



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

CONOCER LAS CAUSAS DE LA  
CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN  
THEOBROMA CACAO L. (CACAO) 2010-2020:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Ambiental**

**Autores:**

Mariela Lorena Cortez Gonzales

Maria Yeni Marin Pastor

**Asesor:**

Dra. Ing. Mariela Núñez Figueroa

Cajamarca - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, en especial a nuestros padres que nos apoyaron seguidamente y han hecho posible la realización de este documento.

Gracias por haber fomentado en nosotros el deseo de superación y el anhelo de triunfo en nuestras vidas

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por bendecirnos día a día, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a nuestras ganas de seguir adelante y triunfar, hemos logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de nuestra tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

## 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>12</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>35</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>37</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Proceso de clasificación de artículos</b> -----	15
<b>Tabla 2: Artículos incluidos en la base de datos</b> -----	18
<b>Tabla 3: Estudios seleccionados con respecto al país</b> -----	24
<b>Tabla 4: Estudios seleccionados con respecto al año de publicación</b> -----	25
<b>Tabla 5: Estudios Respecto a Bibliotecas Virtuales y Repositorios</b> -----	26
<b>Tabla 6: Estudios con Respecto al Tipo de Estudio</b> -----	28
<b>Tabla 7: Estudios con respecto al idioma</b> -----	29
<b>Tabla 8: Base de datos realizada en excel</b> -----	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Gráfico 1: Estudios seleccionados con respecto al país -----</b>	<b>24</b>
<b>Gráfico 2: Estudios seleccionados con respecto al año de publicación -----</b>	<b>26</b>
<b>Gráfico 3: Estudios respecto a bibliotecas virtuales y repositorios -----</b>	<b>27</b>
<b>Gráfico 4: Estudios con respecto al tipo de estudio -----</b>	<b>28</b>
<b>Gráfico 5: Estudios con respecto al idioma -----</b>	<b>29</b>

## RESUMEN

Las concentraciones de metales presentes en el agua, suelo y aire presentan un grave problema, tanto para la salud como para el medio ambiente; por ello, el presente trabajo ayudará y permitirá conocer las diferentes causas de la concentración de metales pesados que el Theobroma Cacao L. (cacao) contiene. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es conocer las causas de la concentración de metales pesados presentes en Theobroma Cacao L. (cacao), a través de trabajos publicados entre los años 2010 -2020.

Para realizar la investigación de este tema, se ha ejecutado una revisión sistemática de una serie de estudios primarios que busca facilitar el análisis de las causas de la concentración de metales pesados en cultivos de cacao para dar a conocer el tipo de alimento que se consume. La búsqueda científica bibliográfica, se realizó en abril del 2020 en las siguientes bases de datos: Google Académico, Redalyc, Scielo, Alicia y Repositorios Universitarios. Siguiendo los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo una muestra final de 25 estudios, pertenecientes a los últimos 10 años, teniendo en cuenta el idioma español e inglés. Los resultados obtenidos fueron seleccionados por su contenido relacionado con el tema de investigación.

Los niveles altos y bajos de metales pesados acumulados en Theobroma Cacao L. (cacao), se debe a la presencia natural de estos elementos en la composición del suelo; así como, por actividades causadas por el hombre.

**PALABRAS CLAVES:** Metales pesados, causas, concentración, Cacao.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Godoy y Angarita (2016) menciona que, a pesar de conocerse la importancia que tienen los suelos sobre la vida en la Tierra, se observa cómo tras el pasar de los años, los mismos se han visto afectados por las actividades antropogénicas gracias a los avances científicos y tecnológicos de la actual sociedad, causando a su vez efectos perjudiciales a largo plazo, daños directos a la salud humana y al mismo ambiente. El suelo es una condición necesaria para la existencia de la vida, aunque no posee un verdadero reconocimiento de su valor ecológico y su relación con la salud humana. La comunidad científica internacional y las autoridades de todo el mundo han planteado la necesidad de establecer indicadores de la calidad del suelo para conservar o mejorar la productividad de la tierra y al mismo tiempo proteger la calidad ambiental y alimentaria. (Guzmán et al., 2019)

A nivel mundial, la preocupación por la contaminación del suelo es un tema recóndito desde los años noventa, cuando comenzó a usarse el término “calidad del suelo”, que es entendido como un indicador para mejorar las características del suelo y aumentar su productividad, mejorando la calidad ambiental, lo cual se traduce en mejor calidad de los alimentos y la salud de los seres vivos. Europa fue una de las primeras regiones en estimar los valores de referencia para sus suelos; a partir de ese entonces, países como Estados Unidos, Brasil y China, entre otros, han trabajado en determinar las concentraciones de referencia para sus propios suelos y, así mismo, trabajar en técnicas de recuperación o remediación de los suelos, como fitorremediación, fitoestabilización o Fito inmovilización. (Ramírez y Navarro, 2015)

Navarro et al. (2007), manifiesta que es muy importante conocer que los metales al estar presentes en el agua, suelo y aire; y en altas concentraciones son nocivos, puesto que



pueden resultar perjudiciales para el ambiente y la salud. Así mismo, estos elementos pueden estar presentes de forma natural en la corteza terrestre o de forma antropogénica por las actividades que se realizan; presentan una densidad igual o superior a  $5 \text{ g cm}^{-3}$  cuando están en forma elemental, en la corteza terrestre es inferior al 0,1% y casi siempre menor del 0,01%. (Pág. 2)

Puga et al. (2006), en su estudio menciona que la extracción minera data del año 1600, provocando disturbios al medioambiente y generando suelos con restricciones físicas, químicas y biológicas para el desarrollo de la vegetación, causando así riesgos a la salud. La contaminación por metales pesados y metaloides en recursos hídricos, suelos y aire, propone una de las más graves problemáticas que comprometen la seguridad alimentaria y la salud pública a nivel global y local. (Pág. 149)

Hoy en día la contaminación de los alimentos sigue siendo un tema a tratar, ya que se ha convertido en uno de los principales problemas que afecta a la seguridad alimentaria. El ser humano a través de las grandes industrias, los residuos domésticos, las prácticas agrícolas, la minería y las industrias eléctricas, entre otras, ha provocado y sigue provocando daños al medio ambiente, y a través de la cadena alimentaria, llegan al ser humano. En todo el mundo las frutas y verduras son alimentos muy consumidos, por su gran demanda, además de casos específicos de enfermedades registradas alrededor de diversas fuentes de contaminación. (Dipre y Arnal, 2017)

Uno de los cultivos de gran comercialización en el Perú y otros países es el cacao, este producto y sus derivados son exportados y consumidos a nivel mundial, por lo que se debe tener en cuenta una buena calidad. Díaz et al. (2018), en su investigación realizada manifiesta que Ecuador es el primer productor mundial de cacao fino y de aroma (produce

más del 60% de la producción mundial), utilizado en la fabricación de chocolates de alta calidad y de tipo gourmet; en la actualidad las exportaciones del cacao fino de aroma de Ecuador, especialmente hacia los mercados Europeos, se pueden ver amenazados por indicios de contaminación de metales pesados como el cadmio (Cd) y el plomo (Pb) en las almendras de cacao exportable, en niveles superiores a los permitidos por Normativas Alimentarias de la Comunidad Europea (NACE).

Debido a esta problemática, se ha considerado realizar un estudio para conocer las causas de las concentraciones de metales pesados en Theobroma Cacao L. (cacao), puesto que al estar presentes en los alimentos representan una amenaza para su calidad y por tanto para la salud humana; siendo los más comunes el mercurio (Hg), cadmio (Cd), plomo (Pb), cromo (Cr), talio (Ta) y arsénico (As). (Lucho et. al., 2005) citado por (Prieto et. al., 2009). Por ende; la realización del presente trabajo ayudará y permitirá mostrar las diferentes causas de concentraciones de metales que este fruto contiene, además proporcionará información para las empresas que comercializan este producto, así como para los consumidores del cacao y sus derivados; puesto que no se conoce mucho del tema y hay pocos estudios que identifiquen y comparen las concentraciones de metales pesados presentes en Theobroma Cacao L. (cacao).

Por ello, se plantea la siguiente interrogante, ¿cuál es la importancia de conocer las causas de concentración de metales pesados en Theobroma Cacao L. (cacao), según estudios realizados en los últimos 10 años?

Por lo tanto, el objetivo general de este estudio es conocer las causas de la concentración de metales pesados presentes en Theobroma Cacao L. (cacao), a través de trabajos publicados entre los años 2010 -2020. Teniendo como objetivos específicos los

siguientes: ~~recopilar información sobre metales pesados~~, y conocer las características de  
acumulación de metales pesados en suelo y plantas.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### **Tipo de estudio**

El presente estudio de revisión sistemática de la literatura científica, es definida según Beltrán (2005), como un diseño de investigación observacional y retrospectivo, que sintetiza los resultados de múltiples investigaciones primarias. También es una manera de evaluar e interpretar toda la investigación disponible, que sea relevante respecto de una interrogante de investigación particular, en un área temática o fenómeno de interés, (Caro, 2008). La pregunta de investigación establecida es la siguiente, ¿Cuáles son las causas de la concentración de metales pesados en Theobroma Cacao L. (cacao), según análisis de estudios realizados en los últimos 10 años?

### **Criterios de selección y exclusión de documentos**

Para esta investigación se han considerado todos los estudios publicados a nivel mundial, en el idioma español e inglés de los últimos 10 años. Para la selección de los artículos científicos se tomó en cuenta, que sean estudios originales primarios y relevantes, aquellos que estudiaron las causas de la concentración de metales pesados en los cultivos de Theobroma Cacao L. (cacao), en estudios no experimentales y experimentales que nos brinden datos de concentraciones de metales en el cacao; también se incluyó estudios que tratan sobre los daños que causan los metales pesados en la salud de las personas y al ambiente.

## **Estrategia de búsqueda**

La revisión sistemática se realizó con los artículos científicos y tesis más relevantes, y de mayor importancia para este tipo de estudios; realizando una búsqueda de forma minuciosa en el mes de abril del 2020; se indagó de forma metódica en 4 bases de datos: Google Académico, Redalyc, Scielo, y Alicia. Dentro de estos, se encontró estudios de repositorios de la Universidad Nacional de Ucayali, Universidad Cesar Vallejo, Universidad Norbert Wiener, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Universidad de Guayaquil y Universidad Técnica de Machala. El término clave de búsqueda electrónica fue “metales pesados”, “causas”, “concentración” y “cacao”; se encontró un total de 9200 estudios; se aplicaron los filtros de búsqueda tomando en consideración los últimos 10 años, desde el año 2010 hasta el 2020 y en el idioma español e inglés; de los cuales se seleccionaron y analizaron 470 estudios. Los tipos de estudios encontrados fueron experimentales, no experimentales y teóricos.

## **Descarte e inclusión**

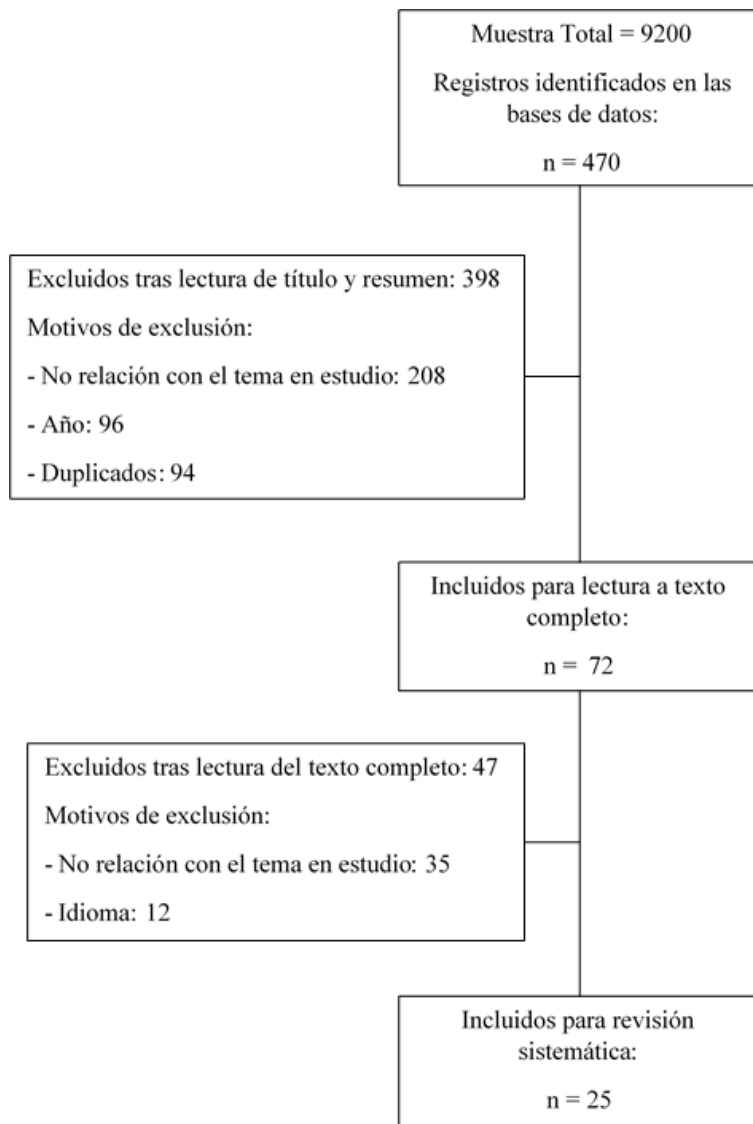
Para la selección de los estudios en la investigación, se han considerados los siguientes criterios de inclusión: a) Estudios que muestren resultados de las concentraciones de metales pesados en el Theobroma cacao L. (cacao), b) Estudios que determinen cuales son las causas de los metales en el Theobroma cacao L. (cacao) y estudios que brinden información sobre metales pesados, c) Que su enfoque y contenido estén relacionados al tema a investigar y un e) Máximo nivel de relación con la pregunta de investigación.

En los criterios de exclusión se consideraron las siguientes perspectivas: a) Estudios que no estaban dentro de los años especificados, b) Estudios que no tienen información

relevante e importante y c) Estudios que están repetidos en las bases de datos. Analizando los criterios de inclusión y exclusión se eligieron 25 estudios para la investigación.

### **Selección de datos**

El método utilizado para la extracción de datos fue leer los títulos y resúmenes; finalizando con una lectura completa de cada artículo. La lectura fue ejecutada por dos revisores de forma independiente. Se analizó y resolvió las diferencias de selección de datos, y se llegó a un acuerdo compartido. Los estudios incluidos fueron buscados de forma virtual y guardados en una base de datos propia, para revisarla minuciosamente y descartar duplicados.



**Tabla 1**

*Proceso de Clasificación de Artículos.*

<b>Objeto de estudio</b>	<b>de estudio</b>	<b>Método de estudio</b>	<b>Resultados</b>	<b>Referencias</b>
--------------------------	-------------------	--------------------------	-------------------	--------------------

<p><b>Revisar artículos científicos originales, para poder tener una idea más clara sobre el tema a investigar “Conocer las causas de la concentración de metales pesados en Theobroma Cacao L. (cacao) 2010 - 2020”, SIENDO DE SUMA IMPORTANCIA TENER CONOCIMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES</b></p>	<p>Revisión sistemática teórica</p>	<p>Se obtuvieron 25 estudios relevantes e importantes, relacionados con el tema a investigar estos fueron obtenidos de 4 buscadores de base de datos, Google académico, Redalyc, Scielo, y Alicia y 6 Repositorios de Universidades. Para realizar la búsqueda se utilizaron las palabras claves metales pesados, causas, concentración y cacao.</p>	<p>Díaz U.L., Mendoza H.E., Bravo B.M., Domínguez V.N. (2018). Determinación de Cadmio y Plomo en almendras de cacao (Theobroma cacao), proveniente de fincas de productores orgánicos del cantón Vinces. <i>En revista Espirales</i>. 2 (15), 77-92. <a href="https://doi: 10.31876/re.v2i15.213">https://doi: 10.31876/re.v2i15.213</a></p> <p>Navarro Aviñó J.P., Aguilar Alonso I., López-Moya J.R. (2007). Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. <i>En revista Ecosistemas</i>, 16 (2), 1-17. <a href="https://www.redalyc.org/pdf/540/54016203.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/540/54016203.pdf</a></p> <p>De Echave, J. (2016). La minería ilegal en Perú. <i>En revista Nueva Sociedad</i>, 263, 131-144. <a href="https://nuso.org/media/articles/downloads/7.TC_De_Echave_263.pdf">https://nuso.org/media/articles/downloads/7.TC_De_Echave_263.pdf</a></p> <p>Florida R.N., Shilthon L.C.M., Gómez B.R. (2018). El pH y la absorción de cadmio en almendras de cacao orgánico (Theobroma cacao L.) en leoncio prado, Huánuco, Perú. <i>En revista Folia Amazónica</i>, 27 (1), 1-8. <a href="https://doi.org/10.24841/fa.v27i1.438">https://doi.org/10.24841/fa.v27i1.438</a></p>
--	-------------------------------------	--	--



**RACIONE  
S DE  
ESTOS  
METALES,  
QUE  
CAUSAN  
GRAVES  
DAÑOS.**

---

Fuente: Elaboración propia

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

La búsqueda de estudios en las diferentes bases de datos arrojó un total de 9200 artículos; en Google Académico se encontraron 7288 artículos, Redalyc 1889 artículos, Scielo 13 artículos y Alicia 10 artículos científicos. Se aplicaron los filtros de búsqueda tomando en cuenta los últimos 10 años y el idioma español e inglés, se analizaron 470 estudios; se consideraron aquellos que trataran sobre las causas de concentración de metales pesados en cacao y estudios que nos brinden concentraciones de metales pesados en el Theobroma Cacao L. (cacao) entre los años 2010 a 2020; de los cuales se identificó 25 estudios experimentales, no experimentales y teóricos, que fueron los más importantes y relevantes con el tema en estudio. De los cuales 12 pertenecen a Google Académico, 02 a Redalyc, 04 a Scielo, 01 a Alicia, 01 a la Universidad Nacional de Ucayali, 01 Universidad Cesar Vallejo, 01 a la Universidad Norbert Wiener, 01 a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, 01 a la Universidad de Guayaquil y 01 a la Universidad Técnica de Machala. Los repositorios fueron encontrados en el buscador Google Académico.

**Tabla 2**

*Artículos Incluidos en la Base de Datos.*

Fuente	Título	País	Idioma	Base de datos	Tipo de estudio
<b>Belmonte et al., (2010)</b>	Afectación de suelos agrícolas por metales pesados en áreas limítrofes a explotaciones mineras del sureste de España	España	Español	Google Académico	Experimental

---

<b>García-Ubaque et al., (2012)</b>	Presencia de metales pesados de cacao (Theobroma cacao L.) orgánico	Perú	Español	Scielo	Experimental
<b>Huauya y Huamani (2014)</b>	Macrofauna edáfica y metales pesados en el cultivo de cacao, theobroma cacao l. (malvaceae)	Perú	Español	Google Académico	Experimental
<b>Flores (2015)</b>	Presencia de metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (Theobroma cacao L.) en la Región Ucayali	Perú	Español	Alicia	No experimental
<b>Pulido et al., (2015)</b>	Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta	Colombia	Español	Google Académico	Experimental
<b>Ramírez y Navarro (2015)</b>	Análisis de metales pesados en suelos irrigados con agua del río Guatiquía	Colombia	Español	Google Académico	Experimental
<b>Jiménez (2015)</b>	Estado legal mundial del cadmio en cacao (Theobroma cacao): fantasía o realidad	Colombia	Español	Scielo	Teórico

---

---

<b>González (2016)</b>	Evaluación de la concentración mínima aceptable e identificación de metales pesados presentes en el grano de cacao del ecuador	Ecuador	Español	Repositorio	Teórico
<b>Godoy y Angarita (2016)</b>	Contaminación de suelos por metales pesados debido a la presencia de pilas gastadas	Venezuela	Español	Google Académico	Experimental
<b>Reynel et al. (2016)</b>	Efectos del tipo de secado en la calidad organoléptica del cacao (Theobroma cacao L.) en Esmeraldas, Ecuador	Ecuador	Español	Google académico	Experimental
<b>Lanza et al. (2016)</b>	Evaluación del contenido de metales pesados en cacao (teobroma cacao l.) de Santa Bárbara del Zulia, Venezuela	Venezuela	Español	Redalyc	Experimental
<b>Arévalo et al., (2016)</b>	Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (Theobroma cacao L.) en tres regiones del Perú	Perú	Español	Scielo	Experimental

---

---

<b>Sánchez Rengifo (2017)</b>	y Evaluación del contenido de metales pesados (Cd y Pb) en diferentes edades y etapas fenológicas del cultivo de cacao en dos zonas del Alto Huallaga, Huánuco (Perú)	del Perú	Español	Google Académico	Experimental
<b>Chambi et al. (2017)</b>	Evaluación de la presencia de metales pesados en suelos agrícolas y cultivos en tres microcuencas del municipio de Poopó-Bolivia	de la Bolivia	Español	SciELO	Experimental
<b>Dipre Arnal (2017)</b>	y Estudio de la contaminación de frutas y verduras por causa de metales pesados	de la España	Español	Google Académico	Experimental
<b>Tantalean (2017)</b>	Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao ccn-51 en suelo aluvial y residual	del Perú	Español	Repositorio	Experimental

---

---

<b>Díaz et al. (2018)</b>	Determinación de Cadmio y Plomo en almendras de cacao (Theobroma cacao), proveniente de fincas de productores orgánicos del cantón Vinces	de Ecuador	Español	Google Académico	Experimental
<b>Florida et al. (2018)</b>	El pH y la absorción de cadmio en almendras de cacao orgánico (Theobroma cacao L.) en Leoncio Prado, Huánuco, Perú	de Perú	Español	Google Académico	Experimental
<b>López et al. (2018)</b>	Niveles de concentración de cadmio (Cd) plomo (Pb) en el suelo, hojas, y almendras de ocho clones de cacao (Theobroma cacao L.) en el jardín interclonal de la Universidad Nacional de Ucayali	de Perú	Español	Repositorio	Experimental
<b>Condezo y Huaraca (2018)</b>	Cuantificación de plomo, cadmio y arsénico en granos de cacao Theobroma Cacao L. y Café Coffea Arábica L. de la zona de Jaen-Cajamarca durante el	de Perú	Español	Repositorio	Experimental

---

---

	periodo febrero – julio 2018					
<b>García (2018)</b>	Comparación de la concentración de Cadmio en Plantaciones de Cacao en los distritos de Huicungo y San Martin de Alao – 2018	Perú	Español	Repositorio	No experimental	
<b>Sánchez (2019)</b>	Determinación de cadmio en chocolate en polvo comercializado en el Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas – Ecuador	Ecuador	Español	Repositorio	Experimental	
<b>Guzmán et al. (2019)</b>	Efectos de la contaminación por metales pesados en un suelo con uso agrícola	Cuba	Ingles	Redalyc	Experimental	
<b>Intriago et al. (2019)</b>	Evaluación del contenido de metales pesados en almendras de cacao (Theobroma cacao L) durante el proceso de beneficiado.	Ecuador	Español	Google Académico	Experimental	
<b>Furcal-Beriguete y Torres-</b>	Determinación de concentraciones de cadmio en plantaciones	Costa Rica	Español	Google Académico	Experimental	

---

---

**Morales** de Theobroma cacao L.  
**(2020)** en Costa Rica.

---

**Fuente:** Elaboración propia

### Características de los estudios

**Tabla 3**

*Estudios Seleccionados con Respecto al País.*

<b>País</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>España</b>	2	8.00%
<b>Perú</b>	10	40.00%
<b>Costa Rica</b>	1	4.00%
<b>Venezuela</b>	2	8.00%
<b>Ecuador</b>	5	20.00%
<b>Bolivia</b>	1	4.00%
<b>Colombia</b>	3	12.00%
<b>Cuba</b>	1	4.00%
<b>Total</b>	25	100.00%

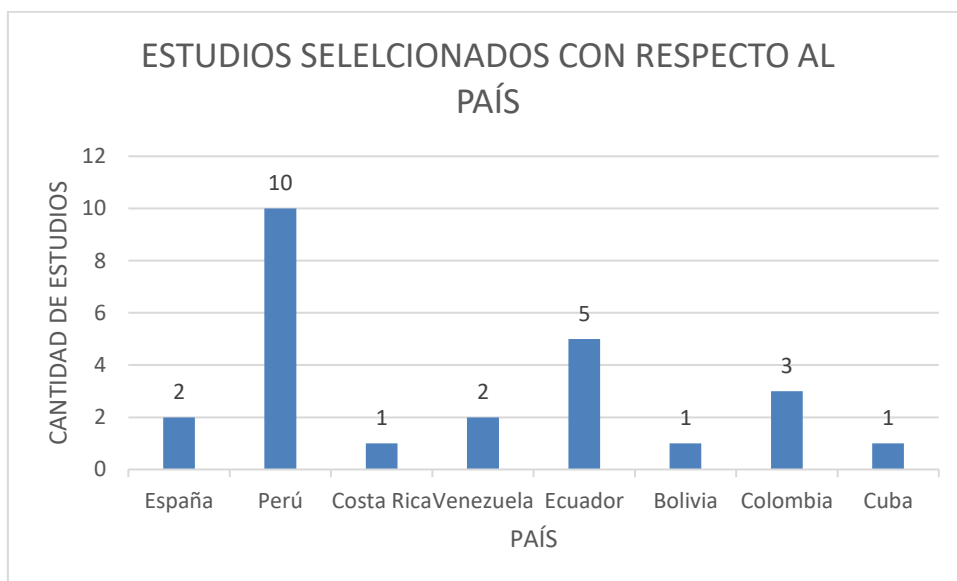
**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla N°3 se encontró en Perú 10 estudios relacionados a la revisión sistemática con un 40%; seguido de Ecuador con 5 estudios con un 20%; Colombia con 3 estudios con un 12%; Venezuela y España con 2 estudios con un 8%; por último Costa Rica, Bolivia y Cuba con 1 estudio cada uno, que representa un 4%.

### Gráfico 1

*Estudios Seleccionados con Respecto al País.*





**Fuente:** Elaboración propia.

Se encontró que Perú tiene la mayoría de estudios relacionados a la presente investigación con 10 estudios; seguido de Ecuador con 5 estudios; Colombia con 3 estudios; mientras que España y Venezuela 2 estudios cada uno; Costa Rica, Bolivia y Cuba con 1 estudio cada uno, los cuales examinan el tema de metales pesados en Theobroma Cacao L.

#### **Tabla 4**

*Estudios Seleccionados con Respecto al Año de Publicación.*

<b>Año de publicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>2010</b>	1	4.00%
<b>2012</b>	1	4.00%
<b>2014</b>	1	4.00%
<b>2015</b>	4	16.00%
<b>2016</b>	5	20.00%
<b>2017</b>	4	16.00%
<b>2018</b>	5	20.00%
<b>2019</b>	3	12.00%
<b>2020</b>	1	4.00%
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100.00%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla N°4 se encontraron mayor cantidad de estudios en el año 2016 y 2018 con 5 estudios cada uno, que representa el 20%; seguido de los años 2015 y 2017 con 4 estudios cada uno, que representa un 16%; para el año 2019 con 3 estudios representando el 12%; mientras que en el 2010, 2012, 2014 y 2020 con 1 estudio cada uno, que representa el 4%.

## Gráfico 2

*Estudios Seleccionados con Respecto al Año de Publicación.*



**Fuente:** Elaboración propia.

Se encontró mayor incidencia de estudios en los años 2016 y 2018 con 5 estudios cada uno, seguido de los años 2015 y 2017 con 4 estudios cada uno, el año 2019 con 3 estudios y los años 2010, 2012, 2014 y 2020 con 1 estudio cada uno.

## Tabla 5

*Estudios Respecto a Bibliotecas Virtuales y Repositorios.*

Biblioteca Virtual y Repositorios	Cantidad	Porcentaje
Google académico	12	48.00%
Redalyc	2	8.00%
Scielo	4	16.00%
Alicia	1	4.00%
Universidad Nacional de Ucayali	1	4.00%
Universidad Cesar Vallejo	1	4.00%

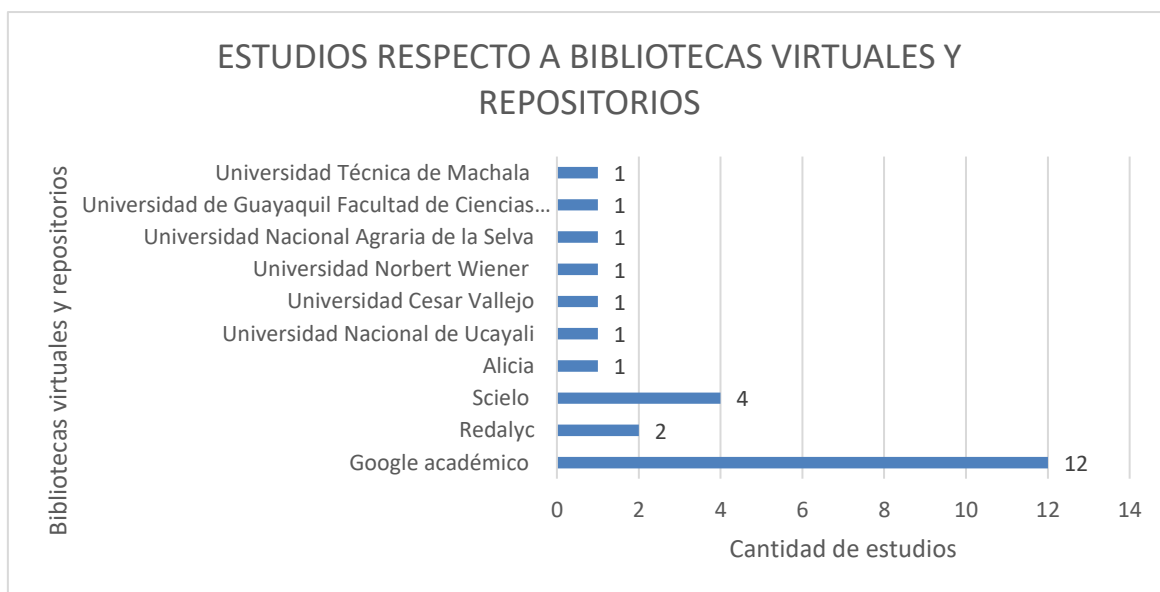
<b>Universidad Norbert Wiener</b>	1	4.00%
<b>Universidad Nacional Agraria de la Selva</b>	1	4.00%
<b>Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales</b>	1	4.00%
<b>Universidad Técnica de Machala</b>	1	4.00%
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100.00%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla N°5 la mayor cantidad de estudios se encontró en la biblioteca virtual Google académico con 12 estudios que representa el 48%; en Scielo se encontró 4 estudios, representando el 16%; seguido de Redalyc con 2 estudios que representa el 8%; en Alicia y en los repositorios universitarios se encontró 1 estudio en cada uno que representa un 4%.

### Gráfico 3

*Estudios Respecto a Bibliotecas Virtuales y Repositorios.*



**Fuente:** Elaboración propia.

La biblioteca virtual en la cual se encontró más estudios fue en Google académico con 12 estudios, seguido Scielo con 4 estudios, Redalyc con 2 estudios, en Alicia con 1 estudio y para los repositorios de las universidades 1 estudio para cada uno; los cuales fueron elegidos de manera minuciosa para el desarrollo de esta revisión sistemática.

**Tabla 6**

*Estudios con Respecto al Tipo de Estudio.*

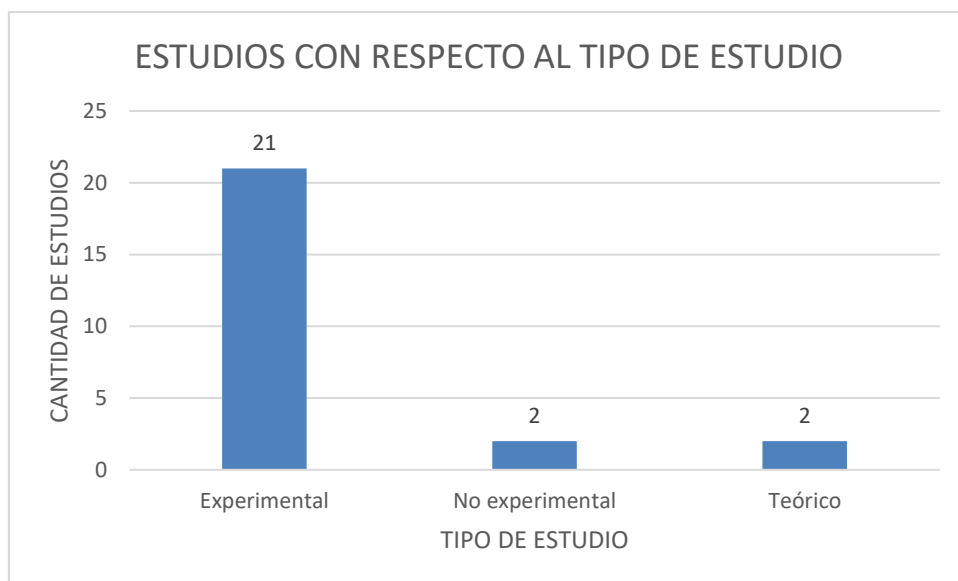
<b>Tipo de estudio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Experimental</b>	21	84.00%
<b>No experimental</b>	2	8.00%
<b>Teórico</b>	2	8.00%
<b>Total</b>	25	100.00%

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla N°6 se encontraron estudios respecto al tipo de estudio, fueron clasificados en experimental con 21 estudios que representa el 84%, no experimental y teórico con 2 estudios cada uno que representa el 8%.

**Gráfico 4**

*Estudios con Respecto al Tipo de Estudio.*



**Fuente:** Elaboración propia.

El tipo de estudio fue clasificado en experimental con 21 estudios, no experimental 2 estudios y teórico con 2 estudios, dando como resultado que la mayoría de estudios fueron experimentales, dando así un mayor alcance del tema investigado.

**Tabla 7**

*Estudios respecto al idioma*

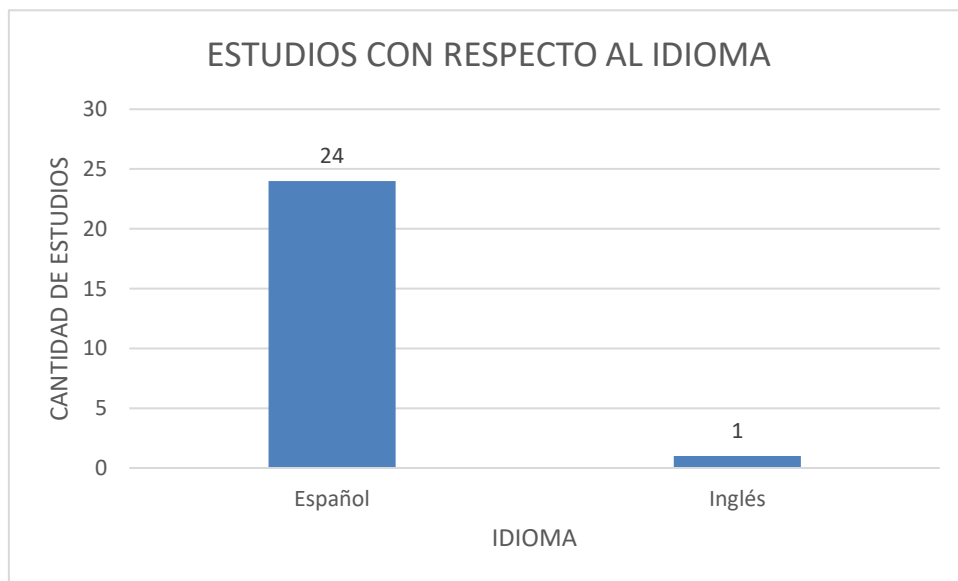
<b>Idioma</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Español</b>	24	96.00%
<b>Inglés</b>	1	4.00%
<b>total</b>	25	100.00%

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N°7: Se encontraron estudios con respecto al idioma, se encontraron la mayor cantidad de estudios en el idioma español con 24 estudios, que representan el 96% y en el idioma inglés se encontró 1 estudio, que representa el 4%.

**Gráfico 5**

*Estudios respecto al idioma*



**Fuente:** Elaboración propia

La mayor cantidad de estudios encontrados fue en el idioma español con 24 estudios y en el idioma inglés se encontró 1 estudio.

### **Causas de la concentración de metales pesados en suelos agrícolas**

La presencia de los elementos traza o metales pesados en los suelos puede deberse a factores geológicos o antropológicos. Los primeros dependen, en gran medida, de la denominada geodisponibilidad, que hace referencia a la porción de un elemento o compuesto químico que puede liberarse a la superficie o cerca de ella, por procesos mecánicos, químicos o biológicos, pero las actividades mineras también son conocidas mundialmente por causar importantes efectos adversos al medioambiente, asociados, principalmente, con la deposición de grandes volúmenes de residuos, la mayoría con pirita y otros sulfuros, cuya oxidación libera grandes cantidades de metales pesados. Los residuos, se concentran generalmente en «escombreras», sobre todo en la minería a cielo abierto, pero también se depositan en «pantanos de lodos» procedentes del lavado del mineral. (Belmonte et al., 2010).

Según Machecha et al. (2015) en su estudio encontraron diferentes concentraciones de metales; el valor de plomo medio encontrado de 16,7 mg/Kg para los suelos agrícolas de la región del Ariari, en el departamento del Meta, los suelos agrícolas muestreados presentaron un valor medio de Zn de 58,6 mg/Kg, el níquel junto al Zn también cumple funciones bioquímicas en los seres vivos y el rango normal en suelos está entre 0,1 a 5 mg/Kg, en cromo el valor de este metal para la región del Ariari alcanzó los 11,9 mg/Kg, el contenido de cobre obtenido en la región del Ariari es de 17,6 mg/Kg.

Los metales pesados se encuentran presentes en fuentes naturales como erupciones volcánicas que emanan materias originarias del interior del volcán. Estos elementos en los suelos son absorbidos ligeramente por la planta de cacao, los mismos que tienden a concentrarse en sus semillas; tenemos que el cadmio y el plomo son tóxicos y

carcinogénicos, estos han aumentado debido a actividades realizadas por el hombre donde tenemos la mineralización, quema de basuras, agroquímicos, contaminación de derivados del petróleo, otra manera de contaminación hacia el grano de cacao es la manera de secado del producto, cuando se expone los granos en las calles con pavimentos, gases emanados por vehículos. Los minerales en el suelo tienen una compleja dinámica de absorción y desorción, estas van a depender de factores, como índices del depósito, el tipo de suelo, el pH, materia orgánica, contenido de humus y tipos de tratamientos que se han realizado como fertilizantes o presencia de otros minerales en el suelo. En los suelos experimentados de Ecuador contenían de 0.20 – 0.27 mg/kg de cadmio en fincas dedicadas al cultivo de cacao en Santa Rosa y Naranjal estos granos contenían cantidades mayores a 1 mg/kg de cadmio encontrados en forma total y biodisponible siendo así estos valores que sobresalen de los permitidos por el Codex. (González, 2016).

Chambi et al. (2017) menciona que la minería es una de las principales actividades económicas en Bolivia, sin embargo, esta actividad debido a la explotación inadecuada de minerales durante varias décadas, está afectando también el recurso suelo y por ende su capacidad productiva y calidad de los alimentos. Esto se debe principalmente a que los desechos sólidos y líquidos de esta actividad se vierten directamente sobre los suelos y aguas de ríos y/o lagos, las que son usadas para la actividad agropecuaria (riego o consumo animal), provocando daños en la fauna, flora y al ser humano.

Por otro lado, Godoy y Angarita (2016) mencionan que la contaminación de los suelos puede ser debido a actividades agrícolas, explotación forestal y eliminación de desechos domésticos e industriales, siendo éste último uno de los más preocupantes, ya que la basura y los desechos de sustancias químicas que se generan en el hogar y en la industria,

son potencialmente más contaminantes para los suelos en relación a los dos primeros. Uno de los desechos domésticos más comunes en cualquier basura, son las pilas o baterías gastadas, puesto que infinidad de aparatos electrónicos de uso cotidiano necesitan de este dispositivo para el suministro de energía. Se conoce que varios de los componentes usados para la fabricación de las pilas son tóxicos y, por tanto, contaminan el ambiente y pueden afectar la salud humana, siendo los elementos más frecuentes de contaminación de suelos provocada por la mala disposición de estos dispositivos, los metales como Hg, Zn, Ni, Cd, Pb y Mn, englobándose bajo la categoría de metales pesados contaminantes.

Finalmente, Machecha et al. (2015) alude que los sistemas de producción agrícola constituyen una fuente importante no puntual de contaminantes tipo metales pesados, y a su vez facilita la acumulación de éstos en el suelo y/o la transferencia en la cadena suelo-planta–consumidor, principalmente en regiones donde estos procesos se realizan de manera intensiva y sin periodos de descanso ni rotación de cultivos. Se identificó que algunos metales pesados están directamente relacionados con fuentes específicas como: fertilizantes (Cd, Cr, Mo, Pb, Zn), plaguicidas (Cu, As, Hg, Pb, Mn, Zn), compost derivados de residuos sólidos convencionales (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) y del estiércol (Cu, As, Zn). Por otra parte, los fertilizantes fosforados son una fuente de Cd, debido a los contenidos de apatita, que además de fósforo, contiene Cd en concentraciones entre 8 y 500 mg/kg. Así mismo, las aguas de riego provenientes de sistemas de tratamiento o de fuentes contaminadas aportan metales al suelo.

### **Concentración de metales pesados en almendras (cacao)**



El cacao es un producto de exportación importante para muchas economías en el desarrollo de África, Asia, Oceanía y América Latina y el Caribe, que tiene un valor en el mercado global de aproximadamente 12 mil millones de dólares. (Jiménez, 2015, p. 90).

Lanza et al. (2016) realizaron una investigación en Venezuela con muestras secas de cacao porcelana e híbrido, las cuales fueron tomadas en la Estación Experimental Chama de Corpozulia entre los años 2012-2013, en la mayoría de los casos los niveles de los metales pesados fueron más elevados en las muestras correspondientes al año de 2012, con relación al año 2013. Se pudieron establecer los siguientes rangos promedios de concentración: Cd entre 0,95 y 2,09 mg.kg-1; Cu entre 4,87 y 21,36 mg.kg-1; Ni entre 0,00 y 6,67 mg.kg-1; Cr entre 0,14 y 1,69 mg.kg-1; Fe entre 5,13 y 34,26 mg.kg-1. (p.114). Por otro lado Díaz et al. (2018), en su investigación realizada en Ecuador, seleccionaron 25 fincas, de acuerdo a los resultados se determinó que el mayor valor en Cd en almendras se registró en la parroquia Antonio Sotomayor en la finca APOVinces -NN10 con 0,98 ppm y el menor valor de 0,099 ppm se encuentra en la vía a Poza – Seca en la finca APOVinces -115; en referencia al Pb el mayor valor en almendras se registró en las fincas APOVinces - NN8 y APOVinces - NN10 con 5,44 y 5,39 ppm respectivamente. Así mismo, Intriago et al. (2019) en su estudio realizado en Ecuador, manifiesta que durante el proceso de beneficiado, en los estados de fresco, fermentado y secado, las concentraciones de Pb para almendra en mucílago, fermentada y seca oscilaron entre 0,89 mg.kg-1; 0,73 mg.kg-1 y 0,95 mg.kg-1 respectivamente con una concentración promedio en almendras en sus diferentes etapas de post-cosecha de 0,86 mg.kg-1.

En nuestro país Tantalean (2017) realizó su estudio en dos parcelas de los agricultores de cacao pertenecientes a la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo en suelos residuales y

aluviales; Suelo residual: en el caso del Cd total en almendras muestreadas en Jacintillo (JA), se presentan valores de 0.87 ppm, 0.82 ppm y 0.84 ppm, que corresponden a almendras del tercio inferior, tercio medio y tercio superior, con un promedio de 0.84 ppm. Suelo aluvial: para cadmio total en almendras muestreadas en el Ramal de Aspuzana (RA), se tiene valores de 1.15 ppm, 1.12 ppm y 0.97 ppm que corresponden a almendras de la parte baja, media y alta respectivamente, con un promedio de 1.08 ppm. Por otro lado, en la provincia de Leoncio Prado, Huánuco midieron la influencia del pH en el suelo, en los niveles de absorción del cadmio. Para ello se seleccionaron 20 parcelas agrícolas de los socios de la Cooperativa Cacao Alto Huallaga, que cumplían con todas las normas y técnicas de producción orgánica. Se analizaron 20 muestras de suelos y de almendras, los resultados muestran que el pH promedio del suelo fue de 5.68; el cadmio disponible en el suelo fue de  $0.32 \mu\text{g g}^{-1}$  y el contenido de cadmio en las almendras de cacao de las 20 muestras analizadas arrojó  $0.98 \mu\text{g g}^{-1}$ . La investigación concluye que los valores de cadmio en almendras se encuentran encima del nivel máximo permitido por la Unión Europea. (Florida et al., 2018).

Los resultados de los artículos seleccionados en la base de datos de Excel, están relacionados netamente con nuestro tema en estudio: Conocer las Causas de la Concentración de Metales Pesados en Theobroma Cacao L. (caco).

La revisión sistemática fue muy extensa, puesto que se encontró una infinidad de estudios que trataban sobre metales pesados; de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión ya mencionados, se seleccionó a aquellos que trataran sobre las causas de la concentración de metales pesados en el cultivo de cacao, entre los años 2010 a 2020. Por ello, se rescató y consideró un total de 25 artículos para la realización de esta investigación.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La búsqueda de información se efectuó en el periodo 2010-2020, encontrándose 25 estudios; entre artículos y tesis, siendo necesario, ampliar en futuros estudios el tema abarcado, para tener un mayor alcance sobre este contenido.

El análisis de la información recogida indica que las principales causas de concentración de metales pesados en Theobroma Cacao L., se debe a causas antropogénicas o naturales. Tal como lo indica González (2016), los metales pesados se encuentran presentes en fuentes naturales como erupciones volcánicas que emanan materias originarias del interior del volcán. Tenemos que el cadmio y el plomo son tóxicos y carcinogénicos, estos han aumentado debido a actividades realizadas por el hombre donde tenemos la mineralización, quema de basuras, agroquímicos, contaminación de derivados del petróleo, otra manera de contaminación hacia el grano de cacao es la manera de secado del producto, cuando se expone los granos en las calles con pavimentos, gases emanados por vehículos. Así mismo, Belmonte et al. (2010), manifiesta que la concentración de los elementos traza o metales pesados en los suelos puede deberse a factores geológicos o antropológicos. Por otro lado, Godoy y Angarita (2016) mencionan que la contaminación de los suelos puede ser debido a actividades agrícolas, explotación forestal y eliminación de desechos domésticos e industriales. Estos datos junto con el resto de resultados hacen mención a las diferentes causas y concentraciones de metales pesados en suelo y cacao.

### Conclusiones

- ~~Se recopiló información importante sobre metales pesados y se logró conocer las características de acumulación de metales pesados en suelo y plantas.~~

- Existen diversas causas de concentración de metales pesados en Theobroma Cacao L. como por ejemplo; fuentes naturales como erupciones volcánicas, extracción de recursos minerales, desechos sólidos y líquidos de la actividad minera, explotación forestal, eliminación de desechos domésticos e industriales, uso de fertilizantes y plaguicidas, compost derivados de residuos sólidos convencionales y del estiércol. Así mismo, las aguas de riego provenientes de sistemas de tratamiento o de fuentes contaminadas aportan metales al suelo.
- ~~Se presentan niveles altos y bajos de concentración de metales pesados en el cacao, esto se debe a la acumulación de estos metales en el suelo y también en las plantas de este cultivo. También, se debe a muchos factores, como la presencia natural de metales en la composición del suelo; así como, por actividades causadas por el hombre. La acumulación de estos elementos son nocivos para la salud de los consumidores de cacao y de sus derivados. Pues metales pesados como el plomo, el cadmio y el mercurio causan daños neurológicos y renales.~~

Se recomienda realizar más estudios para mostrar los factores causantes de la concentración de metales pesados en Theobroma Cacao L. (cacao), y hacer un análisis de suelos y de agua de riego para verificar si se está cultivando adecuadamente este fruto. Además, se debe realizar los respectivos análisis al producto y sus derivados, antes de ser comercializados.

## REFERENCIAS

- Belmonte S. F., Romero D.A., Alonso S.F., Moreno B.J. y Rojo L.S. (2010). Afectación de suelos agrícolas por metales pesados en áreas limítrofes a explotaciones mineras del sureste de España. *En revista Papeles de Geografía*, (51-52), 45-54. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/114381/108381>
- Beltrán G.O.A. (2005). Revisiones sistemáticas de la literatura. *En revista Asociaciones Colombianas de Gastroenterología, Endoscopia digestiva, Coloproctología y Hepatología*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcg/v20n1/v20n1a09.pdf>
- Caro G.A. (2008). Revisiones Sistemáticas de la Literatura. *En revista Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de Información*. <http://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/182/presentacion/Presentaci%C3%B3n-ColoquioUBB1.pdf>
- Chambi Parisaca, Lourdes Janneth, Orsag Cespedes, Vladimir, y Niura Zurita, Amalia. (2017). Evaluación de la presencia de metales pesados en suelos agrícolas y cultivos en tres microcuencas del municipio de Poopó-Bolivia. *En Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 4 (1), 67-73. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182017000100009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182017000100009&lng=es&tlng=es).
- De Echave, J. (2016). La minería ilegal en Perú. *En revista Nueva Sociedad*, 263, 131-144. [https://nuso.org/media/articles/downloads/7.TC\\_De\\_Echave\\_263.pdf](https://nuso.org/media/articles/downloads/7.TC_De_Echave_263.pdf)
- Díaz U.L., Mendoza H.E., Bravo B.M., Domínguez V.N. (2018). Determinación de Cadmio y Plomo en almendras de cacao (Theobroma cacao), proveniente de fincas de productores orgánicos del cantón Vinces. *En revista Espirales*. 2 (15), 77-92. [https://doi: 10.31876/re.v2i15.213](https://doi:10.31876/re.v2i15.213)

- Dipre C.O.L., Arnal A.J.M. (2017). Estudio de la contaminación de frutas y verduras por causa de metales pesados. *En repositorio de AEIPRO*.  
<http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/404/AT04022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Florida R.N., Shilthon L.C.M., Gómez B.R. (2018). El pH y la absorción de cadmio en almendras de cacao orgánico (*Theobroma cacao* L.) en leoncio prado, Huánuco, Perú. *En revista Folia Amazónica*, 27 (1), 1-8. <https://doi.org/10.24841/fa.v27i1.438>
- González G. C. E (2016). Evaluación de la concentración mínima aceptable e identificación de metales pesados presentes en el grano de cacao del Ecuador. *En tesis Digital de la UTMACH*, 13.  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7789/1/Gonzalez.pdf>
- Guzmán Morales, Ambar Rosa, Cruz La Paz, Orestes y Valdés Carmenate, Ramiro (2019). Efectos de la contaminación por metales pesados en un suelo con uso agrícola. *En Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28 (1), 1-8.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=932/93258832004>
- Intriago F.F., Talledo S.M., Cuenca N.G., Macías B.J., Álvarez A.J., Menjívar F.J. (2019). Evaluación del contenido de metales pesados en almendras de cacao (*Theobroma cacao* L) durante el proceso de beneficiado. *En revista de producción, Ciencias e Investigación*, 3 (26), 17-23.  
<http://www.journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/155/159>
- Jiménez T.A. (2015). Estado legal mundial del cadmio en cacao (*Theobroma cacao*): fantasía o realidad. *En Artículo de Revisión*, 10 (1), 84-104.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v10n1/v10n1a09.pdf>

- Lanza J., Churión P., Liendo N., López V. (2016). Evaluación del contenido de metales pesados en cacao (teobroma cacao l.) de Santa Bárbara del Zulia, Venezuela. *En Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 28 (1), 106-115. <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427746276012.pdf>
- Machecha-Pulido J.D., Trujillo-González J.M., y Torres-Mora M.A. (2015). Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta. *En revista Orinoquia*, 19 (1), 121. <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n1/v19n1a11.pdf>.
- Marcano Godoy, Keiber Alberto y Delvasto Angarita, Pedro Luis (2016). Contaminación de suelos por metales pesados debido a la presencia de pilas gastadas. *En Revista de Investigación*, 40 (88), 78-104. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3761/376147131005>
- Navarro Aviñó J.P., Aguilar Alonso I., López-Moya J.R. (2007). Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. *En revista Ecosistemas*, 16 (2), 1-17. <https://www.redalyc.org/pdf/540/54016203.pdf>
- Niño, M. R., & Ramírez, M. N. (2015). Análisis de metales pesados en suelos irrigados con agua del río Guatiquía (Heavy Metal Analysis on Soils Irrigated with Water from the Guatiquía River). *En Revista Ciencia en desarrollo*, 6 (2), 167-176. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_en\\_desarrollo/article/view/3787/3332](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/3787/3332)
- Prieto M.J., González R.C. A., Román G.A. D. y Prieto G.F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en las plantas por metales provenientes de suelos y agua. *En revista Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10 (1) pp. 29-44. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93911243003.pdf>

Puga, S., Sosa, M., Lebgue, T., Quintana, C. y Campos, A. (2006). Contaminación por metales pesados en suelos provocados por la industria minera. *En revista Ecología Aplicada*, 5 (1,2), 149-155. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34150220>

Tantalean P.E. (2017). Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao ccn-51 en suelo aluvial y residual. *En tesis del Departamento Académico de Ciencias Agrarias*. 1-86.  
[http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1242/TPE\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1242/TPE_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



## ANEXOS

**Tabla 8**

*Base de Datos Realizada en Excel*

Authors	Title	Year	Source title	Link	Abstract	Author Keywords	Tipo de estudio
1 García-Ubaque J.C., Sastre-Cifuentes R.E., Becerra-Peñaranda L.S.	Presencia de metales pesados de cacao (Theobroma cacao L.) orgánico	2012	Acta agronómica	Scielo <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v61n4/v61n4a06.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v61n4/v61n4a06.pdf</a>	La presencia de metales pesados en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) es actualmente un grave problema para agricultores y cooperativas de las regiones Huánuco y Ucayali, Perú.	Cadmio; Contaminantes; Metales pesados; Plomo; Suelo; Theobroma cacao	EXPERIMENTAL
2 Huauya M., Huamani H.	Macrofauna edáfica y metales pesados en el cultivo de cacao, THEOBROMA CACAO L. (MALVACEAE)	2014	The Biologist	Google Académico <a href="http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/rtb/article/view/385/337">http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/rtb/article/view/385/337</a>	Los procesos de acumulación de metales pesados en el suelo es un serio riesgo para todos los seres vivos.	Cacao; Cadmio; Macrofauna; Plomo	EXPERIMENTAL
3 Flores G.C.E.	Presencia de metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (Theobroma cacao L.) en la Región Ucayali	2015	Repositorio Institucional	Alicia <a href="https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNU_6d7da3c14aad9727624ac6bc51cd354/Description#abnavhttps://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAP_Sa2368993078db92c7a76acbb8ffe5c3">https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNU_6d7da3c14aad9727624ac6bc51cd354/Description#abnavhttps://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAP_Sa2368993078db92c7a76acbb8ffe5c3</a>	El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en 14 parcelas de producción de cacao ubicadas en el Distrito de San Alejandro, el Caserío Mar del Plata Km 72 interior 12 y el Caserío Hermosa Selva Km 50 interior 15, las cuales pertenecen a las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo – Región Ucayali.	Metales pesados; Muestreo de suelos; Límites permisibles	NO EXPERIMENTAL
4 Jiménez T.A.	Estado legal mundial del cadmio en cacao (Theobroma cacao): fantasía o realidad	2015	Artículo de Revisión	Scielo <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v10n1/v10n1a09.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v10n1/v10n1a09.pdf</a>	El cacao colombiano está bien posicionado en el mercado internacional por su sabor y aroma; sin embargo, en materia de contaminantes, existe a una preocupación a escala nacional debido a la presencia de cadmio en las semillas.	Cadmio; Cacao; Legislación; Alimentos; Metales pesados; Contaminantes	TEÓRICO
5 Reynel C.V., Looor C.O., Bolaños M., Tezara W.	Efectos del tipo de secado en la calidad organoléptica del cacao (Theobroma cacao L.) en Esmeraldas, Ecuador	2016	ResearchGate	Google Académico <a href="https://www.researchgate.net/profile/Wilmer_Tezara/publication/303459926_Efectos_del_tipo_de_secado_en_la_calidad_organoleptica_del_cacao_Theobroma_cacao_L_en_Esmeraldas_Ecuador/links/5c0d06354585157ac1b3deb1/Efectos-del-tipo-de-secado-en-la-calidad-organoleptica-del-cacao-Theobroma-cacao-L-en-Esmeraldas-Ecuador.pdf">https://www.researchgate.net/profile/Wilmer_Tezara/publication/303459926_Efectos_del_tipo_de_secado_en_la_calidad_organoleptica_del_cacao_Theobroma_cacao_L_en_Esmeraldas_Ecuador/links/5c0d06354585157ac1b3deb1/Efectos-del-tipo-de-secado-en-la-calidad-organoleptica-del-cacao-Theobroma-cacao-L-en-Esmeraldas-Ecuador.pdf</a>	La evaluación sensorial del cacao (Theobroma cacao L.) y sus derivados permite llegar a conclusiones sobre el grado de fermentación y la calidad organoléptica del cacao.	Theobroma cacao L.; Fermentación; Producción; Perfil sensorial; Metales pesados	EXPERIMENTAL
6 Lanza J., Churión P., Liendo N., López Santa Bárbara del Zulia, Venezuela V.	Evaluación del contenido de metales pesados en cacao (teobroma cacao L.) de Santa Bárbara del Zulia, Venezuela	2016	Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente	Redalyc <a href="https://www.redalyc.org/pdf/4277/427746276012.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/4277/427746276012.pdf</a>	Se evaluaron las variaciones de las concentraciones de los metales pesados: cadmio (Cd), cobre (Cu), níquel (Ni), cromo (Cr) e hierro (Fe) en almendras de dos variedades de cacao (Theobroma cacao L.), híbrido y porcelana, provenientes de la región de Santa Bárbara del Zulia en Venezuela.	Cacao porcelana; Cacao híbrido	EXPERIMENTAL
7 Arévalo G.E., Obando C.M., Zúñiga C.L., Arévalo H.C., Baligar V.,	Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (Theobroma cacao L.) en tres regiones del Perú	2016	Ecología Aplicada	Scielo <a href="http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v15n2/a03v15n2.pdf">http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v15n2/a03v15n2.pdf</a>	El cacao ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años en el Perú y la presencia de metales pesados en los suelos de estas plantaciones es un potencial problema para las exportaciones de este producto.	Cadmio; Plomo; Suelos contaminados	EXPERIMENTAL
8 Sánchez R.M., Rengifo T.J.	Evaluación del contenido de metales pesados (Cd y Pb) en diferentes edades y etapas fenológicas del cultivo de cacao en dos zonas del Alto Huallaga, Huánuco (Perú)	2017	Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable	Google Académico <a href="https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESADOS/article/viewFile/356/380">https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESADOS/article/viewFile/356/380</a>	La presencia de metales pesados en los productos agrícolas por encima de los límites máximos permisibles está generando una gran preocupación para los agricultores.	Nutrientes; Metales pesados; Etapas fenológicas; Cacao; Huánuco	EXPERIMENTAL

“Conocer las causas de la concentración de metales pesados en Theobroma Cacao L. (cacao) 2010-2020”

9	Dipre C.O.L., Arnal A.J.M.	Estudio de la contaminación de frutas y verduras por causa de metales pesados	2017 Repositorio de AEIPRO	Google Académico <a href="http://dspace.aeipro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/404/AT04-022.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://dspace.aeipro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/404/AT04-022.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	Hoy en día la contaminación de los alimentos sigue siendo un tema a tratar, ya que se ha convertido en uno de los principales problemas que afecta a la seguridad alimentaria.	Alimentos; Metales Pesados; Frutas; Verduras; Contaminación; Agua	EXPERIMENTAL
10	Tantalean P.E.	Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao ccn-51 en suelo aluvial y residual	2017 Tesis del Departamento Académico de Ciencias Agrarias	Google Académico <a href="http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1242/TPE_2017.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1242/TPE_2017.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	El presente trabajo tuvo por finalidad determinar las concentraciones de cadmio en los diferentes órganos del cultivo de cacao CCN-51, en un suelo residual y aluvial, ubicados en la región de Huánuco y San Martín.		EXPERIMENTAL
11	Díaz U.L., Mendoza H.E., Bravo B.M., Domínguez V.N.	Determinación de Cadmio y Plomo en almendras de cacao (Theobroma cacao), proveniente de fincas de productores orgánicos del cantón Vinces	2018 Espirales	Google Académico <a href="http://revistaespirales.com/index.php/es/articled/view/213/159">http://revistaespirales.com/index.php/es/articled/view/213/159</a>	El Ecuador es el primer productor mundial de cacao fino y de aroma (produce más del 60% de la producción mundial), utilizado en la fabricación de chocolates de alta calidad y de tipo gourmet.	Metales pesados; Contaminación; Cadmio; Plomo; Theobroma cacao; Normativas alimentarias	EXPERIMENTAL
12	Florida R.N., Shilthon L.C.M., GÓMEZ B.R.	El pH y la absorción de cadmio en almendras de cacao orgánico (Theobroma cacao L.) en leoncio prado, Huánuco, Perú	2018 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana	Google académico <a href="http://revistas.iiaip.gob.pe/index.php/fofiaamazonica/articled/view/438/514">http://revistas.iiaip.gob.pe/index.php/fofiaamazonica/articled/view/438/514</a>	El tipo de suelo tiene importante influencia en la disponibilidad y absorción del cadmio por la planta de cacao (Theobroma cacao L.) en particular el pH, el % de arcilla y la cantidad de Mg <sup>2+</sup> y Zn presente en el suelo.	pH del suelo, cadmio en almendras, cacao CCN-51.	EXPERIMENTAL
13	Lopez A., Cartagena T., Vásquez R.	Niveles de concentración de cadmio (Cd) plomo (Pb) en el suelo, hojas, y almendras de ocho clones de cacao (Theobroma cacao L.) en el jardín interclonal de la Universidad Nacional de Ucayali	2018 Instituto de Investigación de Ciencias Agropecuarias	Google académico <a href="http://181.176.160.68/bitstream/handle/UNU/3928/UNU_AGRONOMIA_2016_AC_TEOFLOCARTAGENA_ANTONIO.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://181.176.160.68/bitstream/handle/UNU/3928/UNU_AGRONOMIA_2016_AC_TEOFLOCARTAGENA_ANTONIO.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	La investigación se llevó a cabo en el Jardín inter clonal de cacao de la Universidad Nacional de Ucayali, con el propósito de determinar la concentración de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en el suelo, hojas y almendras de ocho clones de cacao (Theobroma cacao L.)	Cacao, suelo, hojas, almendras, cadmio, plomo	EXPERIMENTAL
14	Condezo N.S., Huaraca M.C.	Quantificación de plomo, cadmio y arsénico en granos de cacao Theobroma Cacao l. y Café Coffea Arábica l. de la zona de Jaen-Cajamarca durante el periodo febrero – julio 2018	2018 Farmacia y Bioquímica	Google Académico <a href="http://repositorio.uwienr.edu.pe/handle/123456789/2571">http://repositorio.uwienr.edu.pe/handle/123456789/2571</a>	El café y el cacao son consumidos masivamente, cobrando prestigio mundial. Muchos siembran estos productos empleando pesticidas o los suelos están contaminados con metales pesados que son absorbidos por las plantas.	Café, cacao, cadmio, arsénico, plomo, Codex Alimentarius, MERCOSUR	EXPERIMENTAL
15	García R.J.	Comparación de la concentración de Cadmio en Plantaciones de Cacao en los distritos de Huicungo y San Martín de Alao - 2018	2018 Facultad de Ingeniería	Google Académico <a href="http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39344/Garc%C3%ada_RUN.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39344/Garc%C3%ada_RUN.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	La Región San Martín es la principal productora de cacao en nuestro país, pero actualmente este cultivo se ha visto afectado por la presencia de metales pesados en su estructura	Concentración de cadmio, Plantaciones de cacao	NO EXPERIMENTAL
16	Intriago F.F., Talleo S.M., Cuenca N.G., Macías B.J., Álvarez A.J., Menjivar F.J.	Evaluación del contenido de metales pesados en almendras de cacao (Theobroma cacao L.) durante el proceso de beneficiado	2019 Revista de producción, Ciencias e Investigación	Google Académico <a href="http://www.journalprosciences.com/index.php/ps/articled/view/155/159">http://www.journalprosciences.com/index.php/ps/articled/view/155/159</a>	La presencia de metales pesados especialmente Cadmio (Cd <sup>2+</sup> ) y Plomo (Pb <sup>4+</sup> ) en cultivos de cacao (Theobroma cacao L.), es un problema tanto para agricultores y exportadores de cacao, como para los centros de acopio, en los estados de fresco, fermentado y secado.	Cacao; Metales pesados; Beneficiado; Normativa europea; Espectrofotometría	EXPERIMENTAL

17	Furcal-Beriguete P., Torres-Morales J.	Determinación de concentraciones de cadmio en plantaciones de Theobroma cacao L. en Costa Rica	2020 Tecnología en Marcha	Google academico <a href="https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marc_ha/article/view/5027/4746">https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marc_ha/article/view/5027/4746</a>	El cultivo de cacao se mantiene en auge en Costa Rica; sin embargo, las autoridades europeas han establecido regulaciones a la importación de los derivados del cacao	Metales pesados; cadmio en hoja de cacao; cadmio en raíz de cacao; cadmio en cacao	EXPERIMENTAL
18	Sánchez S.C.E.	Determinación de cadmio en chocolate en polvo comercializado en el Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas - Ecuador	2019 Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales	Google Academico <a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/44937/1/TESIS_SANCHEZ_CRISTHIAN.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/44937/1/TESIS_SANCHEZ_CRISTHIAN.pdf</a>	.Obteniendo resultados de 0.236 ± 0.082 mg / kg para Mark 1 (CO), 0.169 ± 0.066 mg / kg para Mark 2 (RI) y para Mark 3 (CH) 1.44 ± 0.0212 mg / kg. Concluyendo que hay concentraciones de cadmio en el chocolate en polvo en las marcas comercializado en Guayaquil debido a la contaminación del cacao por Cd, dando un valor que excede los límites máximos permitidos de 0.6 mg / kg de acuerdo con la normativa europea.	Contaminación, metales pesados, cadmio, chocolate en polvo, absorción atómica y espectrofotometría	Experimental
19	Belmonte S. F., Romero D.A., Alonso S.F., Moreno B.J. y Rojo L.S.	Afectación de suelos agrícolas por metales pesados en áreas limítrofes a explotaciones mineras del sureste de España	2010 Papeles de Geografía	Google Academico <a href="https://revistas.um.es/geografia/article/view/114381/108381">https://revistas.um.es/geografia/article/view/114381/108381</a>	a. Los resultados han detectado concentraciones importantes, que alcanzan y superan los niveles máximos permitidos por diversas normativas internacionales de hasta 11 de los elementos denominados «metales pesados».	Minería, metales pesados, contaminación de suelos, sureste de España.	Experimental
20	González G. C. E.	Evaluación de la concentración mínima aceptable e identificación de metales pesados presentes en el grano de cacao del Ecuador	Repositorio 2016 Digital de la UTMACH	Google Académico : <a href="http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7789/1/Gonzalez.pdf">http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7789/1/Gonzalez.pdf</a>	La planta absorbe los metales pesados en diferentes órganos especialmente en el grano de cacao y estos son transferidos al cuerpo humano cuando se consumen.	Cacao, metales pesados, suelo, absorción.	Teórico
21	Guzmán M.A., Cruz L.P.O., Valdés C.R.	Efectos de la contaminación por metales pesados en un suelo con uso agrícola	Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias (ingles) 2019	REDALYC: <a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93258832004">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93258832004</a>	en el municipio San José de las Lajas y propone: evaluar las condiciones de contaminación presentes en suelos con uso agrícola que reciben desechos industriales. El análisis reveló que el suelo se clasifica como medianamente contaminado en Cr, Co, Zn y Pb y con necesidad de remediación urgente debido al contenido de Ni y Cu.	Metales pesados, contaminación.	Experimental
22	Chambi P. L. J., Orsag C. V. y Niura Z. A.	Evaluación de la presencia de metales pesados en suelos agrícolas y cultivos en tres microcuencas del municipio de Poopó-Bolivia	2017 Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales	SciELO <a href="http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=52409-16182017000100009&amp;script=sci_arttext">http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=52409-16182017000100009&amp;script=sci_arttext</a>	El propósito del estudio fue determinar la presencia de metales pesados (Pb, Cd, Zn y As) en suelos agrícolas y cultivos representativos en tres microcuencas del municipio Poopó; divididas en tres partes (alto, medio y bajo). Se muestrearon suelos de parcelas agrícolas y cultivos fracción comestible	Metales pesados, suelos agrícolas y cultivos, municipio de Poopó, Bolivia.	EXPERIMENTAL
23	Machecha-Pulido, J. D. M., González, J. M. T., & Mora, M. A. T.	Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta	2015 Orinoquia	Google Académico: <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n1/v19n1a11.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n1/v19n1a11.pdf</a>	. El objetivo de esta investigación fue determinar las concentraciones de metales pesados (Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr) en suelos tipo Oxisol, sometidos a usos agrícolas intensivos, durante un tiempo superior a 10 años en la región del Ariari.	Contaminación de suelos, insumos agrícolas, metales pesados, suelo agrícola	Experimental
24	Ramírez M.A., Navarro R. M.A.	Análisis de metales pesados en suelos irrigados con agua del río Guatiquía	2015 Revista Ciencia en Desarrollo	Google Académico <a href="https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/3787/3332">https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/3787/3332</a>	Los resultados obtenidos mostraron que las concentraciones de los metales analizados (cadmio, cobre, plomo, níquel y zinc) se encuentran por debajo de los parámetros internacionales permitidos. Este estudio es uno de los primeros avances en la determinación del nivel de referencia de estos metales en suelos de uso agrícola en la región de la Orinoquia.	contaminación de los suelos, metales en suelos, suelos	Experimental
25	Godoy, K. A. M. y Angarita, P. L. D.	Contaminación de suelos por metales pesados debido a la presencia de pilas gastadas.	2016 Revista de investigación	Google Académico: <a href="https://www.redalyc.org/pdf/3761/376147131005.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/3761/376147131005.pdf</a>	La investigación tuvo como finalidad determinar, en suelos, la concentración de metales pesados provenientes de pilas gastadas de tipo alcalina, Ni-Cd y Ni-MH.	contaminación de suelos; pilas gastadas; extracción secuencial; metales pesados;	Experimental

### **OBSERVACIONES:**

- Eliminar lo tachado en el título
- El grado es Dra.
- En los índices de tablas y figuras colocar el mismo tipo de letra.
- No iniciar con una referencia en la introducción.
- Iniciar mencionando la situación de su tema de investigación a nivel global
- Deben citar según APA.
- La justificación debe indicar la importancia de su trabajo, por ello debe ser más consistente.
- Retirar lo tachado en objetivos.
- La metodología va en otra página.
- Retirar los subtítulos de la metodología.
- Retirar la tabla 1, no se entiende el contenido
- Faltó presentar las estrategias de búsqueda utilizada: palabras claves, antigüedad de los estudios, tipo de los estudios, idioma, si responden a la pregunta de investigación, de tal manera que pueda replicarse el estudio en la metodología.
- Corregir el número de letra en la interpretación de tablas y figuras.
- Los valores que deben ser colocados en las barras son los porcentajes
- Retirar los subtítulos de los resultados
- Debe separar la Discusión y Conclusiones Mejorarlas.
- Las conclusiones deben ser concretas.
- Las direcciones electrónicas no van con azul
- En anexos, la tabla debe seguir Normas APA