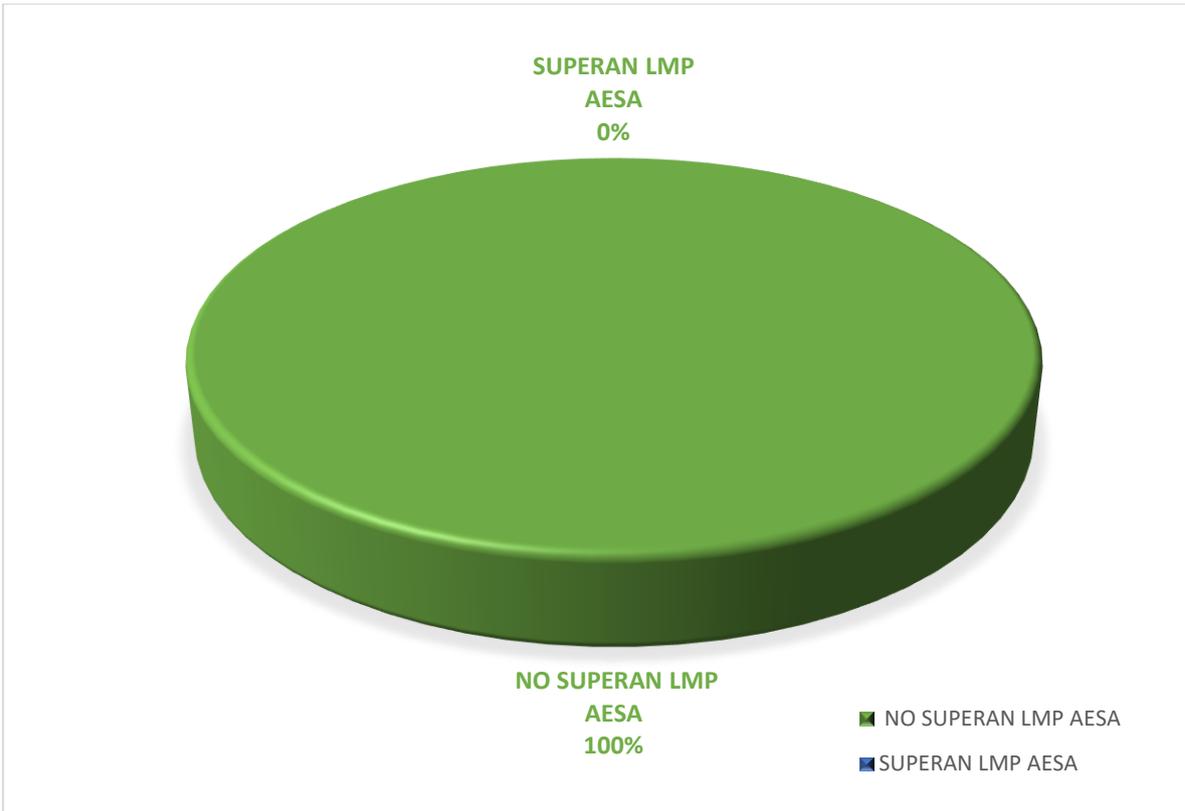


Figura 12. Porcentaje de leche enlatada que supera el LMP de Cd según la AESA.

Fuente: Elaboración de los autores

En la Figura 12, el porcentaje de leche enlatada que superan el límite máximo permisible de cadmio según la AESA (26 ppb). Se aprecia que el 100% de las muestras de leche enlatada no sobrepasa el LMP de acuerdo a la AESA. A continuación, el cero por ciento representa a lo que supera el LMP, lo cual no existe ningún tipo de muestra.

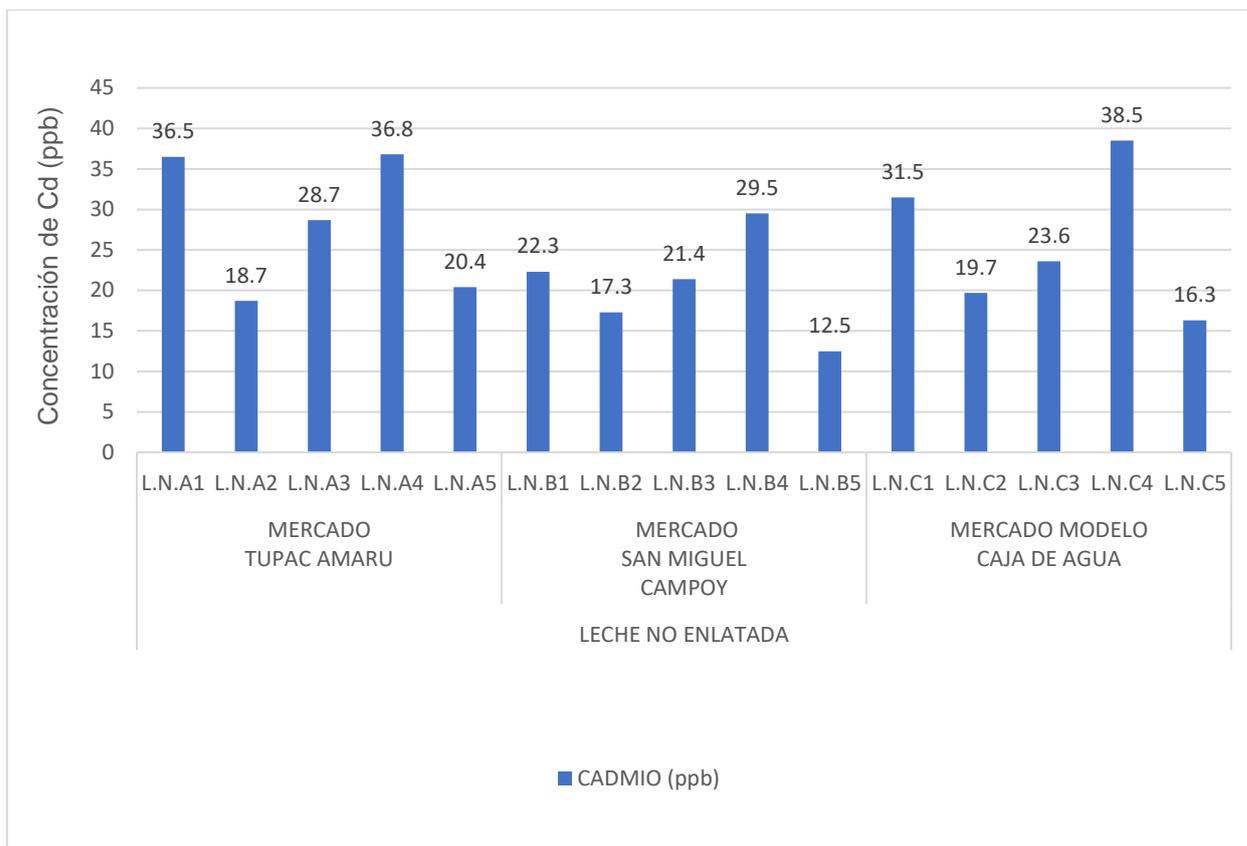


Figura 13. Valores de Cd en leche no enlatada según procedencia, en comparación a lo establecido por la AESA

Fuente: Elaboración de los autores

En razón a la Figura 13, las concentraciones de Cd en leche no enlatada según procedencia de los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, se visualiza que en el mercado de Túpac Amaru los valores superiores indican que 36.5, 36.8 y 28.7 ppb están por encima de los LMP de la AESA (26 ppb). En el mercado de San Miguel de Campoy que 29,5 supera a 26 ppb indicado por la AESA. Mientras tanto, el mercado Modelo de Caja de Agua existe una considerable concentración de 38.5 ppb de Cd en muestras de leche enlatada.



Figura 14. Valores de Cd en leche no enlatada comparados con el LMP según la AESA y la media en general.

Fuente: Elaboración de los autores

En cuanto a la Figura 14. Las concentraciones de Cd en leche no enlatada comparados con el límite máximo permisible según la AESA (26 ppb) y también comparados con la media (24.9). Se observa que en el mercado Túpac Amaru las concentraciones de 36.5, 36.8 y 28.7 ppb sobrepasa los LMP regidos por la AESA, asimismo los tres valores son superiores al promedio general. En el siguiente mercado San Miguel de Campoy solo una muestra está representada por el 29.5 ppb, por encima del valor referencial de AESA y el promedio de 24.9 ppb. También, en el mercado Modelo de Caja de Agua, la concentración de Cd en la muestra de leche enlatada se aprecia dos valores mayores a 26 ppb (AESAs): 31.5 y 38.5 ppb, y mayores al promedio total. Por todo lo mencionado en el mercado Túpac Amaru los valores de Cd de acuerdo a la AESA son superiores a lo normado.

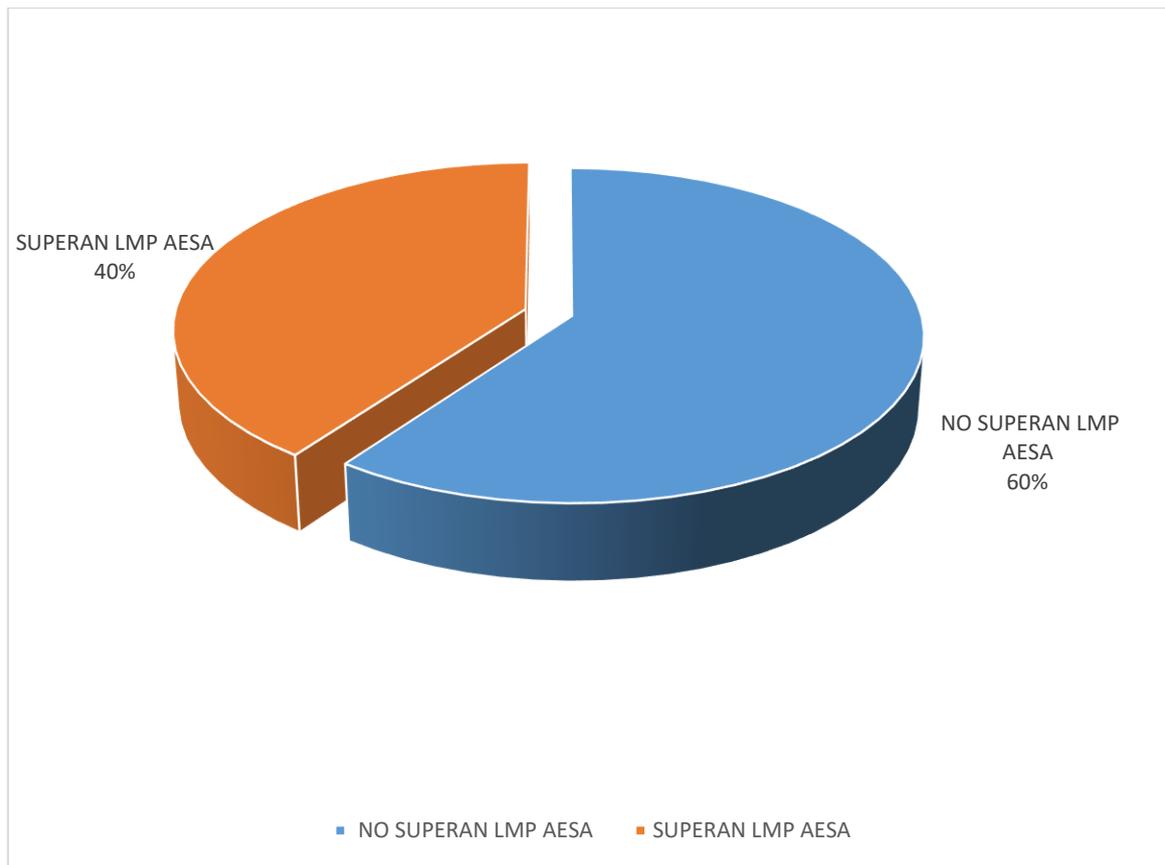


Figura 15. Porcentaje de muestras de leche no enlatada que supera el LMP de Cd según la AESA.

Fuente: Elaboración de los autores

Entretanto, la Figura 15, las muestras de leche no enlatada que superan el límite máximo permisible de Cd según la AESA, están al 40%. En contraste, un valor de tasa porcentual del 60% no sobrevalora los LMP según la AESA. En pocas palabras, al ser los valores mayores de la AESA en comparación con otras normas referenciales de tóxicos en la leche, el LMP limita el exceso del Cd en las muestras de leche no enlatada.

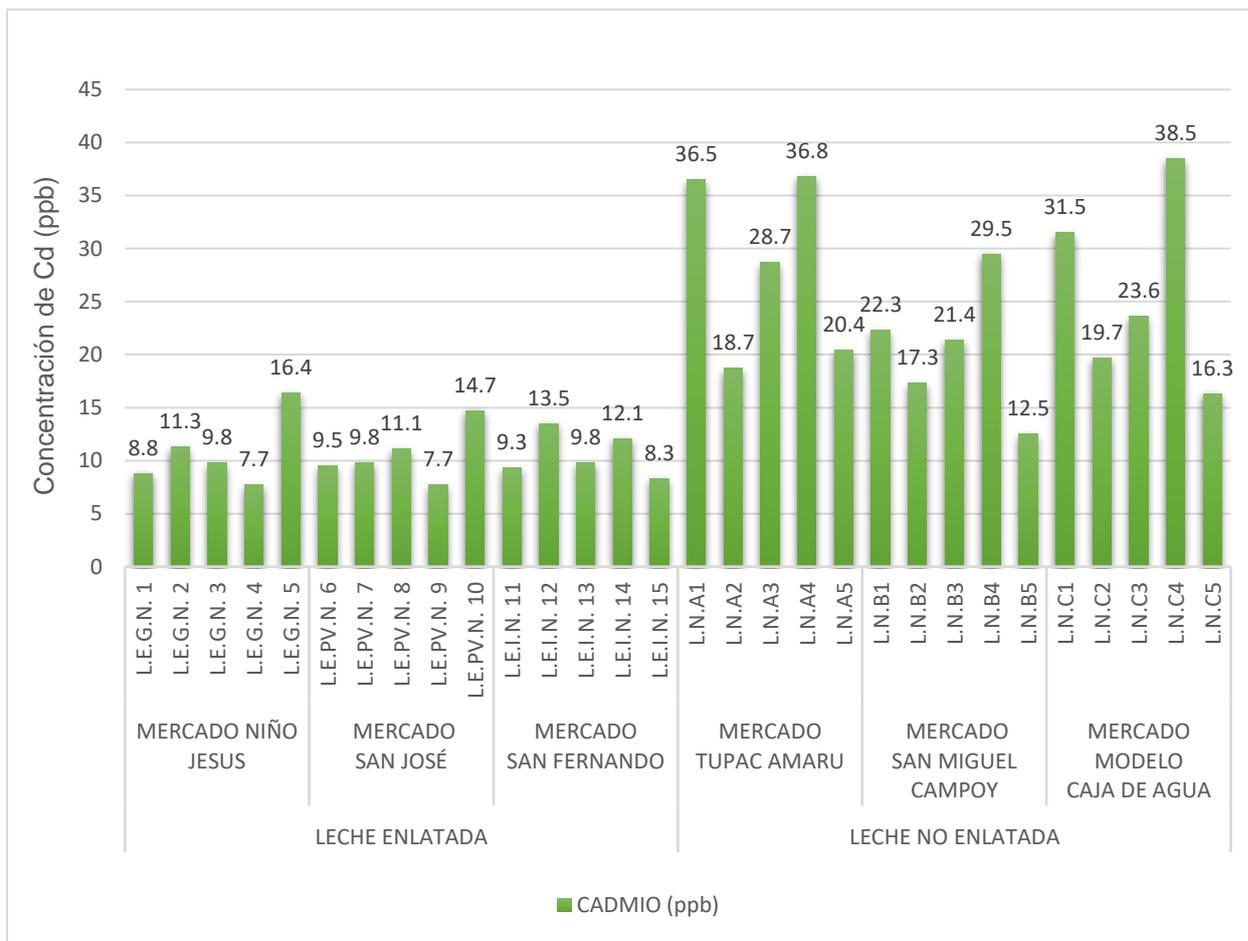


Figura 16. Valores de Cd entre leche enlatada y leche no enlatada comparados según procedencia

Fuente: Elaboración de los autores

En la comparación de las muestras de leche enlatada y no enlatada, en concordancia con la Figura 16, el valor máximo de Cd presente en leche enlatada se aprecia en el mercado Niño Jesús con 16.4 ppb, luego en el mercado San José está con 14.7 ppb y el mercado San Fernando con 12.1 y 13.5 ppb. De manera paralela, en las muestras de leche no enlatada en el mercado Túpac Amaru se observa un considerable 36.8 ppb, entretanto en el mercado San Miguel de Campoy se halló una concentración de 29.5 ppb y 38.5 en el mercado Modelo de Caja de Agua. Por consiguiente, la concentración máxima de Cd fue mayor en las muestras de leche no enlatadas procedentes del mercado Modelo Caja de Agua.

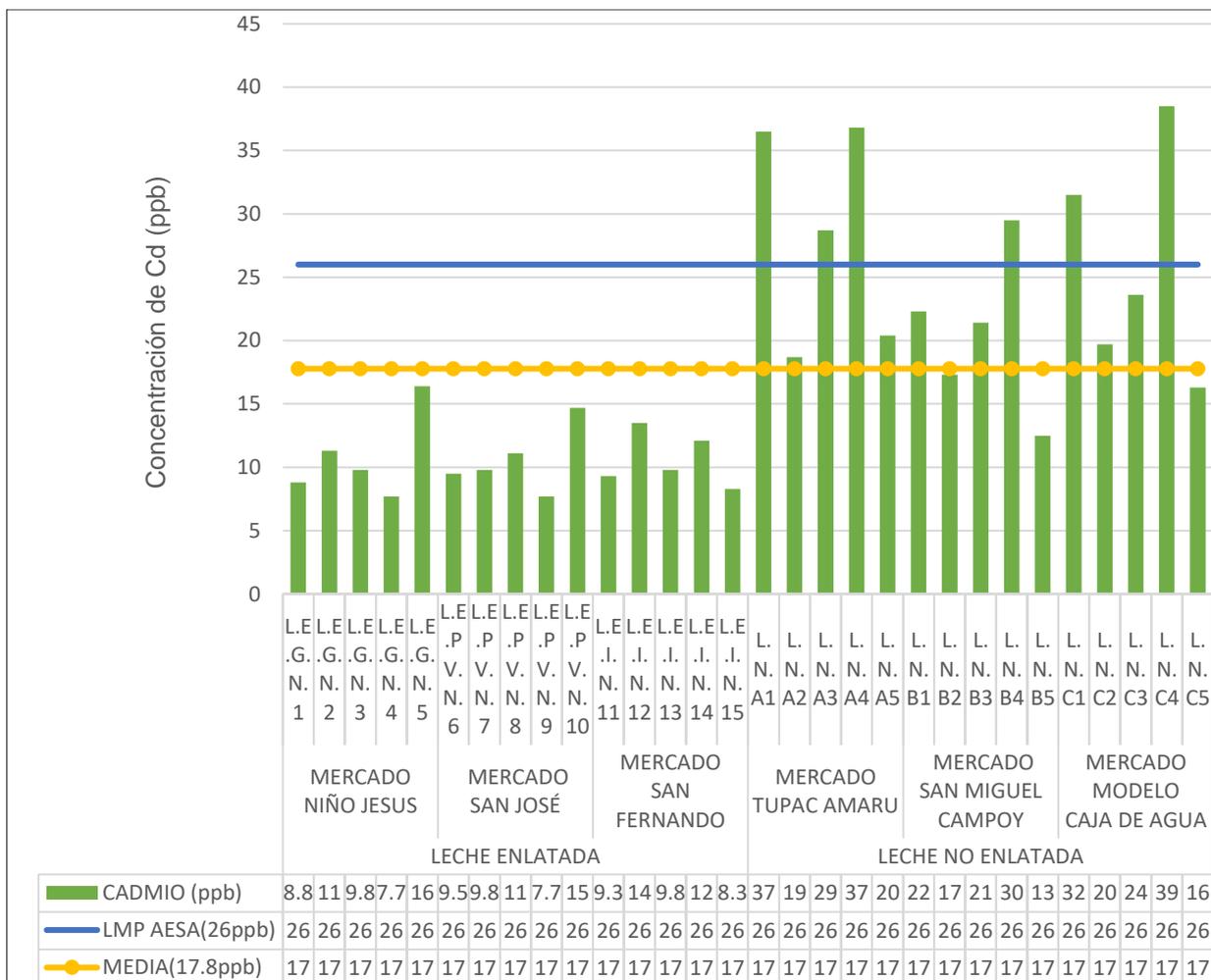


Figura 17. Valores de Cd en leche enlatada y no enlatada comparados con el LMP según la AESA y la media en general.

Fuente: Elaboración de los autores

En la Figura 17, las concentraciones de Cd en leche enlatada y no enlatada comparados con el límite máximo permisible según la AESA y la media general, se observa que todas las muestras de leche enlatada no sobrepasan los valores normatizados de la AESA (26 ppb), ni mucho menos el valor promedio general (17 ppb). Cabe señalar que, en el caso de las muestras de leche no enlatada, la mayor parte de ellas han superado los LMP según la AESA y el valor promedio, es aquí donde se halla concentraciones altas del tóxico en estudio.

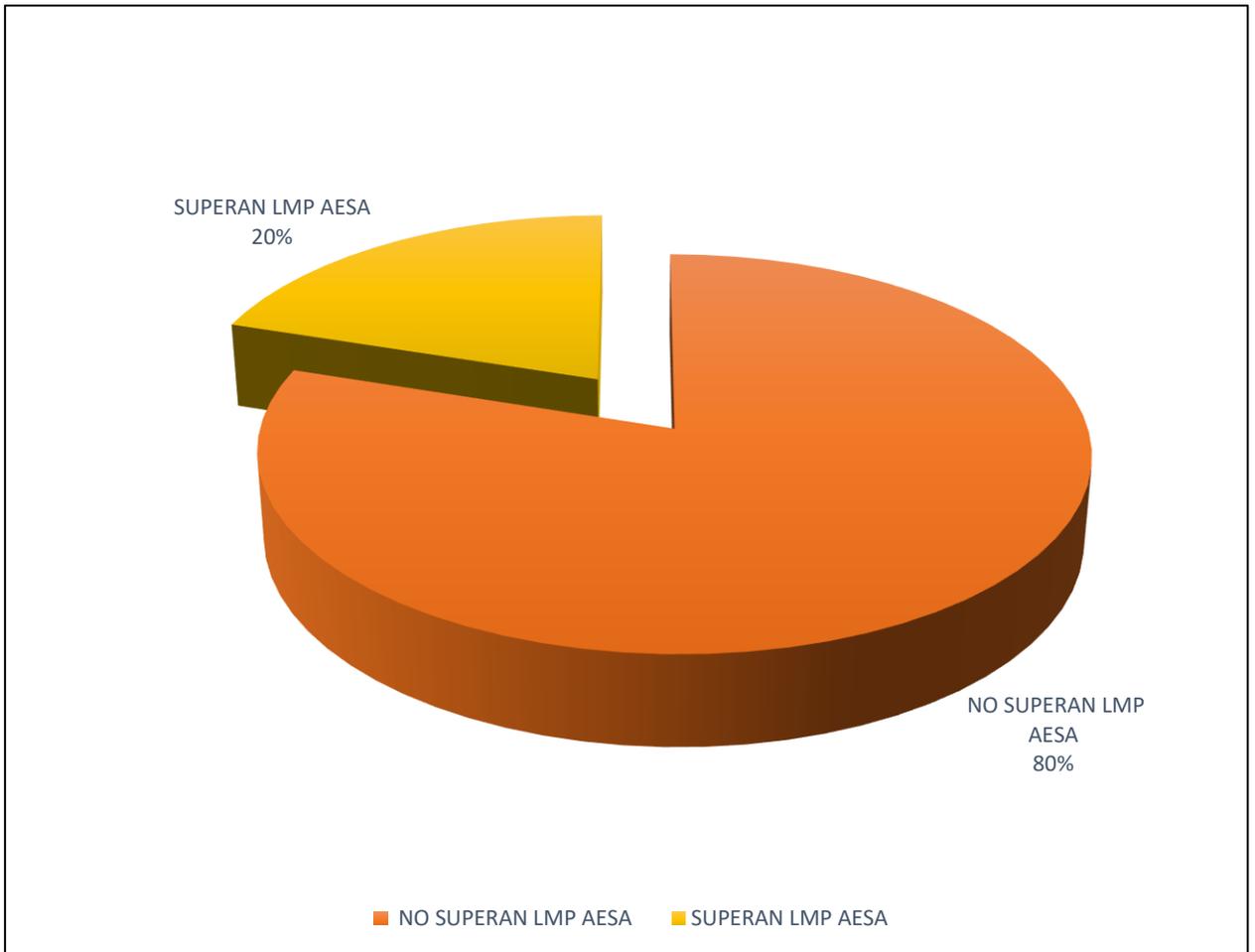


Figura 18. Porcentaje de muestras leche enlatada y no enlatada que supera el LMP de Cd según la AESA.

Fuente: Elaboración de los autores

En la Figura 18, se observa, de la totalidad de las muestras de leche entre enlatadas y no enlatadas, el 80% no supera los LMP según la AESA, es decir, de acuerdo a lo establecido por el ente europeo se considera de menor efecto tóxico en caso de su presencia en muestras lácteas. En contraste, solo un 20 % entre las muestras de leche enlatada y no enlatada provenientes de los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, se encontraron en concentraciones superiores.

PRUEBA DE HIPÓTESIS:

Análisis de prueba t de Student de Cd en leche enlatada según Codex Alimentarius

El análisis es de una sola cola, formulamos las hipótesis

$H_0: \mu > 10$ ppb (Hipótesis nula)

$H_1: \mu < 10$ ppb (Hipótesis alternativa).

Tabla 4. Prueba de t Student – para una muestra en leche enlatada según Codex Alimentarius

Codex Alimentarius	Valor de prueba = 10 ppb (LMP de Cd según Codex Alimentarius)					
	t	Grados de libertad (gl)	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cadmio en leche enlatada	.987	14	.340	.6533	-.766	2.073

Tabla P – valor

H_1	Signo de t	P - Valor en SPSS
\neq		Significancia asintótica bilateral
$>$	+	Significancia asintótica bilateral/2
$>$	-	1-Significancia asintótica bilateral/2
$<$	+	1-Significancia asintótica bilateral/2
$<$	-	Significancia asintótica bilateral/2

Como es una prueba de una cola según hipótesis alternativa menor que ($<$) al valor de prueba, de la Tabla P – valor y observando que el signo de t experimental en la Tabla 4 de la prueba de t de Student es positivo entonces el P valor sería 1- el valor de la Significancia asintótica bilateral dividido entre 2.

$$P \text{ valor} = 1 - \frac{\text{Significancia asintótica bilateral}}{2} = 1 - \frac{0.340}{2} = 1 - 0.170 = 0.83$$

Este P valor hallado es 0.83 el cual es mayor que el valor de significancia que es 0.05 por lo tanto la hipótesis nula se acepta.

En suma, se acepta la hipótesis nula donde los valores de Cd hallados en las muestras son superiores al valor de prueba, el cual es el Límite Máximo Permisible de Cd establecido por el Codex Alimentarius que es de 10 ppb, en las muestras de leche enlatada.

Análisis de prueba *t* de Student de Cd en leche no enlatada según Codex Alimentarius

El análisis es de una sola cola, formulamos las hipótesis

H0: $\mu > 10$ ppb (Hipótesis nula)

H1: $\mu < 10$ ppb (Hipótesis alternativa).

Tabla 5. Prueba de *t* Student – para una muestra en leche no enlatada según Codex Alimentarius

Codex Alimentarius	Valor de prueba = 10 ppb (LMP de Cadmio según Codex Alimentarius)					
	<i>t</i>	gl	Significancia (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cadmio en leche no enlatada	7.078	14	.000	14.9133	10.394	19.432

Tabla P – valor

H ₁	Signo de <i>t</i>	P - Valor en SPSS
≠		Significancia asintótica bilateral
>	+	Significancia asintótica bilateral/2
>	-	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	+	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	-	Significancia asintótica bilateral/2

Como es una prueba de una cola según hipótesis alternativa menor que ($<$) al valor de prueba, de la Tabla P – valor y observando que el signo de t experimental en la Tabla 5 de la prueba de t de Student es positivo entonces el P valor sería 1- el valor de la Significancia asintótica bilateral dividido entre 2.

$$P \text{ valor} = 1 - \frac{\text{Significancia asintótica bilateral}}{2} = 1 - \frac{0.000}{2} = 1 - 0.000 = 1.000$$

Este P valor hallado es 1.000 el cual es mayor que el valor de significancia que es 0,05 por lo tanto la hipótesis nula se acepta.

En resumen, se acepta la hipótesis nula, que existen muestras donde los valores de Cd son superiores al valor de prueba, el cual es el Límite Máximo Permisible de Cd establecido por el Codex Alimentarius es de 10 ppb, en las muestras de leche no enlatada.

Análisis de prueba *t* de Student de Cd en leche enlatada y no enlatada según Codex Alimentarius

Tabla 6. Prueba de *t* Student – para una muestra en leche enlatada y no enlatada según Codex Alimentarius

Codex alimentarius	Valor de prueba = 10 ppb (LMP de Cd según Codex Alimentarius)					
	<i>t</i>	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cd en leche enlatada y no enlatada	4.547	29	.000	7.7833	4.282	11.284

Tabla P – valor

H ₁	Signo de <i>t</i>	P - Valor en SPSS
≠		Significancia asintótica bilateral
>	+	Significancia asintótica bilateral/2
>	-	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	+	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	-	Significancia asintótica bilateral/2

Como es una prueba de una cola según hipótesis alternativa menor que (<) al valor de prueba, de la Tabla P – valor y observando que el signo de *t* experimental en la Tabla 6 de la prueba de *t* de student es positivo entonces el P valor sería 1- el valor de la Significancia asintótica bilateral dividido entre 2.

$$P \text{ valor} = 1 - \frac{\text{Significancia asintótica bilateral}}{2} = 1 - \frac{0.000}{2} = 1 - 0.000 = 1.000$$

Este P valor hallado es 1.000 el cual es mayor que el valor de significancia que es 0.05 por lo tanto la hipótesis nula se acepta.

Finalmente, se acepta la hipótesis nula donde los valores de cadmio en la mayoría de las muestras son superiores al valor de prueba, el cual es el Límite Máximo Permisible de Cd establecido por el Codex Alimentarius que es de 10 ppb, en las muestras de leche no enlatada y leche enlatada.

Análisis de los valores de Cd en muestras de leche enlatada según AESA

Análisis de prueba *t* de Student

El análisis es de una sola cola, formulamos las hipótesis

H0: $\mu > 26$ ppb (Hipótesis nula)

H1: $\mu < 26$ ppb (Hipótesis alternativa)

Tabla 7. Prueba de *t* Student – para una muestra leche enlatada según AESA

AESA	Valor de prueba = 26 ppb (LMP Cd según AESA)					
	<i>t</i>	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cd en leche enlatada	-23.189	14	.000	-15.3467	-16.766	-13.927

Tabla P – valor

H ₁	Signo de <i>t</i>	P - Valor en SPSS
≠		Significancia asintótica bilateral
>	+	Significancia asintótica bilateral/2
>	-	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	+	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	-	Significancia asintótica bilateral/2

Como es la prueba de una cola, según la hipótesis alternativa menor que (<) al valor de prueba, de la Tabla P – valor y observando que el signo de *t* experimental en la Tabla 7 de la prueba de *t* de Student es negativo entonces el P valor sería el valor de la significancia asintótica bilateral dividido entre 2.

$$P \text{ valor} = \frac{\text{Significancia asintótica bilateral}}{2} = \frac{0.000}{2} = 0.000$$

El valor de P hallado es 0.00 el cual es menor que el valor de significancia que es 0.05 por lo tanto la hipótesis nula no se acepta.

Consecuentemente, se acepta la hipótesis alternativa donde los valores de cadmio en la mayoría de las muestras son inferiores al valor de prueba, el cual es el Límite Máximo Permisible de Cd establecido por la AESA es de 26 ppb, en las muestras de leche enlatada.

Análisis de los valores Cd en muestras de leche no enlatada según la AESA

Análisis de prueba t de Student

El análisis es de una sola cola, formulamos las hipótesis

H0: $\mu > 26$ ppb (Hipótesis nula)

H1: $\mu < 26$ ppb (Hipótesis alternativa)

Tabla 8. Prueba de t Student – para una muestra de leche no enlatada según la AESA

AESA	Valor de prueba = 26 ppb (LMP de Cd según AESA)					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cd en leche no enlatada	-.516	14	.614	-1.0867	-5.606	3.432

Tabla P – valor

H ₁	Signo de t	P - Valor en SPSS
\neq		Significancia asintótica bilateral
$>$	+	Significancia asintótica bilateral/2
$>$	-	1-Significancia asintótica bilateral/2
$<$	+	1-Significancia asintótica bilateral/2
$<$	-	Significancia asintótica bilateral/2

Como es una prueba de una cola según hipótesis alternativa menor que ($<$) al valor de prueba, de la Tabla P – valor y observando que el signo de t experimental en la Tabla 8 de la prueba de t de student es negativo entonces el P valor sería el valor de la Significancia asintótica bilateral dividido entre 2.

$$P \text{ valor} = \frac{\text{Significancia asintótica bilateral}}{2} = \frac{0.614}{2} = 0.307$$

Este P valor hallado es 0.307 el cual es mayor que el valor de significancia que es 0.05 por lo tanto la hipótesis nula se acepta.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula donde los valores de cadmio en muchas de las muestras son superiores al valor de prueba, el cual es el Límite Máximo Permisible de Cd establecido por la AESA es de 26 ppb, en las muestras de leche no enlatada.

Análisis de los valores Cd en muestras de leche enlatada y lecha no enlatada según la AESA

Análisis de prueba *t* de Student

El análisis es de una sola cola, formulamos las hipótesis

H0: $\mu > 26$ (Hipótesis nula)

H1: $\mu < 26$ (Hipótesis alternativa).

Tabla 9. Prueba de *t* Student – para una muestra de leche enlatada y lecha no enlatada según la AESA

AESA	Valor de prueba = 26ppb (LMP de Cd según la AESA)					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cd en leche enlatada y no enlatada	-4.800	29	.000	-8.2167	-11.718	-4.716

Tabla P – valor

H ₁	Signo de t	P - Valor en SPSS
≠		Significancia asintótica bilateral
>	+	Significancia asintótica bilateral/2
>	-	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	+	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	-	Significancia asintótica bilateral/2

Como es una prueba de una cola según hipótesis alternativa menor que (<) al valor de prueba, de la Tabla P – valor y observando que el signo de t experimental en la Tabla 21 de la prueba de *t* de student es negativo entonces el P valor sería el valor de la significancia asintótica bilateral dividido entre 2.

$$P \text{ valor} = \frac{\text{Significancia asintótica bilateral}}{2} = \frac{0.000}{2} = 0.000$$

Este P valor hallado es 0.00 el cual es menor que el valor de significancia que es 0.05 por lo tanto la hipótesis nula no se acepta.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa donde los valores de cadmio en la mayoría de las muestras son inferiores al valor de prueba, el cual es el Límite Máximo Permisible de Cd establecido por la AESA es de 26 ppb, en las muestras de leche enlatada y no enlatada.

Tabla 10. Análisis de Anova

El análisis se centra en las diferencias de las medias de los grupos.

Resumen				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cadmio en leche no enlatada (ppb) μ_1	15	373.7	24.91333333	66.58552
Cadmio en leche enlatada (ppb) μ_2	15	159.8	10.65333333	6.56981

Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1525.107	1	1525.107	41.695032	5.3972E-07	4.195971819
Dentro de los grupos	1024.174667	28	36.57766667			
TOTAL	2549.281667	29				

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ (Hipótesis nula)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ (Hipótesis alternativa)

El valor crítico para F de las tablas es menor que el F calculado por lo tanto la hipótesis nula no se acepta, por lo tanto, las medias de los dos grupos de muestras (valores de Cd), leche enlatada y leche no enlatada son diferentes.

IV. DISCUSIÓN

4.1 Discusión de resultados

Este estudio se realizó debido a la falta de evidencia científica sobre las concentraciones de Cd en la leche de vaca de productos lácteos comercializados en los principales centros de abastecimiento de alimentos en el distrito de San Juan de Lurigancho. Por tanto, es importante para la salud pública y los resultados podrían servir como indicador de la calidad de la leche para el consumo humano.

En los resultados de las muestras de leche enlatada la concentración máxima de Cd fue de 16.4 ppb y no supera el valor promedio global (17.8 ppb); en algunas muestras (11.3, 12.1, 13.5, y 14.7 ppb) los valores son mayores al límite máximo permisible (LMP) de acuerdo al Codex Alimentarius (0.010 mg/kg). En las muestras de leche no enlatada la concentración máxima de Cd fue 38.5 ppb, y supera al promedio global de las muestras analizadas, sin embargo, el 100% de estas muestras excede el LMP y la norma regida por el Codex Alimentarius. Al igual que Chirinos y Castro (2020), evaluó los niveles de concentración de cadmio (Cd) en sangre y su transferencia a la leche de 20 vacas en producción en una comunidad rural cercana al Complejo Metalúrgico La Oroya en Perú. Los niveles de Cd, en mg/kg, en leche fueron 0.02 ± 0.007 , la leche tenía un 28% más de Cd que la sangre humana ($P < 0.05$). La concentración media de Cd era 2 veces superior al límite aceptable de la norma humana (0.01 mg/kg)³². Las preocupaciones sobre el Cd sobre la salud humana han surgido por la acumulación de estos metales en el medio ambiente, especialmente en la producción agrícola, ganadera, así también podría atribuirse al impacto de la contaminación ambiental por residuos mineros, aumentando el potencial para ingresar productos destinados al consumo humano. Análogamente, Parsaei et al. (2019), recolectaron 1100 muestras de leche cruda de bovinos, ovinos, caprinos, búfalos y camellos, el contenido medio de Cd fue de 3.62 ± 0.35 ppb (rango: 0.06-14.03 ppb)¹⁷. Estos resultados resaltan la importancia de monitorear periódicamente los niveles de metales pesados de Cd, en diferentes especies que proporcionan productos lácteos hacia el consumidor.

Por otro lado, Saribal et al. (2019), determinó los niveles medios del oligoelemento tóxico denominado Cd (0.10-0.20 ug/kg equivalente a 0.01-0.20

mg/kg). La presencia de oligoelementos tóxicos en la leche y los productos lácteos es un tema importante, ya que los niveles de estos analitos se ven afectados por las condiciones ambientales, incluido el suelo, el grado de contaminación y el tipo de alimento que consumen los animales³³. Según nuestros resultados, las muestras de leche que se comercializan en los supermercados son seguras en cuanto a la presencia de elementos tóxicos, especialmente las muestras de leche enlatada. De forma semejante Pena y Posadas (2018), determinaron los niveles de Cd en leche bovina ubicada en la Ciudad de México. Los resultados mostraron un contenido medio de 0.0181 mg/kg para Cd ⁹. De manera análoga, en Turquía, Bigucu et al. (2016), evaluaron los niveles de Cd, obtenidos en la leche cruda de vaca, que varían entre 0.39 ± 0.02 mg/kg para vacas criadas cerca de carreteras; y 0.19 ± 0.01 mg/kg recolectadas cerca de las plantas de producción de alimentos, y 0.19 ± 0.01 mg/kg próximas a plantas de la industria pesada³⁴.

En las condiciones del estudio, la principal fuente de contaminación por Cd son las emitidas por la fundición de metales, que llegan a los campos de agua y pasto, principalmente en la época de lluvias, y se transfieren a los pastos, luego a la sangre y leche de las vacas, ligando con grasas y proteínas como la caseína y las proteínas del suero. El Cd de la leche se transfiere a la nata, el cuajo y la cuajada de leche⁴. Sin embargo, El nivel más alto de Cd (12 mg/kg) se encontró en muestras de leche cruda de vaca recolectadas de animales criados cerca del área metalúrgica y alta contaminación ambiental situados, en el distrito de Chittoor, Andhra Pradesh, en India (Raghu, 2015)³⁵. A partir de la literatura, los niveles de Cd en muestras de leche recolectadas de vacas que están directamente en zonas contaminadas de Etiopía, fueron (0.2 ± 0.01 mg/kg) más altos que los niveles de Cd en la leche recolectada de vacas regadas en el río Tikur Wiha antes de unirse a las aguas residuales liberadas por la laguna biológica (0.1 ± 0.001 mg/kg) (Fenta, 2014)³⁶. Esto indica que el Cd es un riesgo potencial para la producción ganadera y los consumidores, así como para las especies acuáticas en el área de estudio. Es importante destacar que la ubicación de la venta de leche enlatada y no enlatada comercializadas tiene un impacto significativo en el contenido de muchos microelementos y oligoelementos en la leche.

En relación a las muestras de leche enlatada se identificó la presencia de Cd a concentraciones entre 7.7 - 16.4 ppb, ninguna sobrepone el promedio general (17.8 ppb), aún menos el LMP establecido por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (20 ppb). En contraste, en las muestras de leche no enlatada, se obtuvieron concentraciones del tóxico evaluado entre 12.5 y 38.5 ppb; en relación con la media en general, casi la totalidad de las muestras son mayores, es más, el LMP de algunas muestras (28.7, 29.5, 31.5, 36.5, 36.8, 38.5 ppb) superó lo estipulado por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. De forma similar, Su et al. (2017), evaluó la acumulación de Cd en leche de vacas Holstein durante y después del tratamiento. Las concentraciones de cadmio en leche fue 0.39-1.04 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y la concentración media de Cd en la leche fue de $0.97 \pm 0.07 \mu\text{g}/\text{kg}$ fueron inferiores al límite permitido establecido por la Organización de la Salud (10 $\mu\text{g}/\text{kg}$) y Codex Alimentarius (0.01 mg/kg) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (0.0260 mg/kg)³⁷. De igual forma, Bandani et al. (2016), recolectaron un total de 100 muestras de leche directamente de vacas sanas, la concentración promedio y los niveles de rango límite de Cd disponibles en la leche de vaca fue de 4.557 ± 1.081 ppb (rango de 1.5 a 6.98 ppb)³⁸. Del mismo modo, Ansary y Leboudy (2015), investigó el contenido de metales pesados en 30 muestras de leche de vaca y búfala disponibles comercialmente. Las concentraciones medias de cadmio en la leche de vaca fueron 0.0978 ppm (97.8 ppb), mientras que la concentración media de cadmio en la leche de búfala fue de 0.1892 ppm (189.2 ppb)³⁹. Además de esto, Kim et al. (2015), halló concentraciones de Cd en la leche cruda que fueron <0.05 – 1.63 $\mu\text{g}/\text{kg}$, pero a niveles muy por debajo del tóxico evaluado. No se ha establecido el nivel máximo para el Cd en la leche. Entre tanto, las concentraciones promedio de Cd en los productos lácteos fueron de 0.99 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ⁴⁰.

Los niveles de Cd que se encuentran en la leche nacional y los productos lácteos importados no fueron motivo de preocupación para la seguridad alimentaria. Cabe resaltar que el límite máximo permisible por el Codex Alimentarius y la Unión Europea han establecido que el LMP para el Cd en la leche cruda y los productos lácteos proporciona el consumo de derivados lácteos con seguridad de consumo supervisada. Sin embargo, nuestros datos

indican que las concentraciones de Cd en la leche enlatada comercializada son más bajas que las no enlatada y se considera dentro de un nivel seguro para el consumo humano, Aunque el contenido de metales en las leches de vaca muestreadas estuvo dentro del límite seguro, los riesgos potenciales para la salud humana no pueden pasarse por alto por el consumo regular y/o prolongado de leche de vaca que contiene metales pesados. Al mismo tiempo, Asadi Dizaji et al. (2012), en Azerbaiyán, encontró en muestras de leche cruda de vaca la mayor concentración de cadmio en 4.52 ± 0.82 pbb y las más bajas fue 0.57 ± 0.15 pbb, además en todas las muestras, el contenido de cadmio medido fue inferior al límite autorizado por la norma de la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (siglas en inglés FAO) (Cd: $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ o $0.01 \text{ mg}/\text{kg}$)⁴¹.

Las consecuencias nos han demostrado que el cadmio presenta efectos peligrosos en los órganos humanos, y debemos hacer todo lo posible para disminuir la cantidad de los metales mencionados anteriormente. En el Perú, Chata (2015) realizó un estudio en la cuenca del río Coata-Puno y reportó el contenido de Cd en leche de vaca, fue $0.0037 \text{ mg}/\text{kg}$, valor que no supera el límite máximo de la Norma Técnica de Rumanía ($0.01 \text{ mg}/\text{kg}$)⁴². Difiere considerablemente con los datos obtenidos en el presente estudio en muestras de leche no enlatada que fueron superiores hasta en 38.5 ppb según la norma del Codex alimentarius y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, según los resultados de este estudio, hubo una cantidad alta de Cd en las muestras de leche no enlatada. La obtención de los resultados del presente estudio indica que las concentraciones de Cd fueron mucho menores en las muestras de leche enlatada analizadas de acuerdo a los límites estándar de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Este hecho indica que la leche de vaca en estas muestras parece ser segura para la salud humana. Sumado a esto, en la investigación de González-Montaña et al. (2011), analizaron los niveles de cadmio en 36 muestras de leche cruda bovina, se encontró que el contenido de cadmio era inferior a $2 \mu\text{g}/\text{kg}$, en paralelo a las guías reguladoras en especial de alimentos lácteos⁴³. La presencia del tóxico identificado se deba en aquellas fincas con cercanía a zonas de almacenamiento de depósitos de desechos mineros, energía térmica y áreas con altos niveles de tráfico. Todos los valores

encontrados están en concordancia con la investigación realizada en áreas no contaminadas, y los del Cd están por debajo de las limitaciones de la Unión Europea. Aún más, los resultados implican que para evitar la contaminación de la leche por oligoelementos tóxicos se debe tener mucho cuidado con el microclima estable y todos los aparatos en contacto con la leche.

El contenido de componentes minerales y oligoelementos en la leche está determinado por una variedad de factores, que incluyen principalmente el contenido de un elemento dado en el suelo, el contenido de energía en el alimento, el nivel de componentes orgánicos como grasas, vitaminas, proteínas, cambios en la absorción y retención de un elemento dado. La trashumancia en carreteras y/o autopistas, contaminación de los forrajes, factores climáticos como los vientos y uso de plaguicidas. Los factores importantes que influyen en la aparición de muchos oligoelementos, incluidos los tóxicos, son la contaminación ambiental, principalmente de origen antropogénico; así como fenómenos de interacciones entre elementos⁴⁴.

De suma importancia, los datos derivados de este estudio podrían ser útiles para la evaluación del riesgo en el ser humano por la presencia de Cd en productos alimenticios de origen animal y para garantizar aún más la seguridad de los consumidores con respecto al consumo de alimentos de origen animal.

Para evaluar la seguridad de las muestras de alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, se realizó el análisis de contenido de un metal pesado como el cadmio mediante métodos validados. Cabe destacar que las concentraciones de Cd eran altas especialmente en las muestras de leche no enlatada. Aún más, los riesgos acumulados actuales del Cd identificado debido al consumo de alimentos lácteos enlatados y no enlatados permanecieron en promedio por debajo de la unidad de acuerdo a los estándares internacionales, lo que indica que las personas no experimentarían un riesgo significativo debido al consumo de leche de vaca, aunque existe un riesgo significativo en los productos lácteos no enlatados. El riesgo carcinogénico directo estudiado de Cd también está por debajo del nivel recomendado. Conviene subrayar que debido al consumo regular de leche de vaca, junto con su riesgo potencial de contaminación, podría generar riesgos para la salud humana en un futuro próximo.

Finalmente, la presencia de bajas concentraciones de Cd en las muestras de leche enlatada se puede atribuir a las buenas prácticas de procesamiento durante la elaboración desde la industria alimentaria, asimismo estar libre de aguas residuales sin tratar y efluentes industriales. Sin embargo, los altos niveles de Cd en muestras de leche no enlatada, se deba a la contaminación ambiental y la exposición de la venta de los productos lácteos, asimismo el crecimiento industrial rápido y descontrolado es la causa principal probable del aumento del nivel de Cd en los alimentos lácteos.

4.2. Conclusiones

- La concentración máxima de Cd en muestras de leche enlatada evaluadas fue de 16.4 ppb y en leche no enlatada se encontró un valor de 38.5 ppb, ambos son valores superiores a lo estipulado en las normas internacionales del Codex Alimentarius (10 ppb) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (26 ppb).
- La concentración de Cd máxima en leche enlatada en cinco muestras de tres mercados del distrito de San Juan de Lurigancho fueron: Mercado Niño Jesús 16.4 ppb, San José 14.7 ppb y San Fernando 13.5. De manera semejante, en la muestra de leche no enlatada las concentraciones de Cd en los mercados de Túpac Amaru fue 36.8 ppb, San Miguel Campoy 29.5 ppb y Modelo Caja de Agua 38.5 ppb. En relación con la norma de referencia del Codex Alimentarius (0.01 mg/kg), del total de muestras analizadas, ciertas muestras de leche enlatada superaron el valor referencial. Caso contrario de las muestras de leche no enlatada, en la totalidad de ellas las concentraciones de Cd fueron superiores.
- Las concentraciones de Cd en leche enlatada en cinco muestras de tres mercados del distrito de San Juan de Lurigancho fueron: Mercado Niño Jesús 16.4 ppb como valor máximo y 7.7 ppb valor mínimo, San José 14.7 y 7.7 ppb y San Fernando 13.5 y 8.3 ppb. Del mismo modo, en la muestra de leche no enlatada las concentraciones de Cd en los mercados de Túpac Amaru fue 36.8 ppb valor superior y 18.7 ppb valor inferior, San Miguel Campoy 29.5 ppb y 12.5 ppb, y Modelo Caja de Agua 38.5 ppb y 16.3 ppb. En relación con la norma de referencia de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (0.0260 mg/kg), las muestras de leche enlatada no superan el valor referencial, mientras que algunas muestras de leche no enlatada superan el LMP.

- En cuanto a los niveles de Cd en alimentos lácteos enlatados y no enlatados comercializados en mercados del distrito de San Juan de Lurigancho – Lima, se encontró que la concentración promedio global de Cd en todas las muestras fue de 17.8 ppb. Al equiparar estos valores con lo estipulado en el Codex Alimentarius (10 ppb), los valores hallados en las muestras de leche enlatada no superan el promedio global. En cambio, en gran parte de las muestras de leche no enlatada, los valores hallados superan la media y el límite máximo permisible en su totalidad. En cuanto a lo relacionado con la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (26 ppb), los resultados hallados en las muestras de leche enlatada no superan el valor promedio, tampoco el límite máximo permisible; en cambio los valores hallados en las muestras de leche no enlatada, en su mayoría, son superiores al promedio total y unos pocos supera el valor límite establecido.
- Las medias de Cd en leche no enlatada fue 24.91 ppb y en leche enlatada es 10.65 ppb, existe diferencia significativa con respecto a las medias de leche enlatada las concentraciones de Pb son: 11.1, 11.3, 12.1, 13.5, 14.7 y 16.4 ppm. Mientras tanto, las muestras de leche no enlatada fueron 28.7, 29.5, 31.5, 36.5 y 38.5 ppb, estos valores son superiores al Codex Alimentarius (10 ppb) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (26 ppb).

4.3. Recomendaciones

- Se necesitan más estudios en el Perú para evaluar el contenido de metales pesados tóxicos en un mayor número de muestras derivados de alimentos lácteos para confirmar la ausencia de posibles riesgos toxicológicos.
- Es necesario establecer los márgenes de seguridad en alimentos lácteos. Se deben tener en cuenta las concentraciones de Cd en la leche de origen animal, con el fin de garantizar la salud de los consumidores, principalmente los niños.
- Se recomienda realizar un estudio de la contaminación por metales pesados en el agua y alimento del ganado en la región dados los resultados obtenidos en la leche no enlatada principalmente, ya que el creciente desarrollo urbano en el distrito de San Juan de Lurigancho ha provocado un deterioro ambiental del recurso hídrico.
- Se necesitan más investigaciones para identificar la causa de los niveles elevados de cadmio, especialmente en la leche de vaca. Aún más, el monitoreo debe continuar porque estos metales se liberan sin control en el medio ambiente y, cuando se transfieren al cuerpo humano a través de la cadena alimentaria, ponen en riesgo la salud humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sobhanardakani S. Human Health Risk Assessment of Cd, Cu, Pb and Zn through Consumption of Raw and Pasteurized Cow's Milk. Iran J Public Health. 2018; 47(8): 1172–1180. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6123596/pdf/IJPH-47-1172.pdf>
2. Haryanto B, Suksmasari T, Wintergerst E, Maggini S. Multivitamin supplementation supports immune function and ameliorates conditions triggered by reduced air quality. Vitam Miner 2015;4:128. doi:10.4172/2376-1318.1000128.
3. Elbarbary HA, Hamouda AF. Variations in some heavy metals' level during processing of soft cheese. J Food Measur Character 2013;7:194-198. doi:10.1007/s11694-013-9155-25.
4. Arianejad M, Alizadeh M, Bahrami A, Arefhoseini SR. Levels of Some Heavy Metals in Raw Cow's Milk from Selected Milk Production Sites in Iran: Is There any Health Concern? Health Promot Perspect 2015; 5(3): 176-182. doi: 10.15171/hpp.2015.021.
5. Rahimzadeh MR, Kazemi S, Moghadamnia A. Cadmium toxicity and treatment: An update. Caspian J Intern Med 2017; 8(3):135-145. doi: 10.22088/cjim.8.3.135.
6. Barriga-Sánchez, M, Pariasca DA. Bioacumulación de plomo, cadmio y mercurio en *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) Y *Aulacomya ater* (Molina, 1782), especies comerciales del Perú, y su evaluación de riesgo a la salud. doi.org/10.21704/rea.v17i1.1173.
7. Rebaza R. Evaluación de la contaminación por bioacumulación de Cd, Pb y Hg en moluscos bivalvos en la zona de amortiguamiento de la bahía de Sechura durante Agosto-Diciembre de 2015. Trabajo de investigación de Ingeniería Química. Universidad de Trujillo. 2015. Disponible en: http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9006/RebazaFernandez_R.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

8. Elatrash S, Atoweir N. Determination of lead and cadmium in raw cow's milk by graphite furnace atomic absorption spectroscopy. *International Journal of Chemical Kinetics* 12.1 (2014): 92-100. Disponible en: <https://www.tsijournals.com/articles/determination-of-lead-and-cadmium-in-raw-cows-milk-by-graphite-furnace-atomic-absorption-spectroscopy.pdf>
9. Pena B, Posadas D. Detection of Lead and Cadmium in Milk from Holstein Cattle Located in Mexico City. *EC Nutrition*. 2018; 13 (7):450-454. Disponible en: <https://www.ecronicon.com/ecnu/pdf/ECNU-13-00481.pdf>
10. Mahmoudi R, Kazeminia M, Kaboudari A, Pir-Mahalleh S, Pakbin B. A Review of the importance, detection and controlling of heavy metal in milk and dairy products. *Malaysian Journal of Science*. 2017; 36 (1): 1– 16. doi:10.22452/mjs.vol36no1.
11. Eleboudy A, Amer AA, El-Makarem HS, Hadour H. Heavy Metals Residues in Some Dairy Products. *Journal of Veterinary Sciences*. 2016; 51: 334-346. doi: 10.5455/ajvs.230723.
12. Vasileios AB, Eleonora N, Dimosthenis Nitas. Arsenic, cadmium, lead and mercury as undesirable substances in animal feeds. *Animal Science and Biotechnologies*, 46:17–22. Disponible en: <http://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/54/31>
13. Song Y, Wang Y, Mao W, Sui H, Yong L, Yang D, et al. Dietary cadmium exposure assessment among the Chinese population. *PLoS One*. 2017; 12(5): e0177978. doi: 10.1371/journal.pone.0177978.
14. Watson RR, Collier RJ, Preedy VR. *Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease*. Elsevier Academic Press. 490, 2017.
15. Ščetar M. Packaging perspective of milk and dairy products. *Mljekarstvo*. 2019; 3–20. doi:10.15567/mljekarstvo.2019.0101.
16. Fischer WJ, Schilter B, Tritscher AM, Stadler RH. Contamination Resulting from Farm and Dairy Practices. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2011; 887–897. doi:10.1016/b978-0-12-374407-4.00104-7.
17. Parsaei P, Rahimi E, Shakerian A. Concentrations of Cadmium, Lead and Mercury in Raw Bovine, Ovine, Caprine, Buffalo and Camel Milk. *J. Er Stud*. 2019; 28 (6): 4311-4318. doi: 10.15244/pjoes/94809.

18. Pacco CD. Determinación de metales pesados en leche y pelo de vacas de la cuenca del río Llallimayo Melgar – Puno. [Tesis]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; 2018.
19. Najarnezhad V, Jalilzadeh-Amin G, Anassori E, Zeinali V. Lead and Cadmium in raw buffalo, cow and ewe milk from west Azerbaijan, Iran, Food Additives & Contaminants: Part B: Surveillance, 2015; 123-127.
doi: 10.1080/19393210.2015.1007396.
20. Pinzon CG. Determinación de los niveles de plomo y cadmio en leche procesada en la ciudad de Bogotá D.C. [Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2015.
21. Amponsah D. Determination of levels of heavy metals (arsenic, lead, cadmium and mercury) in tin milk produced in Ghana. International Journal of Advancements in Research & Technology. 2014; 3 (6): 129-133.
Disponible en:
<http://www.ijoart.org/docs/Determination-of-levels-of-heavy-metals-arsenic-lead.pdf>
22. Mendoza YG, Medina CA. Determinación de plomo y cadmio por espectrofotometría de absorción atómica en leche cruda de bovino en establos lecheros del distrito de Chancay-Huaral, 2013. [Tesis]. Lima: Universidad Norbert Wiener, 2013.
23. Daniel E. The Usefulness of Qualitative and Quantitative Approaches and Methods in Researching Problem-Solving Ability in Science Education Curriculum. 2016; 7(15):1-10. Disponible en: <https://bit.ly/3dRzR28>.
24. Maruyama G, Ryan C. Research Methods in Social Relations. 8th Ed. West Sussex: Wiley-Blackwell; 2014.
25. Grimes D, Schulz K. Descriptive studies: what they can and cannot do. Lancet. 2002 Jan 12; 359(9301):145-9.
doi: 10.1016/S0140-6736(02)07373-7.
26. Han TW, Tseng CC, Cai M, Chen K, Cheng SY, Jun Wang J. Effects of Cadmium on Bioaccumulation, Bioabsorption, and Photosynthesis in *Sarcodia suiae*. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2019; 17, 1294.
doi:10.3390/ijerph17041294.
27. FAO. Milk and dairy products in human nutrition. 2013. FAO. Rome.
Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3396e/i3396e.pdf>.

28. Ulven SM, Holven KB, Gil A, Rangel-Huerta OD. Milk and Dairy Product Consumption and Inflammatory Biomarkers: An Updated Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *Advances in Nutrition*. 2018; 10(suppl_2): S239–S250. doi:10.1093/advances/nmy072.
29. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, & Baptista Lucio, P. *Metodología de la investigación*. 6a. edición. México D.F.: McGraw-Hill; 2014.
30. El-Ansary MA. Determination of Heavy Metals Content (Cadmium and Lead) in Raw Cow's and Buffalo's Milk. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol*. 2017; 4(8): 116-120. doi:10.20546/ijcrbp.2017.408.016.
31. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Diario Oficial de la Federación el 2 de abril de 2014. Ciudad de México. Disponible en:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf
32. Chirinos-Peinado D, Castro-Bedriñana J. Lead and cadmium blood levels and transfer to milk in cattle reared in a mining area. *Heliyon*. 2020 Mar; 6(3): e03579.1-5. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03579.
33. Saribal D. ICP-MS Analysis of Trace Element Concentrations in Cow's Milk Samples from Supermarkets in Istanbul, Turkey. *Biological Trace Element Research*. 2019; 1-8. doi:10.1007/s12011-019-01708-4.
34. Bigucu E, Kaptan B, Palabiyik I, Oksuz O. The Effect of Environmental Factors on Heavy Metal and Mineral Compositions of Raw Milk and Water Samples. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 2016; 13 (4):61-70. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/305933>
35. Raghu, V. Study of dung, urine, and milk of selected grazing animals as bioindicators in environmental geoscience—a case study from Mangampeta barite mining area, Kadapa District, Andhra Pradesh, India. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015; 187(1): 1-10. doi:10.1007/s10661-014-4080-3.
36. Fenta MM. 2014. Heavy metals concentration in effluents of textile industry, Tikur Wuha River and milk of cows watering on this water source, Hawassa, Southern Ethiopia. *Res. J. Environ. Sci*. 2014; 8: 422–434. doi: 10.3923/rjes.2014.422.434.

37. Su C, Zhang J, Li Z, Zhao Q, Liu K, Sun Y, Wang J. Accumulation and Depletion of Cadmium in the Blood, Milk, Hair, Feces, and Urine of Cows During and After Treatment. *Biological Trace Element Research*. 2017; 175(1): 122–128. doi:10.1007/s12011-016-0747-7.
38. Bandani HM, Malayeri FA, Arefi D, Rajabian M, Heravi RE, Rafighdoost I, Sepehrikiya S. Determination of Lead and Cadmium in cow's Milk and Elimination by Using Titanium Dioxide Nanoparticles. *Nutrition and Food Sciences Research*. 2016; 3 (4):57-62- Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/2e3c/3b67a994e570036d0149cfdc7007b78a043d.pdf>.
39. Ansary M, Leboudy A. Levels of Cadmium and Lead in raw cow and buffalo's milk samples collected from local markets of El-Behera Governorate. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences* 2015, 47: 129-133. doi: 10.5455/ajvs.199860.
40. Kim DG, Kim M, Shin JY, Son SW. Cadmium and lead in animal tissue (muscle, liver and kidney), cow milk and dairy products in Korea. *Food Additives & Contaminants: Part B*. 2015; 9(1): 33–37. doi:10.1080/19393210.2015.1114032.
41. Asadi Dizaji A, Eshaghi A, Golshani A, Nazeradl K, Yari A, Hoda S. Evaluation and determination of toxic metals (Lead and Cadmium) in cow milk collected from East Azerbaijan, Iran. *European Journal of Experimental Biology*. 2012; 2 (1):261-265. Disponible en: <https://bit.ly/35NvUrF>.
42. Chata Q.A. Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche en la cuenca del río Coata. [Tesis]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; Puno, Perú: 2015.
43. González-Montaña JR, Senís E, Gutiérrez A, Prieto F. Cadmium and lead in bovine milk in the mining area of the Caudal River (Spain). *Environmental Monitoring and Assessment*. 2011; 184(7): 4029–4034. doi:10.1007/s10661-011-2241-1.
44. Norouzirad R, González-Montaña JR, Martínez-Pastor F, Hosseini H, Shahrouzian, A, Khabazkhoob M et al. Lead and cadmium levels in raw bovine milk and dietary risk assessment in areas near petroleum extraction industries. *Science of The Total Environment*. 2018; 635: 308–314. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.04.138.

ANEXOS

Anexo A: Instrumentos de recolección de datos

Muestra	Nombre	Tipo	Mercado en San Juan de Lurigancho	Limite de Cd por Codex Alimentarius (0.010 mg/kg)	Limite de Cd por AESA (0.0260 mg/kg)	Fecha	Observación
N° 1	Gloria	ENLATADA	Niño Jesús				
N° 2	Gloria	ENLATADA	Niño Jesús				
N° 3	Gloria	ENLATADA	Niño Jesús				
N° 4	Gloria	ENLATADA	Niño Jesús				
N° 5	Gloria	ENLATADA	Niño Jesús				
N° 6	Ideal	ENLATADA	San Fernando				
N° 7	Ideal	ENLATADA	San Fernando				
N° 8	Ideal	ENLATADA	San Fernando				
N° 9	Ideal	ENLATADA	San Fernando				
N° 10	Ideal	ENLATADA	San Fernando				
N° 11	Pura Vida	ENLATADA	San José				
N° 12	Pura Vida	ENLATADA	San José				
N° 13	Pura Vida	ENLATADA	San José				
N° 14	Pura Vida	ENLATADA	San José				
N° 15	Pura Vida	ENLATADA	San José				
N° 16	A1	NO ENLATADA	Túpac Amaru				
N° 17	A2	NO ENLATADA	Túpac Amaru				
N° 18	A3	NO ENLATADA	Túpac Amaru				
N° 19	A4	NO ENLATADA	Túpac Amaru				
N° 20	A5	NO ENLATADA	Túpac Amaru				
N° 21	B1	NO ENLATADA	San Miguel Campoy				
N° 22	B2	NO ENLATADA	San Miguel Campoy				
N° 23	B3	NO ENLATADA	San Miguel Campoy				
N° 24	B4	NO ENLATADA	San Miguel Campoy				
N° 25	B6	NO ENLATADA	San Miguel Campoy				
N° 26	C1	NO ENLATADA	Caja de Agua				
N° 27	C2	NO ENLATADA	Caja de Agua				
N° 28	C3	NO ENLATADA	Caja de Agua				
N° 29	C4	NO ENLATADA	Caja de Agua				
N° 30	C5	NO ENLATADA	Caja de Agua				

Anexo B: Operacionalización de la variable o variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Dependiente: Niveles de cadmio	El cadmio es un metal pesado que causa daño directo a los humanos en varias formas. Se encuentra regularmente con otros metales pesados como el zinc, cobre y plomo	El envasado y los procesos tecnológicos utilizados para llevar los alimentos al consumidor pueden aumentar significativamente la concentración de Cd tóxico.	- Gloria - Ideal - Laive - Leche no enlatada	Diferentes marcas comerciales y no comerciales	Nominal
Variable Independiente: Alimentos lácteos enlatados y no enlatados	Alimento lácteo, son útiles como un vehículo eficaz para la suplementación y enriquecimiento de nutrientes. Entre ellos tenemos a la leche	El Cd en la leche genera riesgos durante la producción, procesamiento o el envasado de lácteos	- Valores máximos Permisibles de Codex alimentarius y AESA	0.010 mg/kg a 0.0260 mg/kg	Nominal

Anexo C: Evidencias de trabajo de campo





INFORME DE ENSAYO P20-340

A solicitud de: **DIANA ROMANI PEÑA / GAFFY LY GÓMEZ GÁRGATE**

Asunto: **Análisis Químico de Cadmio en Muestras de Leche**
Atención: **Diana Romani Peña / Gaffy Ly Gómez Gárgate**

Cantidad de Muestra(s): **30**

Fecha de Recepción: **Viernes, 18 de Agosto del 2020**
Fecha de Reporte: **Lunes, 28 de Agosto del 2020**

Instrucciones de Ensayo:
HG AAS **ABSORCION ATOMICA CON HORNO DE GRAFITO**

Quality Analysis...
Total de páginas: 02 (incluida esta)



Innovative Technologies

Ing. Verónica Caso Canta
Jefe de Laboratorio

1

Certificadas por:



SE PROHÍBE LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN DE ACTLABS SKYLINE PERU S.A.C.
"Este servicio ha sido realizado de acuerdo a los controles establecidos por un sistema de gestión de la calidad que cumple con los requisitos de la norma ISO 9001:2015, con número de certificado de AENOR ER-0174/2019 e IQNet ES-0174/2019"

INFORME DE ENSAYO P20-340

ITEM	Símbolo de Analito Código de Análisis Símbolo de Unidad	Cd HG AAS ppb
1	L.E.G.N. 1	8.80
2	L.E.G.N. 2	11.3
3	L.E.G.N. 3	9.80
4	L.E.G.N. 4	7.70
5	L.E.G.N. 5	16.4
6	L.E.PV.N. 6	9.50
7	L.E.PV.N. 7	9.80
8	L.E.PV.N. 8	11.1
9	L.E.PV.N. 9	7.70
10	L.E.PV.N. 10	14.7
11	L.E.I.N. 11	9.30
12	L.E.I.N. 12	13.5
13	L.E.I.N. 13	9.80
14	L.E.I.N. 14	12.1
15	L.E.I.N. 15	8.30
16	L.N.A1	36.5
17	L.N.A2	18.7
18	L.N.A3	28.7
19	L.N.A4	36.8
20	L.N.A5	20.4
21	L.N.B1	22.3
22	L.N.B2	17.3
23	L.N.B3	21.4
24	L.N.B4	29.5
25	L.N.B5	12.5
26	L.N.C1	31.5
27	L.N.C2	19.7
28	L.N.C3	23.6
29	L.N.C4	38.5
30	L.N.C5	16.3