

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“ESTUDIO DE CAUSAS DE LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN LECHE DE BOVINO - 2020”. Revisión sistemática

Trabajo de investigación para optar el grado de:

**Bachiller en Ingeniería Ambiental**

**Autores:**

Aylin Jamileth Lopez Salazar  
Geraldin Manuela Vasquez Huaranca

**Asesor:**

Dra. Mariela Núñez Figueroa

Cajamarca - Perú

2020



## DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a Dios, a nuestros padres por su apoyo incondicional, a todas las personas que de una u otra manera hicieron que este proyecto se haya culminado.

A nuestros compañeros de carrera que al igual que nosotros realizan proyectos de investigación y tratamos de apoyarnos.

## AGRADECIMIENTO

En la realización y ejecución del presente proyecto, agradecer a Dios por darnos las fuerzas necesarias para culminarlo. A nuestros padres por el apoyo y comprensión para que se lleve a cabo de manera satisfactoria. A los profesores que nos brindaron conocimientos a lo largo de la carrera para cumplir con nuestros propósitos.

A la Dra. Mariela Núñez Figueroa.

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro metodológico .....	16
Tabla 2: Artículos seleccionados por criterio .....	22
Tabla 3: Naturaleza de los Artículos de Investigación .....	23
Tabla 4: Artículos seleccionados por base de datos.....	24
Tabla 5: Artículos seleccionados por países .....	25
Tabla 6: Artículos seleccionados por año de publicación.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Criterios de Inclusión y Exclusión .....	22
Figura 2: Naturaleza de artículos de investigación.....	23
Figura 3: Artículos seleccionados por base de datos .....	24
Figura 4: Artículos seleccionados por países.....	25
Figura 5: Artículos seleccionados por año de publicación .....	26

## RESUMEN

La afectación por metales pesados ha aumentado por la actividad agrícola, minera e industrial efectuada por el hombre, por estas acciones, es uno de los problemas ambientales más relevantes y estudiados en la actualidad. Por lo cual, la presente revisión tiene como finalidad determinar las causas de la presencia de metales pesados en leche de bovino y comparar distintos estudios científicos como artículos de revistas indexadas. Diversos estudios toxicológicos, epidemiológicos, bioquímicos y fisiológicos, demuestran que los metales pesados tienen efectos en la salud de las personas expuestas a diferentes concentraciones pudiendo causar diversas enfermedades hasta cáncer. Finalmente, se puede decir que ninguna concentración dentro del organismo de un ser vivo se considera segura, además que se deben de realizar diversos análisis a las personas que se encuentran en riesgo. Los principales órganos o sistemas afectados por su toxicidad son: el riñón, sistema nervioso y hematológico; lo que causa niveles elevados de plumbemia y zinc protoporfirina.

**PALABRAS CLAVES:** Acumulación, concentración, efectos, leche, metales pesados.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Según Pizón, refiere a una investigación realizada en el año 2015 en la ciudad de Colombia deduce en ella que, entre las diferentes fuentes de contaminación, tanto natural como antropogénico pueden ser estas algunas de los grandes contribuidores de metales en los alimentos. A nivel nacional y principalmente en los alrededores de las ciudades más importantes del país se ha visto un creciente proceso de industrialización que sin darnos cuenta pueden llegar a contaminar a nuestro medio ambiente. En tal sentido, Pereira, Pereira y Schmidt en su artículo del año 2013, determinan que ciertos metales en los alimentos son de gran importancia ya que la deficiencia o el exceso de estos metales podrían causar diferentes alteraciones, como, insuficiencia cardiaca, trastornos gastrointestinales, fatiga, disminución de la inmunidad, trastorno de la piel, anemia, depresión del crecimiento, deterioro en el rendimiento reproductivo, cáncer en las vías respiratorias e incluso la muerte dependiendo el tiempo de la exposición, la nocividad del metal o metaloide (p. 15).

De tal modo, los metales pesados son especies químicas no degradables, a veces cambian su estado de oxidación, o se incorporan a los seres vivos; la presencia de éstos metales pesados en alimentos forma parte de la actualidad debido a la contaminación de la cadena alimenticia implicada y a los daños que ocasiona a la salud pública, a esta conclusión llegan Madero y Marrugo en estudio realizado el año 2011. Respecto a lo mencionado anteriormente, el incremento de la minería, del sector industrial, así como el incremento de las poblaciones ubicadas en las proximidades de los ríos, ha ocasionado la contaminación de muchos cursos fluviales, entre los contaminantes más estudiados y de interés para la humanidad son los metales pesados debido a que la presencia de estos en el ambiente tiene efectos negativos muy

peligrosos en la salud del hombre, de los animales, de los cultivos agrícolas y todo lo que lo rodea. (Chata, 2015).

Por otro lado, Carrillo (2013) menciona que “las principales fuentes de contaminación de plomo en la leche son por el inadecuado proceso de lavado de manos lo que altera a la leche durante el ordeño manual” (p. 53). Además, en su artículo *Determinación de Metales pesados y Evaluación de la Biotransferencia de especies inorgánicas de arsénico en leche bovina cruda*, Castellanos (2015), alega que la leche es un alimento básico en la dieta humana debido a su valor nutricional, puesto que está compuesta de agua, vitaminas A, D y del grupo B, especialmente B1, B2, B6 y B12, sólidos como grasa, proteínas y minerales (calcio, fósforo, zinc y magnesio) (p. 10).

En el año 2017, se realizó una publicación de un artículo en la revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, en la cual se expone que la alfalfa es una planta bioacumuladora de metales pesados, lo cual hace deducir que este puede ser el transporte de las sustancias contaminantes a los animales, lo cual es un riesgo inminente en la salud. Algunos metales como el Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Se y Zn son esenciales para las funciones biológicas y fisiológicas de plantas; pero si las concentraciones de estos metales superan los límites máximos permisibles, estos elementos se vuelven tóxicos para el ser humano y plantas. Principalmente, en el caso de aquellos metales que no son esenciales para el funcionamiento del organismo de los animales y que son considerados con mayor grado de toxicidad; en el caso de As, se le ha asignado una función respecto a las plantas y animales en su metabolismo; sin embargo, es un metaloide enormemente dañino y se les considera a los tres como cancerígenos. “Las leches crudas pueden tener varios tipos de residuos químicos peligrosos utilizados de manera inadecuada, como las aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados” (Carvajal, Rodríguez, y Peñuela, 2012).

La Universidad de Córdoba mediante una investigación señala que el consumo de alfalfa contaminada por bovinos, podría originar acumulación de metales pesados en algunos órganos los cuales pueden ser excretados por las glándulas mamarias, y la leche al ser consumida por las personas ocasionaría graves trastornos de salud. Los suelos irrigados con aguas residuales no tratadas de procedencia doméstica, agrícola e industrial, representan un riesgo a la salud pública, tanto para los agricultores como para la población que les rodea. (Castro, 2017, p. 24). Schlapbach (2017) en su investigación sostiene que:

Se ha comprobado que la leche de bovinos que pastorean e ingieren agua a las orillas de lagos y ríos contaminados, que contienen Pb, Cd y Zn, estos animales se ven afectados. La concentración de estos metales, ingeridos por estas vacas, aumenta la concentración de dichos elementos en la leche, pudiendo ser excretados por sus células mamarias (p. 1).

Castellanos (2015) menciona que la leche es un producto generado por excreción de las glándulas mamarias que contiene además numerosas sustancias xenobióticas entre las que se encuentran metales pesados, representando así un riesgo para la salud humana. La concentración elevada de estos elementos en la leche es un indicador del grado de contaminación de la leche y también de las condiciones ambientales del agua, aire, suelo y vegetación de la zona donde se localiza el ganado (p. 25).

En el artículo publicado por Flores en el año 2016, nos redacta que la mayoría de las ganaderías hacen uso del agua como un recurso vital para satisfacer sus necesidades de bebederos, para el riego de pastizales o también para la limpieza de los mismos sistemas de ordeño. Por otro lado, muchas de estas ganaderías no toman en cuenta la calidad del agua de bebida que es proporcionada, para ello, esta agua debe de cumplir ciertos parámetros mínimos tales como: físicos, químicos y microbiológicos; que permitan determinar si son aptas para ese

fin y que no provoquen alteraciones en quien las consume ni en sus productos o derivados (p. 20).

En animales se produce una alteración, ya que la consumen de alguna forma, lo cual afecta diversas funciones como en el sistema digestivo, renal, el ritmo cardiaco, la presión sanguínea, y por último la función renal. Adicionalmente, afecta la fertilidad, incrementa el índice de abortos y provoca alteraciones en fetos y recién nacidos. De igual manera, la bronquitis corrosiva y neumonías agudas que causan la muerte son provocadas por la inhalación de metales pesados en elevadas concentraciones, pues este es la razón principal. La exposición crónica a estos metales ocasiona numerosos daños al sistema nervioso central. Así mismo, el cadmio puede almacenarse en el individuo hasta por 30 años, especialmente en el riñón, ya que, su eliminación tiene un proceso muy lento que se da a través de la orina, lo cual, puede provocar afecciones renales, osteoporosis, dolores óseos y fallos del aparato reproductor. Además, no puede descartarse que actúe como carcinógeno pulmonar, la medida de la absorción de Cd puede ser mayor bajo el predominio de la deficiencia de calcio, proteínas, o Zn (Pacco , 2018).

Luego de su absorción, el plomo se distribuye por todo el organismo atravesando órganos y tejidos. En el primer compartimento, formado por la sangre, el plomo representa el 2 % del contenido total, donde el 95 % es transportado por los eritrocitos con la hemoglobina; luego se distribuye en los tejidos y posteriormente, va a huesos, dientes y cabellos. El segundo compartimento formado por tejidos blandos (riñón, hígado, médula ósea y sistema nervioso) representa aproximadamente el 10 % del contenido total, con una vida media de 40 días; una pequeña parte se acumula en el cerebro. El tercer compartimento lo conforman el tejido óseo y los dientes, que contienen cerca del 90 % del plomo almacenado, con una vida media de 10 a 30 años, debido a la formación de compuestos muy estables (Mendoza y Medina, 2013).

La intoxicación crónica por arsénico produce hiperqueratosis con una exposición mayor a cinco años se considera como precursor de cáncer a la piel, vejiga y pulmón, una intoxicación crónica a plomo tiene efectos neurológicos tales como la degeneración de las terminaciones axónicas y en el recubrimiento de la mielina, problemas con el aprendizaje, hipertensión arterial y una intoxicación crónica; el cadmio produce insuficiencia renal la cual se asocia con cáncer sin embargo los mecanismos no están tan claros. (Chata, 2015). Además, según señala Carrillo (2013), los principales contaminantes son fertilizantes químicos y plaguicidas empleados en la agricultura, estos afectan la calidad del agua que ingieren los bovinos y como consecuente la caalidad de la leche de bovino (p. 1).

De acuerdo a la revista *MVZ Córdova*, en la que Chata publica una investigación en el año 2015, analiza que las fuertes correlaciones entre las concentraciones de Pb y Cd a nivel hepático y muscular, denotan una acción sinérgica entre estos dos metales, que puede ir desde un efecto acumulativo a nivel hepático sin presencia de manifestaciones clínicas en el animal (asintomático), hasta crisis agudas y muerte. Igualmente, en el vertimiento de aguas residuales se encuentren metales pesados donde se estarían desplazándose en el agua incorporándose en la cadena trófica de las que se alimentan especies de ganado como los bovinos de los que se obtienen productos lácteos (p. 13).

Por consiguiente, entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la minería, la metalurgia, las actividades de fabricación, el uso persistente de pinturas, gasolinas y productos agroquímicos que contienen los metales pesados antes mencionados. Las personas pueden verse expuestas a estos metales por múltiples fuentes ya sea en su lugar de trabajo o en su entorno, principalmente por ingesta de leche de bovino con contenido de estos.

Debido a esto, se realiza una investigación basada en diversos estudios, para caracterizar las consecuencias de la concentración de metales pesados en leche de bovino. Por lo tanto, es un motivo de atención especial, ya que, constituye uno de los principales problemas presentes en todo el mundo, puesto que, hay muy poco conocimiento acerca del tema por parte de la población. De tal modo, recolecta información de distintas investigaciones científicas; es decir, este trabajo servirá como base para futuras investigaciones referente a este tema. Además, se utilizará para antecedentes sobre las posibles afecciones en la salud de las personas que hagan consumo de esto. Por lo cual, se busca responder a la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los estudios de las causas por presencia de metales pesados en leche de bovino?

En la actualidad, muy pocas investigaciones se han orientado a determinar las causas de la presencia de metales pesados en leche de bovino para consumo humano, por lo cual, la presente revisión tiene como objetivo general el estudio de las causas de la presencia de metales pesados en leche de bovino y comparar distintos estudios científicos como artículos de revistas indexadas. Asimismo, analizar la importancia y valoración de la acumulación de metales pesados en leche bovino. Finalmente, explicar las consecuencias del consumo de leche de bovino con presencia de metales pesados, en tesis realizadas en los últimos diez años, los cuales están enfocados en el proceso de acumulación de metales pesados, absorción atómica, características y su influencia en los ecosistemas, debido a que estos metales tóxicos están provocando enfermedades irreversibles.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Para la elaboración de la presente revisión sistemática se realiza previamente una exploración y revisión minuciosa de diferentes fuentes de información científica. Las consultas se hacen en los repositorios virtuales de la Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Nacional del Altiplano Puno, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Guayaquil, Universidad Wiener, Universidad Central del Ecuador, entre otros, lo que permite identificar gran variedad de revisiones experimentales de revistas indexadas, nacionales y extranjeras. Adicionalmente, se realizan búsquedas en las redes de revistas científicas como: Redalyc, Google Académico, Dialnet, Concytec, Scielo; así como también se consultan diversos documentos, tales como libros, proyectos y tesis de grado, entre otros, los cuales están redactados en idioma castellano. Este proceso se inició aproximadamente en el mes de abril del 2020. En el proceso de recolección de información se encontraron 28 artículos de los cuales se seleccionan 25 artículos.

Para la búsqueda de la información, se utilizan diferentes variables tales como: absorción atómica, arsénico, concentración de metales pesados en leche, plomo, cadmio, leche cruda de bovino, seguridad alimentaria, agua de consumo para ganado con concentraciones elevadas de metales pesados, riesgo de movilización de los contaminantes a la leche, entre otros, lo que permitió la obtención de numerosos artículos, tesis de grado, libros electrónicos y una diversidad de textos, que de acuerdo a la temática a desarrollar en el presente artículo, responden a la pregunta de investigación referente al Análisis de la concentración de metales pesados en leche de bovino, este tema es relativamente reciente, puesto que todos los textos incluidos para la elaboración del artículo datan de los últimos diez años.

Como criterios de Inclusión para los presentes artículos científicos se tiene: a) La Confiabilidad de la Revista donde están publicados, b) Redacción en idioma castellano e inglés, c) Provenientes de Sudamérica y Norteamérica. Por otro lado, se tuvo en cuenta, como criterios de exclusión: a) Años de antigüedad mayores a 10 años, b) Concentración de metales en carne de bovino, c) Artículos científicos que no cuentan con resultados.

Posteriormente se depuran las distintas publicaciones mediante la clasificación de los contenidos, atendiendo a criterios de pertinencia, criterios de exclusión y relevancia con la temática del objeto de estudio, su secuencia cronológica, perspectivas teóricas, relaciones y, por supuesto, al objetivo propuesto en éste artículo. Luego, los documentos se analizan para extraer una síntesis de la información correspondiente y clasificarlos. Para sistematizar y analizar la información, se desarrolla una base de datos para la recolección en formato Excel que permitieron registrar y almacenar los datos encontrados para su posterior procesamiento. Diseñado con el fin de validar fuentes bibliográficas y así nos permite estudiar la autenticidad de las fuentes a través de la crítica externa e interna de los documentos.

Seguidamente, se comparan entre sí con el propósito de identificar las similitudes y diferencias en sus contenidos, lo que permitió reclasificarlas y ordenarlas de acuerdo a la estructura interna del trabajo, y finalmente, se procedió a la redacción del artículo.

**Tabla 1: Cuadro metodológico**

<b>N°</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTORES</b>	<b>AÑO</b>	<b>REVISTA O INSTITUCIÓN</b>	<b>PAÍS</b>	<b>BUSCADOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>
01	Presencia de metales pesados (arsénico y mercurio) en leche de vaca al sur de Ecuador	-Armijos Alaya J. -Romero Bonilla H.  -Castro González N.	2013	Revista de Ciencias de la Vida	Ecuador	Redalyc	Experimental
02	Metales pesados en leche de vacas alimentadas con alfalfa producida en suelos irrigados con aguas residuales en Puebla y Tlaxcala, México	-Moreno Rojas R. -Calderón Sánchez F. -Moreno Ortega A. -Tamariz Flores J. V. -Carvajal Acevedo S. -	2018	Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias	México	Scielo	Comparación
03	Determinación de cadmio en leches crudas usando un biosensor amperométrico	Rodríguez Loaiza D. -Peñuela Mesa G.	2012	Revista Lasallista de Investigación	Colombia	Redalyc	Experimental
04	Determinación de metales pesados en leche fresca de vacunos, alimentado con pasturas regadas con aguas servidas - Cajamarca 2017	-Monteza Saldaña Y.	2017	Universidad Nacional de Cajamarca	Perú	Google Académico	Experimental
05	Determinación de metales pesados en leche y pelo de vacas de la cuenca del río Llallimayo - Melgar – Puno	-Pacco-Choquepata D.	2018	Información Científica para la Innovación	Perú	Concytec	Experimental

Estudio de causas de la presencia de  
metales pesados en leche de bovino

06	Determinación de los niveles de plomo y cadmio en leche procesada en la ciudad de Bogotá D.C.	-Pinzón Choque C. G.	2015	Universidad Nacional de Colombia	Colombia	Google Académico	Experimental
07	Detección de cadmio y plomo en leche de vaca comercializada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador	-Pernía B. -Mero M. -Bravo K. -Ramírez N. -López D. -Muñoz J. -Egas F.	2014	Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambiente	Ecuador	Google Académico	Experimental
08	Determinación de plomo y cadmio por espectrofotometría de absorción atómica en leche cruda de bovino en establos lecheros del distrito de Chancay-Huaral, 2013	-Mendoza Oscorima Y. G. -Medina Pillaca C. A.	2013	Universidad Wiener	Perú	Google Académico	Comparación
09	Determinación de la presencia de mercurio en leche cruda producida en la parroquia de Machachi	-De la Cueva J. -Francisco P. -Andrade L.	2016	Universidad Central del Ecuador	Ecuador	Google Académico	Experimental

10	Bioacumulación de metales pesados en leche vacuna producto de la ingesta de pastos impactados por pasivos mineros en el distrito de Chugur en el año 2017	-Pajares Vásquez G. J -Vargas Castillejos J. M.	2017	Universidad Privada del Norte	Perú	Google Académico	Experimental
11	Concentración de plomo en forraje y leche de vacuno en seis zonas del Valle del Mantaro	- Rossy Betty Carrillo Ordoñez	2013	Universidad Nacional del centro del Perú	Perú	Google Académico	Experimental
12	Detección de metales pesados en bovinos, en los valles de los ríos Sinú y San Jorge, departamento de Córdoba, Colombia	- Madero G. A - Marrugo N. J	2011	Revista MVZ Córdoba	Colombia	Redalyc	Comparativo
13	Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche en la cuenca del Río Coata 2015	- Ayde Chata Quenta	2015	Universidad Nacional del Altiplano	Perú	Google Académico	Trasversal
14	Riesgo de contaminación de leche de vaca con metales pesados en los estados de Puebla y Tlaxcala, México	- Numa Pompilio Castro González	2017	Universidad de Córdoba	México	Dialnet	Experimental

Estudio de causas de la presencia de  
metales pesados en leche de bovino

15	Desarrollo de tira reactiva para la detección in situ de metales pesados en leche	- Schlapbach Luisina	2017	Investigadores de la Universidad Nacional del Litoral	Argentina	Google Académico	Experimental
16	Determinación de metales pesados y evaluación de la biotransferencia de especies inorgánicas de arsénico en leche bovina cruda	- Luz María Castellanos López	2015	Universidad Autónoma de Nuevo León	México	Google Académico	Experimental
17	Evaluación microbiológica (aerobios mesófilos, bacillus cereus y staphylococcus aureus) y químico - toxicológica de metales pesados (pb, hg) en leche para consumo humano en el distrito de Puente Piedra – Lima	- Obregón Dionicio D. C - Zambrano Charca Z. J.	2017	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Perú	Google Académico	Experimental
18	Evaluación física, química, microbiológica, minerales de interés nutricional y metales pesados en agua de consumo para ganado y metales pesados en leche en sistemas de producción bovina de tres zonas de El Salvador	- Juan Milton Flores Tensos	2016	Universidad de El Salvador	El Salvador	Google Académico	Comparativo

19	Presencia de metales pesados en hatos lecheros de los municipios de San Pedro y Entreríos, Antioquia, Colombia	-Luis Fernando Londoño Franco	2017	Universidad de León	Colombia	Google Académico	Comparativo
20	Presencia de metales pesados en la leche de consumo humano en el Valle de Cajamarca	- Lelio Antonio Sáenz Vargas	2019	Universidad Nacional de Cajamarca	Perú	Google Académico	Comparativo
21	Enfermedad renal crónica en México y su relación con los metales pesados	- Nancy Libertad Chávez-Gómez - Alejandro Cabello-López - Rodrigo Gopar-Nieto	2016	Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social	México	Redalyc	Narrativo

22	Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal	- Luis Fernando Londoño Franco - Paula Tatiana Londoño Muñoz - Fabián Gerardo Muñoz García	2016	Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial	Colombia	Scielo	Narrativo
23	Intoxicación por plomo secundaria a alojamiento de esquilas en el cuerpo.	- Vivian Charris - Agustín Guerrero - Carlos Barrera	2011	Acta Médica Colombiana	Colombia	Redalyc	Narrativo
24	Determinación de plomo en leche cruda de vaca del distrito de Ihuari – Huaral – 2019	- Lourdes Martínez Hernández - Gisella Paola Soto Chupica	2019	Universidad María Auxiliadora	Perú	Concytec	Comparativa
25	Intoxicación ocupacional por metales pesados	- Rodríguez Heredia D.	2017	MEDISAN	Cuba	Redalyc	Narrativa

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

Durante la búsqueda de información se encuentran 123860 artículos de investigación, de los cuales después de pasar por una depuración de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión se obtuvieron 25 artículos de investigación. En la tabla N° 02 y Figura N° 01 se describe que fueron incluidos 25 artículos y que fueron excluidos 3 artículos; además, se muestra que los artículos incluidos son el 89% y los artículos excluidos son el 11%.

**Tabla 2**

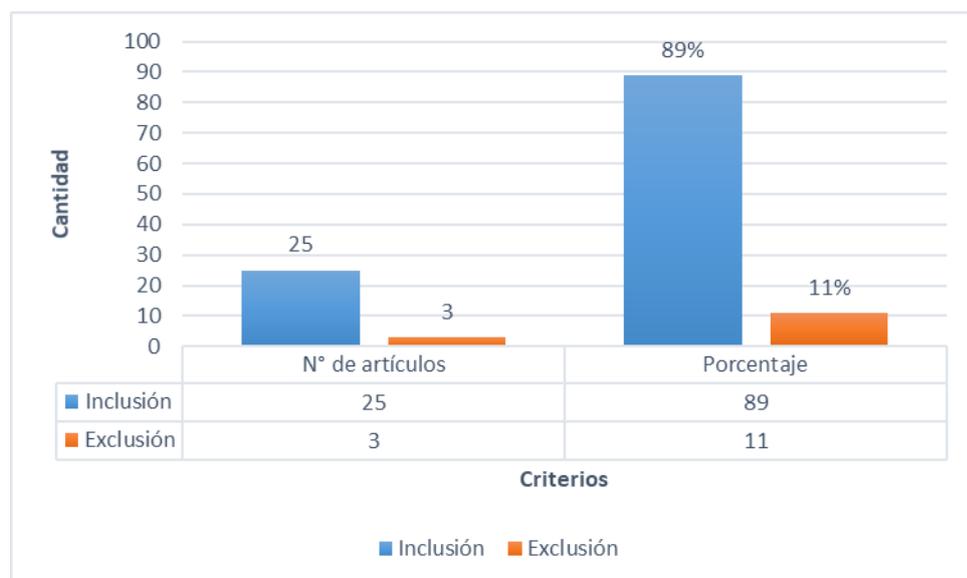
*Artículos seleccionados por criterio*

Criterios	N° de artículos	Porcentaje
Inclusión	25	89%
Exclusión	3	11%
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 1**

*Criterios de Inclusión y Exclusión*



En la tabla N° 03 y Figura N° 02 se describe la naturaleza de los artículos de investigación, es decir, 14 fueron tesis de grado y 11 artículos científicos teniendo un total de 25 artículos de Investigación; además, se muestra que el 56% fueron Tesis de grado y el 44% artículos científicos.

**Tabla 3**

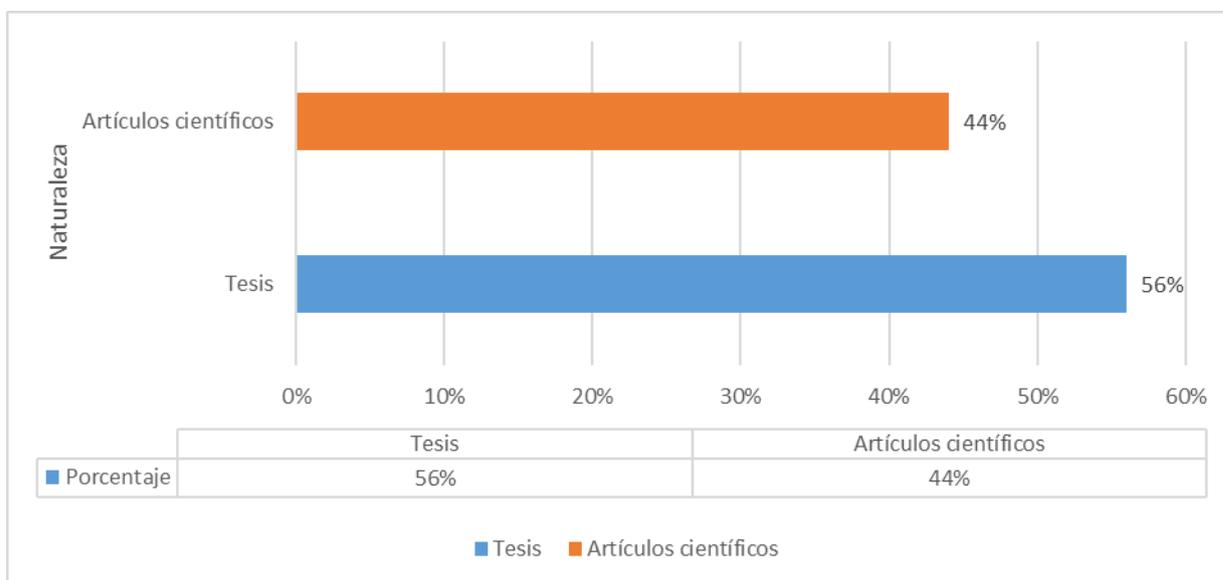
*Naturaleza de los Artículos de Investigación*

<b>Naturaleza</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Tesis	14	56%
Artículos científicos	11	44%
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 2**

*Naturaleza de artículos de investigación*



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 04 y Figura N° 03 se describe que Bases de datos provienen de artículos de Investigación, lo que indica que, de Redalyc provienen 6 artículos, de Google académico provienen 14 artículos, de Scielo proviene 2 artículos, de Dialnet provienen 1 artículo y de Concytec provienen 2 artículos. También, se expone el porcentaje de estos, es decir, de Redalyc hay un 24%, de Google académico hay un 56%, de Scielo hay un 8%, de Dialnet hay un 4% y de Concytec hay un 8%.

**Tabla 4**

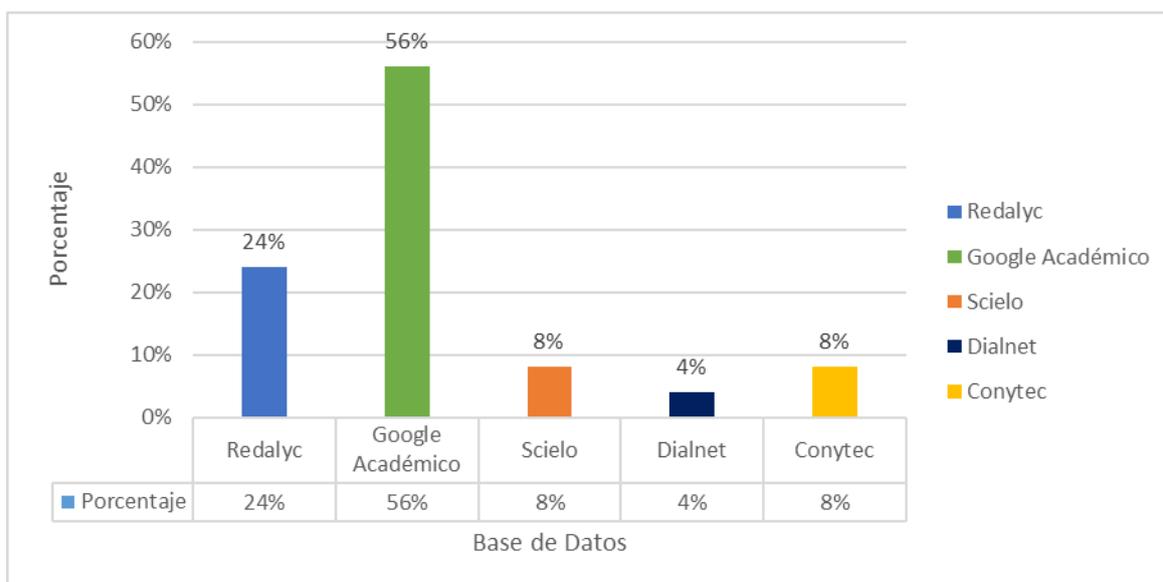
*Artículos seleccionados por base de datos*

Base de datos	N° de artículos	Porcentaje
Redalyc	6	24%
Google Académico	14	56%
Scielo	2	8%
Dialnet	1	4%
Conytec	2	8%
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 3**

*Artículos seleccionados por base de datos*



En la tabla N° 05 y figura N° 04 se describe de qué país provienen los artículos de Investigación, lo que indica que, de Ecuador provienen 3 artículos, de México provienen 4 artículos, de Colombia provienen 6 artículos, de Perú provienen 9 artículos, de Argentina proviene 1 artículo, de El Salvador proviene 1 artículo y de Cuba proviene 1 artículo. También, se expone el porcentaje de estos, es decir, de Ecuador hay un 12%, de México hay un 16%, de Colombia provienen hay un 24%, de Perú hay un 36%, de Argentina hay un 4%, de Argentina hay un 4% y de El Salvador hay un 4%.

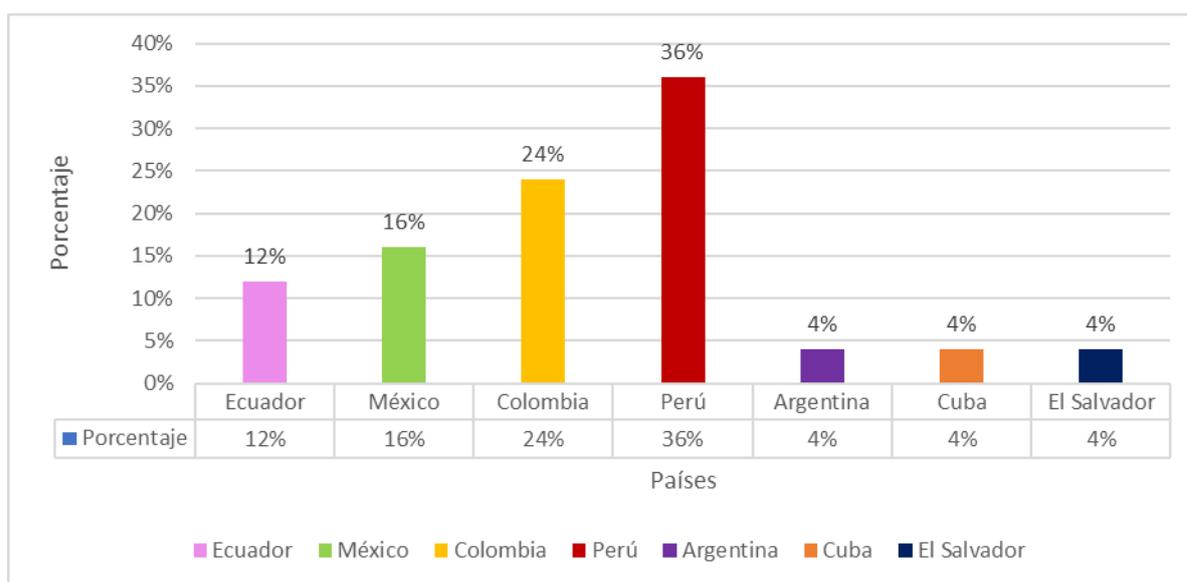
**Tabla 5**

*Artículos seleccionados por países*

Países	N° de artículos	Porcentaje
Ecuador	3	12%
México	4	16%
Colombia	6	24%
Perú	9	36%
Argentina	1	4%
Cuba	1	4 %
El Salvador	1	4%
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>

**Figura 4**

*Artículos seleccionados por países*



En la tabla N° 06 y Figura N° 05, se describe el año de publicación de los artículos de Investigación, lo que indica que, del año 2011 proviene 2 artículo, del año 2012 proviene 1 artículo, del año 2013 provienen 3 artículos, del año 2014 proviene 1 artículo, del año 2015 provienen 3 artículos, del año 2016 provienen 4 artículos, del año 2017 provienen 7 artículos, del año 2018 provienen 2 artículos y del año 2019 provienen 2 artículos. Así mismo, se detalla el porcentaje de estos, es decir, del año 2011 es un 8%, del año 2012 es un 4%, del año 2013 es un 12%, del año 2014 es un 4%, del año 2015 es un 12%, del año 2016 es un 16%, del año 2017 es un 28%, del año 2018 es un 8% y del año 2019 es un 8%.

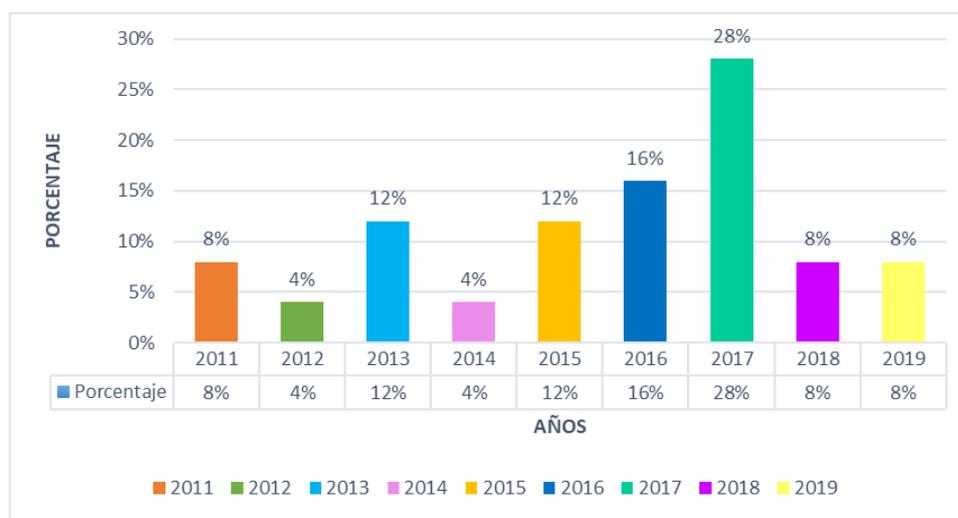
**Tabla 6**

*Artículos seleccionados por año de publicación*

<b>Año</b>	<b>N° de artículos</b>	<b>Porcentaje</b>
2011	2	8%
2012	1	4%
2013	3	12%
2014	1	4%
2015	3	12%
2016	4	16%
2017	7	28%
2018	2	8%
2019	2	8%
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>

**Figura 5**

*Artículos seleccionados por año de publicación*



Examinando todos los artículos incluidos en la base de datos, se analiza y compara los graves efectos de los metales pesados, el cual va creciendo con el tiempo, debido a la gran comercialización que tienen estos metales, tales como el plomo, su absorción es un grave riesgo de salud pública; provoca retraso del desarrollo mental e intelectual de los niños, causa hipertensión y enfermedades cardiovasculares en adultos. La intoxicación se debe a la ingestión accidental de plomo o a la ingestión de alimentos contaminados por parte de los animales, provenientes de áreas potencialmente contaminadas. El plomo absorbido por vía oral se distribuye en riñón, hígado, encéfalo y huesos por semejanza con el calcio. El mayor depósito de plomo son los huesos; interfiere en la función del calcio, inhibe la síntesis de hemoglobina y causa daño neurológico. Aunque la intoxicación puede causar la muerte, es más frecuente que el paciente se recupere (Londoño, Londoño, y Muñoz, 2016).

También, el arsénico genera una toxicidad crónica en humanos en elevadas concentraciones. El arsénico está clasificado en el grupo I de sustancias cancerígenas por la IARC. Los síntomas agudos aparecen de tres a cinco días después de exposición a niveles elevados de arsénico, los síntomas incluyen incoordinación, ataxia, transcurridos unos pocos días cerdos y aves pueden aparecer paralizados, aunque seguirán comiendo y bebiendo, también hay ceguera y eritema cutáneo en animales albinos. Además, que los terneros presentan síntomas gastrointestinales.

En síntesis, los metales como el hierro, el cobre, el zinc y el manganeso son esenciales para el adecuado funcionamiento de los sistemas biológicos. Sin embargo, ciertos metales pesados, como el plomo, son tóxicos para el organismo humano, incluso a niveles bajos de exposición, como sucede frecuentemente en los ámbitos ocupacional y ambiental. Así, la exposición crónica a niveles bajos de estos metales se ha generalizado en ciudades industrializadas y en los ambientes domésticos urbanos, y si se considera que estos metales se acumulan lentamente en el organismo, se convierten en una fuente endógena de exposición. Ciertos metales como el plomo, el cadmio y el arsénico se han relacionado con diferentes enfermedades orgánicas, entre las cuales destacan las nefropatías y las alteraciones vasculares (Chávez, Cabello, y Gopar, 2016).

En la revista *Ciencias de la Vida* se presenta un artículo científico del año 2013, en el cual se analizó el mercurio al agua del río que abastece los canales de riego y que también es utilizada para regar pastizales y para el consumo del ganado de vacuno, se muestra los resultados con una concentración de mercurio de 0,006 mg/kg, superior a la permitida para agua de consumo de ganado vacuno que establece 0,001 mg/kg para agua según las normas establecidas; la cual sería una posible causa de la presencia de este metal en la leche de vaca analizada (p. 51).

Por otra parte, recientes estudios informan que hoy en día tenemos de 400 a 1.000 veces más plomo en los huesos que hace 400 años, debido a la presencia de este metal en alimentos y productos industriales. El plomo tiene graves efectos en diferentes órganos y en el cerebro afecta el desarrollo y capacidad mental.

Según el artículo del año 2014 de la *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambiente*, realiza un análisis con la finalidad de detectar si existe alguna correlación entre los contenidos de metales pesados y los contenidos de proteínas, grasas y calcio, también realiza un análisis de correlación de Pearson, donde se observa correlación entre ambos metales pesados. Lo que indica que probablemente la concentración elevada de metales pesados en la leche. Por otro lado, no se observa correlación entre la concentración de los metales y los contenidos de proteína y grasas (p. 84).

De hecho, según Londoño en el año 2017 alega que el ganado bovino se intoxica con 200 - 800 mg de sulfato de cobre/kg de peso corporal y las ovejas con 20 - 100 mg/kg en dosis única (p. 53). Sin embargo, los elementos minerales presentes en la leche son de gran importancia, puesto que de ellos dependen varias propiedades físico-químicas como la estabilidad al calor, la calidad, la cantidad de sólidos totales y la capacidad para coagular, etc. Es importante tener en cuenta que la leche antes de ser liberada al consumo sufre una serie de procesos tecnológicos (esterilización y coagulación, entre otros) que pueden modificar sus propiedades. (p.56).

Por otro lado, las concentraciones de metales pesados presentes en la leche, dependen de varios factores entre los que destacan ambientales, humanos, genéticos, etc. Es preciso tener en cuenta que existen diversas investigaciones que relacionan la concentración de los principales metales pesados en la leche con algunos factores entre los que caben señalar prácticas de manejo, tipos de leche, razas de animales, zona geográfica, climatología.

Así mismo, analizando otras condiciones de riesgo se sabe que pueden existir altas posibilidades de contaminación por metales pesados en las materias primas que conforman la dieta del ganado como son granos, cereales, pastos y forrajes, que han sido tratados o expuestos a sustancias o productos químicos fertilizantes y/o biocidas, y que frecuentemente están compuestos por altas dosis de metales tóxicos como mercurio, cobre, cadmio y arsénico. Por esta razón el vacuno con un esquema de alimentación intensiva tiene mayor riesgo de consumir y por tanto acumular estos metales a lo largo de su vida, eliminándolos por la leche. (Londoño, 2017)

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

La información obtenida de todos los artículos de investigación analizados, demuestran las posibles causas de la presencia de metales pesados en leche de bovino, origen o medio y sus efectos negativos en el ser humano. En la mayoría de investigaciones coinciden que la presencia de estos metales pesados puede ser originados tanto por causas naturales como por causas antropogénicas. Por otro lado, acerca de los medios donde se pueden encontrar estos metales, el mecanismo de absorción y acumulación de metales, como: agua de bebida de los bovinos con ineficiente proceso de verificación de la calidad de agua, suelos contaminados por metales pesados, yacimientos mineros, alfalfa con concentración elevada de metales pesados. Finalmente, los efectos que provocan los metales pesados en el organismo del ser humano pueden tener un tiempo de duración a corto o largo plazo, además del daño que puede ocasionar puede ser leve, moderado y grave. Esta información antes mencionada y sistematizada en las tablas o gráficos incluidos en resultados, mencionan las causas y posibles efectos de los metales pesados en el ser humano. No obstante, se debe de seguir realizando investigaciones para profundizar más acerca de las causas de la presencia de metales pesados en leche de bovino.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Se estudió que algunas de las causas de la presencia de metales pesados en leche de bovino, son el suelo contaminado en el que se producen los alimentos para los animales y el ser humano, además, de otras causas tales como los fertilizantes químicos y plaguicidas utilizados por los agricultores en sus tierras; también, los lodos residuales, el uso de materiales durante la extracción, transporte y almacenamiento de la leche. Otra causa que se considera principal, puede ser el agua que ingieren los bovinos, lo cual afecta la calidad de la leche y el agua que ingieren los bovinos afectan la calidad de la leche, debido a factores que afectan directamente al animal o por factores externos.

Por consiguiente, se analizó la importancia y valoración de la acumulación de metales pesados en leche de bovino, puesto que existe evidencia clara de que en diferentes regiones del mundo se ha registrado la presencia de diversos contaminantes o tóxicos en varios alimentos hortofrutícolas, así como en alimentos de origen animal. La leche no es una excepción para dicha afirmación, tal y como es publicado a nivel internacional. Por tal motivo, se propone que el monitoreo y la evaluación de la leche de bovino, debe ser realizada permanentemente y además inopinado, puesto que esta materia prima que sirve de insumo para muchas industrias y especialmente en el consumo directo de este producto.

Finalmente, se explicó las consecuencias del consumo de leche de bovino con presencia de metales pesados, en el ambiente y los alimentos lo que pueden desencadenar diversas intoxicaciones causando daños irremediables en la salud humana y animal, tan graves como efectos teratogénicos, cáncer e incluso la muerte. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal, realmente lo que hace tóxico a los metales pesados no son sólo sus características químicas, sino las concentraciones en las que pueden presentarse.

## REFERENCIAS

- Bolaños Díaz, R. & Calderón Cahua, M. (2014). Introducción al meta-análisis tradicional. Lima, Perú. *Revista de Gastroenterología del Perú*. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1022-51292014000100007](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292014000100007)
- Carrillo Ordoñez, R. B. (2013). Concentración de plomo en forraje y leche de. *Universidad Privada del Norte*, 81. Cajamarca, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1809/Tesis%20Carrillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carvajal Acevedo, S., Rodríguez Loaiza, D. C., & Peñuela Mesa, G. (2012). Determinación de cadmio en leches crudas. *Revista Lasallista de investigación*, 9(1), 33. Antioquia, Colombia. Recuperado el 05 de Mayo de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69524955015>
- Castellanos López, L. M. (2015). Determinación de metales pesados y evaluación de la biotransferencia de especies inorgánicas de arsénico en leche bovina cruda. *Universidad Autónoma de Nuevo León*, 85. Nuevo León, México. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/11279/1/1080215187.pdf>
- Castro González, N. P. (2017). Riesgo de contaminación de leche de vaca con metales pesados en los estados de Puebla y Tlaxcala, México. *Universidad de Córdoba*, 212. México. Obtenido de <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/15104>
- Castro González, N. P., Moreno Rojas, R., Calderón Sánchez, F., Moreno Ortega, A., & Tamariz Flores, J. V. (2017). Metales pesados en leche de vacas alimentadas con alfalfa producida en. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 475. México doi:<https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4358> Obtenido de <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4358>
- Chata Quenta, A. (2015). Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche en la cuenca del río Coata 2015. *Universidad Nacional del Altiplano*, 57. Puno, Perú. Obtenido de [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1930/Chata\\_Quenta\\_Ayde.pdf?sequence=1](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1930/Chata_Quenta_Ayde.pdf?sequence=1)
- Chávez Gómez, N. L., Cabello Lopez, A., & Gopar Nieto, R. (2016). Enfermedad renal crónica en México y su relación con los metales pesados. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 31. México. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2017/im176i.pdf>
- Flores Tensos, J. M. (2016). Evaluación física, química, microbiológica, minerales de interés nutricional y metales pesados en agua de consumo para ganado y metales pesados en

- leche en sistemas de producción bovina de tres zonas de El Salvador. *Universidad de El Salvador*, 146. El Salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/11847/1/13101216.pdf>
- Londoño Franco, L. F. (2017). Presencia de metales pesados en hatos lecheros de los municipios de San Pedro y Entreríos, Antioquia, Colombia. *Universidad de León*, 232. Nuevo León, México. Obtenido de [https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/3667/tesis\\_99262f.PDF?sequence=1](https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/3667/tesis_99262f.PDF?sequence=1)
- Londoño Franco, L. F., Londoño Muñoz, P. T., & Muñoz Garcia, F. G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 153. Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
- Madero G, A., & Marrugo N, J. (2011). Detección de metales pesados en bovinos, en los valles de los ríos Sinú y San Jorge, departamento de Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 12. Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v16n1/v16n1a15.pdf>
- Martinez Hernandez, L., & Soto Chupica, G. P. (2019). Determinación de plomo en leche cruda de vaca del distrito de Ihuari, Huaral, Perú. Universidad María Auxiliadora. Obtenido de <http://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/UMA/217/58-2019%20%28FINAL%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mendoza Ocorima, Y. G., & Medina Pillaca, C. A. (2013). Determinación de plomo y cadmio por espectrofotometría de absorción atómica en leche cruda de bovino en establos lecheros del distrito de Chancay-Huaral del año 2013. Universidad Wiener, 36. Perú. Obtenido de <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/74>
- Pacco Choquepata, D. (2018). Determinación de metales pesados en leche y pelo de vacas de la cuenca del río Llallimayo Melgar – Puno. Universidad Nacional del Altiplano Puno, 64. Perú. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9269/Pacco\\_Choquepata\\_Delia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9269/Pacco_Choquepata_Delia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pernía, B., Mero, M., Bravo, K., Ramírez, N., López, D., Muñoz, J., & Egas, F. (2014). Detección de cadmio y plomo en leche de vaca comercializada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. *Universidad de Guayaquil*, 86. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/298132445\\_Deteccion\\_de\\_cadmio\\_y\\_plomo\\_en\\_leche\\_de\\_vaca\\_comercializada\\_en\\_la\\_ciudad\\_de\\_Guayaquil\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/298132445_Deteccion_de_cadmio_y_plomo_en_leche_de_vaca_comercializada_en_la_ciudad_de_Guayaquil_Ecuador)
- Pernía, B., Mero, M., Bravo, K., Ramírez, N., López, D., Muñoz, J., & Egas, F. (2014). Detección de cadmio y plomo en leche de vaca comercializada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. *Universidad de Guayaquil*, 86. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/298132445\\_Deteccion\\_de\\_cadmio\\_y\\_plomo\\_en\\_leche\\_de\\_vaca\\_comercializada\\_en\\_la\\_ciudad\\_de\\_Guayaquil\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/298132445_Deteccion_de_cadmio_y_plomo_en_leche_de_vaca_comercializada_en_la_ciudad_de_Guayaquil_Ecuador)

- Pinzón Choque, C. G. (2015). Determinación de los niveles de plomo y cadmio en leche procesada en la ciudad de Bogotá D.C. Colombia. *Univerisdad Nacional de Colombia*, 17. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/53244/599661.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero Bonilla, H., & Ayala Armijos, J. (2013). Presencia de metales pesados (Arsénico y Mercurio) en leche de vaca al sur de Ecuador. *Revista de Ciencias de la Vida*, 37. Ecuador. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047401002>
- Sáenz Vargas, L. (2019). Presencia de metales pesados en la leche de consumo humano en el valle de Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3377/PRESENCIA%20DE%20METALES%20PESADOS%20EN%20LA%20LECHE%20DE%20CONSUMO%20HUMANO%20EN%20EL%20VALLE%20DE%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Schlapbach, L. (2017). Desarrollo de tira reactiva para la detección in situ de metales pesados en leche. *Investigadores de la Universidad Nacional del Litoral*, 4. Argentina. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1906/4.1.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>