



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE INGENIERA AMBIENTAL**

**TEMA:
DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL CHOCOLATE EN
POLVO DE VENTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-ECUADOR**

AUTOR: Diana Carolina Zambrano Vera

TUTORA: Dra. Olga Arévalo Castro MSc.

GUAYAQUIL, ABRIL 2020



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL



UNIDAD DE TITULACIÓN

Guayaquil, 04 de marzo del 2020

ANEXO VI

Señor Ingeniero

Vinicio Macas Espinosa. MSc.

DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL CHOCOLATE EN POLVO DE VENTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-ECUADOR** de la estudiante **DIANA CAROLINA ZAMBRANO VERA**, indicando que ha (n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,


Dra. **OLGA AREVALO CASTRO MSc.**

C.I. 0913807830

Fecha: 4 de marzo del 2020





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO VII

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **Dra. OLGA ARÉVALO CASTRO MSc.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **DIANA CAROLINA ZAMBRANO VERA** con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **Ingeniera Ambiental**.

Se informa que el trabajo de titulación: **DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL CHOCOLATE EN POLVO DE VENTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-ECUADOR**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio Urkund, quedando el **0 %** de coincidencia.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL CHOCOLATE EN POLVO DE VENTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-ECUADOR.docx (D64787187)
Submitted: 3/3/2020 5:21:00 PM
Submitted By: raquel.arevalo@hotmail.es
Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

[file:///C:/Users/Priscila%20Zambrano/Documents/DIANA%20ZAMBRANO/TITULACION/Urkund%20Report%20%20DETECCI N%20DE%20CONTAMINACI N%20POR%20PLOMO%20EN%20EL%20CHOCOLAT E%20EN%20POLVO%20DE%20VENTA%20EN%20LA%20CIUDA%20D%20DE%20GUAYAQUIL-ECUADOR.docx%20\(D64787187\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Priscila%20Zambrano/Documents/DIANA%20ZAMBRANO/TITULACION/Urkund%20Report%20%20DETECCI%20N%20DE%20CONTAMINACI%20N%20POR%20PLOMO%20EN%20EL%20CHOCOLAT%20E%20EN%20POLVO%20DE%20VENTA%20EN%20LA%20CIUDA%20D%20DE%20GUAYAQUIL-ECUADOR.docx%20(D64787187)%20(1).pdf)


Dra. OLGA ARÉVALO CASTRO MSc.
C.I. 0913807830
Fecha: 4 de marzo del 2020





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO VIII

Guayaquil, martes 21 de abril del 2020

Señor Ingeniero

Vinicio Xavier Macas Espinosa, MSc.

DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL CHOCOLATE EN POLVO DE VENTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-ECUADOR** de la estudiante **Diana Carolina Zambrano Vera**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 17 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 10 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante está apta para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Blgo. David Eloy García Asencio, MSc.

C.I. 0920826302

Fecha: martes 21 de abril del 2020



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO XI



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA**

FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO: DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL CHOCOLATE EN POLVO DE VENTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-ECUADOR

AUTOR(ES)
(apellidos/nombres): DIANA CAROLINA ZAMBRANO VERA

REVISOR(ES)/TUTOR(ES)
(apellidos/nombres): DRA. OLGA ARÉVALO CASTRO, MSc.
BLGO. DAVID ELOY GARCÍA ASENCIO, MSc.

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

UNIDAD/FACULTAD: FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

MAESTRÍA/ESPECIALIDAD: INGENIERÍA AMBIENTAL

GRADO OBTENIDO: INGENIERA AMBIENTAL

FECHA DE PUBLICACIÓN: ABRIL 2020 No. DE PÁGINAS: 56

ÁREAS TEMÁTICAS: CIENCIAS AMBIENTALES

PALABRAS CLAVES/
KEYWORDS: CONTAMINACIÓN, CHOCOLATE EN POLVO, METALES PESADOS, PLOMO,
LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE.

RESUMEN/ABSTRACT:

El cacao está propenso a contaminación por metales que pueden encontrarse de manera natural o antropogénica, y uno de ellos es el plomo conocido como contaminante altamente tóxico en mínimas cantidades y con exposición frecuente. Existen pocos estudios enfocados al plomo dentro del Ecuador y en este estudio se planteó como objetivo analizar la presencia de plomo en el chocolate en polvo, usando como metodología la investigación con la obtención de muestras en puntos estratégicos de la ciudad de Guayaquil, seleccionando las marcas de mayor consumo, donde se utilizó el método de espectrometría de absorción atómica a llama, para conocer la existencia de este metal. Obteniéndose como resultado una concentración <1 mg/kg de plomo en todas las muestras, que no muestran presencia de este metal en chocolate en polvo que se comercializa en la ciudad de Guayaquil, las cuales, al ser comparadas con las normas, se encuentran dentro del límite máximo permisible de la norma Nacional NTE INEN:621:0210 la cual es 1 mg/kg, siendo igual a la norma Internacional de México, mientras que mediante la comparación de normativas internacionales de Australia donde su límite máximo permisible es 0,068 mg/kg y Argentina con 0,4 mg/kg, la concentración de plomo en chocolate en polvo está cumpliendo las normas internacionales mencionadas de cada país.

ADJUNTO PDF: ☒ SI ☐ NO

CONTACTO CON
AUTOR/ES: Teléfono: 0998519297 E-mail: dianacaro_zamve@hotmail.com

CONTACTO CON LA
INSTITUCIÓN: Nombre: Blga. Miriam Salvador Brito
Teléfono: 593 4 3080777
E-mail: info@fccnnugye.com miriam.salvadorb@ug.edu.ec



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO XII

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA
OBRA CON FINES ACADÉMICOS**

Yo, **DIANA CAROLINA ZAMBRANO VERA**, con C.I. No **0705790269** certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL CHOCOLATE EN POLVO DE VENTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-ECUADOR**, son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del **CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN***, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

DIANA CAROLINA ZAMBRANO VERA
C.I. 0705790269



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL



UNIDAD DE TITULACIÓN

RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)

ANEXO XIII

DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL CHOCOLATE EN POLVO DE VENTA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-ECUADOR

Autor: DIANA CAROLINA ZAMBRANO VERA

Tutor: Dra. OLGA ARÉVALO CASTRO MSc.

Resumen

El cacao está propenso a contaminación por metales que pueden encontrarse de manera natural o antropogénica, y uno de ellos es el plomo conocido como contaminante altamente toxico en mínimas cantidades y con exposición frecuente. Existen pocos estudios enfocados al plomo dentro del Ecuador y en este estudio se planteó como objetivo analizar la presencia de plomo en el chocolate en polvo, usando como metodología la investigación con la obtención de muestras en puntos estratégicos de la ciudad de Guayaquil, seleccionando las marcas de mayor consumo, donde se utilizó el método de espectrometría de absorción atómica a llama, para conocer la existencia de este metal. Obteniéndose como resultado una concentración <1 mg/kg de plomo en todas las muestras, que no muestran presencia de este metal en chocolate en polvo que se comercializa en la ciudad de Guayaquil, las cuales, al ser comparadas con las normas, se encuentran dentro del límite máximo permisible de la norma Nacional NTE INEN:621:0210 la cual es 1 mg/kg, siendo igual a la norma Internacional de México, mientras que mediante la comparación de normativas internacionales de Australia donde su límite máximo permisible es 0,068 mg/kg y Argentina con 0,4 mg/kg, la concentración de plomo en chocolate en polvo está cumpliendo las normas internacionales mencionadas de cada país.

Palabras Claves: Contaminación, Chocolate en polvo, Metales Pesados, Plomo, Cocoa.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA **INGENIERIA AMBIENTAL**



UNIDAD DE TITULACIÓN

RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLES)

ANEXO XIV

DETECTION OF LEAD POLLUTION IN SALE CHOCOLATE POWDER FOR SALE IN GUAYAQUIL CITY-ECUADOR

Author: DIANA CAROLINA ZAMBRANO VERA

Advisor: Dra. OLGA ARÉVALO CASTRO MSc.

Abstract

Cocoa is prone to contamination by metals that can be found naturally or anthropogenic, and one of them is lead known as a highly toxic contaminant in minimal quantities and with frequent exposure. There are few studies focused on lead within Ecuador and this study aimed to analyze the presence of lead in chocolate powder, using as a research methodology the collection of samples in strategic points of the city of Guayaquil, selecting the most consumer brands where the graphite furnace atomic absorption spectrophotometry technique was used to learn about the existence of this metal. Obtaining as a result minimum concentrations of $<1,0\text{mg/kg}$ of Pb in all samples, which, that do not show the presence of this metal in chocolate powder that is marketed in the city of Guayaquil, which, when compared to the rules, are within the permissible maximum limit of the National standard NTE INEN:621:0210 which is 1 mg/kg , being equal to the International standard of Mexico, while by comparing Australia's international regulations where its allowable maximum limit is 0.068 mg/kg and Argentina with 0.4 mg/kg , the concentration of lead in chocolate powder is complying with the aforementioned international standards of each country.

Keywords: Pollution, Chocolate powder, Heavy metals, Lead, Cocoa.

DEDICATORIA

Deseo dedicar este estudio de investigación, a mi familia, mi mamá que siempre me enseñó que todo esfuerzo trae su recompensa por más difícil que sea, mi papa que con su buen carácter estuvo empujándome para cumplir esta meta y siempre predispuesto a la ayuda que necesite, gracias por darme esta oportunidad y al mismo tiempo por todo lo que me han enseñado, a mis hermanas que de alguna u otra manera han estado ahí para lo que pueda necesitar, dándome apoyo siempre.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, quien fue mi guía y protección todos los días, sin duda no lo hubiera podido lograr sin él, agradecer a los amigos que pude conocer a lo largo de esta carrera universitaria.

Un agradecimiento especial a la MSc. Olga Arévalo quien creyó en mi para realizar este trabajo y siempre obtuve su ayuda con toda la predisposición posible, sin ella no hubiera podido lograr y culminar este proceso de investigación, al igual que mi tutor revisor Blgo. David García por sus indicaciones para las mejoras de mi trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.3. HIPÓTESIS.....	8
1.4. OBJETIVOS	8
1.4.1. Objetivo general	8
1.4.2. Objetivo específico.....	8
CAPITULO II.....	9
2.1. ANTECEDENTES.....	9
2.2. MARCO TEÓRICO	12
2.2.1. ¿Qué es el Cacao?.....	12
2.2.2. Tipos de cacao en el Ecuador	14
2.2.3. Transformación del cacao a chocolate	15
2.2.3. Metales Pesados.....	16
2.2.4. Plomo (Pb)	18
2.2.5. El Plomo y Salud	20
2.2.6. Contaminación del cacao por plomo	23
2.3. MARCO LEGAL	25
CAPITULO III.....	27
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1.1. Área de estudio.....	27
3.2. METODOLOGÍA.....	29
3.2.1. Metodología de campo	29
3.2.2. Metodología de laboratorio.....	31
3.2.3. Tratamiento de los datos	37

CAPITULO IV	38
4.1. RESULTADOS	38
4.1.1. Comparación de los resultados con los límites máximos permisibles nacionales e internacionales de Pb en chocolate	39
4.1.2. Valor nutricional del chocolate en polvo	42
4.1.3. Consumo de chocolate en el Ecuador	43
CAPITULO V	44
5.1. DISCUSIÓN	44
CAPITULO VI	47
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIA.....	49
ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del árbol de cacao	13
Tabla 2. Efectos del Pb en la salud.....	21
Tabla 3. Legislación.....	25
Tabla 4. Coordenadas UTM de puntos de muestreo.....	27
Tabla 5. Codificación de muestras.....	30
Tabla 6. Concentración de plomo en muestras de chocolate en polvo, realizado en ANAVANLAB	38
Tabla 7. Comparación de los resultados del laboratorio con las normas establecidas en cada país	39
Tabla 8. Contenido de grasas, colesterol, sodio, carbohidratos, vitaminas	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferencias entre Cacao Nacional y CCN-51.....	14
Figura 2. Procesamiento del cacao a chocolate	16
Figura 3. Exposición hacia los químicos en el ambiente y efectos en la salud de las personas.	18
Figura 4. Fuentes de exposición al plomo	20
Figura 5. Afectación del plomo a la salud	22
Figura 6. Mapa de puntos de muestreo en la Guayaquil	28
Figura 7. Espectrofotometría de Absorción atómica. Proceso.	32
Figura 8. Digestión asistida por Microondas. Proceso.	33
Figura 9. Proceso de preparación de la muestra.	34
Figura 10. Curva de calibración. Proceso.	35
Figura 11. Proceso de cuantificación de muestras	36
Figura 12. Resultados de la muestra	36
Figura 13. Consumo de Chocolate en Ecuador	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Rotulación de muestras	53
Anexo 2. Detalle del número de muestras facturadas	54
Anexo 3. Peso de muestra	55
Anexo 4. Resultado de análisis de una muestra.....	56

INTRODUCCIÓN

El cacao es un producto de exportación a nivel mundial, siendo una de las frutas de mayor demanda para el comercio. Siendo en el continente americano donde se originó, sin embargo, África es líder de la producción con el 73.2%, representado por 4 países, donde uno de ellos es la Costa de Marfil, seguido por el continente americano con el 16.6% y Asia y Oceanía con el 19.2% (Zabala, 2019).

Si bien el cacao es cultivado bajo normas de calidad, está expuesto a contaminación por metales pesados que se pueden encontrar de manera natural o antropogénica en el suelo, aire y agua. De tal forma puede ser absorbido mediante la planta y acumularse en las semillas del cacao, cambiando la concentración química del grano, la cual se va a mantener igual a pesar de los procesos industriales por los que pase la materia prima (Lanza, Churión, Lindo, & López, 2016).

En el Ecuador la producción del cacao juega un papel fundamental en los pequeños, medianos y grandes productores, tanto que en los últimos años se ha logrado aumentar la producción y hasta en el 2019 ocupó el sexto lugar a nivel mundial en producción de cacao (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

Los principales metales pesados que se pueden acumular en las semillas del cacao son el plomo y cadmio, los cuales son altamente peligrosos para la salud, de tal manera que cada país ha generado límites máximos permisibles que continuamente se encuentra actualizándose para la cantidad de concentración de metal pesado que pueda existir en el producto final que va a ser comercializado e ingerido (Jiménez Tabón, 2015).

Según la organización mundial de la salud (OMS), manifiesta que, en el ser humano, el plomo se distribuye en el cuerpo hasta alcanzar el cerebro, el hígado, los riñones y los huesos, donde se va acumulando con el paso del tiempo, teniendo la capacidad de volver a circular por el cuerpo; en el caso de las mujeres que estén en estado de gestación provoca riesgos al feto, de igual manera los niños con desnutrición son vulnerables al plomo porque sus organismos que tienden a absorber mayores cantidades de este metal por la carencia de otros nutrientes, como el calcio (OMS (Organización Mundial de la Salud), 2018).

Se han realizado estudios, analizando muestras de diferentes marcas de chocolate que se distribuyen por todo el mundo. As you sow, 2018 realizó pruebas en laboratorio de 127 productos de chocolate, de los cuales 96 tenían concentraciones de plomo y/o cadmio por encima de Maximum Allowable Dose Level (MADL) de California.

La Environmental Protection Agency (EPA), 2018 junto con otras organizaciones han luchado por proteger la salud pública y el medioambiente, de tal forma usan facultades legales y reglamentarias para reducir la exposición de las personas al plomo y hacer conciencia a que este metal puede estar presente en cualquier medio de ingestión, pudiendo estar expuestos a daños graves a corto y largo plazo.

Dentro de este marco, es fundamental resaltar la importancia de este estudio que abarca la concentración de plomo que puede existir en el chocolate al que la población está expuesta a consumir, principalmente los más vulnerables que son los niños. Dando para ello opciones para reducir el riesgo a este metal a la que todos estamos en continua exposición.

CAPITULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presencia de metales pesados en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) es actualmente un grave problema debido a las concentraciones de plomo presentes en el grano, que se cultiva en varias zonas agrícolas del Ecuador, al realizarse la transformación del cacao en Ecuador se obtiene diferentes productos que cumplan las normas establecidas y estén libres de contaminantes, más sin embargo existe una preocupación a escala nacional debido a la posible presencia de plomo en las semillas debido a su expendio en diversos mercados (Humani Yupanqui, Huauya Rojas, Mansilla Minaya, Florida Rofner, & Neira Trujillo, 2012).

Si bien es cierto este metal, puede acumularse en el organismo, también puede ocasionar serias enfermedades que lo deterioran lentamente. Adicionalmente la falta de control de las autoridades en lo referente a la presencia de metales pesados en productos derivados del cacao, la falta de revisión del estado actual legal del plomo como contaminante del cacao y sus derivados en Ecuador, y esto sumado con la escasa investigación al respecto con el fin de realizar una reflexión sobre la necesidad de legislar o no un contaminante en matrices alimentarias (OMS (Organización Mundial de la Salud), 2010).

En lo referente a la contaminación del cacao con plomo, según algunos estudios se ha confirmado que este metal toxico se encuentra a una concentración de $\leq 0,005$ mg/kg (miligramo / kilogramo) en el cacao de seis fincas en Nigeria, dicha concentración se incrementa durante la elaboración de derivados del cacao hasta alcanzar un valor de 0,23 mg/kg para cacao en polvo y hasta 0,07 mg/kg para chocolate. Este promedio está mayormente basado en la contaminación proveniente

de la atmosfera, ya que el cacao tiene la capacidad de absorber el plomo, que puede ser encontrado en los gases emitidos por los vehículos que pasan cerca de las vías durante el secado solar del cacao y/o por las máquinas o equipos que trabajan con combustible durante la fabricación de derivados de cacao. Estudios encontrados de Malasia determinaron que el plomo en el cacao y sus derivados pueden tener concentraciones 7,21 mg/kg al 9,14 mg/kg (El Salous & Pascual, 2018).

Los efectos tóxicos del plomo en los niños de corta edad pueden ocasionar graves y permanentes problemas en su salud, afectando en particular al desarrollo del cerebro y del sistema nervioso. El plomo también ocasiona daños duraderos en los adultos, por ejemplo, aumenta el riesgo de hipertensión arterial y de lesiones renales. De acuerdo con investigaciones publicadas en *Environmental Health Perspectives*:

"...la dinámica en la industria es capaz de dominar el flujo total del plomo en el ambiente y se han convertido en fuentes principales de plomo contaminante en muchos productos alimenticios, como los dulces. Esto sigue siendo así, a pesar de las medidas que se tomaron recientemente para reducir la contaminación de plomo en el ambiente y para minimizar la exposición humana al plomo, las cuales han disminuido las concentraciones de este metal en los alimentos y en las poblaciones humanas". (Rubio, y otros, 2004)

Dentro del Ecuador se ha estimado que el consumo de chocolate per cápita es de 300 y 500 gramos por personas al año, en comparación con Alemania en donde se promedia el consumo de 9 kilos por persona al año, conociendo que en otros países tienen varían las costumbres al momento de consumir chocolate, esta cifra denota las diferencia en el consumo local que realiza Ecuador. (Ecuador Land of Chocolate, 2016)

La Revista Líderes (2016), dio a conocer que el consumo de chocolate se ha incrementado 36%, al pasar de 118.3 millones en ventas en el 2015 a 123 millones en el 2016, así mismo detalla que la competencia entre marcas nacionales va incrementándose, en conjunto con la imaginación para innovar el producto final que va a ser consumido, siendo el chocolate oscuro, el cual contiene entre 70% y 80% de cacao el más adquirido, y al mismo tiempo el producto más sano, debido a que es el más puro.

La frecuencia del consumo de chocolate varia por edades y de esta dependerá la forma física por la que van a consumir el chocolate, sin embargo para que una marca de chocolate sea fácilmente adquirida por los consumidores se va a determinar por algunos factores importantes que son: el precio del chocolate, el sabor y la facilidad de adquirir el producto, dicho esto por lo general el consumidor no se enfoca a la composición nutricional con la que aporta el chocolate (Erazo Castro & Garcia Chang, 2016).

1.2. JUSTIFICACIÓN

En función al problema planteado, el consumo de alimentos que contiene plomo debe ser regulado y así contribuir a la buena salud de los consumidores de este tipo de productos. A nivel internacional, La Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) afirma que los niños no deberían consumir más de 0,003 miligramos de plomo al día, provenientes de los dulces y por consiguiente el estudio permitirá determinar cuánto es el valor de concentración de plomo y evitar problemas, que afecten la salud de niños y adultos (FDA (U.S. Food and Drug Administration), 2020).

El cacao es una fruta tropical, sus cultivos se encuentran mayormente en el Litoral y en la Amazonía. Es un árbol con flores pequeñas que se observan en las ramas y producen una mazorca que contiene granos cubiertos de una pulpa rica en azúcar. En Ecuador se cultivan dos tipos de cacao: el Cacao CCN-51 y el denominado Cacao Nacional (Lorenzo M. , Reyes, Blanco, & Vasallo, 2010).

Ecuador tiene una participación del 63% en este segmento del mercado mundial (de acuerdo con las estadísticas de ProEcuador). Otro dato muy importante es que, en el 2011, Ecuador recibió el premio como "mejor cacao por su calidad oral" y "mejor grano de cacao por región geográfica" en el Salón du Chocolat en París, Francia (Guerrero, 2013)

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 621, que establece los requisitos, definiciones y características que deben cumplir los diversos tipos de chocolate preparados a partir de cacao sin cáscara ni germen, cacao en pasta, torta del prensado de cacao y cacao en polvo, con la adición de sustancias tales como azúcares, manteca de cacao, productos lácteos e ingredientes facultativos previstos en esta norma, según

el tipo de chocolate deseado, y al cual se adicionan ingredientes o sustancias aromatizantes con el objeto de modificar en forma característica las propiedades organolépticas del producto final (INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), 2013).

Mediante un estudio usando el método de Espectrometría de masas de plasma acoplado por inducción, se analizaron las concentraciones de metales pesados en el chocolate en polvo, en donde se encontró como resultado $1,228 \pm 0,146$ mg /kg de plomo, el cual se determinó que posee 350% más concentración a lo anteriormente conocido para las cascarillas de la variedad Nacional Arriba y aproximadamente 700% más alto que lo reportado para las cascarillas del cacao CCN 51 (Dico, 2017).

En todo el mundo se han tomado medidas para reducir la exposición al plomo a través de los alimentos. Estas medidas se han centrado en establecer normas sobre concentraciones de plomo permitidas en alimentos y aditivos alimentarios (FAO (Food and Agriculture Organization), 2018).

Mediante lo anteriormente expuesto se justifica este trabajo de investigación con la finalidad de conocer si existen trazas de este metal como el plomo en el chocolate en polvo de venta en la ciudad de Guayaquil.

1.3. HIPÓTESIS

El chocolate en polvo que se distribuye y comercializa en la ciudad de Guayaquil presenta contaminación por plomo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la presencia de plomo en el chocolate en polvo de venta en la ciudad de Guayaquil-Ecuador.

1.4.2. Objetivo específico

- Cuantificar la concentración de plomo en las tres marcas de chocolate en polvo que se expende en la ciudad de Guayaquil.
- Comparar las concentraciones de plomo obtenidas con las normativas nacionales e internacionales relacionadas a los límites máximos permisibles para plomo de productos derivados del cacao.
- Establecer el nivel de consumo de chocolate en polvo en la ciudad de Guayaquil mediante la pesquisa bibliográfica de los últimos años.

CAPITULO II

2.1. ANTECEDENTES

La cultura del cacao es antigua, se dice que el origen de la siembra de cacao alrededor de 2.000 años antes de Cristo se dio en Mesoamerica es decir: México, Guatemala y Honduras, aunque se han demostrado mediante estudios que hace 5.000 años, la Alta Amazonia ha tenido una diversidad de Theobroma Cacao antes de la llegada de los españoles al suelo Suramericano (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

Fue por el siglo XVI que se establece como negocio a las cosechas de cacao, ya que se notó el valor que los empresarios comenzaron a atribuirle, es así que a las orillas del rio de Guayaquil se lo comenzó a comercializar llamándolo Cacao de Arriba. Si bien es cierto los granos de cacao comenzaron siendo usados como moneda y para la elaboración de una bebida, es ahí cuando deciden llevar sus semillas a Europa en donde a finales del siglo XIX, suizos logran producir el primer chocolate de leche (Guerrero, 2013).

Poco a poco se comenzó la industrialización del chocolate, comenzaba a ser un negocio rentable, en el año 1600 en Guayaquil se obtuvieron las primeras cosechas, a las orillas del rio guayas, es así como nace el nombre Cacao de Arriba. Existen registros que desde 1780 se produce cacao en el Ecuador, pero no es desde 1911 que Ecuador llega a ser uno de los más grandes exportadores (Guerrero, 2013)

Existen diversos estudios que se han realizado alrededor del mundo con el propósito de conocer que sustancias nocivas se encuentran en los alimentos que ingerimos, con

respecto al chocolate se puede mencionar varios de ellos, como por ejemplo el realizado por Jalbani y et al. (2009) se determinaron las concentraciones de tres metales pesados (cadmio (Cd), níquel (Ni) y plomo (Pb)) en chocolates y dulces comercializados en Hyderabad, Pakistán. Las concentraciones se determinaron mediante espectrometría de absorción atómica electrotérmica con un tratamiento previo de la muestra por digestión de ácido asistida por microondas obteniendo resultados que indican que los chocolates a base de cacao tienen un contenido más alto de metales que los chocolates y dulces a base de leche.

En otro estudio realizado por Abt, Fong, Gray, & Posnick (2018) en Estados Unidos para determinar el cadmio y plomo en cacao en polvo y productos de chocolate en el mercado debido a que se conoce que los productos de cacao en polvo y chocolate a veces contienen cadmio y plomo de origen ambiental. Se adquirieron muestras de chocolate en polvo, chocolate negro, chocolate con leche, y granos de cacao obteniendo como resultado que en todos los productos se encontraban metales pesados siendo el cadmio de mayor concentración estableciendo que esta variabilidad se debe a la interacción de ciertos factores como la fuente de Cd y Pb y origen geográfico de los granos de cacao.

Condezo & Huaraca (2018) en su estudio realizado en la ciudad de Lima, Perú para determinar las concentraciones de Pb, Cd y As en granos de cacao y café obteniendo muestras de diferentes productoras de la ciudad de Jaén durante el periodo de Febrero-Julio y realizando el análisis de laboratorio mediante espectrofotometría de absorción atómica mediante horno de grafito obteniendo resultados que determinan que el 50% de las muestras de cacao no superaron el límite máximo permisible establecido por el Codex Alimentarius (2017).

Entre otras de las investigaciones realizados con respecto a metales pesados el estudio realizado por Velazque (2016), donde investigó la presencia de arsenico, cadmio y plomo en chocolate en barra comercializada en Polvos Azules de la ciudad de Lima Metropolitana mediante la adquisicion de muestras de chocolate en barra y la metodologia de laboratorio de espectrofotometria de absorcion atomica por horno de grafito para cadmio y plomo. Se encontro en los analisis de las muestras concentraciones maximas de 0,47 mg/kg en Arsenico, 0,57 mg/kg en Cadmio y y 0,28 mg/kg en Plomo, valores que se encuentran por debajo de los valores máximos permisibles por parte de el Codex Alimentario que determina 1 mg/kg para cada metal.

Entrando en el ambito nacional existen muy pocos estudios en base a la presencia de metales pesados en los granos de cacao y los alimentos en general por lo cual no se cuenta con la información necesaria para establecer algún tipo de comportamiento del metal (Pb) en relacion a los diferentes cultivos y alimentos que se producen en el país.

Según González (2016) el cacao es una materia prima muy valiosa y fundamental para la economia y desarrollo del Ecuador por lo que busca identificar los metales presentes en los granos de cacao y evaluar los limites minimos aceptables de Cd y Pb, estableciendo que los valores dependen mucho de factores como el suelo, la region geográfica y las actividades antropogénicas, estableciendo valores promedios de las concetraciones de plomo y cadmio en los granos de cacao según la etapa en la que se encuentra dentro del proceso de manufacturación de chocolate o productos derivados del cacao.

Argumentando a lo anterior, en la investigación realizada por Díaz, Mendoza, Bravo, & Domínguez (2018) para determinar y conocer las concentraciones presentes de Cd y Pb en las almendras de cacao provenientes del cantón Vines se establecieron 25

fincas de las cuales se obtendrían las muestras (granos de cacao y testa o cascara del grano) para su posterior análisis en el laboratorio obteniendo como resultado que nueve de las 25 fincas analizadas estarían por encima de los límites máximos permisibles establecido por la Unión Europea.

En un análisis de varias áreas cacaoteras, se realizó un estudio con el fin de conocer la existencia de plomo, en donde se analizaron los granos frescos del cacao teneindo , granos secos y licor de cacao, donde los resultados reflejaron que se exedió con los LMP establecidos por el Codex y la Union Europea (Del Aguila , 2017).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. ¿Qué es el Cacao?

Se conoce que el cacao se originó en América, en los trópicos húmedos y que se utilizaba en forma de chocolate, según los mitos el árbol era de origen divino y sus semillas provenían del cielo (por eso su composición theos: Dios en griego y broma: alimento). Entre los factores climáticos propicios para su cultivo son la lluvia, temperatura siendo estos los más importantes y en segundo plano, pero no menos importantes tenemos el viento y la radiación ya que el árbol se desarrolla bajo sombra (Anacafé, 2004) (Tabla 1).

Según Guijarro (2016) el cacao se considera uno de los principales productos de exportación en el Ecuador, conocido como la “pepa de oro” produce grandes ingresos y es un aporte significativo a la economía del País ya que se puede generar en la mayor parte del territorio nacional, es un producto emblemático del Ecuador por el cual es reconocido mundialmente debido a su calidad y aroma. Estas características como

textura, olor, color y sabor los hacen muy solicitados para la producción de chocolate fino (Naranjo, 2014).

A continuación, en la tabla 1 se detallan características del árbol de cacao:

Tabla 1. Características del árbol de cacao

Nombre científico	<u>Theobroma cacao</u>
Forma	Árbol Pequeño
Altura	4-7 metros (cultivado) 20 metros o más (cacao Silvestre)
Hojas	Copa densa, 4- 15 cm de ancho, hojas grandes y colgantes
Tronco	Posee diferentes brotes ortotrópicos
Raíz	Alcanzan hasta una profundidad de 2 metros en condiciones óptimas. Hermafroditas
Ramas	En forma de abanico
Corteza	Color castaño oscuro, delgada y áspera
Flores	Se encuentran a lo largo del tronco Color purpura, blanca y rosa en forma de estrella y con 5 pétalos
Fruto	Baya grande conocida como “mazorca” amarilla o rojiza, ovalada que contiene entre 30 a 40 semillas aproximadamente
Semillas	De sabor amargo, cubiertas por una capa mucilaginosa, conocidos de manera general como granos de cacao

Fuente: Icaza (2016)

2.2.2. Tipos de cacao en el Ecuador

En un estudio por parte de la ESPAE (2016) menciona que en el Ecuador se cultivan dos tipos de cacao que son Nacional Arriba (cacao fino de aroma) y Colección Castro Naranjal 51 (CCN-51) siendo la región costa la de mayor producción de cacao con una tendencia de crecimiento e incorporando alrededor de 600 mil personas a las actividades de producción, transformación y venta de cacao como sus productos derivado indicando sus características en la Figura 1.

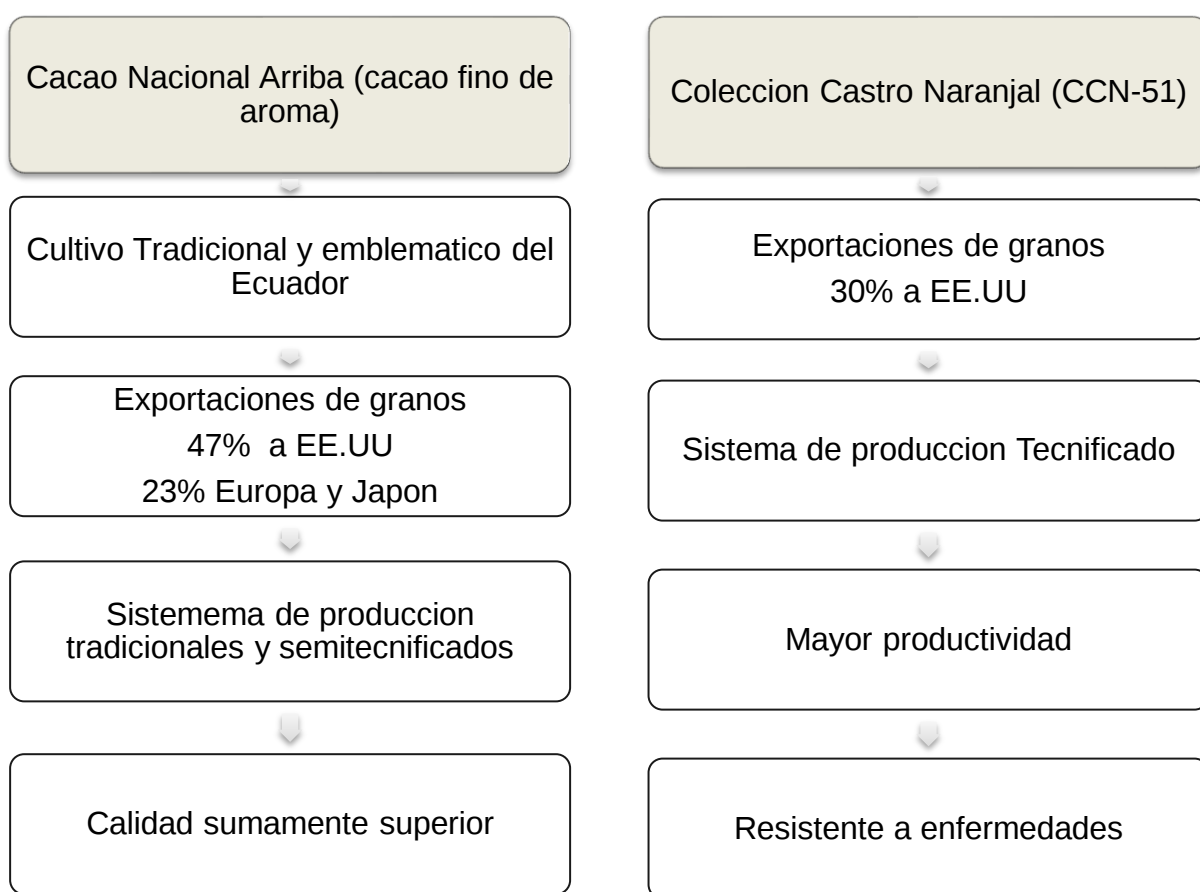


Figura 1. Diferencias entre Cacao Nacional y CCN-51

Fuente: Anecacao (2015)

Se analizó de manera estratégica la industria de producción de Cacao estableciendo al Ecuador como el principal productor del mundo de cacao fino o de aroma y cuarto en producción de cacao en general pero también se establecieron varias debilidades como el bajo nivel de productividad en comparación a los competidores, déficit en tecnificación, pocos o nulos incentivos para los productores y el largo eslabón que deben seguir para la comercialización del cacao como materia prima o productos derivados (Acebo, 2016).

2.2.3. Transformación del cacao a chocolate

Para el proceso de transformación industrial de los granos de cacao a productos derivados del mismo se utiliza un sin número de operaciones para obtener diferentes productos. Se puede determinar según la finalidad del producto como industriales molineros y fabricantes de chocolate ya que los primeros suelen dar origen a materia prima para usos alimentarios y farmacéuticos como el licor, manteca, torta y polvo de cacao; mientras que los otros se dedican a realizar productos para confitería y chocolates en diferentes presentaciones (Véase Figura 5). No existe un proceso específico para la elaboración del chocolate, pero existen ideas básicas que comparten las empresas molineras de cacao y de transformación a chocolate (Liendo, 2005).

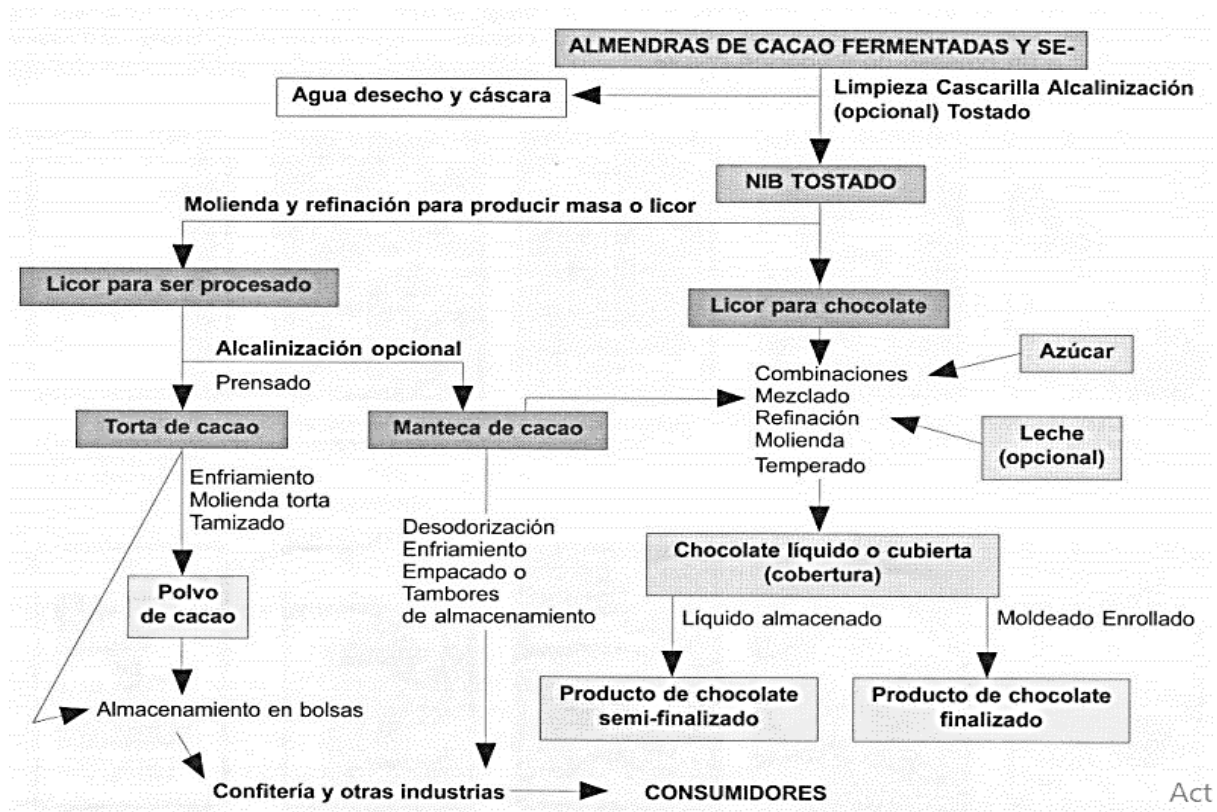


Figura 2. Procesamiento del cacao a chocolate

Fuente: Liendo (2005)

2.2.3. Metales Pesados

Los metales se producen naturalmente en la corteza terrestre, y su contenido en el medio ambiente puede variar entre diferentes regiones que resulta en variaciones espaciales de las concentraciones de fondo. La distribución de metales en el medio ambiente se rige por las propiedades del metal y la influencia de factores ambientales (Khelifi & Hamza Chaffai, 2010). Estas sustancias ingresan al ambiente por medios naturales y antropogénicos. Tales fuentes incluyen: intemperie natural de la corteza terrestre, minería, erosión del suelo, descarga industrial, escorrentía urbana, efluentes de aguas residuales, agentes de control de plagas o enfermedades aplicados a las plantas, las consecuencias de la contaminación atmosférica entre otras (Ming-Ho,

2016).

El plomo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg), y arsénico (As) están ampliamente dispersos en el ambiente. Estos elementos no presentan ningún beneficio para los humanos y no hay un mecanismo de homeostasis conocido para ellos (Draghici et al., 2010; Vieira et al., 2011). Generalmente se consideran los más tóxicos para los seres humanos y los animales; los efectos adversos para la salud humana asociados con la exposición a ellos, incluso a bajas concentraciones, son diversas e incluyen, pero no se limitan a, acciones neurotóxicas y cancerígenas (Castro González & Méndez Armenta, 2008; Jomova & Valko, 2011; Tokar, Benbrahim Tallaa, & Waalkes, 2011).

Aunque la toxicidad y la amenaza resultante para la salud humana de cualquier contaminante son, por supuesto, una función de concentración es bien sabido que la exposición crónica a metales pesados y metaloides a niveles relativamente bajos puede causar efectos adversos (Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ATSDR), 2007).

Por lo tanto, existe una creciente preocupación, principalmente en el mundo desarrollado, por las exposiciones, las ingestas y la absorción de metales pesados por parte de los seres humanos (véase Figura 2). Las poblaciones demandan cada vez más un entorno limpio en general, y las reducciones en la cantidad de contaminantes que llegan a las personas como resultado del aumento de las actividades humanas (Figueroa, 2008).

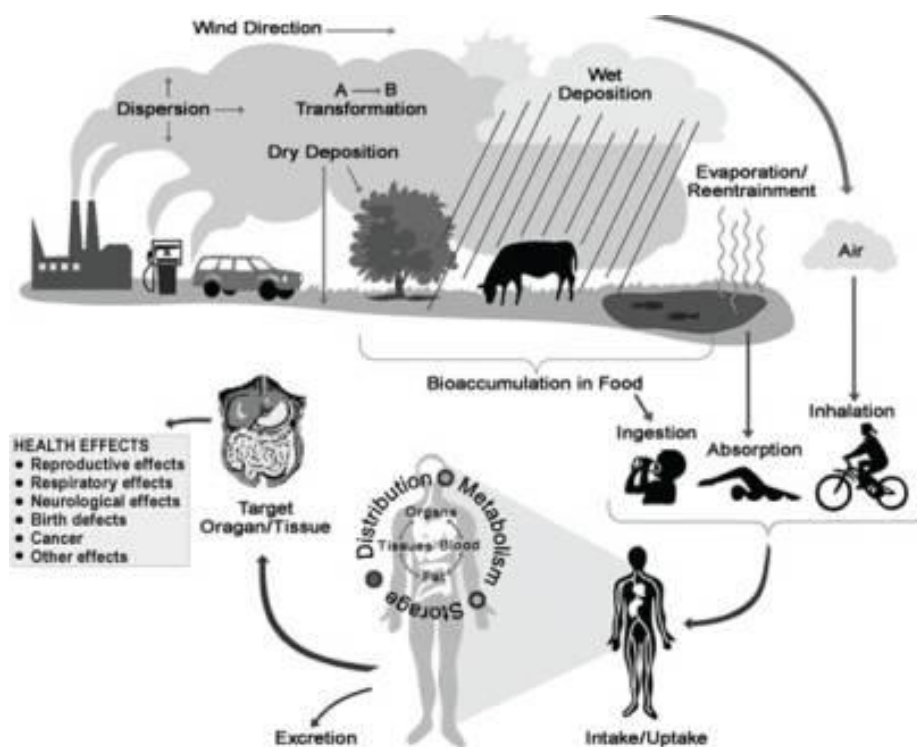


Figura 3. Exposición hacia los químicos en el ambiente y efectos en la salud de las personas.

Fuente: Wani, Ara, & Usmani (2015)

2.2.4. Plomo (Pb)

El plomo como elemento toxicológicamente relevante ha sido introducido en el medio ambiente por el hombre en grandes cantidades, a pesar de su baja movilidad geoquímica ya se ha distribuido en todo el mundo y se lo considera uno de los problemas más graves de contaminación por sustancias tóxicas (Oehlenschläger, 2002). Es un tóxico acumulativo que afecta a varios sistemas corporales, incluyendo el neurológicas, hematológicas, gastrointestinales, el sistema cardiovascular y renal (WHO (World Health Organization), 2010).

Las concentraciones de plomo en el agua profunda de los océanos son alrededor de 0.01-0.02 µg/L pero en la superficie de los océanos es de 0.3 µg/L (Castro González

& Méndez Armenta, 2008). El plomo continuo con un número importante de usos hasta los días actuales (Fuentes de exposición Figura 3); desde sábanas para techos hasta pantallas para rayos X y emisiones radiactivas, el plomo es omnipresente y se puede encontrar como plomo metálico, iones inorgánicos y sales (Harrison, 2001). El plomo no cumple con ninguna función esencial en el hombre.

El plomo es el elemento pesado tóxico más importante en el ambiente. Debido a sus importantes propiedades fisicoquímicas, su uso puede ser rememorado en tiempos históricos. Globalmente se encuentra distribuido abundantemente, importante pero peligrosa químicamente en el ámbito ambiental (Wani, Ara, & Usmani, 2016).



Figura 4. Fuentes de exposición al plomo

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2016)

2.2.5. El Plomo y Salud

La cadena de contaminación de metales pesados casi siempre sigue un orden cíclico: industria, atmósfera, suelo, agua, alimentos y humanos. Aunque algunos individuos están expuestos principalmente a estos contaminantes en el lugar de trabajo, para la mayoría de las personas la principal vía de exposición a estos elementos tóxicos es a través de la dieta (agua y comida) (Morais, García, & De Lourdes, 2012).

Se estima que el alimento es uno de las mayores fuentes de exposición de plomo; los otros son aire (principalmente las partículas de plomo procedente de la gasolina) y

agua para el consumo humano. Los alimentos provenientes de plantas pueden estar contaminados con plomo a través de su absorción en el aire ambiente y el suelo; los animales pueden ingerir la vegetación contaminada con plomo. En humanos la ingesta de plomo puede provenir de comer vegetales, frutas o animales contaminados con plomo. Otra fuente de ingestión es mediante el uso de recipientes que contienen plomo o esmaltes de cerámica a base de plomo (Ming-Ho, 2016).

Los huesos y los dientes de los adultos contienen más del 95% de la carga corporal total de plomo. Los niños son particularmente sensibles a este metal debido a su más rápida tasa de crecimiento y metabolismo, con importantes efectos en el sistema nervioso en desarrollo (Castro González & Méndez Armenta, 2008). World Health Organization (2010) indica que el plomo en el cuerpo se distribuye por el organismo, almacenándose en lugares específicos con los huesos, donde se acumula con el pasar del tiempo (Figura 4). La exposición humana puede evaluarse directamente a través de la medición de plomo en sangre, dientes o huesos (huesos y dientes plomo reflejan la exposición acumulativa) (Tabla 2).

Tabla 2. Efectos del Pb en la salud

Nivel de plomo en la sangre	Efectos en la salud
Menos de 5 µg/dL	Niños: Disminución del rendimiento académico, IQ, y medidas cognitivas específicas; el aumento de la incidencia del problema y comportamientos relacionados con la atención. Adultos: Disminución de la función renal, los niveles de plomo en sangre materna asociada con la reducción del crecimiento fetal.

Menos de 10 µg/dL

Niños: Retraso en la pubertad, reducción del crecimiento postnatal, disminución de la audición y IQ

Adultos: Aumento de la presión arterial, el riesgo de la hipertensión y la incidencia de temblor esencial

Fuente: National Institute of Environmental Health Sciences (2013)



Figura 5. Afectación del plomo a la salud

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2016)

2.2.6. Contaminación del cacao por plomo

Para la producción del cultivo de cacao que requieren ciertas especificaciones técnicas en el suelo como: la presencia de abundante materia orgánica, suelos franco arcillosos, buen drenaje, profundos y una topografía regular, siendo uno de los limitantes para el óptimo desarrollo de la planta una capa húmica delgada ya que se erosiona a ritmo acelerado cuando está expuesta al sol, viento y lluvia de manera directa por esa razón se requiere plantas que le proporcionen sombra y genere nutrientes a los suelos siendo las leguminosas la opción favorita para la asociación de cultivos. El cacao se desarrolla con un pH entre 4 y 7 y en general en una gran diversidad de suelos con diferentes características (Anacafé, 2004).

La presencia de metales pesados en los granos de cacao representa una amenaza para los productores del cacao, ya que el alto contenido de metales pesados podría afectar la exportación de granos de cacao. Este cultivo está en alta demanda para la fabricación de licor de cacao, manteca de cacao, y chocolate, etc. El chocolate se ha atribuido al logro de una salud y desarrollo humano óptimo debido a su alto contenido de flavonoides que son cruciales para reducir el riesgo o retrasar el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, cáncer y otras enfermedades relacionadas con la edad (Afoakwa, 2008; Cooper, Donovan, Waterhouse, & Williamson, 2008).

El Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn) y Zinc (Zn) a bajas concentraciones son esenciales para los procesos bioquímicos y fisiológicos en las plantas, mientras que el Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) no tienen un papel conocido en las plantas (Benavides, Gallego, & Tomaro, 2005). La acumulación de metales pesados en las plantas se ve afectada por varios factores como el pH, el contenido de materia orgánica y el tex-ture del suelo, el genotipo de la planta y el contenido de metales pesados en el medio de crecimiento (Alloway, 2013; Businelli, Massaccesi, Said-Pullicino, & Gigliotti, 2009). La acumulacion de metales pesados en las plantas varia

según los elementos y la especie de la planta (Vaculík, y otros, 2012; Jan & Parray, 2016).

La OMS (WHO (World Health Organization), 2010) menciona que la cantidad de plomo en vegetación destinada como alimento depende de las concentraciones de suelo y es mayor alrededor de las minas y fundiciones. Los cereales pueden contener altos niveles de plomo, y las especias pueden estar contaminados con plomo. El uso de plomo como soldadura en latas de bebidas y alimentos (que ahora es decreciente) puede aumentar considerablemente el contenido de plomo en los alimentos o bebidas, especialmente en el caso de alimentos o bebidas ácidas. En el caso de las bebidas alcohólicas tienden a ser ácidas, el uso de productos que contengan plomo en su fabricación, distribución o almacenamiento elevará los niveles de plomo. Fumar tabaco aumenta la incorporación de plomo.

La concentración de Pb en los granos del cacao está relacionada con la presencia de limo, arena, Fe, Zn y Cu en el suelo. Esto se puede atribuir a las interacciones de Fe, Zn y Cu con Pb en la competencia por la absorción por la planta (Alloway, 2013). Nan, Li, Zhang, & Cheng (2002) Reportaron correlaciones positivas entre la concentración de Pb en los granos y la concentración de Zn en el suelo.

2.3. MARCO LEGAL

Tabla 3. Legislación

<i>Ley</i>	<i>Acuerdo ministerial</i>	<i>Descripción</i>
La Constitución de la República del Ecuador	Art. 66, inciso 2	“El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios (Asamblea Nacional Constituyente, 2008)
	Art. 13	Este artículo describe que todos los ciudadanos deben obtener alimentos en buenas condiciones.
	Art. 281, inciso 13	Se protegerá a los ciudadanos a consumir alimentos no contaminados, para garantizar el buen estado de salud (Asamblea Nacional Constituyente, 2008)
La Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria	Art. 3	Se dispone a asegurar que los alimentos que los ciudadanos van a ingerir sean sanos y disponibles para consumirlos Se motiva a que los cultivos sean naturales, enfocándose a consumo alimenticio de los mismos y no a la utilización de la biomasa para otros fines (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010)

Norma Ecuatoriana	Técnica NTE	INEN 621:2010	Esta norma detalla las características que debe obtener el chocolate para ser consumido. Determina que para el chocolate el límite máximo permisible de plomo es 1 mg/kg. (INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), 2013)
Norma Mexicana	Oficial NOM-	186-SSA1/SCFI-2013, chocolate y productos similares, y derivados del cacao.	Se especifica en esta norma los procesos sanitario y para importación donde el plomo tiene como límite de contaminante 1 mg/Kg en el chocolate.
Food Code	Standards (Código de Normas Alimentarias)	Australia y Nueva Zelanda	Establece los niveles máximos de metales pesados para alimentos. Para el plomo se mencionan varios alimentos, entre ellos el chocolate y productos del cacao con niveles máximos de 0,068 mg/kg (Food Standards Australia New Zealand, 2014).
<i>Código Alimentario Argentino</i>	<i>Decreto 2126/1971</i>	<i>Capítulo III – Artículo: 155 al 183 – De los Productos Alimenticios.</i>	<i>Para el plomo, el código establece límites de 0,2 mg/kg para Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao y de 0,4 mg/kg para Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao (Gobierno de Argentina-Ministerio de Salud, 2017).</i>

Elaborado por: Zambrano, D.

CAPITULO III

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Área de estudio

Al ser Guayaquil una ciudad principal del Ecuador y ser una de mayor población fue escogida para ser el área de estudio, donde se seleccionaron tres puntos estratégicos de la parte Norte, Sur y Centro de la ciudad, escogiendo dentro tiendas y supermercados de manera aleatoria para la toma respectiva de cada muestra.

Se establecieron dos puntos en el Norte donde se obtuvieron tres marcas seleccionadas por cada punto, en el Centro se estableció un punto en donde se adquirieron las marcas y el en Sur se realizó el mismo procedimiento que en el sector Norte, con un total de 5 puntos de muestreo (Tabla 4) ;(Figura 6).

Tabla 4. *Coordenadas UTM de puntos de muestreo*

Puntos	Puntos de muestreo	Coordenada X	Coordenada Y
Punto 1	Norte	623072,59	9762580,97
Punto 2	Norte	621654,42	9762898,47
Punto 3	Centro	623580,60	9755807,62
Punto 4	Sur	624575,43	9757987,80
Punto 5	Sur	621485,09	9756442,63

Elaborado por: Zambrano, D.

ÁREA DE ESTUDIO

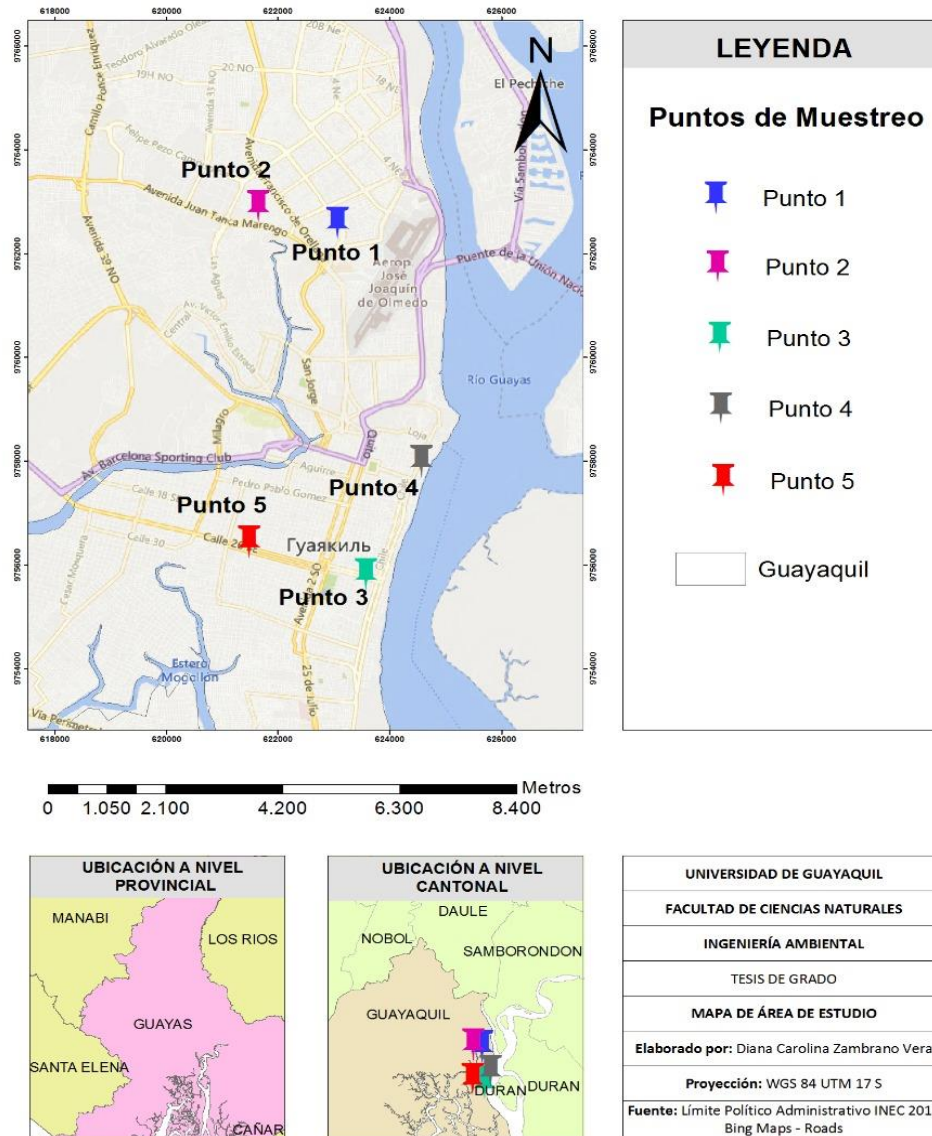


Figura 6. Mapa de puntos de muestreo en la Guayaquil

Elaborado por: Zambrano, D.

La ciudad de Guayaquil posee una superficie aproximada de 345 km² (Guayaquil es mi destino, 2013), de tal forma sectoricé la ciudad en tres, estableciendo Norte, Centro y Sur, en donde tomare dos puntos en el norte de manera aleatoria, con una

distancia prudente entre cada punto y de la misma forma lo realice en el Sur; en el Centro establecí un solo punto debido su dimensión más reducida.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Metodología de campo

3.2.1.1. *Toma de muestra*

Para la selección de las tres marcas que fueron enviadas para su análisis, se seleccionaron las de mayor consumo y que son comercializadas en Guayaquil, de tal manera que se pueda tomar como referencia mediante los resultados de análisis obtenidos del laboratorio.

De tal manera habiendo tomado 5 puntos y tres marcas, se obtuvo un total de 15 muestras para proceder a codificarlas previa al análisis y posteriormente enviarlas de manera correcta para su procesamiento, de esta manera se escogieron las muestras de forma aleatoria entre supermercados y tiendas, tomando como cuidado en el número de lote que no sea repetido, con el objetivo de hacer el análisis de las muestras de forma más variada y efectiva.

3.2.1.2. *Rotulación*

Se determinó un código de fácil identificación para las muestras, siendo la inicial de la zona donde se adquirió el producto la primera letra de la codificación, estableciendo N para el Norte, C para Centro o S para Sur; la segunda letra de la codificación indica la inicial de la marca seleccionada (Anexo 1), con un número total de 15 muestras

codificadas de acuerdo a lo anteriormente descrito (Ver tabla 5 Codificación de muestras).

Tabla 5. Codificación de muestras

Área	Marca	Código	Número de muestras
Norte	R	NR	n= 2
	C	NC	n= 2
	U	NU	n= 2
Centro	R	CR	n= 1
	C	CC	n= 1
	U	CU	n= 1
Sur	R	SR	n= 2
	C	SC	n= 2
	U	SU	n= 2
Total de número de muestras			15

Elaborado por: Zambrano, D.

3.2.1.3. Envío de análisis a laboratorio

De las tres marcas se adquirieron presentaciones de chocolate entre 200 a 250 gramos, estableciendo un total de 15 muestras (Véase Anexo 2), siendo 5 de cada marca seleccionada, para el análisis de plomo en el chocolate, se realizó el procedimiento según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 537:2013 en el cual nos indica los parámetros para el muestreo de productos derivados del cacao (INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), 2013), se traspasó el producto de su funda

original a fundas ziploc, cada muestra tuvo un peso de 160 gr, una vez lista, se realizó él envió para su análisis al se

3.2.2. Metodología de laboratorio

3.2.2.1. *Análisis de laboratorio*

El Método de Espectrometría de Absorción Atómica a Llama, es la metodología más frecuente para determinar las concentraciones de metales pesados, debido a sus técnicas analíticas (Lorenzo M. , Reyes, Blanco, & Vasallo, 2010).

En la figura 7, se encuentra detallada el proceso o técnica de laboratorio Acreditados con la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025: 2006, utilizando la técnica de espectrofotometría de absorción atómica en horno de microondas.

Se conoce que este método mide la proporción de energía a la longitud de onda que es absorbida por la llama, la cual es proporcional a la concentración del elemento en la muestra. Siguiendo como referencia basado en el método estándar de la EPA 7000 A: “Métodos de Absorción Atómica” y en el método EPA 3051: “Digestión Ácida asistida por Microondas de sedimentos, lodos, suelos y aceites”.

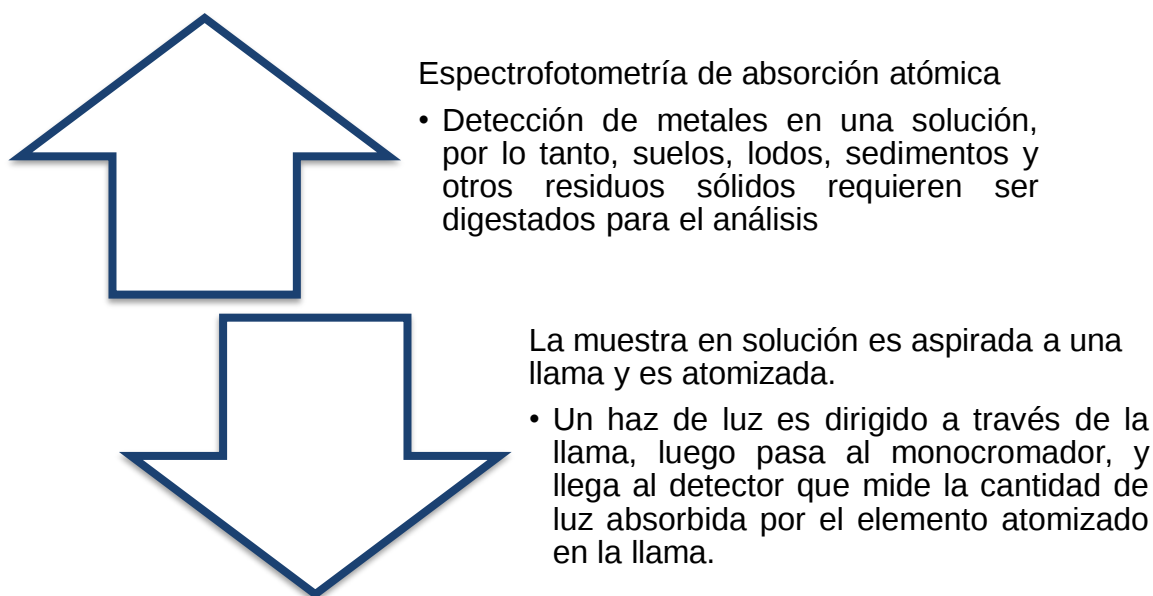


Figura 7. Espectrofotometría de Absorción atómica. Proceso.

Fuente: Zambrano, D.

3.2.2.2. Condiciones ambientales

Se conservaron las muestras mediante los requisitos ambientales durante el periodo de ensayo, con temperatura entre 15 y 30°C y humedad relativa entre 20 y 80%.

3.2.2.3. Digestión asistida por microondas

Previo al análisis de espectrometría de absorción atómica las muestras son transformadas a solución, mediante el método de digestión asistida por microondas explicando los pasos en la Figura 8.

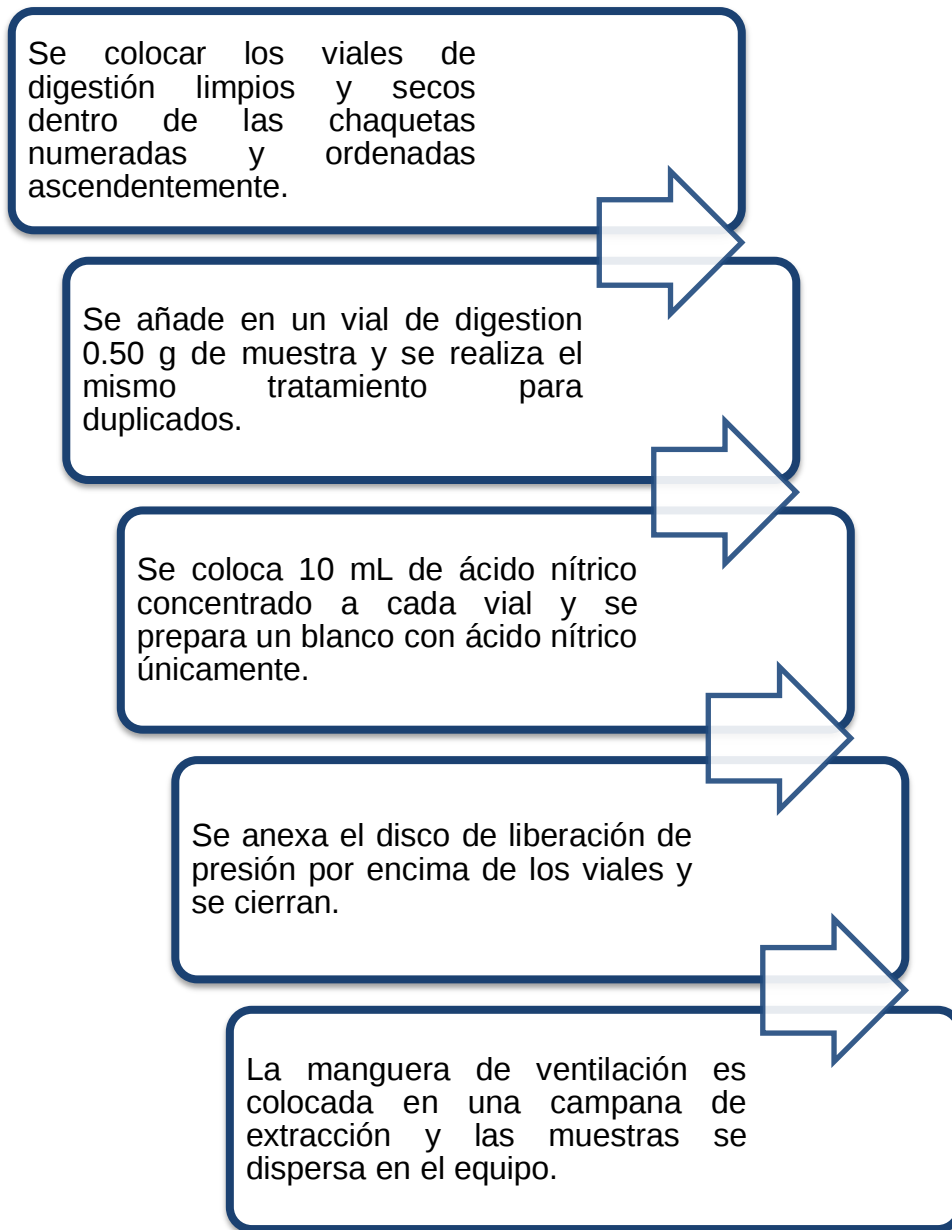


Figura 7. Digestión asistida por Microondas. Proceso.

Elaborado por: Zambrano, D.

3.2.2.4. Preparación de las muestras

Previo al análisis, se realiza una preparación de la solución adquirida indicando que las muestras se encuentran en la condición ideal, realizando un proceso que posee varios pasos a seguir indicados en el siguiente esquema (ver Figura 9).

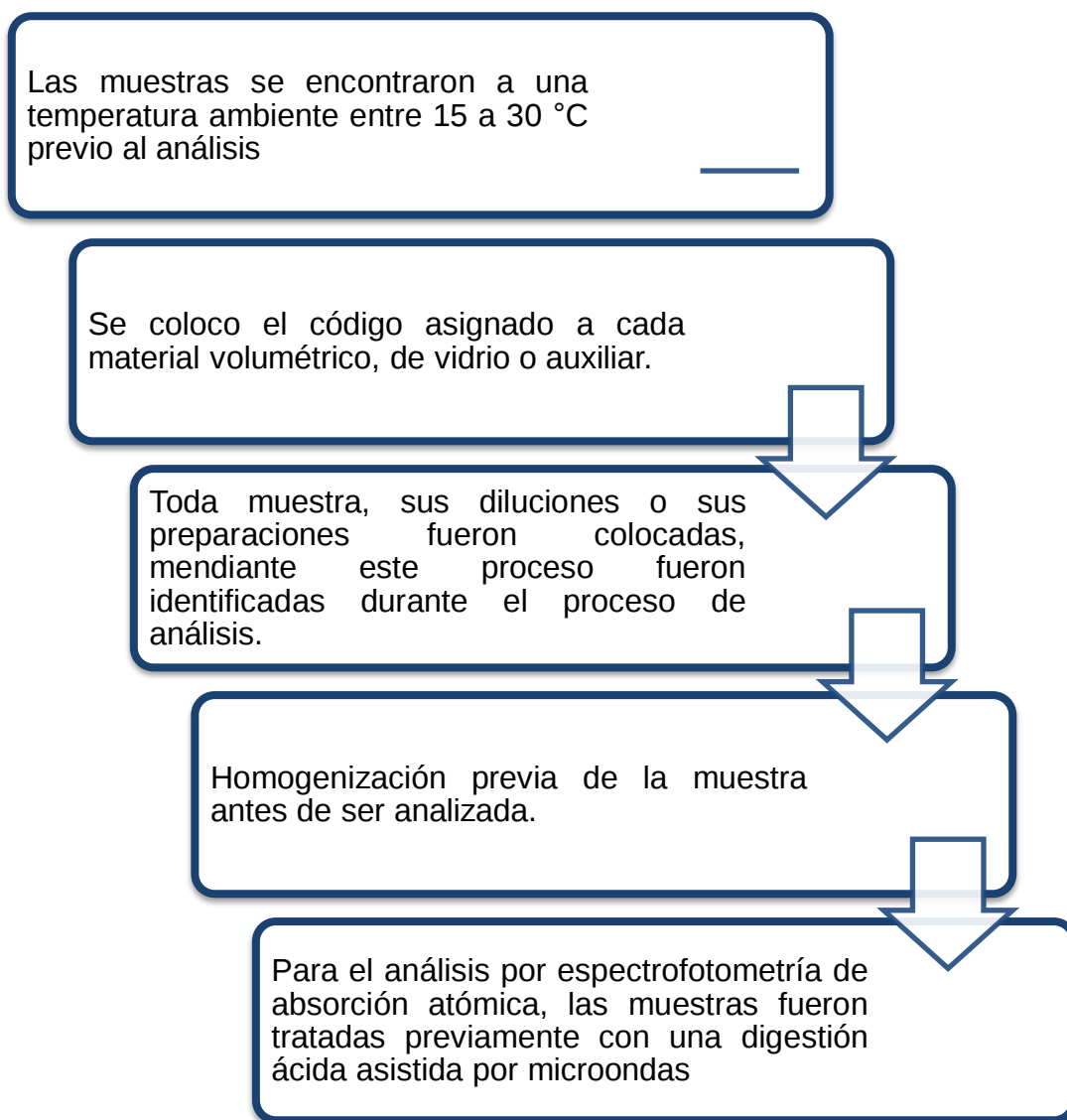


Figura 8. Proceso de preparación de la muestra.

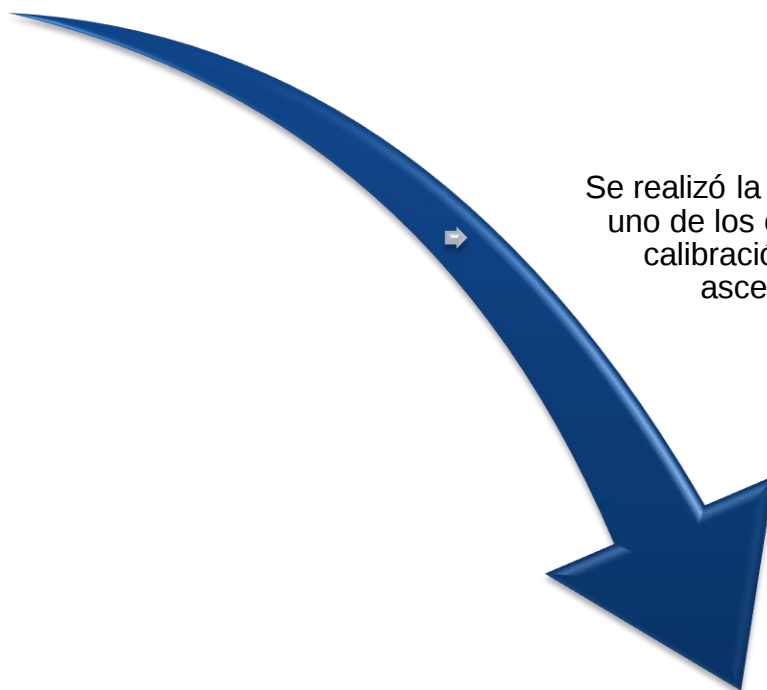
Fuente: Zambrano, D.

3.2.2.5. Análisis de metales pesados

3.2.2.5.1. Curva de calibración

Se realizó la cuantificación relacionando la concentración del metal en mg/L de Plomo (Accustandard) con la señal producida y se construyó la curva de calibración. Véase Figura 10.

Se aspiró un blanco
previamente digerido.



Se realizó la lectura de cada
uno de los estándares de
calibración en forma
ascendente.

Al finalizar la lectura del último estándar,
apareció el resumen de la curva de
calibración, y se registró la curva en el formato
de análisis del metal correspondiente y se
revisó el cumplimiento de los parámetros.

Figura 9. Curva de calibración. Proceso.

Elaborado por: Zambrano, D.

3.2.2.5.2. Cuantificación de muestras

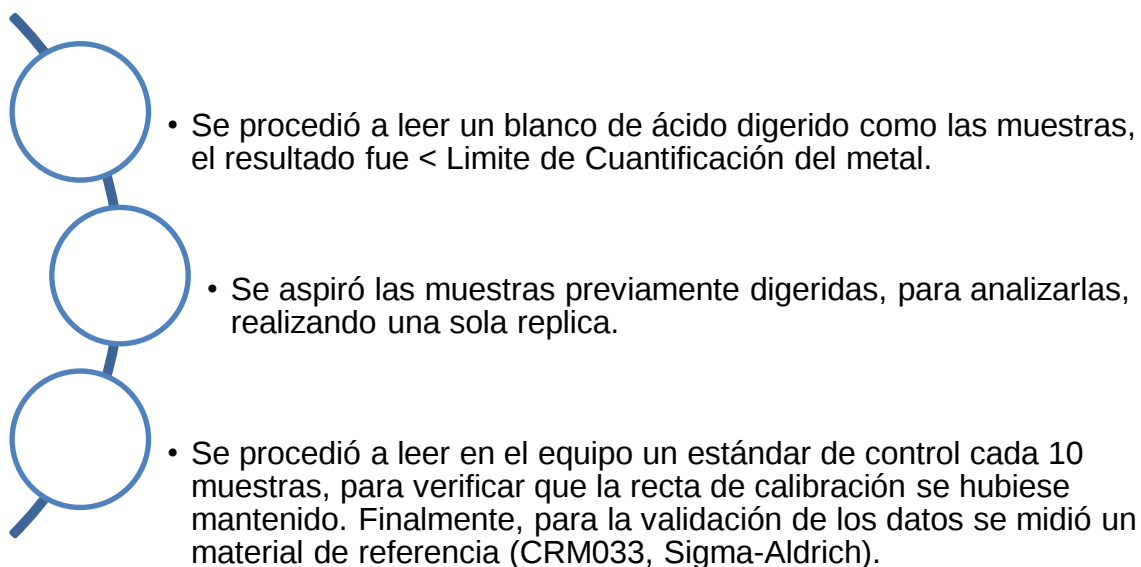


Figura 10. Proceso de cuantificación de muestras

Elaborado por: Zambrano, D.

3.2.2.5.3. Resultado de la muestra

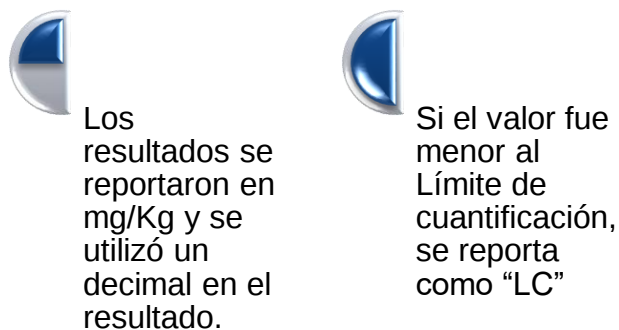


Figura 11. Resultados de la muestra

Elaborado por: Zambrano, D.

3.2.3. Tratamiento de los datos

Una vez adquiridos los análisis de las muestras se procede a examinar los resultados mediante los programas Minitab 2016 y Excel 2016 para obtener imágenes comparativas utilizando los datos proporcionados.

Los resultados van a ser comparados con valores de límites máximos permisibles frente a normas de leyes nacionales e intencionales, para así proceder a analizar la norma del mismo metal como es el plomo en diferentes países, y que tan necesario es que las leyes sean cada vez más estrictas al momento de analizar el plomo en el chocolate.

CAPITULO IV

4.1. RESULTADOS

Los resultados de los análisis realizados en el laboratorio acreditado se pudieron evidenciar que no hay presencia del metal plomo en las muestras de chocolate en polvo al registrar valores <1.0 mg/kg (Tabla 6).

Tabla 6. Concentración de plomo en muestras de chocolate en polvo, realizado en ANAVANLAB

Sector	Código	Rango de Trabajo (mg/Kg)	mg/kg	Puntos
Norte	NR1	20 a 500	< 1,0	Punto 1
	NC1	20 a 500	< 1,0	
	NU1	20 a 500	< 1,0	
Norte	NR2	20 a 500	< 1,0	Punto 2
	NC2	20 a 500	< 1,0	
	NU2	20 a 500	< 1,0	
Centro	CR1	20 a 500	< 1,0	Punto 3
	CC1	20 a 500	< 1,0	
	CU1	20 a 500	< 1,0	
Sur	SR1	20 a 500	< 1,0	Punto 4
	SC1	20 a 500	< 1,0	
	SU1	20 a 500	< 1,0	
Sur	SR2	20 a 500	< 1,0	Punto 5
	SC2	20 a 500	< 1,0	

SU2	20 a 500	< 1,0
-----	----------	-------

Elaborado por: Zambrano, D.

4.1.1. Comparación de los resultados con los límites máximos permisibles nacionales e internacionales de Pb en chocolate

La concentración de plomo en las tres marcas de chocolate en polvo que se distribuye en Guayaquil, limitaron la comparación con las normativas vigentes, al no registrar una concentración de plomo en las muestras analizadas. Por consiguiente, la normativa nacional Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 621:2010 y tres normativas internacionales que son: Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2013 quienes establecen un LMP de 1 mg/kg de plomo, Food Standards Code (Código de Normas Alimentarias) Australia y Nueva Zelanda (0.068 mg/kg), y el Código Alimentario Argentino (0.4 mg/kg) establecieron que se las muestras se encuentran bajo la norma (Tabla 7).

Tabla 7. Comparación de los resultados del laboratorio con las normas establecidas en cada país

<i>Normativa nacional</i>				<i>LMP</i>	<i>Marca</i>	<i>Concentración mg/kg</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 621:2010				1 mg/kg	Marca 1	< 1,0
					Marca 2	< 1,0
					Marca 3	< 1,0
Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2013				1 mg/kg	Marca 1	< 1,0
					Marca 2	< 1,0

		Marca 3	< 1,0
Food Standards Code (Código de Normas Alimentarias) Australia y Nueva Zelanda	0,068 mg/kg	Marca 1	< 1,0
		Marca 2	< 1,0
		Marca 3	< 1,0
Código Alimentario Argentino	0,4 mg/kg	Marca 1	< 1,0
		Marca 2	< 1,0
		Marca 3	< 1,0

Elaborado por: Zambrano, D.

Al comparar los datos obtenidos con la norma nacional y mexicana tienen establecido el mismo LMP, a pesar de que las mencionadas no establecen en qué característica física debe encontrarse el chocolate para que se rija a esta ley, de tal forma todo chocolate indistintamente de la estructura fisicoquímica debe regirse a la normativa de hasta 1 mg/kg en chocolate, dicho esto las muestras analizadas están bajo los parámetros requeridos, no representando un riesgo a la salud del consumidor.

Se determinó que en los análisis del presente estudio no se encontró la presencia de plomo, sin embargo hay estudios realizados que evidencian que la pepa de cacao es capaz de acumular el plomo en el tallo y hojas, así mismo hay estudios que determinan que no existe plomo en la pepa del cacao, esto quiere decir que aunque la planta sea capaz de bioacumular el plomo, todo dependerá de la estructura química

de la tierra y la profundidad, ya sea que posea plomo de forma natural o de forma antropogénica.

4.1.2. Valor nutricional del chocolate en polvo

Al no registrar presencia de plomo en las tres marcas de chocolate es un factor que resalta su consumo, ya que este producto posee un alto valor nutricional y energético, siendo la marca C quien presento mayor cantidad de energía con 80 Kcal, sodio, carbohidratos totales, azúcar, vitaminas a y d, calcio, hierro seguido de la marza R (Tabla 8).

Tabla 8. Contenido de grasas, colesterol, sodio, carbohidratos, vitaminas

Marca	Energía (kcal)	Grasa total (g)	Colesterol (mg)	Sodio (mg)	Carbohidratos totales (g)	Azúcares (g)	Proteína (g)	Vitamina A %	Vitamina C %	Vitamina D %	Calcio %	Hierro %	Zinc %
R	60	0	0	0	13	12	< 1	10	14	15	0	16	15
C	80	1	0	25	17	13	1	25	0	25	15	25	0
U	40	0	0	10	9	7	< 1	10	10	10	10	10	0

Elaborado por: Zambrano, D.

4.1.3. Consumo de chocolate en el Ecuador

El mayor consumo de cacao dentro del Ecuador se registró en el 2016 con 550 gr per capital y desde el 2017 ha decrecido de manera significativa, lo cual se ha mantenido hasta la fecha actual. Sin embargo, en el 2019 se ha impulsado al consumo de chocolate, revelando el desafío de posicionar a Ecuador como principal productor de cacao e innovar con el objetivo de atraer más el consumo, tal objetivo que aún no ha sido logrado, manteniéndose para ese año el consumo de 300 gr per capital (Figura 13) (Revista Lideres , 2016).

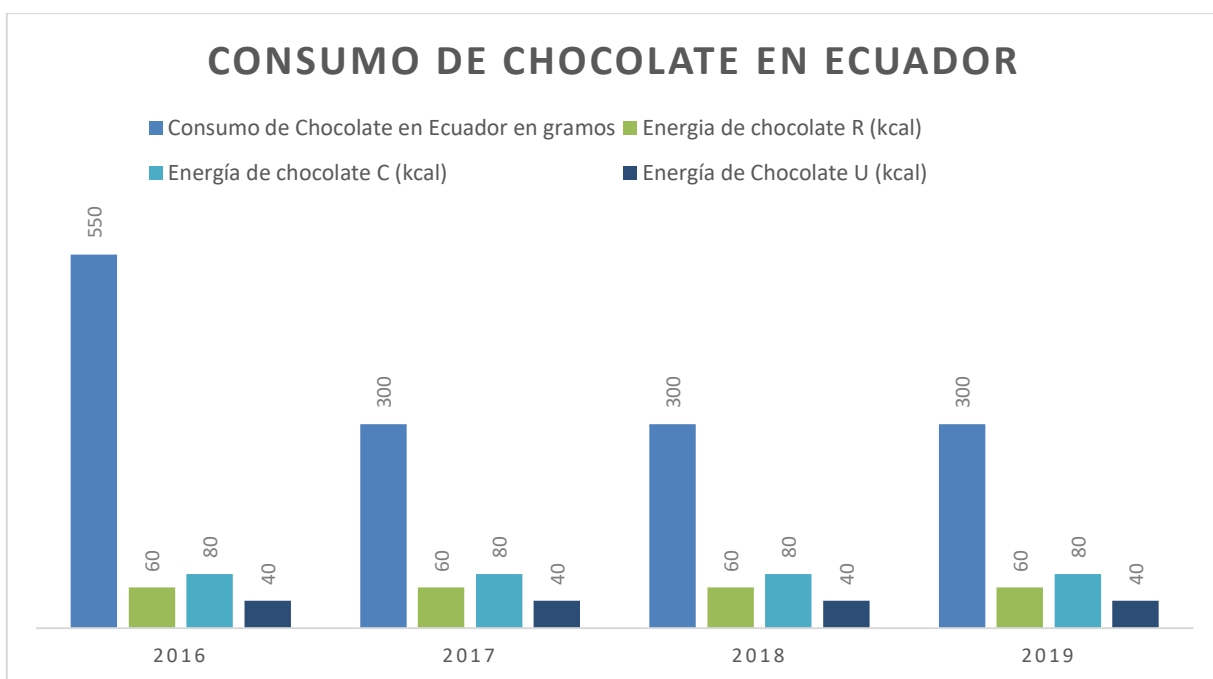


Figura 12. Consumo de Chocolate en Ecuador

Elaborado por: Zambrano, D.

CAPITULO V

5.1. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio ($< 1,0$ mg/kg), mostraron valores que no fueron detectables. En tanto en el estudio realizado por Jalbani et al (2009) en Hyderabad, Pakistán registraron concentraciones mínimas de hasta 0,248 mg/kg, por lo cual se estima que en estas localidades existen normativas que regulan el Plomo. Sin embargo, las concentraciones obtenidas de este metal fueron las más altas en los chocolates realizados a base de cacao.

Así mismo, Abt, Fong, Gray, & Posnick (2018) en Estados Unidos determinaron cadmio y plomo en cacao en polvo y productos de chocolate. Siendo en el mercado donde obtuvieron concentraciones de Pb (0.38 mg/kg), lo que indica que en este sector no existe un alto índice de contaminación al igual que las concentraciones, como fueron las concentraciones de detección de plomo en chocolate en polvo obtenidas en nuestro estudio $< 1,0$ mg/kg lo que demuestra que el Plomo está siendo controlado y reducido para que los productos a base de cacao presenten una mínima contaminación por este metal.

Condezo & Huaraca (2018), realizaron su investigación acerca de Plomo en los granos de cacao y café obteniendo resultados en el grano de cacao un promedio de 0,01 g/kg de Pb; con cifras mínimas de 0,006 mg/kg de Pb y máximas de 0,015 mg/kg de Pb, indicando que existe presencia de contaminación por Plomo baja en la materia prima para la realización de chocolate, la presencia de este metal en los productos elaborados a base de cacao es muy probable en concentraciones directamente proporcionales o equivalentes al total, por otra parte en el presente estudio se analizó el cacao ya procesado y se evidencia en los resultados obtenidos un valor de $< 1,0$

mg/kg de Plomo, cifra considerada como no detectable, es decir que no hay contaminación por plomo en el chocolate en polvo.

Complementando el estudio de chocolate en polvo Velazque (2016), evalúo la presencia de otros metales como: arsénico, cadmio y plomo en chocolate en barra comercializada en Polvos Azules de Lima Metropolitana, siendo la concentración de Plomo, la más representativa con un promedio de 0,20 mg/kg. Este valor demuestra contaminación por este metal pesado en el chocolate. Sin embargo las concentraciones de Plomo se encuentran dentro de los límites máximos permisibles del Codex Alimentario.

Realizando la comparación con estudios en el ámbito nacional tenemos la investigación realizada por González (2016), que busca identificar los metales presentes en los granos de cacao y evaluar los límites mínimos aceptables de Cadmio y Plomo, estableciendo valores promedios de las concentraciones de los mismos en los granos de cacao según la etapa en la que se encuentra dentro del proceso de manufacturación de chocolate o productos derivados del cacao, en los cuales tenemos que en el licor de cacao $0,146 \pm 8$ mg/kg de Plomo, cacao en polvo $0,197 \pm 0$ mg/kg de Plomo y en la manteca de cacao $0,025 \pm 1$ mg/kg de Plomo, al comparar estos datos, son considerados bajo los LMP establecidos, al igual que las concentraciones de $< 1,0$ mg/kg encontradas en el presente estudio al analizar el Plomo en chocolate en polvo, estableciendo los resultados como valores mínimos.

Por parte de Díaz, Mendoza, Bravo, & Domínguez (2018), en su investigación para determinar y conocer las concentraciones presentes de Cadmio y Plomo en las almendras de cacao provenientes del cantón Vinces, se visitaron 25 fincas de las cuales se obtuvieron granos de cacao obteniendo valores de Plomo en promedio de 2,44 mg/kg recalando que en cinco fincas no se evidenció presencia de Plomo en las

almendras y que en nueve de las fincas sobrepasan el LMP establecidos por diferentes países Latinoamericanos y demás, contrastando con los demás estudios, vinculando en el concepto se supone que la materia prima para la realización de los derivados del cacao requieren un proceso para la disminución de Plomo, y así pueda encontrarse sus derivados dentro de los LPM, como se encontró en el presente estudio dando como resultado un análisis de $< 1,0$ mg/kg.

Al no registrar la presencia de Plomo en el chocolate en polvo que se comercializa en la ciudad de Guayaquil- Ecuador, corrobora que el producto pueda ser consumido a nivel nacional e internacional. Es así, que la industria chocolatera en el país incentiva a la elaboración nuevos productos para ser comercializados y posteriormente sean adquiridos para ser consumidos, para tal efecto, dependerá del consumidor y sus preferencias al elegir las características del chocolate. Sin embargo, según la Revista Lideres (2016), Ecuador incrementó el gasto per capital de chocolate a \$7,5 entre el 2010 y 2015, aumentando el consumo un 4,3% según las proyecciones, pese a este incremento el consumo de chocolate sigue considerándose bajo para el año 2016, registrándose que el consumo oscila en 300 y 550gr de chocolate anual per capital.

Por otra parte, Ecuador está dentro de los principales exportadores mundiales, esto le impulsa a estar constantemente mejorando su producción y estar dentro de los parámetros exigidos internacionalmente, El Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017), registró un incremento de exportación de cacao dentro de los primeros siete meses del 2017, ya que dicha cifra fue exportada en el año anterior. Sin embargo, el consumo dentro del país es mínima en comparación a lo que se exporta, en el 2018 el consumo per capital se mantiene en los 300 gr anuales, problemática que constantemente impulsan a promover el consumo interno, mediante eventos para que empresas muestren sus productos nacionales, que son altamente valorados en el mercado internacional (Telegrafo, 2018).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Dentro de este estudio de detección de la presencia de Plomo en los chocolates en polvo de venta en la ciudad de Guayaquil, y al obtener y analizar los resultados se concluye lo siguiente:

- El chocolate en polvo comercializado en la ciudad de Guayaquil presenta concentraciones mínimas de la presencia del metal Pb ($< 1,0$ mg/kg), determinadas como ND según datos estadísticos dados por el laboratorio acreditado bajo la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025: 2006.
- La concentración mínima de Pb encontradas en el chocolate en polvo, limitó la comparación con las normativas internacional Norma Oficial Mexicana, Food Standards Code (Código de Normas Alimentarias) Australia y Nueva Zelanda y el Código Alimentario Argentino, sin embargo, se determinó que los análisis realizados se encuentran bajo la norma.
- Además, según norma Nacional y las concentraciones de Plomo encontradas en el chocolate en polvo cumplen con la norma NTE INEN 621:0210.
- En base a las concentraciones de Plomo que presenta el chocolate en polvo se concluye que no causan efectos significativos en la salud de las personas, por lo tanto, se rechaza la hipótesis en este estudio.
- El consumo de chocolate en el Ecuador es mínimo, a diferencia de otros países, caracterizando que es un país exportador de cacao.

RECOMENDACIONES

Una vez dadas las conclusiones se recomienda los siguientes puntos:

- Realizar controles rutinarios por parte de las autoridades competentes a los productos alimenticios para verificar el cumplimiento de las Normas Nacionales.
- Establecer LMP para los diferentes contaminantes que pueden afectar la calidad de los alimentos y afectar la salud de las personas.
- Este proceso de análisis se debería realizar cada año para evitar contaminación por metales pesados como es el plomo y otros.
- Manejar y mejorar los procesos de producción de alimentos con la inclusión de nuevas tecnologías, para garantizar productos de buena calidad.

REFERENCIA

- Abt, E., Fong, J., Gray, P., & Posnick, L. (2018). Cadmium and Lead in Cocoa Powder and Chocolate Products in the U.S. Market. *Food Additives & Contaminants*, 92-102.
doi:<https://doi.org/10.1080/19393210.2017.1420700>
- Acebo, M. (2016, Abril). *Estudios Industriales Orientación Estratégica para la toma de decisiones Industria del Cacao*. ESPAE-ESPOL, Guayaquil. Retrieved from <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2016/12/industriacacao.pdf>
- Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ATSDR). (2007). *Toxicological Profile for Lead*. Atlanta: U.S. Department of Health and Humans Services, Public Health Humans Services, Centers for Diseases Control.
- Alloway, B. (2013). *Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metallloids in Soils and their Bioavailability*. (3 ed.). Whiteknights, U.K: Springer Dordrecht Heidelberg New York London.
- Anacafé. (2004). *Cultivo de Cacao Programa de Diversificación de Ingresos en la Empresa Cafetalera*. Perú. Retrieved from <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/Cultivo-de-Cacao.pdf>
- Anecacao. (2015). *Asociación Nacional de Exportadores de Cacao-Ecuador*. Retrieved from <http://www.anecacao.com/index.php/es/estadisticas/estadisticas-actuales.html>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la Republica del Ecuador*. Retrieved from <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). *Ley Orgánica Del Régimen De La Soberanía Alimentaria*. Quito. Retrieved from <http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/prueba/servicios/wp-content/uploads/downloads/2016/05/LORSA.pdf>
- Benavides, M., Gallego, S., & Tomaro, M. (2005). Cadmium toxicity in plants. *Braz. J. PlantPhysiol*, 21-34. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202005000100003>
- Castro González, M., & Méndez Armenta, M. (2008). Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental Toxicology & Pharmacology*(26), 263-271.
- Condezo, S., & Huaraca, C. (2018). *Cuantificacion de Cadmio, Plomo y Arsenico en granos de Cacao Theobroma cacao L. y Café Coffea arábica L. de la zona de Jaen-Cajamarca durante el periodo Febrero-Julio 2018*. (Tesis de pregado). Univerdidad Norbert Wiener, Lima, Perú.
- Del Aguila , E. (2017). *Determinación de Cadmio y Plomo en granos de cacao, frescos, secos y en licor de cacao (Theobroma cacao)*. (Tesis de pregrado). Universidad Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

- Díaz, L., Mendoza, E., Bravo, M., & Domínguez, N. (2018). Determinación de Cadmio y Plomo en almendras de cacao (*Theobroma cacao*), proveniente de fincas de productores orgánicos del cantón Vinces. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*, 2(15), 5-8.
- Ecuador Land of Chocolate. (2016). *Cacao Nacional Fino de Aroma Arriba*. Retrieved from <https://visit.ecuador.travel/chocolate/ecuador-y-chocolate/>
- El Salous, A., & Pascual, A. (2018). Determinación de cadmio, plomo y ocratoxina en la harina proveniente de las cascarillas de dos variedades de cacao en Ecuador. *Revistas Académicas UTP*, 14(1), 49-53. Retrieved from <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/1802/html>
- EPA (Environmental Protection Agency). (2018, Octubre). *La EPA reduce la exposición al plomo al asegurarse de que se cumpla la ley*. Retrieved from https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2018-10/documents/103018_2018_oeca_lead_publication_-_spanish.pdf
- Erazo Castro, J. S., & Garcia Chang, E. (2016). *Análisis del consumo de chocolates en millennials de la ciudad de Guayaquil*. (Tesis de posgrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2018). *Anteproyecto de niveles maximos para el cadmio en el chocolate y los productos derivados del cacao*. Retrieved from http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-735-12%252FWD%252Fcf12_06s.pdf
- FDA (U.S. Food and Drug Administration). (2020). *Lead in Food, Foodwares, and Dietary Supplements*. Retrieved from <https://www.fda.gov/food/metals-and-your-food/lead-food-foodwares-and-dietary-supplements#:~:text=The%20FDA%20has%20issued%20recommended,in%20juice%20to%2050%20ppb>.
- Figuerola, E. S. (2008). Are more restrictive food cadmium standards justifiable health safety measures or opportunistic barriers to trade? An answer from economics and public health. *Science of the Total Environment*(389), 1-9.
- Food Standards Australia New Zealand. (2014). *Food Standar Code*. Retrieved from <https://www.foodstandards.gov.au/publications/Documents/tables%209-22.pdf>
- Gobierno de Argentina-Ministerio de Salud. (2017). *Codigo Alimentario Argentino*. Retrieved from argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_iii_prod_alimenticiosactualiz_2017-10.pdf
- González, C. (2016). *Evaluación de la concentración mínima aceptable e identificación de metales pesados presentes en el grano de cacao del Ecuador*. Machala: UTMACH. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7789/1/Gonzalez.pdf>

- Guayaquil es mi destino. (2013). *Datos Generales de Guayaquil*. Retrieved from <https://www.guayaquilesmidestino.com/apps/#/es/content/datos-generales>
- Guerrero, G. (2013). El Cacao ecuatoriano Su historia empezó antes del siglo XV. *Revista Lideres*. Retrieved from <https://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuatoriano-historia-empezo-siglo.html>
- Harrison, N. (2001). Inorganic contaminants in food. In *Food Chemical Safety Contaminants* (pp. 148-168). Cambridge, USA: Watson, D H.
- Humani Yupanqui, H. A., Huauya Rojas, M. A., Mansilla Minaya, L. G., Florida Rofner, N., & Neira Trujillo, G. M. (2012). Presencia de metales pesados en cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico. *Acta Agron*, 61(4), 339-344.
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2013). *NTE INEN 0537: Cacao (Productos derivados). Muestreo*. Retrieved from http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_537-1.pdf
- Jalbani, N., Gul Kazi, T., Afridi, H., & Arin, M. (2009). Determination of Toxic Metals in different brand of Chocolates and Candies, Marketed in Pakistan. *Pak. J. Anal. Environ. Chem.*, 10(1), 48-52.
- Jiménez Tabón, C. (2015). Estado legal mundial del cadmio en cacao (*Theobroma cacao*): fantasía o realidad. *Producción + Limpia*, 10(1).
- Khlifi, R., & Hamza Chaffai, A. (2010). Head and neck cancer due to heavy metal exposure via tobacco smoking and professional exposure: A review. *Toxicology & Applied Pharmacology*, 248(2), 71-88.
- Lanza, J. G., Churión, P. C., Lindo, P. J., & López, V. H. (2016). Evaluación del contenido de metales pesados en cacao (*Theobroma cacao* L.) de Santa Bárbara del Zulia, Venezuela. *Saber*, 28(1), 106-115.
- Liendo, R. (2005). *Procesamiento del cacao para la fabricación de chocolate y sus subproductos*. Retrieved from http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/03/El_Chocolate.pdf
- Lorenzo, M., Reyes, A., Blanco, I., & Vasallo, M. d. (2010). Determinación de Ca, Cu, Fe y Pb por espectrofotometría de absorción atómica en aguardientes de caña. 44(3), 3-6. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223120684001.pdf>
- Lorenzo, M., Reyes, A., Blanco, I., & Vasallo, M. d. (2010). Determinación de Ca, Cu, Fe y Pb por espectrofotometría de absorción atómica en aguardientes de caña. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 3-6.
- Ming-Ho, Y. (2016). *Environmental Toxicology: Biological and Health Effects of Pollutants*. doi:10.1201/b11677

- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019, Enero). *Cacao*. Retrieved from Cacao:
http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/MINAGRI/97/1/commodities_cacao_enero2019.pdf
- Morais, S., García, F., & De Lourdes, M. (2012). *Heavy Metals and Human Health*. doi:10.5772/29869
- Naranjo, E. (2014). *Diagnóstico de la producción del cacao fino de aroma (Theobroma cacao L.) de la provincia del guayas para la exportación de Ecuador hacia el Mercado Europeo*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas, Guayaquil, Ecuador.
- Oehlenschläger, J. (2002). Identifying heavy metals in fish . (H. A. Bremner, Ed.) *Safety and Quality issues in fish processing*, 95-113.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2010). *Exposure to cadmium: a mayor public health concern*. Retrieved from <https://www.who.int/ipcs/features/cadmium.pdf>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2018). *Intoxicación por plomo y salud*. Retrieved from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Revista Lideres . (2016). El chocolate nacional, con cifras a favor. Retrieved from <https://www.revistalideres.ec/lideres/chocolatenacional-cifras-produccion-consumo.html>
- Rubio, C., Gutiérrez, A., Martín Izquierdo, R., Revert, C., Lozano, G., & Hardisson, A. (2004). El plomo como contaminante alimentario. *Revista de toxicología*, 21(2-3), 72-80.
- Telegrafo. (2018, Junio 02). *Consumo de chocolate en Ecuador es de los más bajos en la región*. Retrieved from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/salon-chocolate-ecuador-comercio>
- Velazque, M. (2016). *Determinación de Arsenico, Cadmio y Plomo en barras de chocolate adquiridas en el centro comercial Polvos Azules de Lima Metropolitana en el periodo Enero - Febrero 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Wiener, Lima, Perú.
- Wani, A., Ara, A., & Usmani, J. (2016). Lead toxicity: a review. *Interdisciplinary Toxicology*, 8(2), 55-64. doi:10.1515/intox-2015-0009
- WHO (World Health Organization). (2010). *Preventing Disease Through Healthy Enviroments Exposure to Lead: a major public health concern*. Retrieved from <https://www.who.int/ipcs/features/lead..pdf>
- Zabala, V. (2019, Enero 10). Ecuador es el cuarto productor mundial de cacao y el número 1 en Latinoamérica. *EKOS*. Retrieved from <https://www.ekosnegocios.com/articulo/ecuador-es-el-cuarto-productor-mundial-de-cacao-y-el-numero-1-en-latinoamerica>

ANEXOS



Anexo 1. Rotulación de muestras

Elaborado por: Zambrano, D. (2019)



ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA LTDA
ACTA DE ENTREGA - RECEPCIÓN DE INFORMES DE RESULTADOS
SERVICIOS DE MONITOREOS AMBIENTALES: ANALISIS DE AGUAS, SUELOS, LODOS, RUIDO, EMISIONES Y/O CALIDAD DE AIRE

FECHA: 13/01/2020 PROYECTO: ANÁLISIS QUÍMICO - OTROS
EMPRESA: ZAMBRANO ZAMBRANO JOSE LUIS CONTRATO No: S/C
DIRECCIÓN: CESAR GARCÍA GUILLEN, ENTRE 25 DE JUNIO Y ARÍZAGA -
CENTRO COMERCIAL AUTOMOTRIZ, LOCAL 27 REPUESTOS COTIZACIÓN No: 6849
JIMENEZ
TELÉFONO: 0998519297 FACTURA No: 0861
ATENCIÓN: DIANA ZAMBRANO VALOR (USD): 262.42

Se detalla a continuación los productos entregados:

FACTURA	DESCRIPCIÓN
11988-1	OTRO
11988-2	OTRO
11988-3	OTRO
11988-4	OTRO
11988-5	OTRO
11988-6	OTRO
11988-7	OTRO
11988-8	OTRO
11988-9	OTRO
11988-10	OTRO
11988-11	OTRO
11988-12	OTRO
11988-13	OTRO
11988-14	OTRO
11988-15	OTRO
OTROS PRODUCTOS:	DESCRIPCIÓN
FACTURA	0861

El personal técnico a cargo del proyecto fue: MSc. Alexandra Hidalgo, MSc. Wendy Heredia, Lcda. Alejandra Hidalgo, Ing. Bryan Valdiviezo, Ing. Diana González, Ing. María Angelica Torres, Ing. Paola Herrera, Ing. Jorge David Vaca, Ing. David Rodrigo Romo, Ing. Juan Pablo Rosero, Ing. Karina Chamba, Ing. Adriana Luperio, Ing. Camilo Noboa, Tec. Ricardo Alegria, Tec. Edisón Toasa, Tec. Joofre Sarango, Tec. Miguel Bustos, Tec. Juan Manuel Soto, Tec. Anghelo Espín, Daniel Valdiviezo.

El cliente tiene 8 días a partir de la entrega de los informes para realizar cualquier reclamo, caso contrario se entenderá como recibido a conformidad.

Declaro haber recibido a conformidad los productos detallados:

(Por favor, colocar: Nombre y Firma de la persona que recibe, Sello de la Empresa y Fecha de Recepción).

NOMBRE:

FIRMA:

FECHA:

FORMA DE ENTREGA

☒ EN ANAVANLAB
☐ OFICINA CLIENTE
☐ ENVÍO POR CORREO

COURIER: Tramacoexpress Cia. Ltda. GUÍA No. 031002002002554

ENTREGADO POR:

NOMBRE: ALEXANDRA HIDALGO

FIRMA:



Anexo 2. Detalle del número de muestras facturadas

Fuente: Anavanlab CIA. LTDA. (2019)



Anexo 3. *Peso de muestra*

Elaborado por: Zambrano, D. (2019)

ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA. La Primavera I, Leonardo Da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec		Muestra AAALab No: 11988-1 Pág 1 de 1			
INFORME DE RESULTADOS No. 11988-1					
1.- DATOS GENERALES					
CLIENTE:	Diana Zambrano Vera	TELÉFONO: 0998519297			
DIRECCIÓN:	Urb. La Rioja etapa Asturias Daule - Guayas	ATENCIÓN A: DIANA ZAMBRANO			
2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA					
TIPO DE MUESTRA:	OTRO	LUGAR DE MUESTREO: CHOCOLATE EN POLVO			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente)	SV1	FECHA DE MUESTREO: 5/12/2019			
FECHA DE RECEPCIÓN:	9/12/2019	RESPONSABLE DEL MUESTREO: Diana Zambrano Vera			
		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: 16/12/2019			
3. RESULTADOS:					
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	**INCERTIDUMBRE ± % U
(*)	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	< 1,0	20
NOTAS:					
AA (Acreditaciones):		*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE		**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%	
1: Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE		N1: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma			
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE		N2: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma			
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.					
El presente informe solo afecta a las muestras identificadas en el apartado 2. Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.					
Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.					
4. OBSERVACIONES				INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:  Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 17 de diciembre del 2019	

MC0703-06

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

Anexo 4. Resultado de análisis de una muestra

Fuente: Anavanlab CIA. LTDA. (2019)