UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE Cd Y Pb EN LOS PRINCIPALES CHOCOLATES EN BARRA DE LA REGIÓN UCAYALI, PUCALLPA – UCAYALI

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

WENDY ROMERO LÓPEZ

PUCALLPA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 127/2021-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 08:15 a.m. del viernes 18 de junio de 2021, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma virtual, mediante la plataforma unificada de comunicación y colaboración Microsoft Teams, los mismos que estuvo designados con Memo Múltiple N.º 069-2021-UNU-FCFyA, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Carlos Enrique Fachin Mattos	Presidente
Dr. Carlos Panduro Carbajal	Miembro
Lic. Mg. Julián Robert Pérez Vigilio	Miembro

Por motivos de conectividad el Dr. CARLOS PANDURO CARBAJAL, no pudo participar en la sustentación y a continuación se procedió evaluar la tesis denominado: **"DETERMINACION DEL CONTENIDO DE Cd Y Pb EN LOS PRINCIPALES CHOCOLATES EN BARRA DE LA REGION UCAYALI, PUCALLPA - UCAYALI"**, presentado por la bachiller **ROMERO LÓPEZ, WENDY**, asesorado por el Ing. M. Sc. FERMÍN CAMPOS SOLORZANO, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante en consecuencia la tesis fue **APROBADO POR MAYORÍA**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**. Siendo las 09 :45 a.m. horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Carlos Enrique Fachin Mattos
Presidente

Lic. Mg. Julián Robert Pérez Vigilio
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN Y FIRMA DEL JURADO DE TESIS

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, integrado por los siguientes catedráticos:

Dr. Carlos Enrique Fachin Mattos

PRESIDENTE

Mg. Julián Pérez Vigilio

MIEMBRO

Ing. MSc. Fermín Campos Solorzano

ASESOR

Bach. Wendy Romero López

TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0228-2021

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **INFORME FINAL** de tesis, **Titulado:**
"DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE Cd Y Pb EN LOS PRINCIPALES CHOCOLATES EN BARRA DE LA REGIÓN UCAYALI, PUCALLPA – UCAYALI"

Cuyo autor (es)	:	**ROMERO LOPEZ, WENDY**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERIA AMBIENTAL.
Asesor(a)	:	Mg.CAMPOS SOLORZANO, FERMIN

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 10%.**
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.
En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 17/06/2021

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

Yo Wendy Romero López
Autor de la TESIS titulada:
"Determinación del contenido de Cd y Pb en los principales chocolates en barra de la región Ucayali, Pucallpa - Ucayali"

Sustentada el año 2021
Con la asesoría de: Ing. M.Sc. Fermín Campos Solorzano
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales.
Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.
Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto, me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.
Tercero: autorizo la publicación,

- [x] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.
En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: ____/___/____

Email: wromero0412@gmail.com
Teléfono: 943829132
Firma:
DNI: 71051296

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, por darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi adorada madre Norma López Gómez, por ser mi apoyo incondicional, por su amor, por su sacrificio, trabajo. por estar en todo momento para mí.

A mi querido padre Telmo Romero Trigoso por estar siempre motivándome en las cosas que me proponga.

A mis queridos hermanos Romy Romero y Mike Romero por estar conmigo siempre apoyándome en mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

En la finalización de esta etapa tan importante de mi vida debo expresar mi más sincero y profundo agradecimiento:

- Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

- Agradezco a los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión quienes me guiaron con su paciencia y su rectitud.

- A mi asesor Ing. M. Sc. Fermín Campos Solorzano por brindarme continuo asesoramiento y por las facilidades de desarrollo de esta investigación.

- Al Dr. Edgar Diaz Zúñiga por su apoyo para la realización de la tesis.

- Al Dr. Marco Antonio Chota Isuiza por su apoyo en las observaciones de este trabajo de investigación, que ahora goza de nuestro señor Dios.

- A mis jurados el Dr. Carlos Enrique Fachin Mattos, Dr. Carlos Panduro Carbajal, y al Mg. Julián Pérez Vigilio por sus correcciones oportunas para el mejoramiento de este trabajo de investigación.

INDICE

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS ii

ACTA DE APROBACIÓN Y FIRMA DEL JURADO DE TESIS iii

CONSTANCIA ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE iv

INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND iv

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS iv

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

RESUMEN xii

ABSTRACT xiv

INTRODUCCIÓN 16

CAPÍTULO I 18

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18

1.1. Descripción del problema 18

1.2. Formulación del problema 22

1.2.1. Objetivos 22

CAPITULO II 23

2. MARCO TEÓRICO. 23

2.1. Antecedentes del problema 23

2.2. Fundamentos teóricos. 27

2.3. Técnicas analíticas para la determinación de metales pesados en cacao y sus derivados. 32

2.4. Definición de términos básicos. 34

3. METODOLOGÍA 36

3.1. Metodología de la investigación. 36

3.2. Población y muestra. 36

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 37

3.3.1. Técnicas. 37

3.3.2. Instrumentos. 37
3.4. Procedimiento de recolección de datos. 37
3.4.1. Ubicación. 37
3.4.2. Duración del estudio. 38
3.4.3. Condiciones agroecológicas y climáticas. 38
3.4.4. Colección de muestras de chocolates. 38
3.4.5. Rotulado de muestras. 39
3.4.6. Traslado de muestras y análisis. 39
3.5. Tratamientos de los datos. 39
3.6. Materiales, Instrumentos, Equipos E Insumos Químicos. 39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 41
4.1. Resultados 41
4.2. Discusión. 46
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 49
5.1. Conclusiones 49
5.2. Recomendaciones. 51
LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de las cooperativas, comités y asociaciones dedicadas al cultivo de cacao en la región Ucayali. 26

Tabla 2. Análisis de varianza de la concentración de plomo Pb en las marcas de chocolate 41

Tabla 3. Prueba de comparación medias (tukey 0,05) 42

Tabla 4. Análisis de varianza de la concentración de cadmio Cd en las marcas de chocolate. 44

Tabla 5. Prueba de comparación medias (tukey 0,05. 44

Tabla 6. Promedio de los resultados en el espectrofotómetro de absorción atómica para cadmio y plomo 56

Tabla 7. Resultado de las tres repeticiones por muestra con el espectrofotómetro de absorción atómica para plomo. 57

Tabla 8. Resultado de las tres repeticiones por muestra con el espectrofotómetro de absorción atómica para cadmio. 57

Tabla 9. Resumen estadístico del análisis para Plomo (Pb) y Cadmio (Cd). 57

Tabla 10. Formato de evaluación para las muestras. 60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. concentración promedio de plomo de 6 marcas de chocolate 43

Figura 2. concentración promedio de Cadmio de 6 marcas de chocolate 45

Figura 3. Chocolate sol del boquerón 61

Figura 4. Compra del chocolate sol del boquerón 61

Figura 5. Chocolate situlli 61

Figura 6. Compra del chocolate situlli 61

Figura 7. Chocolate alto uruya 62

Figura 8. Compra del chocolate alto uruya 62

Figura 9. Chocolate chokowit 62

Figura 10. Compra del chocolate chokowit 62

Figura 11. Chocolate wiwi 63

Figura 12. Compra del chocolate wiwi 63

RESUMEN

El presente estudio de investigación, tuvo como objetivo, determinar el contenido Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en los principales chocolates en barra de la región Ucayali, de acuerdo a las normativas que establecen los requisitos que deben cumplir los chocolates. Codex Alimentario (CODEX STAN 87 – 1981, Rev. 1-2003). Norma para el chocolate y los productos del chocolate: El límite máximo permitido de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) para el chocolate y los productos del chocolate (1 mg/Kg) (Codex Alimentario, 2018), por lo cual, se realizó la comparación de las muestras en los laboratorios de la UNU y la UNAS.

De acuerdo a lo establecido en el protocolo para análisis químico de cadmio y plomo se llevó a un espectrofotómetro de absorción atómica a flama, El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza (**ANOVA**) de una vía para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de tres repeticiones. ANOVA de un factor entre-grupos, se empleó la prueba de Tukey ($p<0,05$), en la tabla N° 1 el análisis de varianza de la concentración de plomo se observa que a un nivel de confianza del 99% existen diferencias altamente significativas en la concentración de plomo (Pb) entre las 6 marcas de chocolate evaluadas, las marcas de chocolate Wiwi, Piri piris y Alto Uruya no difieren significativamente en la concentración de Plomo, sin embargo, estas difieren de las demás marcas de chocolate. La marca que presento mayor concentración de plomo fue la de Sol de Boquerón con 0,435 Pb. Los promedios obtenidos de plomo de las marcas de 6 chocolates en estudio no sobrepasan al valor permisible (1 mg/kg) de acuerdo a la norma.

el análisis de varianza de la concentración de cadmio se observa que a un nivel de confianza del 99% existen diferencias altamente significativas en la concentración

de cadmio entre las seis marcas evaluadas, las marcas de chocolate Chokowit y Sol de boquerón no difieren en la concentración de Cadmio. También se observa que la marca Alto Uruya no difiere con la marca Sol de Boquerón. Por otro lado, no existe diferencias estadísticas en la concentración de cadmio entre las marcas Wiwi y Piri piris. Así como también la marca Situlli muestra similitud en la concentración de cadmio con la marca Piri piris, la marca que presento mayor concentración de cadmio fue Situlli (0,210 mg/kg); finalmente los promedios obtenidos de cadmio de las marcas de 6 chocolates en estudio no sobrepasan al valor permisible (1 mg/kg) de acuerdo a la norma.

ABSTRACT

The present research study aimed to determine the Cadmium (Cd) and Lead (Pb) content in the main chocolates of the Ucayali region, according to the regulations that establish the requirements that the chocolates must meet. Food Codex (CODEX STAN 87 - 1981, Rev. 1-2003). Standard for chocolate and chocolate products: The maximum allowed limit of Arsenic (As), Cadmium (Cd) and Lead (Pb) for chocolate and chocolate products (1mg / Kg) (Codex Alimentario, 2018), by which, the comparison of the samples was carried out in the laboratories of the UNU and the UNAS.

According to what was established in the protocol for the chemical analysis of cadmium and lead, a flame atomic absorption spectrophotometer was carried out.The statistical analysis was carried out by means of the one-way analysis of variance (ANOVA) to determine if there are statistically significant differences between the means of three repetitions. ANOVA of one factor between groups, the Tukey test was used ($p < 0.05$), in table N ° 1 the analysis of variance of the lead concentration shows that at a confidence level of 99% there are differences Highly significant in the concentration of lead (Pb) among the 6 chocolate brands evaluated, the Wiwi, Piri piris and Alto Uruya chocolate brands do not differ significantly in the concentration of Lead, however, they differ from the other chocolate brands. The brand with the highest lead concentration was Sol de Boquerón with 0.435 Pb. The averages obtained for lead from the brands of 6 chocolates under study do not exceed the permissible value (1mg / kg) according to the standard.

In table N ° 3 the analysis of variance of the decadmium concentration shows that at a confidence level of 99% there are highly significant differences in the cadmium

concentration between the six brands evaluated, the chocolate brands Chokowit and Sol de anchovy do not they differ in the concentration of Cadmium. It is also observed that the Alto Uruya brand does not differ from the Sol de Boquerón brand. On the other hand, there are no statistical differences in cadmium concentration between the Wiwi and Piri piris brands. Just as the Situlli brand shows similarity in the cadmium concentration with the Piri piris brand, the brand that presented the highest cadmium concentration was Situlli (0,210 mg / kg); finally, the cadmium averages obtained from the brands of 6 chocolates under study do not exceed the permissible value (1mg / kg) according to the standard.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la dinámica de crecimiento poblacional se presenta como la mayor en toda nuestra historia en la Región Ucayali; el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) se ha convertido en una actividad de importancia económica y estratégica en estos últimos años, convirtiéndose en una de las principales actividades agrícolas en el país. Desde que se estableció ha permitido mejorar la calidad de vida de las familias de la Amazonia Peruana, promovido por los Programas de desarrollo alternativo en base a las buenas perspectivas de mercado (Barrueta, 2013). En la región Ucayali este dinamismo ha ido evolucionando puesto que existen asociaciones de productores que han llegado a exportar grano de cacao y pasta a los mercados de Europa principalmente, así mismo han elaborado chocolates que ahora están muy bien cotizados en el mercado nacional y con buenas perspectivas para ser exportado a los mercados internacionales, sin embargo estudios enfocados a la determinación de metales pesados ejecutados por Huauya y Huamaní (2014), que existe cadmio y plomo en suelos de la región Ucayali, específicamente en las zonas productoras del distrito de San Alejandro una de las principales zonas productoras de la región Ucayali. Los niveles de Pb varían entre 1,8 a 4,1 ppm / kg de suelo. Dichas concentraciones de Pb y Cd de acuerdo a diversos estudios son altas, pudiendo causar problemas mayores puesto que pueden ser absorbidas por la planta y acumularse en las almendras del cacao, en ese sentido, el estudio parte del supuesto: el contenido de cadmio y plomo en las barras de chocolate se encuentran por encima de los límites establecidos por la norma actual, planteándose los siguientes objetivos: Determinar el contenido de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en los principales chocolates en barra de la Región Ucayali; Determinar los niveles de Cd en los principales chocolates en barra de la

ciudad de Pucallpa, Campo Verde, Neshuya, Von Humboldt, San Alejandro y Aguaytía; Determinar los niveles de Pb en los principales chocolates en barra de la ciudad de Pucallpa, Campo Verde, Neshuya, Von Humboldt, San Alejandro y Aguaytía.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

(Del Águila, 2017) en la tesis determinación de cadmio y plomo en granos de cacao, frescos, secos y en licor de cacao – Tingo María – Perú, concluyeron:

En la Cooperativa Agraria Cacaotera Campo Verde se encontró los niveles más altos de cadmio en granos de cacao fresco (0,08 mg/Kg) y en granos seco (0,11 mg/Kg) los cuales se encuentran dentro de los valores permitidos por el Codex Alimentarios y la Organización Mundial de la Salud (0,5 mg/Kg) (Del Águila, 2017).

El licor de cacao de la marca Oro de la ACOPAGRO presentó el nivel más alto de cadmio (0,11 mg/Kg) el cual se encuentra por debajo del límite permitido por el Codex Alimentarios (0,5 mg/Kg). El contenido de plomo de granos frescos de cacao de todas las muestras se encuentran por encima del límite establecido por el Codex Alimentarius y la Unión Europea (2,0 mg/Kg), siendo los granos de la Cooperativa Agraria Cacaotera Campos Verdes donde se encontró el mayor de nivel de plomo (9,02 mg/Kg). El contenido de plomo de granos secos de caco de todas las muestras se encuentran por encima del límite establecido por el Codex Alimentarius y la Unión Europea (2,0 mg/Kg), siendo los granos de Cooperativa Agraria Cafetalera Pangoa donde se encontró el mayor de nivel de plomo (7,62 mg/Kg).

(Wong, 2017) en la tesis determinación de cadmio (cd) en suelo de cultivo para cacao ccn51 mediante análisis de espectroscopia de absorción atómica – Guayaquil – Ecuador, concluyeron: que el número determinado de estaciones de muestreo mediante calicatas a profundidades de 15 y 50 cm, en un área de 0,5 hectáreas de cultivo de cacao CCN-51 es representativo y se obtiene concentraciones de Cadmio.

(Wong, 2017), los valores para los análisis de raíz y hojas de una planta de Cacao dentro del área de estudio, fueron raíz 0,187 ppm y hojas 0,433 ppm que comparado con la Commission Regulation (Eu) No 1881/2006 As Regards Maximum Levels Of Cadmium In Foodstuffs, este último se encuentra por encima de los límites máximos permisibles.

En base a la formación de los suelos que son Inceptisoles, se concluye que por génesis los niveles de las muestras en estudio tienen concentraciones de 0,2 ppm hasta 0,4 ppm de cadmio. Y a nivel antrópico los agricultores no usan insumos agrícolas que incrementen los niveles de cadmio. Los resultados de todas las muestras de suelo obtenidas del área de estudio en las profundidades tomadas se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ambiental ecuatoriana vigente, (Wong, 2017).

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) se ha convertido en una actividad de importancia económica y estratégica en estos últimos años,

convirtiéndose en una de las principales actividades agrícolas en el país. Desde que se estableció ha permitido mejorar la calidad de vida de las familias de la Amazonia Peruana, promovido por los Programas de desarrollo alternativo en base a las buenas perspectivas de mercado (Rivera, 2013). En la región Ucayali este dinamismo ha ido evolucionando puesto que existen asociaciones de productores que han llegado a exportar grano de cacao y pasta a los mercados de Europa principalmente, así mismo han elaborado chocolates que ahora están muy bien cotizados en el mercado nacional y con buenas perspectivas para ser exportado a los mercados internacionales. Sim embargo la preocupación de los productores por no poder exportar sus productos se incrementó cuando los estudios enfocados a la determinación de metales pesados ejecutados por Huauya y Huamaní (2014), que existe de cadmio y plomo en suelos de la región Ucayali, específicamente en las zonas productoras del distrito de San Alejandro una de las principales zonas productoras de la región Ucayali. Los niveles de Pb varían entre 1,8 a 4,1 ppm / kg de suelo. Dichas concentraciones de Pb y Cd de acuerdo a diversos estudios son altas, pudiendo causar problemas mayores puesto que pueden ser absorbidas por la planta y acumularse en las almendras, tal como lo muestra el estudio realizado por Campos y Flores (2016), donde se muestra que el contenido de Cd y Pb en las almendras de cacao es de 1,2 y de Pb de 6.8 en promedio respectivamente. Actualmente los chocolates elaborados por empresarios independientes y las asociaciones utilizan como materia prima estas almendras de cacao con los niveles de Cd y Pb antes

mencionados, por lo que podemos afirmar que los chocolates pueden también contener metales pesados en menor o mayor concentración. Debido a que no existen estudios a mayor escala no podemos estimar cuantos de estas marcas de chocolates Ucayalinos pueden estar en riesgo de no ser exportados por contener metales pesados a niveles mayores de los límites permisibles.

Desde que se presentaron casos de contaminación de metales pesados en los granos de cacao y los productos derivados, los principales países importadores (Estados Unidos, Holanda, Alemania, Bélgica, Francia, Reino Unido, España, Italia etc.) establecieron requisitos sanitarios para la exportación de chocolate y grano de cacao, los cuales están establecidos en el reglamento (CE) 1881/2006 en la que específicamente se enfatizan el contenido máximo de contaminantes como los metales pesados (cadmio, plomo, níquel, cobre y manganeso, entre otros) en los granos de cacao y sus productos derivados, debido a la gran preocupación que se generó, puesto que se conoce los efectos perjudiciales de los metales pesados en la salud humana (MINAG-Perú, 2011). En tal sentido el presente proyecto de investigación es de vital importancia puesto que en la actualidad en la Región Ucayali no existen estudios a gran escala sobre contenido de metales pesados, principalmente Cd y Pb metales pesados encontrados en mayor abundancia en las almendras tal como lo indican los estudios de investigación antes mencionados en los chocolates en barra. Aproximadamente existen 4 chocolates en la región que tiene potencial de ser exportados, los mismos que son elaborados en el distrito de San

Alejandro, Curimana y la ciudad de Pucallpa por algunos empresarios independientes. Así mismo el proyecto de investigación se presenta como una propuesta de monitoreo de los productos derivados de cacao y como parte de las medidas de precaución que se deben tomar si se pretende llegar a los mercados internacionales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Objetivos

OBJETIVO GENERAL.

- Determinar el contenido de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en los principales chocolates en la Región Ucayali.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar los niveles de Cd en los principales chocolates en barra de la ciudad de Pucallpa, Campo Verde, Neshuya, Von Humboldt, San Alejandro y Aguaytía.
- Determinar los niveles de Pb en los principales chocolates en barra de la ciudad de Pucallpa, Campo Verde, Neshuya, Von Humboldt, San Alejandro y Aguaytía.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes del problema

En la India, en el año 2005 se determinaron níquel, plomo y cadmio contenidos en 69 diferentes marcas de chocolates y caramelos disponibles en los mercados locales de las zonas suburbanas de Mumbai, India. La mayoría de estos chocolates y dulces están hechos principalmente de los sólidos de cacao, leche, frutas secas, sabores de fruta y azúcar. De las 69 marcas de chocolates y caramelos analizados, 23 fueron a base de cacao, 22 a base de leche y otros 24 eran de sabor a frutas y de base de azúcar. La concentración de cadmio varió desde 0,001 mg/Kg hasta 0,273 mg/Kg con un promedio de 0,105 mg/Kg y la concentración de plomo varió desde 0,049 mg/Kg hasta 0,804 mg/Kg con un promedio de 0,393 mg/Kg. Chocolates a base de cacao se encuentra que tienen un mayor contenido de metales pesados analizados que los chocolates a base de leche, dulces de sabor o a base de azúcar de la fruta (Velazque, 2017).

En Honduras en el año 2011, se realizó un estudio preliminar de niveles de cadmio y plomo en cacao hondureño, como resultado de la demanda de productos alimenticios inocuos en el mercado internacional. Se recolectó un total de 98 muestras de semilla y 83 de suelos en los departamentos de Atlántida, Cortés, Yoro, Colón, Gracias a Dios, Santa Bárbara y Olancho. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Químico Agrícola de la fundación hondureña de investigación agrícola

(FHIA). El 83,7% de las muestras de semilla estuvieron por debajo de 0,1 mg de plomo/kg y 6,1% estuvo arriba de 2 mg de plomo/kg. El 42,8% de las muestras de semilla tuvieron concentraciones arriba de 0,4 mg de cadmio/kg, niveles relativamente altos considerando los límites establecidos por la Unión Europea para productos de cacao. Los suelos no muestran concentraciones particularmente altas de ninguno de los dos metales (Velazque, 2017).

En Perú en el año 2012 se realizó un trabajo de investigación para determinar la presencia de metales pesados en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico, se evaluaron los contenidos de cadmio y plomo en suelos y hojas del cacao en la región Huánuco y Ucayali. Para el efecto se recolectaron y analizaron en laboratorio muestras tomadas en 22 parcelas con cultivos orgánicos de esta especie, 17 en la región Huánuco y 5 en la región Ucayali. Se realizaron análisis de correlación de Pearson entre los contenidos de plomo y cadmio disponibles en el suelo con variables foliares (P, Mg, Ca, Zn, Cd, Pb) y del suelo (arena, arcilla y K). En los suelos, sólo en el caso de potasio se presentan deficiencias; mientras que en el tejido foliar se presentaron deficiencias de N, P, K, Mg y Zn. Los valores promedio de cadmio y plomo disponible en los suelos fueron 0,53 mg/Kg y 3,02 mg/Kg y en las hojas de cacao de 0,21 mg/Kg y 0,58 mg/Kg respectivamente. (Velazque, 2017).

El cultivo de cacao en el Perú y en la Región Ucayali.

En los últimos años en cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) se ha convertido en una actividad de importancia económica y estratégica, ya que ha permitido mejorar la calidad de vida de las familias de la Amazonia Peruana, el cual viene siendo promovido por los Programas de desarrollo alternativo con buenas perspectivas de mercado (Rivera, 2013). La Organización Mundial del cacao (ICCO) ha considerado al Perú como un país que produce y exporta un cacao fino y de aroma logrando el 36% de la producción mundial de este tipo de cacao (Barrueta, 2013). En el año 2012, el cacao fue declarado patrimonio Natural de la Nación, reconociéndolo como uno de los cultivos más importantes del Perú, y en Octubre del 2013 fue declarado cultivo como cultivo bandera (Barrueta, 2013). Las principales zonas de producción de cacao en el Perú se ubican en los departamentos, de Tumbes, Piura, Cajamarca, Amazonas, San Martín, Huánuco, Ucayali, Junín, Cusco y Ayacucho (Martínez, 2007). En el año 2012 empresas dedicadas a la producción de cacao orgánico en el País para exportación incrementaron sus volúmenes de venta entre 13 y 26,2 % el cual representa un importante logro en cuanto al aspecto comercial del cultivo, puesto que genera más ingresos mostrando que la producción de este cultivo se convierte en una actividad totalmente rentable. Este esfuerzo de las empresas productoras se vio recompensado con mejores ingresos por cacao como materia prima, que entre 2011 y 2012 aumentaron en 8%. Este incremento implicó pasar de US$ 7 millones a US$ 9,96 millones entre estos años. Sin embargo, la caída de los precios

del cacao (24% para las empresas y 20% en el mercado internacional) restó el dinamismo comercial de este cultivo en nuestro País.

Por otro lado en la región Ucayali el cultivo de cacao viene registrando un marcado dinamismo y tiene perspectivas favorables para consolidarse en la región. Actualmente existen 7 instancias organizadas (Comités, cooperativas y asociaciones) en la región Ucayali que se dedican al cultivo del cacao llegando al exportar el grano a países de Europa como Suiza, Francia y Alemania. Las cooperativas son las siguientes:

Tabla 1. *Lista de las cooperativas, comités y asociaciones dedicadas al cultivo de cacao en la región Ucayali.*

ORGANIZACIONES	UBICACIÓN
Asociación de Cacaoteros Tecnificados de Padre Abad	Distrito de Irazola- Provincia de Padre Abad
Asociación de Productores de Cacao Tecnificado del valle de Shambillo.	Distrito y provincia de Padre Abad
Cooperativa Agraria Cacaotera San Alejandro	Distrito de Irazola-Provincia de Padre Abad
Comité Central de Productores Agropecuarios San Alejandro	Distrito de Irazola-Provincia de Padre Abad
Comité Central con Desarrollo al Futuro de Curimaná.	Distrito de Curimana-Provincia de Padre Abad

Cooperativa Agraria Cacaotera Campos Verdes	Distrito de Campo verde-Provincia de Coronel Portillo
Cooperativa Agraria Industrial Atalaya	Distrito de Raymondi-Provincia de Atalaya

Fuente: BRCP, 2012

Así, entre el 2000 y 2010 la producción aumentó de 400 a 1 000 toneladas métricas, tanto por el incremento de la superficie cosechada cuanto por el rendimiento, debiendo destacarse que este último supera en 50 por ciento el promedio nacional (BCRP, 2012). En el 2011, la producción de cacao en la región aumentó poco más de 60 por ciento, alcanzando un nivel de 1,7 mil toneladas métricas, sobre la base de una mayor superficie cosechada por el ingreso de nuevas áreas de producción, por cuanto los rendimientos se habrían mantenido constantes. Ello ha determinado que su participación relativa en la producción nacional aumente a 3 por ciento, previéndose que esta tendencia se mantenga debido a la existencia de plantaciones en crecimiento. Entre el 2007 y 2011, de acuerdo a la Gerencia Regional de Desarrollo Económico de Ucayali, la inversión ejecutada en el proyecto de fomento del cultivo de cacao en la provincia de Padre Abad ascendió a S/. 2,4 millones (BCRP, 2012).

2.2. Fundamentos teóricos.

CONTAMINACIÓN DE METALES PESADOS EN EL CULTIVO DEL CACAO.

La presencia de los metales pesados en los suelos puede ser de origen geogénico o antropogénico. Los primeros pueden proceder de la

primera roca madre de la que se formó, de la actividad volcánica o del lixiviado de las mineralizaciones. Por otro lado, los antropogénicos por los residuos peligrosos derivados de las actividades, agrícolas, industriales, mineras etc. (Huertos y Baena, 2008). En el caso del cultivo del cacao, es probable que la contaminación se de en las etapas de, producción y trasformación. Este problema está relacionado al uso de fertilizantes químicos utilizados por los productores para obtener mayores rendimientos (Martí *et al*., 2002). Como se mencionó anteriormente la planta de cacao absorbe ligeramente los metales pesados que existen naturalmente en los suelos y los transporta a las almendras, que son el insumo principal para la fabricación de chocolates y sus derivados. Según las regiones, el grado de concentración de los metales pesados es diferente, ya que estas difieren en cuanto al sistema de manejo, y tipo de suelo. Existen varios factores que pueden influenciar en la toxicidad de los metales pesados, tales como: 1) el material parental del suelo, 2) la acidez (suelos con pH menor a 5,5 propician contaminación por Cadmio, Plomo y otros metales pesados) y la textura del suelo (suelos con menos de 5% de materia organiza son propensos a contaminarse con Cadmio y plomo, 3) la profundidad de enraizamiento del cultivo y 4) las actividades humanas (por ejemplo la minería y los basureros), entre otras causas tenemos las emisiones volcánicas y las quemas de la vegetación en frontera agrícola. Los metales pesados son aquellos elementos que por su concentración en el suelo inhiben la absorción de nutrientes esenciales para la planta. La Unión Europea ha establecido para suelos agrícolas concentraciones

totales permitidas de 3 ppm y 300 ppm de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), respectivamente. Los metales pesados presentes en cacao y con mayor efecto en la salud humana son Cd y Pb. El cacao aparentemente tiene mayor predisposición a absorber Cd y Pb (Cuadra, 2015).

PRODUCTOS DERIVADOS DEL CACAO.

Según Sotomayor (2009), los productos derivados del chocolate son los siguientes:

A) ***Licor de chocolate.***

El licor de chocolate contiene aproximadamente un 55% de grasa, un 17% de carbohidratos, un 11% de proteínas, un 6% de taninos, un 3% de cenizas, un 2,5% de ácidos orgánicos, un 1,5% de teobromina y trazas de cafeína.

B) *Manteca de cacao.*

La grasa de cacao obtenida a partir del licor de chocolate se denomina manteca de cacao.

C) *Torta de cacao.*

Su contenido graso puede modificarse mediante el control de las condiciones de prensado.

D) *Chocolate.*

Según la Norma Técnica Peruana (NTP – INDECOPI) se puede denominar chocolate al alimento que tenga un mínimo de 35% de extracto seco total de cacao en su composición, del cual un 18% como mínimo sea manteca de cacao (mantequilla de cacao) y un 14% materia seca de cacao (pasta de cacao). Para el chocolate

con leche deberá tener un mínimo de 25% de extracto seco total de cacao.

TIPOS DE CHOCOLATES.

Según (Velazque, 2017), los tipos de chocolate son:

a) *Chocolate Negro*: El chocolate negro es el chocolate con alto contenido de cacao puro (65% - 90%), sin leche y con bajo porcentaje de azúcar.
b) *Chocolate de cobertura:* Es un tipo de chocolate muy rico en manteca de cacao (32%) por lo que es apto para fines de cobertura.
c) *Chocolate con Leche*: Contiene un 35% de pasta de cacao, con la adición de azúcares y de los siguientes productos lácteos: leche en polvo, leche condensada, leche evaporada, crema de leche, o grasa láctea anhidra.
d) *Chocolate Blanco*: Es aquel que utiliza solamente la manteca de cacao combinada con azúcar en polvo y leche.
e) *Chocolate compuesto*: Es aquel producto al que se le incorpora productos alimenticios naturales o procesados, debidamente autorizados, con excepción de harinas, almidones y grasa, salvo que estén incluidos en los ingredientes permitidos.
f) *Chocolate gianduja*: Es el producto obtenido de la mezcla de un chocolate con un contenido mínimo de extracto seco total de cacao del 32% (incluido un contenido mínimo de extracto seco desengrasado de cacao del 8%) con sémola fina de avellana, almendra o maní mínimo 20% respecto al producto final.

g) *Chocolate para taza*: Se caracteriza por estar elaborado a partir de la pasta de cacao y algún espesante que suele ser fécula, como la harina de maíz.

Según (Velazque, 2017)**, los tipos de chocolate son:**

a) *Chocolate en grano* y chocolate en copos/ojuelas.
b) *El chocolate en grano* se presenta en forma de granos cilíndricos cortos, y el chocolate en escamas, en forma de trozos pequeños y planos.
c) *chocolates* no deberán contener menos del 32% del extracto seco total de cacao, del cual al menos el 12% de manteca de cacao y el 14% de extracto seco magro de cacao.
d) *Chocolate relleno*.
e) *El centro o interior* podrá contener sustancias alimenticias de uso permitido, con o sin aromatizantes o colorantes permitidos. La parte de chocolate del revestimiento debe representar al menos el 25% del peso total del producto.
f) *Bombones de chocolate*.
g) *Son los productos del tamaño de un bocado* y tienen diferentes formas, en los cuales la cantidad del componente de chocolate no deberá ser inferior al 25% del peso total del producto.

NORMAS LEGALES PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE CHOCOLATES.

A) Normativas que establecen los requisitos que deben cumplir los chocolates.

Codex Alimentario (CODEX STAN 87-1981, Rev.1-2003). Norma para el chocolate y los productos del chocolate: El límite máximo permitido de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) para el chocolate y los productos del chocolate (1mg/ Kg) (Codex Alimentario, 2018)

B) Normativas que establecen los métodos para la determinación de plomo y cadmio en productos de cacao.

Norma Técnica Peruana (NTP 208.030: 2012). 2da edición. Productos de Cacao. Determinación de arsénico, plomo, cadmio, cobre, hierro y zinc.: El método para la determinación de Cadmio y Plomo en cacao y productos de cacao es mediante espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito y para la determinación de Arsénico, en cacao y productos de cacao, es mediante espectrofotometría de absorción atómica por formación de hidruros (Norma Técnica Peruana, 2012).

2.3. Técnicas analíticas para la determinación de metales pesados en cacao y sus derivados.

Existen diversas metodologías para la determinación de metales en alimentos, en su mayoría basadas en técnicas electroquímicas y espectroscópicas. Para cuantificar cadmio en alimentos, tales técnicas de detección incluyen la espectrometría de absorción atómica de llama (FAAS), espectrometría de absorción atómica (ETAAS), espectrometría

de adsorción atómica con horno de grafito (GF-AAS), espectrometría de fluorescencia atómica con generación de hidruros (HG-AFS), espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) y Espectrofotometría de emisión de plasma con acoplamiento inductivo (FAO/OMS, 2014).

Existen también varias opciones para la preparación de la muestra que en muchos casos depende de la matriz y la técnica de medición empleada. Sin embargo para análisis de metales en alimentos son comunes los procesos de digestión húmeda y seca (Barrueta, 2013). La Espectrometría es una técnica instrumental que permite determinar el mayor número de elementos en una gran variedad de matrices, basada en la identificación de analitos mediante el espectro emitido o absorbido por los mismos, y se puede diferenciar entre atómica o de masas (Barrueta, 2014).

Con las metodologías analíticas descritas anteriormente para la determinación de metales pesados en alimentos, es importante seleccionar una técnica para la determinación de cadmio en chocolate de mesa, en este caso se estudiara la técnica espectrometría de absorción atómica, que posee un límite de detección para cadmio de 0.002 µg/L - 0.02 µg/L, teniendo en cuenta que estudios realizados en países como Honduras las concentraciones mínimas de cadmio encontradas en semillas de cacao son de 0.30 mg/kg.

2.4. Definición de términos básicos.

- **Biodegradable:** sustancia que se puede degradar mediante el accionar de un agente biológico.
- **Contaminación:** es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio que provocan que este sea inseguro o no apto para su uso.
- **Contaminante:** Un constituyente de un material o residuo que se sabe o sospecha que es agente de riesgo.
- **Metal pesado:** El término metal pesado suele designar algunos elementos situados en el "vientre" de la tabla periódica y que tienen una densidad elevada: osmio, mercurio, plomo, oro, cadmio.
- **Niveles máximos permisibles:** Son los valores máximos que debe contener un determinado producto para ser vendido y consumido por la población.
- **Chocolate:** producto derivado del cacao, originado a partir de la molienda del grano y los diferentes procesos industriales.
- **Niveles de Cd y Pb en los chocolates.**

  Se determinará el nivel de Cd y Pb en los chocolates de acuerdo a las siguientes normas:
- **Normativas que establecen los requisitos que deben cumplir los chocolates.**

  Codex Alimentario (CODEX STAN 87-1981, Rev.1-2003). Norma para el chocolate y los productos del chocolate: El límite máximo permitido de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) para el

chocolate y los productos del chocolate (1mg/ Kg) (Codex Alimentario, 2018)

- **Normativas que establecen los métodos para la determinación de plomo y cadmio en productos de cacao.**

  Norma Técnica Peruana (NTP 208.030: 2012). 2da edición. Productos de Cacao. Determinación de arsénico, plomo, cadmio, cobre, hierro y zinc.: El método para la determinación de Cadmio y Plomo en cacao y productos de cacao es mediante espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito y para la determinación de Arsénico, en cacao y productos de cacao, es mediante espectrofotometría de absorción atómica por formación de hidruros (Norma Técnica Peruana, 2012).

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la investigación.

El método de investigación es descriptivo y de observación. La finalidad de este método de investigación es la recolección de información *In situ* y traducirlo en forma explicativa. Es explicativo porque explica los problemas y su dinámica (Barrantes, 2006). Es descriptiva por la aplicación de técnicas de colección y resumen de datos como son las Medidas de tendencia central: medias, medianas y modas, así como la representación gráfica de los mismos en diagrama de tablas y mixtos

Para ello, se utilizarán dos herramientas softwares especiales para el procesamiento y síntesis de los datos: SPSS V. 22 y la Microsoft Office EXCEL 2018. Finalmente, con los resultados finales del análisis de metales pesados en las zonas de estudio se realizará la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 para determinar qué zona es la más contaminada.

3.2. Población y muestra.

La población corresponde a todas las empresas que elaboran chocolates en la región Ucayali. El tipo de muestreo será de tipo intencional, se tendrá en cuenta las 6 zonas de estudio donde en cada zona se tomará una muestra de 2 empresas que elaboran chocolates, siendo un total de 12 empresas.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.3.1. Técnicas.

Las técnicas que se utilizó en el proceso de investigación fueron los siguientes:

- **Observación:** cuando se realice el muestreo de chocolates.
- **Análisis documental:** revisión bibliográfica sobre estudios anteriores y de referencias sobre trabajos en chocolates.
- Análisis de Cd y Pb.

3.3.2. Instrumentos.

- Formato de evaluación (Anexo 1)

3.4. Procedimiento de recolección de datos.

3.4.1. Ubicación.

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la Región Ucayali, específicamente en los siguientes lugares:

- Ciudad de Pucallpa.
- Campo verde.
- Neshuya.
- Von Humboldt.
- San Alejandro.
- Aguaytía.

3.4.2. Duración del estudio.

La duración del presente trabajo de investigación duro 5 meses.

3.4.3. Condiciones agroecológicas y climáticas.

Según el Sistema Holdrige, Ucayali se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi-siempre verde estacional” (COCHRANE, 1982).

El clima de la región es cálido, húmedo y con lluvias bastante concentradas casi todo el año. Su elevada precipitación pluvial alcanza una media anual de 2000 mm., la cual varía durante todo el año, presentándose períodos secos definidos entre julio y agosto, y con intensa precipitación entre noviembre y marzo. La temperatura fluctúa entre los 17.4ºC y 36,5ºC, con una media anual de 26,9ºC, registrándose la más alta entre mayo y agosto, y las mínimas entre diciembre y marzo.

3.4.4. Colección de muestras de chocolates.

Para colectar las muestras de chocolate primero se procedió al reconocimiento de las zonas de muestreo (6), considerando su accesibilidad para facilitar la toma de muestras en cada zona. El primer paso fue dialogar con los dueños de las empresas, para facilitarnos la realización de las encuestas.

Para el muestreo se compró un promedio de 1 kg de chocolates de cada empresa para después proceder al rotulado y envió.

3.4.5. Rotulado de muestras.

Luego de la colección de muestras se procedió con el rotulado de las bolsas de la siguiente manera:

- Código del punto de muestreo.
- Nombre de la empresa.
- Fecha y hora de muestreo.
- Nombre del responsable de la muestra (iniciales).
- Tipo de análisis requerido.

3.4.6. Traslado de muestras y análisis.

Luego de la toma de muestras y el rotulado las muestras de chocolate fueron remitidas a la ciudad de Tingo María para analizar el contenido de Cd y Pb. Las muestras se analizaron en el Laboratorio central de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.5. Tratamientos de los datos.

Una vez obtenidos los datos, para el análisis de las variables se utilizó el programa de análisis estadístico SPSS 21, con el cual se analizaron el cuadro de ANVA y la prueba de promedios de Tukey.

3.6. Materiales, Instrumentos, Equipos E Insumos Químicos.

- **Materiales.**
  - Guantes quirúrgicos.
  - Tubos de ensayo.
  - Vasos de erlenmeyer.
  - Mandil.
  - Bocamas.

- Tablas de madera.
- Machete.
- Cooler almacenador de muestras.
- Frascos de vidrio (600 ml).
- Marcadores.

➢ **Equipos.**

- Cámara fotográfica.
- Laptop.
- Espectrofotómetro

➢ **Insumos.**

- Alcohol de 90°C.
- Alcohol de mano.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS

Para el análisis de las muestras de chocolate nos basamos en las normativas que establecen los requisitos que deben cumplir los chocolates. Codex Alimentario (CODEX STAN 87 – 1981, Rev. 1-2003). Norma para el chocolate y los productos del chocolate: El límite máximo permitido de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) para el chocolate y los productos del chocolate (1 mg/Kg) (Codex Alimentario, 2018).

PARA PLOMO (Pb)

Tabla 2. *Análisis de varianza de la concentración de plomo Pb en las marcas de chocolate*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	Sig.
Entre marcas	0,563	5	0,113	126715,012	0,00
Error	1,067E-5	12	8,889E-7		
Total	0,563	17			

En la tabla se observa que a un nivel de confianza del 99% existe diferencias altamente significativas en la concentración de plomo (Pb) entre las 6 marcas de chocolate evaluadas.

Tabla 3. *Prueba de comparación medias (tukey 0,05)*

Marca	Promedio (mg/kg)	Agrupación			
Wiwi	0,006	A			
Piri piris	0,006	A			
Alto Uruya	0,007	A			
Situlli	0,220		B		
Chokowit	0,355			C	
Sol del Boquerón	0,435				D

Como se aprecia en la tabla las marcas de chocolate Wiwi, Piri piris y Alto Uruya no difieren significativamente en la concentración de Plomo, sin embargo, estas difieren de las demás marcas de chocolate. La marca que presento mayor concentración de plomo fue la de Sol de Boquerón con 0,435 Pb.

Los promedios obtenidos de plomo de las marcas de 6 chocolates en estudio no sobrepasan al valor permisible (1mg/kg) de acuerdo a la norma.

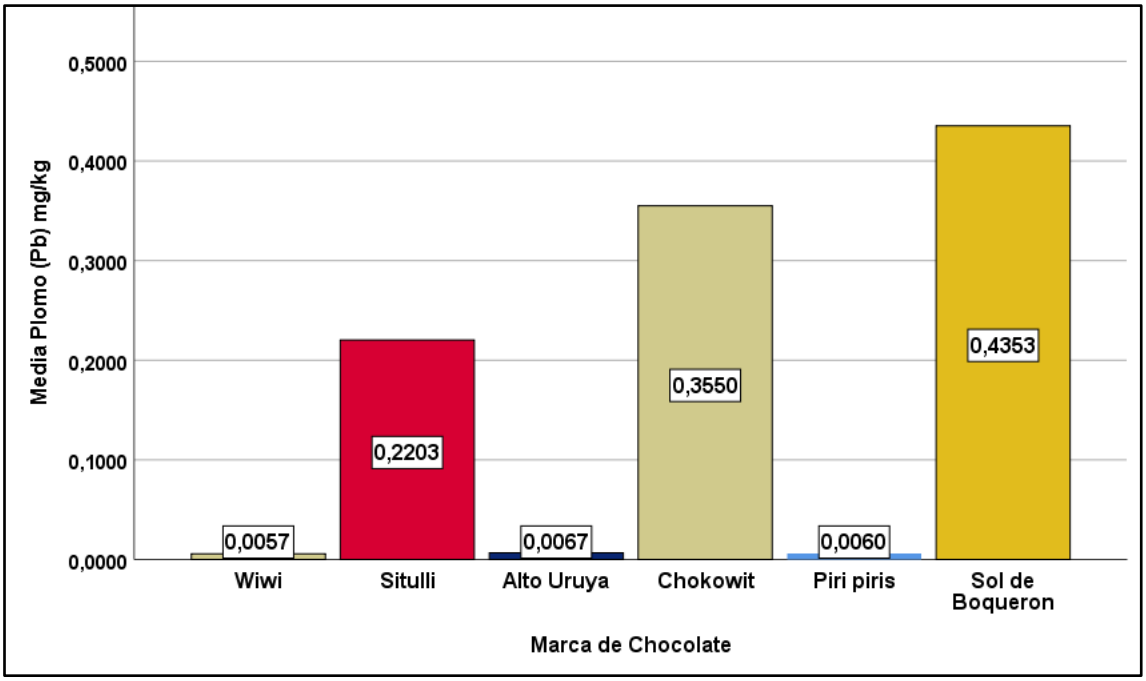


Figura 1. concentración promedio de plomo de 6 marcas de chocolate

PARA CADMIO (Cd)

Tabla 4*. Análisis de varianza de la concentración de cadmio Cd en las marcas de chocolate.*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	Sig.
Entre marcas	0,024	5	0,005	57,078	0,00
Error	0,001	12	8,372E-5		
Total	0,025	17			

En la tabla se observa que a un nivel de confianza del 99% existe diferencias altamente significativas en la concentración de cadmio (Cd) entre las 6 marcas evaluadas.

Tabla 5*. Prueba de comparación medias (tukey 0,05).*

Procedencia-Marca	Promedio (mg/kg)	Agrupación			
Chokowit	0,110	A			
Sol del Boqueron	0,130	A	B		
Alto Uruya	0,150		B		
Wiwi	0,180			C	
Piri piris	0,200			C	D
Situlli	0,210				D

Como se observa en la tabla las marcas de chocolate Chokowit y Sol de boquerón no difieren en la concentración de Cadmio. También se observa que la marca Alto Uruya no difiere con la marca Sol de Boquerón. Por otro lado, no existe diferencias

estadísticas en la concentración de cadmio entre las marcas Wiwi y Piri piris. Así como también la marca Situlli muestra similitud en la concentración de cadmio con la marca Piri piris. Finalmente la marca que presento mayor concentración de cadmio fue Situlli.

Los promedios obtenidos de cadmio de las marcas de 6 chocolates en estudio no sobrepasan al valor permisible (1mg/kg) de acuerdo a la norma.

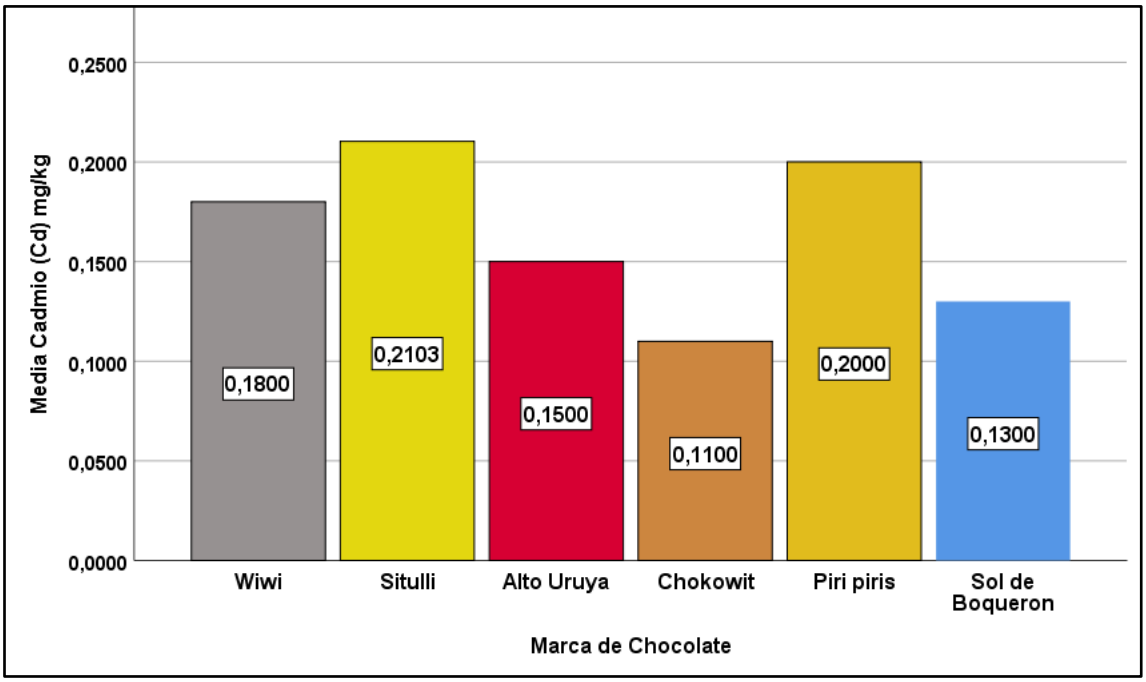


Figura 2. concentración promedio de Cadmio de 6 marcas de chocolate

4.2. Discusión.

Para los resultados es necesario discutir algunos aspectos de gran importancia (Velazque, 2017). La mayoría de estos chocolates y dulces están hechos principalmente de los sólidos de cacao, leche, frutas secas, sabores de fruta y azúcar. De las 69 marcas de chocolates y caramelos analizados, 23 fueron a base de cacao, 22 a base de leche y otros 24 eran de sabor a frutas y de base de azúcar. La concentración de cadmio varió desde 0,001 mg/Kg hasta 0,273 mg/Kg con un promedio de 0,105 mg/Kg y la concentración de plomo varió desde 0,049 mg/Kg hasta 0,804 mg/Kg con un promedio de 0,393 mg/Kg. Chocolates a base de cacao se encuentra que tienen un mayor contenido de metales pesados analizados que los chocolates a base de leche, dulces de sabor o a base de azúcar de la fruta.

Respecto a la investigación sobre determinación del contenido de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en los principales chocolates en barra de la Región Ucayali, según el análisis de varianza para la concentración de plomo en las diferentes marcas de chocolate y a un nivel de confianza del 99% existen diferencias altamente significativas en la concentración de **Plomo (Pb)** entre las 6 marcas de chocolate; en Callería la marca Wiwi se tuvo un promedio de 0,006 mg/kg; en Campo Verde la marca Piri piris un promedio de 0,006 mg/kg; en Neshuya la marca Alto uruya 0,007 mg/kg, estas tres marcas no difieren significativamente en la concentración de plomo, sin embargo en Von Humboldt la marca Situlli un promedio 0,220 mg/kg; en San Alejandro la marca Chokowit se tuvo un promedio de 0,355 mg/kg y en Aguaytia la marca Sol de Boquerón

que tuvo un promedio de 0,435 mg/kg, cuya marca presento mayor concentración de plomo.

Para la concentración de **Cadmio (Cd)** en las diferentes marcas de chocolate y a un nivel de confianza del 99% existen diferencias altamente significativas en la concentración de cadmio entre las 6 marcas de chocolate; en San Alejandro la marca Chokowit tuvo un promedio de 0,110 mg/kg; en Aguaytia la marca Sol de Boquerón se tuvo un promedio de 0,130 mg/kg; en Neshuya la marca Alto uruya 0,150 mg/kg; en Neshuya la marca Alto Uruya 0,150 mg/kg, en las marcas de chocolate Chocowit y sol de boquerón no difieren significativamente en la concentración de Cadmio, además se observa que la marca Alto Uruya no difiere con la marca sol del boquerón; en Callería la marca Wiwi tuvo un promedio de 0,180 mg/kg; en Campo Verde la marca Piri piris un promedio de 0,200 mg/kg y en Von Humboldt la marca Situli un promedio 0,210 mg/kg; Por otro lado, no existe diferencias estadísticas en la concentración de cadmio entre las marcas Wiwi y Piri piris. Así como también la marca Situlli muestra similitud en la concentración de cadmio con la marca Piri piris. Es la marca que finalmente presento mayor concentración de cadmio fue Situlli con 0.210 mg/kg.

(Velazque, 2017). Realizó un estudio preliminar de niveles de cadmio y plomo en cacao hondureño, como resultado de la demanda de productos alimenticios inocuos en el mercado internacional. Se recolectó un total de 98 muestras de semilla y 83 de suelos en los departamentos de Atlántida, Cortés, Yoro, Colón, Gracias a Dios, Santa Bárbara y Olancho. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio

Químico Agrícola de la fundación hondureña de investigación agrícola (FHIA). El 83,7% de las muestras de semilla estuvieron por debajo de 0,1 mg de plomo/kg y 6,1% estuvo arriba de 2 mg de plomo/kg. El 42,8% de las muestras de semilla tuvieron concentraciones arriba de 0,4 mg de cadmio/kg, niveles relativamente altos considerando los límites establecidos por la Unión Europea para productos de cacao. Los suelos no muestran concentraciones particularmente altas de ninguno de los dos metales.

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

La investigación sobre determinación del contenido de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en los principales chocolates en barra de la Región Ucayali, las marcas de chocolate Wiwi, Piri piris y Alto Uruya no difieren significativamente en la concentración de Plomo (Pd), sin embargo, estas difieren de las demás marcas de chocolate. La marca que presento mayor concentración de plomo (Pd) fue la de Sol de Boquerón con 0,435 Pb; para contenido de Cadmio (Cd) en las marcas de chocolate Chokowit y Sol de boquerón no difieren en la concentración de Cadmio. También se observa que la marca Alto Uruya no difiere con la marca Sol de Boquerón. Por otro lado, no existe diferencias estadísticas en la concentración de cadmio entre las marcas Wiwi y Piri piris. Así como también la marca Situlli muestra similitud en la concentración de cadmio con la marca Piri piris, y finalmente la marca que presento mayor concentración de cadmio fue Situlli. Los promedios obtenidos de Plomo (Pb) y cadmio (Cd) en las diferentes marcas de 6 chocolates en estudio no sobrepasan al valor permisible (1mg/kg) de acuerdo a la norma.

En cuanto a la determinación de los niveles de **Cadmio (Cd)** en las principales chocolates en barra y a un nivel de confianza del 99% existen diferencias altamente significativas en la concentración de cadmio entre las 6 marcas de chocolate; en San Alejandro la marca Chokowit tuvo un

promedio de 0,110 mg/kg; en Aguaytia la marca Sol de Boquerón tuvo un promedio de 0,130 mg/kg; en Neshuya la marca Alto Uruya 0,150 mg/kg; en Neshuya la marca Alto Uruya 0,150 mg/kg, en las marcas de chocolate Chokowit y sol de boquerón no difieren significativamente en la concentración de Cadmio, además se observa que la marca Alto Uruya no difiere con la marca sol del boquerón; en Callería la marca Wiwi tuvo un promedio de 0,180 mg/kg; en Campo Verde la marca Piri piris un promedio de 0,200 mg/kg y en Von Humboldt la marca Situli un promedio 0,210 mg/kg; Por otro lado, no existe diferencias estadísticas en la concentración de cadmio entre las marcas Wiwi y Piri piris. Así como también la marca Situlli muestra similitud en la concentración de cadmio con la marca Piri piris. Es la marca que finalmente presento mayor concentración de cadmio fue Situlli con 0,210 mg/kg.

En cuanto a la determinación de los niveles de **Plomo (Pb)** en las principales chocolates en barra y a un nivel de confianza del 99% existen diferencias altamente significativas en la concentración de **Plomo (Pb)** entre las 6 marcas de chocolate; en Callería la marca Wiwi se tuvo un promedio de 0,006 mg/kg; en Campo Verde la marca Piri piris un promedio de 0,006 mg/kg; en Neshuya la marca Alto uruya 0,007 mg/kg, estas tres marcas no difieren significativamente en la concentración de plomo, sin embargo en Von Humboldt la marca Situlli un promedio 0,220 mg/kg; en San Alejandro la marca Chokowit se tuvo un promedio de 0,355 mg/kg y en Aguaytia la marca Sol de Boquerón que tuvo un promedio de 0,435 mg/kg, cuya marca presento mayor concentración de plomo.

5.2. Recomendaciones.

Para trabajar con chocolates es necesario conocer la vida útil del chocolate, ya que esto puede estar guardado máximo por un año bien envuelto en un lugar fresco y seco. Después de ese tiempo, comienza a deteriorarse y perder calidad, ya sea por la humedad o el moho que puede ingresar. Especialmente para los productos artesanales, que tienen menos procesamiento y conservantes.

Evitar que se alteren sus propiedades, para eso es necesario utilizar Cooler cuya humedad no supere el 60% y a una temperatura entre 15 a 18 °C, si la temperatura es mayor la grasa o manteca de cacao pasa a forma líquida con el calor y migra a la superficie de la tableta, cristalizando con el frío de la noche, y de ahí que se forme esta capa, al parecer inocua, pero para el análisis o investigación pueden alterar fuertemente sus propiedades.

La calidad de la materia prima es algo que requiere mucha atención, principalmente con el cacao por la gran variedad y otras características que presenta. De cada lote o empresa que la produce se debe conocer la homogeneidad, los aspectos físicos como humedad, tamaño, estado de limpieza y obviamente lo que concierne al tipo de cacao, además de cómo ha sido fermentado o elaborado.

VIII. REFERENCIAS.

Banco Central de Reserva del Perú (2012). Informe Económico y Social Región Ucayali.

Barrueta, S. (2013). Guía de Métodos de Detección y Análisis de cadmio en cacao. DEVIDA-USAID PERU PDA, Lima, Perú.

Campos F, y Flores C. 2016. Determinación del contenido de metales pesados en los clones de cacao de las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo. Trabajo de investigación docente. Universidad Nacional de Ucayali – Informe final.

Codex Alimentario. Norma para el chocolate y los productos del chocolate (CODEX STAN 87-1981, Rev.1-2018).

Cuadra R. 2015. Cacao y contenido de metales pesados. Red Madre Cacao. Asociación de apoyo integral a los pequeños productores de cacao de Nicaragua.

Dahiya S, Karpe R, Hegde AG, Sharma RM. El plomo, el cadmio y el níquel en chocolates y dulces de las zonas suburbanas de Mumbai, India. Diario de Composición y Análisis de Alimentos. [Internet]. Setiembre 2005 [Fecha de acceso: 18 de setiembre de 2015];18 (6).

FAO/OMS. (2014). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Novena Reunión, Anteproyecto de Niveles máximos para el cadmio en el chocolate y productos derivados de cacao.

Huamaní YH, Huauya RM, Mansilla ML, Florida RN, Neira TG. Presencia de metales pesados en cultivo de Cacao (*Theobroma cacao L.)* orgánico. Acta

Agronómica. Universidad Nacional Colombia. [Internet]. 2012 [Fecha de acceso: 18 de setiembre de 2015] 61(4).

Huauya M, Huamani H. 2014. Macrofauna edáfica y metales pesados en el cultivo de cacao, Theobroma cacao L. (malvaceae). Thebiologist (Lima). Vol 12 N° 1. ISSN Versión Impresa 1816-0719.

Huertos E.G. y Baena. R. 2008. Contaminación de suelos por metales pesados. Mancla revista de la sociedad española de mineralogía 10: 48-60.

Martí L. Burba N G. Cavagnaro M. 2002. Metales pesados en fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos. Rev. FCA UN Cuyo. Tomo XXXIV. N° 2. Departamento de Ingeniería Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Alte. Brown N° 500. Casilla de Correo 7. M5528AHB Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.

Martinez R J. 2007. PROM PERÚ. Reporte Comercial de Productos Orgánicos. Cacao orgánico del Perú. Reporte de Productos Orgánicos Gerencia de Agro y Agroindustria. Lima-Perú.

Ministerio de Agricultura (MINAG). 2011. Perú un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones. Dirección General de Competitividad Agraria. Publicación: Dirección de Información Agraria. Lima-Perú. Disponible en: http://www.salondelcacaoychocolate.pe/2012/archivos/ficha_cacao.pdf

Productos de Cacao. Determinación de plomo, cadmio, cobre, hierro y zinc. Norma Técnica Peruana (NTP 208.030: 2012). 2da ed.

Rivera L.R. (2013). Guía metodológica para el muestreo y detección de cadmio en suelos, agua, fertilizantes, almendras de cacao y productos derivados.

Sánchez JA. Determinación del contenido de metales pesados tóxicos (Cadmio y Plomo) en granos de cacao. Programa de cacao y Agroforestería: Informe

técnico 2011. Fundación Hondureña de investigación agrícola. 1ra ed.[Internet]. Marzo 2012.

Sifuentes, Cesar. (2013). Comida Peruana. El cacao peruano, consultado 27 de oct. 2013, en línea, disponible en página Web: http:comidaperuana.about.com/od/ingredientes/a/El-cacao peruano.htm (notfound).

Sotomayor CM. Estudio del Mercado Interno para determinación y caracterización del Consumo actual y potencial de Derivados Industriales del Cacao. Informe Final de Consultoría. Ministerio de Agricultura. [Internet] Setiembre 2009 [Fecha de acceso: 9 de setiembre de 2015] Disponible en: http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesboletines/cacao/mercado_cacao.pdf

Velazque, Miguel. (2017). "Determinación de arsénico, cadmio y plomo en barras de chocolate adquiridas en el centro comercial polvos azules de lima metropolitana en el periodo enero – febrero 2016" http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/708/Titulo%20-%20Velasque%20Leiva%20Miguel%20Angel.pdf?sequence=1&isAllowed=

ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN

A N Á L I S I S

SOLICITANTE : Romero López, Wendy
DEPARTAMENTO : Ucayali
INVESTIGACIÓN : Determinación del contenido de Cd y Pb en los principales chocolates en barra de la región de Ucayali, Pucallpa – Ucayali.

Tabla 6. *Promedio de los resultados en el espectrofotómetro de absorción atómica para cadmio y plomo*

N°	CODIGO	DATOS DE LA MUESTRA				Pb	Cd
		Muestra	Pureza	Procedencia	Marca	mg/Kg	mg/Kg
1	ICP 0564	Chocolate	100%	Ucayali	Wiwi	0.006	0.180
2	ICP 0565	Chocolate	100%	Campo Verde	Situlli	0.220	0.210
3	ICP 0566	Chocolate	70%	Neshuya	Alto Uruya	0.007	0.150
4	ICP 0567	Chocolate	100%	Von Humbolt	Chokowit	0.355	0.110
5	ICP 0568	Chocolate	70%	San Alejandro	Piri Piris	0.006	0.200
6	ICP 0569	Chocolate	100%	Aguaytia	Sol del Boqueron	0.435	0.130

Equipo: ICP OES /HORIBA-Ultima expert
Método: Digestión ácida//Determinación de elementos por espectrofotómetro de emisión óptica con plasma acoplado indutivamente (ICPOES)
Recibo N°: 0622020
Fecha*10/02/2021*

Tabla 7. *Resultado de las tres repeticiones por muestra con el espectrofotómetro de absorción atómica para plomo.*

WIWI	SITULLI	ALTO URUYA	CHOKOWIT	PIRI PIRIS	SOL DEL BOQUERON
0,005	0,22	0,007	0,354	0,006	0,434
0,006	0,22	0,006	0,355	0,005	0,435
0,006	0,221	0,007	0,356	0,007	0,437

Tabla 8*. Resultado de las tres repeticiones por muestra con el espectrofotómetro de absorción atómica para cadmio.*

WIWI	SITULLI	ALTO URUYA	CHOKOWIT	PIRI PIRIS	SOL DEL BOQUERON
0,18	0,21	0,15	0,09	0,2	0,13
0,179	0,211	0,14	0,12	0,19	0,129
0,181	0,21	0,16	0,12	0,21	0,131

Tabla 9*. Resumen estadístico del análisis para Plomo (Pb) y Cadmio (Cd).*

			Plomo (Pb)	Cadmio (Cd)
Marca de Chocolate	Wiwi	Máximo	0,0060	0,1810
		Mínimo	0,0050	0,1790
		Media	0,0057	0,1800
		Mediana	0,0060	0,1800
		Moda	0,0060	0,1790[a]
		Varianza	0,0000	0,0000

		Desviación estándar	0,0006	0,0010
	Situlli	Máximo	0,2210	0,2110
		Mínimo	0,2200	0,2100
		Media	0,2203	0,2103
		Mediana	0,2200	0,2100
		Moda	0,2200	0,2100
		Varianza	0,0000	0,0000
		Desviación estándar	0,0006	0,0006
	Alto Uruya	Máximo	0,0070	0,1600
		Mínimo	0,0060	0,1400
		Media	0,0067	0,1500
		Mediana	0,0070	0,1500
		Moda	0,0070	0,1400[a]
		Varianza	0,0000	0,0001
		Desviación estándar	0,0006	0,0100
	Chokowit	Máximo	0,3560	0,1200
		Mínimo	0,3540	0,0900
		Media	0,3550	0,1100
		Mediana	0,3550	0,1200
		Moda	0,3540[a]	0,1200
		Varianza	0,0000	0,0003

		Desviación estándar	0,0010	,0173
	Piri piris	Máximo	0,0070	0,2100
		Mínimo	0,0050	0,1900
		Media	0,0060	0,2000
		Mediana	0,0060	0,2000
		Moda	0,0050[a]	0,1900[a]
		Varianza	0,0000	0,0001
		Desviación estándar	0,0010	0,0100
	Sol del Boquerón	Máximo	0,4370	0,1310
		Mínimo	0,4340	0,1290
		Media	0,4353	0,1300
		Mediana	0,4350	0,1300
		Moda	0,4340[a]	0,1290[a]
		Varianza	0,0000	0,0000
		Desviación estándar	0,0015	0,0010

Tabla 10. *Formato de evaluación para las muestras.*

HOJA DE DATOS PARA RECOLECCION DE MUESTRA

N°	Datos para recolección de barras de chocolate				
	Marca	**Presentación**	**Procedencia**	**Fecha de vencimiento**	**Registro sanitario**
1	Wiwi 100%cacao	100 gr	Ucayali		
2	Situlli 100% Cacao	100 gr	Campo Verde	Año 2023	G9450713N/XACOAR
3	Alto Uruya 70% Cacao	50 gr	Neshuya		G9452617N
4	Chokowit 100% Cacao	100 gr	Von Humbolt	Octubre 2021	G9456118NXCAODE
5	Piri Piris 70% Cacao	50 gr	San Alejandro	Octubre 2021	G1700417N/FARML
6	Sol del Boquerón 100% Cacao	90 GR	Aguaytía		

COMPRA U OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS IN SITU



Figura 3. Chocolate sol del boquerón



Figura 4. Compra del chocolate sol del boquerón



Figura 5. Chocolate situlli



Figura 6. Compra del chocolate situlli



Figura 7. Chocolate alto uruya



Figura 8. Compra del chocolate alto uruya



Figura 9. Chocolate chokowit



Figura 10. Compra del chocolate chokowit

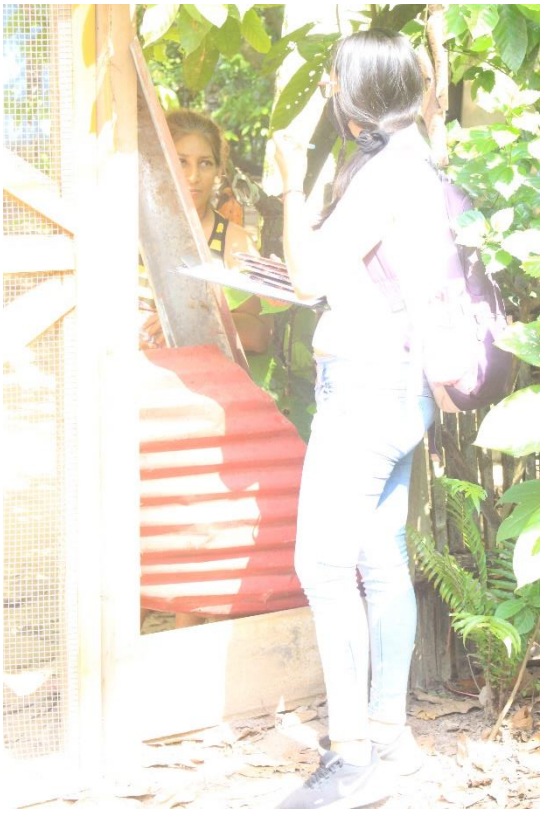


Figura 11. Chocolate wiwi



Figura 12. Compra del chocolate wiwi