

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Determinación de la concentración de metales en la almendra de cacao en la Cooperativa Agropecuaria Bella en la Provincia de Leoncio Prado-Huánuco y posibles consecuencias de riesgos a la salud**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Francis Fiorella LINO PALPA**

**Asesor: Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN**

**Cerro de Pasco – Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Determinación de la concentración de metales en la almendra de cacao en la Cooperativa Agropecuaria Bella en la Provincia de Leoncio Prado-Huánuco y posibles consecuencias de riesgos a la salud**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

---

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA  
PRESIDENTE

---

Mg. Lucio ROJAS VITOR  
MIEMBRO

---

Ing. Anderson MARCELO MANRIQUE  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A mis padres queridos por su apoyo en  
la formación de mi carrera profesional

## **RECONOCIMIENTO**

A mi asesor Mg. Julio Antonio Asto Liñán por el aporte brindado en el desarrollo del presente trabajo de Investigación.

A mis jurados Mg. Luis Alberto Pacheco Peña, Mg. Lucio Rojas Vitor y Ing. Anderson Manrique Marcelo, por las apreciaciones y correcciones realizadas al trabajo de investigación.

## RESUMEN

Los productores de cacao y café del centro poblado Bella, perteneciente al distrito Mariano Dámaso Beraún, en la provincia de Leoncio Prado, Huánuco, creada por impulso de la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (Devida) y la municipalidad de ese distrito, con el objetivo mejorar la producción de este grano en esa jurisdicción y la meta es afianzar el mercado internacional para su producto.

El producto terminado que ha demostrado la alta calidad ya se ha constituido en un importante referente de la producción chocolatera peruana, teniendo pedidos en varios mercados de países importantes como: Francia, Italia y Rusia, esto debido a que la cooperativa ha implementado maquinarias de procesamiento, se ha logrado fortalecer su capacidad de organización y mejorar la oferta y calidad de los productos que ofrecen, además cuentan con certificación orgánica en proceso.

La producción de cacao orgánico en el distrito de Tingo María, ha resultado favorable en la economía de muchas de las familias que se dedican a la producción y la fabricación de chocolate, uno de los grandes problemas que enfrentaría los productores son los suelos que tienen concentraciones considerable de cadmio, plomo, hierro, cobre, y otros metales, los cuales son absorbidos por las plantas de cacao, lo que en un futuro podría repercutir en la economía de la cooperativa agroindustrial bella.

**Palabras clave:** *Calidad del cacao, suelo, metales pesados.*

## **ABSTRACT**

The activity of informal mining generates smuggling, exploitation and trafficking of persons, pollution, corruption and major socio-environmental problems to the country, where informal mining causes one of the main sources of soil contamination where this activity takes place, because this problem It can persist for decades after the end of the informal mining activity considered as environmental mining liabilities, there being a need to put into operation the norms and laws for the formalization process of these miners. Because the contamination of the soils in the area of the Ramos Balcón area has increased over the last years; because these soils are being used indiscriminately as final receiving bodies for emissions of mercury and other agglomerated metals such as tailings and mining clearings with the presence of some chemical reagents that were used for the process and refined in obtaining gold. In this research, it was developed with the purpose of analyzing these metals present in the soil left by informal mining, specifically in the Claudia XXI mining concession. Where through a field analysis these parameters were compared with the standards of environmental quality of soil according to Supreme Decree No. 011-2017-MINAM.

**Keywords:** *environmental standards, soil, informal mining.*

## INTRODUCCIÓN

Existe a una gran preocupación en toda la cadena de producción y comercialización del cacao a nivel mundial; productores, exportadores, importadores y consumidores; debido a la presencia de Cadmio en las semillas del Cacao y en su trasmisión directa al chocolate de consumo humano; pues este metal pesado se acumula en el organismo y es responsable de enfermedades graves para el ser humano; ya que es tóxico, acumulativo en el organismo, de alta permanencia y se moviliza a través de agua y aire. Cumpliendo los 4 requisitos establecidos para los contaminantes más tóxicos.

En temas de biodiversidad, es muy importante estudiarlo y valorarlo en nuestro país, pues Perú tiene el 60% de todas las variedades de Cacao del mundo. Somos el mayor nicho de Cacao de origen del globo terráqueo; cacao de gran finura, con sabor y aroma incomparables; que debemos cuidar y proteger.

El Cacao peruano es Patrimonio Natural de la Nación y ha sido reconocido en el año 2015 en Londres como el mejor chocolate de leche del mundo; y también se ha llevado galardones como 'Mejor producto orgánico', 'Mejor fabricante de chocolate', 'Mejor comerciante' y 'Mejor país productor de cacao' calificado por el The International Chocolate Awards, que celebró su evento anual el pasado 17 de octubre en la ciudad Londres.

También por la gran importancia socio económica que representa, ya que Perú ocupa el segundo lugar en el mundo como exportador de cacao orgánico. El cacao es un cultivo que ha cobrado gran importancia económica en el Perú (220 millones de dólares en el 2014) y en el mundo (movimientos anuales en el mundo por más de 40 mil millones de dólares), y ya es reconocido como uno de

nuestros productos bandera por la fina calidad de nuestro cacao de origen, que desarrolla en nuestras tierras altas de la Amazonía; en zonas de elevada pobreza y ausencia de los servicios del estado; así como por el objetivo de desarrollo alternativo que viene cumpliendo, como una formula posible y rentable para el reemplazo de cultivos cocaleros destinados al narcotráfico. En la actualidad existen en el Perú más 150 mil hectáreas cultivadas de cacao y hemos sobrepasado las 80 mil toneladas de producción anual.

En ese sentido que el presente trabajo de investigación hace un análisis de los metales presentes en el fruto del cacao en base a la información obtenida de campo sobre los efectos que ocasiona los cuales siendo comparadas con los estándares ambientales para ello la investigación está conformada por cuatro capítulos; Capítulo I: Problema de Investigación, los objetivos de la investigación relacionada a la presencia de metales en el suelo. Capítulo II: Marco teórico, donde se presentan trabajos realizados anteriormente en estudios similares, definición de términos y bases teóricas científicas; hipótesis de investigación.

Capítulo III: Metodología y Técnicas de Investigación; Capítulo IV: Resultados y discusión, donde se observa los resultados obtenidos en el trabajo de campo realizado, prueba de hipótesis, análisis y discusión de los resultados. Finalmente, las conclusiones y las recomendaciones establecidas, servirán para determinar si existe presencia considerable de plomo, cadmio, cobre, hierro y otros metales presentes, frente a los perjuicios económicos que pueda causar en un futuro de manera que la continuidad de la investigación ayude entre otros aspectos en el desarrollo efectivo de controlar y prevenir daños ambientales en el fruto del cacao.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	5
1.3. Formulación del Problema .....	5
1.3.1. Problema general.....	5
1.3.2. Problemas Específicos.....	6
1.4. Formulación de objetivos .....	6
1.4.1. Objetivo General .....	6
1.4.2. Objetivos Específicos.....	6
1.5. Justificación de la Investigación .....	6
1.6. Limitaciones de la investigación .....	7
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1. Antecedentes de estudio.....	9
2.2. Bases Teóricas-Científicas.....	15
2.3. Definición de términos básicos .....	36
2.4. Formulación de la Hipótesis .....	37
2.4.1. Hipótesis General .....	37
2.4.2. Hipótesis Específicas .....	38
2.5. Identificación de Variables .....	38
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	38
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION....</b>	<b>39</b>
3.1. Tipo de investigación.....	39
3.2. Método de Investigación .....	40

3.3.	Diseño de la investigación .....	41
3.4.	Población y Muestra .....	41
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	42
3.7.	Tratamiento estadístico .....	42
3.8.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	43
3.9.	Orientación ética .....	43
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>44</b>
4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	44
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	45
4.3.	Prueba de hipótesis .....	54
4.4.	Discusión de resultados .....	55

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **ANEXOS**

## **CAPÍTULO I.**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La existencia y gravedad de los problemas de contaminación en el suelo de nuestra amazonia son reconocidos en diversas formas debido a los diferentes usos que le da actualmente por el hombre, en este caso la actividad de la producción de cacao orgánico.

En el año 2018, se logró exportaciones por US\$ 280 millones en cacao peruano, pero para el 2019 queda una gran incógnita ¿A qué se debe esta situación con el cacao peruano?

Solo quedan cinco meses y en cuenta regresiva para que el cacao peruano se pueda ver afectado por la limitación que ha impuesto la Unión Europea al cacao, al establecer un límite máximo de cadmio, siendo más exigente

que el Codex Alimentario y lo que establece la misma Organización Mundial de la Salud (OMS).

El Perú es un exportador de cacao, siendo este el octavo producto de mayor envío al exterior, y el segundo en la agroindustria, luego del café, con unas 150 mil hectáreas a nivel nacional. Europa es el principal mercado de destino.

Además, su presencia en la Amazonía peruana, ha permitido enfrentar la erradicación de la hoja de coca, siendo este un cultivo alternativo para el país. La Comisión Nacional para el Desarrollo de Vida sin Drogas (DEVIDA) actualmente lo utiliza como parte de sus programas alternativos para la zona del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM).

Sin embargo, la exigencia de la Unión Europea, a través del Reglamento 488/2014 al contenido máximo de cadmio en el cacao pone en riesgo esta situación.

Aunque hace unos días el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) precisó que la medida solo será aplicada a los derivados del cacao, es decir al chocolate y licor de cacao, y no al mismo grano seco, al respecto el gremio de productores explica las razones de la alerta comercial.

Luis Mendoza, gerente de la Asociación Peruana de Productores de Cacao (APPCACAO) señala que, si bien la exigencia de Europa recae sobre los derivados del cacao, la relación de contenido de cadmio entre el chocolate y el cacao, es casi de una relación de 1:1.

Los compradores de cacao de Europa van a exigir que el contenido de cadmio sea bajo, en base al reglamento, y de no llegar a un límite aceptable, no lo van a comprar o van a exigir un precio más bajo, afectando las exportaciones, esa es la barrera comercial que se presenta”, expresó.

El problema del cadmio en el cacao no es exclusivo del Perú, sino de toda la región amazónica, en la que diversos análisis han reportado tanto niveles bajos como elevados, y en el caso de los límites altos, lamentablemente éstos superan a los que se registran en los países productores de África.

Sin embargo, Luis Mendoza precisa que por ningún motivo estos niveles han demostrado que ocasione algún daño a la salud, por ello la sorpresa de los límites establecidos por la Unión Europea, más una barrera comercial, que una sobre inocuidad.

### **Riesgo a la salud por el cadmio**

El representante de APPCACAO comenta que la presencia del cadmio está en todos los productos vegetales y tubérculos, como la papa u otros, no siendo exclusivo del cacao.

Un reporte de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) de Estados Unidos menciona que la exposición al cadmio por suministro de alimentos se da, en general, a través de las verduras de hoja, tales como la lechuga y las espinacas, papa y cereales, maní, soya y girasol; las fuentes primarias de semillas contienen altos niveles de cadmio, aproximadamente 0.05-0.12 mg de la exposición cadmio / kg.

Precisa que solo entre el 1% y el 10 % del cadmio que ingresa al cuerpo humano se hace a través del tracto digestivo porque el mayor porcentaje se hace por inhalación, comprometiendo seriamente los pulmones.

Luis Mendoza explica que hace dos semanas se estableció en el Codex Alimentario los límites máximos de cadmio, siendo estos más bajos que la exigencia de la Unión Europea.

Así, en el caso de los chocolates cuyo contenido de cacao está entre 50% y 70%, el límite máximo es de 0.8 ppm de cadmio, y si el contenido de cacao llega a ser superior al 70%, es de 0.9 ppm de cadmio, como tope.

Mientras que, para la UE estos límites llegan, en el primer caso a 0.6 ppm y en el segundo, más de 70% de cacao, a 0.8 ppm.

El cacao orgánico representa uno de los principales cultivos de la provincia de Leoncio Prado - Huánuco. El principal mercado de este cultivo es el externo presentándose los mayores niveles de exportación hacia Holanda, Suiza, Bélgica, Francia, Italia, Alemania, Estados Unidos, Japón y otros. Estos países presentan determinadas condiciones para el ingreso y comercialización de cacao, y uno de ellos es la presencia de metales como el caso del plomo y cadmio.

Para poder comercializar del cacao en los mercados europeos y Norte Americanos mencionados es necesario realizar un análisis de nuestra producción con respecto a la presencia del plomo, cadmio y otros, que se está enviando a estos mercados, con la finalidad que nuestros productos sean aceptados en estos mercados.

Es por ello que se hace imperiosa necesidad de evaluar la presencia y los niveles de contaminación del plomo, cadmio y otros en la almendra de cacao de la producción de los agricultores de la Cooperativa Agraria Bella Bella.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La presente investigación tiene por objetivo determinar los niveles de Cadmio, plomo y otros metales en el fruto de cacao, en la Cooperativa Agraria Bella, en la provincia de Leoncio Prado-Huánuco.

Se establecieron 5 estaciones de muestreo, abarcando toda la superficie del cultivo, y en cada estación se tomaron dos muestras, dando un total de 10 muestras para ser analizadas en un laboratorio.

Afirmando que Los niveles de cadmio, plomo y otros metales en los granos de cacao dependen de una serie de factores, entre ellos: características: físicas, químicas y biológicas; el desarrollo de la planta de cacao en suelos con considerables concentraciones de cadmio (la geología); y el uso de fertilizantes y agua de riego con contenido de cadmio; y debido a las capacidades de asimilación de las plantas de cacao, influenciadas por su origen genético.

## **1.3. Formulación del Problema**

### **1.3.1. Problema general**

1. ¿Cuál es la concentración de la presencia de plomo, cadmio y otros metales, en la almendra de cacao orgánico en la Cooperativa Agraria Bella Bella en la Provincia de Leoncio Prado-Huánuco y determinar los riesgos en la salud?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

1. ¿Cuáles son las concentraciones de metales, como, plomo, cadmio y otros, en la producción de almendras de cacao?
2. ¿Cuáles son los riesgos en la salud por la presencia de metales pesados?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar concentración de metales en el fruto de cacao orgánico en la Cooperativa Agraria Bella Bella en la Provincia de Leoncio Prado-Huánuco y sus riesgos en la salud.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Evaluar los niveles de Plomo, cadmio y otros metales en las almendras de cacao.
2. Evaluar algunos indicadores de riesgos en la salud respecto a la presencia de metales.

## **1.5. Justificación de la Investigación**

El cultivo de cacao en América Latina, de donde es originario este fruto, produce actualmente cerca del 15% de la producción mundial. A pesar de ser productor mayoritario de cacaos finos de aroma, (denominación que se aplica a una producción de calidad especial), el cacao cultura en esta región se ve enfrentada a numerosos retos, entre ellos, la presencia de cadmio (Cd), plomo (Pb), y otros metales en el suelo, un metal pesado que se acumula en los granos de cacao y que tiene efectos nocivos sobre la salud humana.

En Estados Unidos y Francia ya se presentaron los primeros casos públicos de grandes empresas chocolateras que se han visto obligadas a retirar del mercado lotes de sus barras de chocolate a causa de altos niveles de cadmio detectados en ellas. Estados como California inician un debate sobre la posibilidad de solicitar avisos de advertencia sobre el posible contenido de plomo y cadmio en algunos tipos de chocolate.

La Unión Europea, por su parte, a través de una norma aplicable a partir del 1 de enero de 2019, ha establecido los límites máximos de cadmio aceptado en los productos de cacao. Esta nueva norma bloqueará inmediatamente parte de las exportaciones de cacao de la zona Andina, lo que tendrá un fuerte impacto negativo sobre la cadena de cacao de los tres países, además de preocupantes repercusiones económicas y sociales, teniendo en cuenta que la producción de cacao proviene, por lo general, de pequeños productores con mínimos ingresos. La búsqueda de soluciones para este problema es, sin duda, una prioridad. Por lo cual encontramos en el Anexo 03 el **Reglamento Unión Europea (UE) No 488/2014**

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Entre las limitantes que se tuvo que enfrentar podemos mencionar las más relevantes:

Los tiempos, siempre serán cortos para llevar a cabo estudios más profundos del tema en cuestión, y aislar posibles variables externas que pudieran afectar los resultados de la investigación.

La falta de colaboración de las instituciones y pobladores en el sentido de proporcionar información sobre el problema y propuestas de acción hacia la solución.

La carencia de un sistema de información que facilite la revisión de la producción técnica y científica relacionada a la especie de la flora de la planta del cacao (*Theobroma Cacao*).

## **CAPÍTULO II.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

**A. Cuantificación de Cadmio en Cacao Proveniente del Occidente de Boyacá por la Técnica Analítica de Voltamperometría. Autor: Ivan Dario Niño Bernal. Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia. Facultad de Ciencias. Escuela De Ciencias Químicas. 2015.**

#### **Resumen**

En este estudio se cuantifico el contenido de cadmio en cacao de dos especies la E.E.T.8 (estación experimental tenesis 8) y C.C.N.51 (colección castro naranjales 51), provenientes del occidente de Boyacá. Para el análisis respectivo se utilizó los métodos de voltamperometría

con electrodo de mercurio y electrodo de carbón vítreo; debidamente validado y estandarizado, obteniendo los niveles de cadmio en la matriz de interés. Se realizó un comparativo con el método de absorción atómica para verificar la robustez de cada método e identificar cual método tiene un mejor nivel de confianza.

La validación de este método se realizó, definiendo parámetros de sensibilidad, selectividad, precisión, exactitud y linealidad, obteniendo resultados satisfactorios para voltamperometría con electrodo de mercurio en cada uno de los parámetros, mostrando que el método presenta un comportamiento lineal con un coeficiente R<sup>2</sup> superior al 0,95, una precisión (%RSD) inferior al 10%, mostrando que es selectivo a un rango de potencial de 0,40 a 0,70 V.

La cuantificación dio a conocer de igual manera que el método más confiable es voltamperometría con electrodo de mercurio, obteniéndose concentraciones entre 1535 y 1585 ppb para E.E.T.8 y entre 2848 y 2968 ppb para C.C.N.5, concentraciones que superaron los niveles máximos permisibles (1500 ppb para cacao en polvo), establecido por la FAO/OMS en este tipo de alimentos. (IVAN DARIO, 2015)

**B. Determinación de Cadmio en la Almendra de Cacao (Theobroma Cacao) de Cinco Fincas Ubicadas en la Vía Santo Domingo - Esmeraldas, mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito. Autores: Sofía Acosta L. y Pablo Pozo P. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias**

**Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Químicas, Quito, Ecuador.**

### **Resumen**

En el presente estudio se determinó la concentración de cadmio en la almendra de cacao (*Theobroma cacao*), de cinco fincas ubicadas a lo largo de la vía santo domingo–Esmeraldas en la provincia de santo domingo de los tsáchilas. Se analizó un total de 50 muestras que fueron tomadas de 10 puntos de muestreo en cada una de las 5 fincas, mediante la técnica instrumental de absorción atómica acoplada con horno de grafito. De cada una de las mazorcas de cacao, la almendra fue secada, calcinada y sometida a una digestión ácida, para analizar cadmio en el equipo de absorción atómica con horno de grafito. Los resultados obtenidos permiten concluir que, el promedio de los datos de los análisis de la determinación de cadmio en la almendra de cacao de todas las muestras es 0.35 mg/kg, lo cual indica que la concentración de cadmio es 6 veces más alta de lo permitido que corresponde a 0.05 mg/kg según (atsdr, 2008). Además, en la finca #1, las 4 primeras muestras de almendra de cacao poseen cadmio en una concentración menor al límite permisible mencionado anteriormente. de los resultados obtenidos, se deduce que las mazorcas de cacao que se están cosechando en las fincas estudiadas no podrían ser exportadas, ya que no cumplen con las exigencias de calidad propuestas, en cuanto al límite máximo permisible de cadmio presente en la almendra de cacao. (Sofía Acosta y Pablo Pozo)

**C. Determinación de Cadmio (Cd) En Suelo de Cultivo para Cacao Ccn-51 Mediante Análisis de Espectroscopía de Absorción Atómica**  
**Autor: Wong Rivera Andrés Felipe. Universidad de Guayaquil.**  
**Facultad de Ciencias Naturales. Escuela de Ingeniería Ambiental**

**Resumen**

El presente trabajo tiene por objeto determinar los niveles de Cadmio en el suelo de cultivo de cacao tipo CCN51, en una pequeña parcela perteneciente al Recinto Río Milagro, del Cantón Simón Bolívar de la Provincia del Guayas; ya que esta parcela forma parte de las muchas que se dedican al cultivo de esta fruta, misma que es distribuida a las diferentes industrias a nivel nacional e internacional para luego ser procesada en diferentes productos alimenticios. Dentro de la parcela se establecieron cinco puntos de muestreos de los cuales se tomaron dos muestras por punto, una a 15 cm y otra a 50 cm. Estas muestras fueron procesadas y analizadas en un laboratorio para poder determinar los niveles de cadmio, dichos resultados fueron comparados con la normativa ambiental vigente. Los resultados fueron satisfactorios, ya que en todas las muestras, los niveles de Cadmio estuvieron por debajo de los límites permisibles oscilando entre 0,2 a 0,4 partes por millón (ppm), teniendo como límite 0,5 partes por millón (ppm), cumpliendo así con la normativa ambiental vigente, establecida en el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria - Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para suelos contaminados.(Wong Rivera)

**D. Efecto del Tratamiento con 3 Cepas de Estreptomicetos en la Acumulación de Cadmio en Plantas de Theobroma Cacao L.  
Autora: Andrea Gisella Revoredo Marquina. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima. Perú.**

**Resumen**

El Perú es un país productor de cacao por excelencia y actualmente afronta un grave problema, la presencia de cadmio en suelos que lleva a su acumulación en las semillas de cacao. Este trabajo tiene como objetivo determinar el potencial biorremediador de 3 cepas de Streptomyces: las cepas AB5 y X de Streptomyces variabilis y la cepa C2 de Streptomyces sp. , en plantas de cacao (Theobroma cacao L.) utilizando dos concentraciones de cadmio: 100 y 200 ppm. Se analizaron estas variables: longitud de la planta y número de hojas a los 26 días, 1 mes y 2 semanas, 2 y 3 meses. Además, se midió a los 3 meses el tamaño de la raíz, el grosor del tallo, tamaño de la hoja y se estimó el estado nutricional de la planta a través del color de las hojas. Por último, se cuantificó el cadmio absorbido por la planta de cacao y se determinó la efectividad de las cepas en impedir la absorción de cadmio. Un ensayo preliminar con plántulas de lechuga (Lactuca sativa) determinó que las cepas de Streptomyces debían lavarse antes de ser inoculadas para evitar la influencia del medio de cultivo de las bacterias en el crecimiento de las plantas. Los ensayos con plantas de cacao mostraron que bajo el modelo experimental utilizado la exposición al cadmio disminuye la longitud de la planta y de la raíz, y que la cepa C2 posee un potencial biorremediador, al reducir la absorción de cadmio en

un 76.47% en el tratamiento con 100 ppm ( $p=0.046$ ) y en un 31.51% con concentraciones de 200 ppm ( $p=0.0059$ ). Las cepas X y AB5 no demostraron tener potencial biorremediador. (Andrea Gisella)

**E. Presencia de Cadmio en algunas parcelas de Cacao Orgánico En la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo - Tingo María - Perú.  
Autor: Álvaro Andrés Cárdenas Morales. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Facultad De Agronomía. Departamento Académico de Ciencias Agrarias.**

**Resumen**

La presencia del Cadmio en el cultivo de cacao se está constituyendo en una dificultad para los agricultores y cooperativas. Para evaluar la presencia de cadmio en los suelos, hojas, almendras y cascarillas del cacao fue realizada la presente investigación. Para ello se seleccionaron 20 parcelas de agricultores de la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo ubicadas en la Región Huánuco.

Las muestras de suelo, foliar, almendra y cascarillas una vez obtenidas fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis físico, químico, y biológico, de acuerdo a metodologías establecidas. En los análisis de suelo sólo en el caso del potasio se presentan en algunas parcelas deficiencias mientras que en el análisis foliar se presentan deficiencias generalizadas en los contenidos de N, P, K, y Cu; y a nivel de almendras no se presentan deficiencias a excepción de Fe y Zn. Los valores promedio de cadmio disponible en los suelos fue 0.66 ppm. A nivel foliar los valores promedio de cadmio total fue 2.84 ppm. A nivel de almendras

y cascarillas los valores promedio de cadmio total fueron 1.55 ppm y 2.04 ppm respectivamente. Se determinó una densidad promedio de 373.53 ind/m<sup>2</sup>, siendo el orden Hymenóptera el más abundante (49%). Se evaluó la actividad microbiana del suelo siendo el valor promedio de 1.474mg/100g de suelo. (Álvaro Andrés)

## **2.2. Bases Teóricas-Científicas**

### **2.2.1. Metales que se encuentran el suelo**

La definición de metal pesado se refiere al elemento químico que está clasificado en la tabla periódica como metal que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones incluso muy bajas. Los ejemplos de metales pesados o algunos metaloides, incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl), y plomo (Pb), entre otros.

Los metales pesados se encuentran en la corteza terrestre generalmente como componentes del suelo y el agua, formando sales u otros compuestos. No pueden ser degradados o destruidos fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos.

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse en diferentes organismos vivos como el caso de cultivos de papa, espinaca, cacao y otros. La bioacumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en

un organismo vivo en un cierto plazo de tiempo, comparada a la concentración de dicho producto químico en el ambiente.

En estudios realizados también se ha demostrado que en un pequeño grado se pueden incorporar a organismos vivos (plantas y animales) por vía del alimento y lo pueden hacer a través del agua y el aire como medios de transferencia y dependiendo de su movilidad en dichos medios.

Como elementos traza, algunos metales pesados como, por ejemplo: el cobre (Cu), selenio (Se) y zinc (Zn) son esenciales para mantener un correcto metabolismo en los seres vivos y en particular en el cuerpo humano. Sin embargo, en concentraciones más altas pueden conducir al envenenamiento. El envenenamiento por metales pesados (Tropical and Subtropical Agroecosystems Prieto-Méndez et al., 2009).

La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso para la entrada de éstos en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación dependen en primera instancia del movimiento (movilidad de las especies) de los metales desde la solución en el suelo a la raíz de la planta. En plantas, el concepto de bioacumulación se refiere a la agregación de contaminantes; algunos de ellos son más susceptibles a ser Fito disponibles que otros (Kabata-Pendias, 2000).

## **2.2.2. Presencia del Cadmio en el ecosistema**

Según la Agencia para sustancias tóxicas y el registro de Enfermedades (ASDTR, 2014), podemos encontrar el cadmio en el suelo y agua de la siguiente manera.

### **a. El suelo**

El cadmio y sus compuestos pueden movilizarse a través del suelo, pero su movilidad depende de varios factores tales como el pH y la cantidad de materia orgánica, los que varían según el ambiente local. Generalmente, el cadmio se adhiere fuertemente a la materia orgánica en la cual permanece inmóvil en el suelo y puede ser incorporado por plantas, entrando así a la cadena alimentaria.

La causa por la que se puede encontrar este metal pesado dentro del suelo del cultivo de cacao se debe a la aplicación de fertilizantes fosforado, en el caso del área de estudio se debe a que la plantación colinda con una hacienda bananera de más de 20 hectáreas en la cual se realiza la fumigación aérea con fertilizantes de este tipo, ya que una vez que el fertilizante fosforado reacciona en el suelo, la cantidad de Cd que queda disponible no disminuye al menos en 90 días de incubación a 25°C. Un enfoque común para identificación de la fuente de contaminación es evaluando la distribución vertical de Cd a lo largo de un perfil de suelo a profundidad (Chávez, 2015)

## **b. El agua**

El cadmio existe también en forma de ión hidratado o como complejo iónico asociado a otras sustancias inorgánicas u orgánicas. Las formas de cadmio son solubles en agua.

### **2.2.3. Efectos del Cadmio en el organismo de las personas.**

Según la ASTDR, 2014, el ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy altos produce irritación grave al estómago, lo que produce vómitos y diarrea y en ciertas ocasiones la muerte.

Ingestión de niveles o concentraciones bajas de cadmio, durante período prolongado de tiempo, puede producir acumulación de cadmio en los riñones, y si se alcanza niveles altos por acumulación, se producirá daño al riñón. La exposición a niveles de cadmio más bajos durante un período prolongado puede aumentar la fragilidad de los huesos de manera que se pueden quebrar fácilmente.

El cadmio se ha detectado en la leche materna y una pequeña cantidad pasará al cuerpo del bebé durante la alimentación de pecho. La cantidad de cadmio que puede pasar al bebé depende de la exposición que sufrió la madre.

### **2.2.4. Planta de Cacao (Theobroma Cacao)**

#### **A. Origen / Extensión**

Los aztecas y mayas cultivaban el cacao mucho antes del descubrimiento de América y lo consideraban de origen divino. El

nombre del género es Theobroma que significa "alimento de los dioses". Comprende alrededor de unas 25 especies, pero sólo una, (Theobroma cacao L.) se cultiva comercialmente.

El origen de esta especie es probablemente la región amazónica (cuenca alta del río Amazonas) y comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. En esta región es donde se presenta la mayor variación de la especie. Se extendió de Sudamérica hasta México, pero no se sabe si su dispersión ocurrió naturalmente o con la ayuda del hombre. Sigue siendo un misterio el cómo llegó a Centro América, donde se ha cultivado por lo menos durante 3,000 años. El cacao se llevó de Brasil a la colonia portuguesa de Príncipe en 1822 y de ahí a Sao Tomé en 1830, ambas en el Golfo de Guinea. Ghana obtiene el cacao en 1879 y por el año de 1951 el oeste de Africa es el responsable del 60 % de la producción mundial. El género Theobroma se encuentra en estado natural en los pisos inferiores de las selvas húmedas de América tropical y prospera mejor entre los 18° N y 15° S del Ecuador a una altitud inferior a 1,250 m.

## **B. Descripción**

**Forma.** Arbol de pequeña talla, perennifolio, de 4 a 7 m de altura (cultivado). El cacao silvestre puede crecer hasta 20 m o más.

**Copa / Hojas.** Copa baja, densa y extendida. Hojas grandes, alternas, colgantes, elípticas u oblongas, de (15) 20 a 35 (50) cm de largo por 4 a 15 cm de ancho, de punta larga, ligeramente

gruesas, margen liso, verde oscuro en el haz y más pálidas en el envés, cuelgan de un pecíolo.

**Tronco / Ramas.** El tronco tiene un hábito de crecimiento dimórfico, con brotes ortotrópicos o chupones. Ramas plagiotrópicas o en abanico. Las ramas primarias se forman en verticilos terminales con 3 a 6 ramillas; al conjunto se le llama "molinillo". Es una especie cauliflora, es decir, las flores aparecen insertadas sobre el tronco o las viejas ramificaciones.

**Corteza.** Externa de color castaño oscuro, agrietada, áspera y delgada. Interna de color castaño claro, sin sabor.

**Flor(es).** Se presentan muchas flores en racimos a lo largo del tronco y de las ramas, sostenidas por un pedicelo de 1 a 3 cm. La flor es de color rosa, púrpura y blanca, de pequeña talla, de 0.5 a 1 cm de diámetro y 2 a 2.5 cm de largo, en forma de estrella. Pétalos 5, de 6 mm de largo, blancos o teñidos de rosa, alternos con los sépalos y de forma muy singular: comienzan estrechos en la base, se ensanchan y se hacen cóncavos para formar un pequeño capuchón y terminan en una lígula; sépalos 5, rosas, angostos, puntiagudos, ampliamente extendidos. Las inflorescencias después de producir flores durante varios años se convierten en tubérculos engrosados que reciben el nombre de "cojinetes florales".

**Fruto(s).** El fruto una baya grande comúnmente denominada "mazorca", carnosa, oblonga a ovada, amarilla o purpúrea, de 15

a 30 cm de largo por 7 a 10 cm de grueso, puntiaguda y con camellones longitudinales; cada mazorca contiene en general entre 30 y 40 semillas dispuestas en placentación axial e incrustadas en una masa de pulpa desarrollada de las capas externas de la testa.

**Semilla(s).** Semillas grandes del tamaño de una almendra, color chocolate o purpúreo, de 2 a 3 cm de largo y de sabor amargo. No tiene albumen y están recubiertas por una pulpa mucilaginosa de color blanco y de sabor dulce y acidulado. Todo el volumen de la semilla en el interior está prácticamente ocupado por los 2 cotiledones del embrión. Se les llama vulgarmente "habas" o "granos" de cacao. Ricas en almidón, en proteínas, en materia grasa, lo cual les confiere un valor nutritivo real.

**Raíz.** El sistema radical se compone de una raíz pivotante que en condiciones favorables puede penetrar más de 2 m de profundidad, favoreciendo el reciclaje de nutrientes y de un extenso sistema superficial de raíces laterales distribuidas alrededor de 15 cm debajo de la superficie del suelo.

**Sexualidad.** Hermafrodita. Número cromosómico:  $2n = 20$

### **C. Distribución**

Se cultiva en regiones calientes y muy húmedas de la amazonia.

Altitud: 0 a 500 (650) m.

#### **D. Estatus**

Nativa. Es nativa del sur de México y de América Central. Es probable que esta planta haya sido domesticada en México. Silvestre (crece silvestre en estrato bajo). Se conoce poco sobre el flujo génico en las poblaciones silvestres. Cultivada. Los conquistadores españoles la encontraron bajo cultivo de los indígenas mexicanos. Debido a un gran movimiento transoceánico del germoplasma del cacao, ahora se cultiva en las regiones húmedas de ambos hemisferios. Costa de Marfil, Brasil, Malasia y Ghana son los principales exportadores de cacao. La producción en Malasia pasó de 2,300 toneladas métricas en 1970 a 125,000 en 1986 (344,000 hectáreas). Han evolucionado tres tipos de cultivares de cacao: el Criollo desarrollado en el norte de Sudamérica y Centro América, el Forastero proveniente de la Cuenca Amazónica y el Trinitario localizado en Trinidad. Tipo Criollo: caracterizado por un fruto con frecuencia alargado, con punta pronunciada, doblada y aguda; la superficie es generalmente rugosa, delgada, de color verde frecuentemente con salpicaduras de rojo a púrpura oscuro y marcada por 10 surcos muy profundos; los granos son grandes, gruesos, de sección casi redonda con los cotiledones blancos o muy ligeramente pigmentados. De este tipo se obtiene el chocolate de más alta calidad, tiene baja producción y es muy susceptible a enfermedades. Tipo Forastero: el fruto es generalmente de forma

ovalada y corta, de color verde o amarilla cuando maduro, con una superficie lisa.

Pericarpio espeso y difícil de cortar a causa de un mesocarpio fuertemente lignificado; granos pequeños y más o menos aplastados y tienen un color entre púrpura claro y oscuro. Este tipo forma un grupo complejo tanto en sus formas silvestres como cultivadas. Dada su alta producción, el tipo forastero domina la producción mundial. Tipo trinitario: este tipo es altamente variable dado su origen híbrido. Fue clasificado como un tipo de Forastero, es de origen reciente y puede ser reproducido artificialmente. Es probable que se trate de una población segregante que se originó de una cruce entre Forastero (amelonado) y Criollo. En el comercio es conocido como "cacao fino", y su sabor de excelencia puede deberse en parte a su germoplasma criollo.

#### **E. Habitat**

Crece en topografía plana u ondulada. Llega a crecer en terrenos que sobrepasan el 50 % de pendiente, en cañadas, a orilla de arroyos. Exige temperaturas medias anuales elevadas con fluctuaciones pequeñas, una gran humedad y una cubierta que le proteja de la insolación directa y de la evaporación. La precipitación debe ser de 1,300 a 2,800 mm por año con una estación seca corta, menor de 2 meses y medio. El clima debe ser constantemente húmedo, con temperatura media diaria entre 20 y 30 °C, con una mínima de 16 °C. Para su pleno desarrollo

exige suelos profundos (1 m como mínimo), fértiles y bien drenados. Deben evitarse suelos arcillosos, arenosos, mal drenado o muy superficial con presencia de rocas y un nivel freático poco profundo. Suelos: negro rocoso, café-rojizo barroso, aluvial.

## **F. Fenología**

Follaje. Perennifolio. Floración. Florece durante casi todo el año (principalmente verano y otoño).

Fructificación. Los frutos maduran mayormente en la primavera y el verano. Polinización. Polinización natural: entomófila. El principal agente polinizador es una activa y pequeña "mosquita" (*Forcipomya* spp., *Ceratopogonidae*), que se ha encontrado en todas las áreas donde se cultiva el cacao. Las mosquitas pueden volar de un árbol a otro hasta una distancia de 60 m y tienen actividad durante el día después de las 8:00 am. Se ha informado que los áfidos y varias especies de hormigas (*Crematogaster* sp. y *Ectatomma tuberculatum*) también efectúan la polinización. El polen puede mantenerse viable por tres días. Las flores están receptivas desde las primeras horas de la mañana. La flor del cacao comienza a abrirse gradualmente por la tarde, y continúa por la noche hasta que está completamente abierta justo antes del amanecer. Una porción muy grande de flores no es polinizada y caen al cabo de 48 horas. Se ha desarrollado la protógina para prevenir la autopolinización. Las flores funcionalmente son

hembras primero y después machos. Existe cuando menos un sistema de incompatibilidad que opera y que favorece la fecundación cruzada (manteniendo la heterozigocidad) pero que no excluye por completo la autofecundación. Las poblaciones de cacao silvestre en el corazón de su distribución natural en las colinas de los Andes en Ecuador, Perú y Colombia son autoincompatibles. En contraste, poblaciones cercanas a la periferia son auto-compatibles. El cacao es una planta altamente alógama, pues se estima que la polinización cruzada es aproximadamente del 95 %. En cultivo se practica la polinización artificial (manual): con unas pinzas se toma un estambre con las anteras abiertas de una flor del progenitor masculino. Las anteras se frotan sobre toda la longitud del pistilo.

### **G. Aspectos Fisiológicos**

Adaptación. Especie de fácil adaptación. Presenta una gran variabilidad genética y adaptación a distintos pisos térmicos, en condiciones muy variables de clima y suelo.

Crecimiento. Los cotiledones abren exponiendo a la plúmula, la cual empieza a crecer al mismo tiempo que la raíz, pero es mucho más pequeña. La primera fase de crecimiento termina con la maduración de las primeras hojas. Aparecen brotes subsecuentes a intervalos de 6 semanas, cuyas hojas se encuentran bien espaciadas con un arreglo en espiral. La planta emprende su siguiente fase

de crecimiento entre el segundo y cuarto año de edad mediante la formación de su primer molinillo. Cinco yemas en un eje común del extremo terminal de la planta crecen simultáneamente y en apariencia al mismo nivel, debido a la reducción extrema de los entrenudos entre las hojas. Las yemas que emergen muestran un hábito de crecimiento horizontal, lateral o plagiotrópico y se denominan brotes de "abanico", mientras que el tallo crece hacia arriba y es de naturaleza ortotrópica.

Después de algunos años puede empezar a crecer un nuevo chupón justo debajo de la unión del primer molinillo y cuando alcanza cierta longitud se forma un nuevo molinillo.

Producción de hojas, frutos, madera y/o semillas. Los árboles del cacao en plantación comienzan a producir flores entre el tercer y sexto año, dependiendo de las condiciones ecológicas y del genotipo. Algunos clones llegan a producir 3.7 toneladas/ha/año de grano (estación experimental en Ghana) y un promedio de 18 a 22 mazorcas por kilogramo de producto seco. La producción de mazorcas es muy variable de año a año. Se estima que en plantación deben mantenerse de 25 a 30 años.

La actividad agrícola en la zona de Bella Bella se dedica a la producción de almendra de cacao que constituye la materia prima de diversas industrias para obtener diversos

productos semi - elaborados como pasta de cacao, cacao en polvo y manteca de cacao, también productos destinados al consumo directo como son chocolates en tabletas o en polvo y confituras de chocolate. La manteca de cacao tiene excelentes propiedades emolientes; se usa como base para muchas pomadas por tener la propiedad de preservar la piel de sequedad, grietas y escoriaciones.

#### **2.2.5. ¿Qué es el cadmio y por qué el riesgo a la salud?**

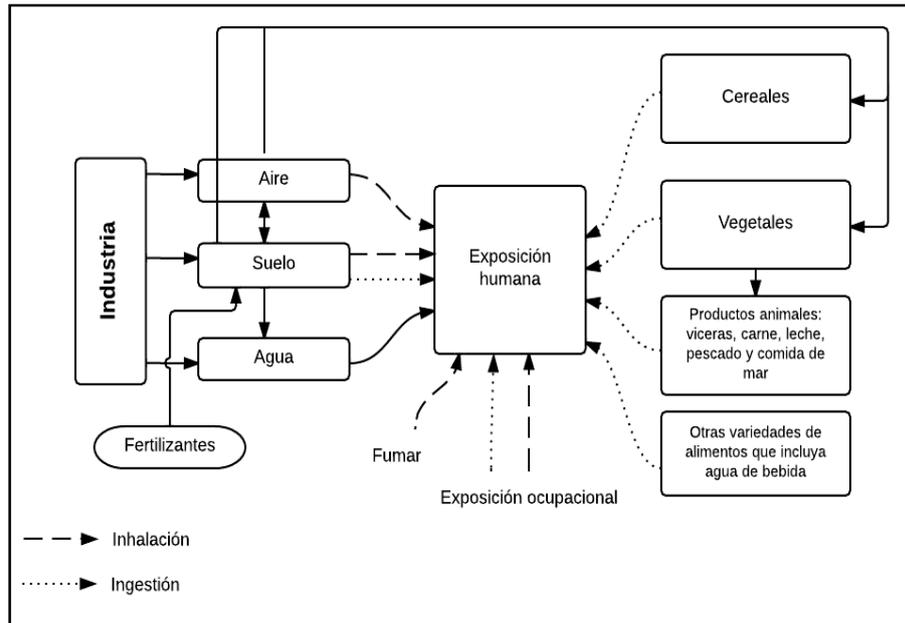
La presencia de metales pesados en el suelo puede ser beneficioso o tóxico para el medio ambiente. La biota puede requerir algunos de estos elementos básicos (como Fe, Zn, Cu o Mo) en cantidades traza, pero en concentraciones más altas pueden ser peligrosos (Gallego, 2012). Debido a la dificultad en el control de la acumulación de metales pesados en el medio ambiente, los organismos de vigilancia y control, han de hacer frente a la exposición a elementos químicos no deseados, especialmente los considerados biológicamente no esenciales. El cadmio (Cd) pertenece a este último grupo.

El efecto de toxicidad Cd en plantas, como el cacao, implica la necesidad de análisis de la captación, el transporte y la acumulación de Cd en las mismas, requiriéndose una visión más diferenciada de los complejos mecanismos que subyacen a la toxicidad de Cd en los tejidos diana.

El Cadmio ha sido reconocido por muchas décadas como un riesgo a la salud ocupacional. Posteriormente, el riesgo para la población expuesta ambientalmente fue descubierto encontrándose la asociación entre la grave enfermedad de Itai-Itai y la ingesta de arroz contaminado con Cd. Desde entonces, numerosos estudios han reportado los efectos en la salud de la población general expuestas a través de los alimentos a este contaminante; entre los cuales se encuentran el daño renal, alteraciones en la mineralización del hueso y la aparición de cáncer en los seres humanos (EFSA, European Food Safety Authority, 2009). Desde que el Cd fue identificado como carcinógeno humano (Grupo I según la IARC) la necesidad de documentar y monitorear la exposición a este metal pesado y la absorción de este elemento, es un primer paso hacia la comprensión de sus efectos sobre la salud.

La exposición de la población humana al cadmio (Cd) presente ya sea en aire, alimentos y agua puede producir efectos en órganos como los riñones, el hígado, los pulmones, sistema cardiovascular, inmunológico y reproductor. Los alimentos, son la fuente principal de exposición a Cadmio, en la población general que no fuma.

**Figura Nº 1 Fuentes de Exposición Humana a Cadmio**



**Fuente:** Adaptado de: <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/980.pdf>.

En Estados Unidos, la media geométrica de la ingesta diaria de Cadmio en los alimentos está estimada en 18,9  $\mu\text{g}$ / día. En la mayoría de los países, la ingesta media diaria de cadmio en los alimentos está en el intervalo de 0.1–0.4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal. A la fecha la evidencia científica y técnica existente sobre este asunto corresponde principalmente a los estudios adelantados por EFSA. Actualmente no existen referentes internacionales en el Codex Alimentarius, en cuanto al contenido de Cadmio en cacao y sus productos. La Unión Europea, cuenta con la Regulación EC No. 1881/2006, en la cual se establecen los límites máximos para algunos productos alimenticios en  $\text{mg}/\text{Kg}$  de peso corporal:

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cadmio tiene efectos tóxicos en los riñones y en los sistemas óseo y respiratorio;

además, está clasificado como carcinógeno para los seres humanos.

Por lo general está presente en el medio ambiente en niveles bajos. Sin embargo, la actividad humana ha incrementado considerablemente esos niveles.

El cadmio puede recorrer grandes distancias desde la fuente de emisión a través del aire. Se acumula rápidamente en muchos organismos, principalmente moluscos y crustáceos. También se pueden encontrar concentraciones, aunque más bajas, en vegetales, cereales y tubérculos ricos en almidón.

**Cuadro N° 1 Muestra el nivel máximo de cadmio que exige la UE**

Productos específicos de cacao y chocolate enumerados a continuación	Nivel de cadmio
— chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao	0.10 a partir del 1 de enero de 2019
— chocolate con un contenido de materia seca total de cacao	0.30 a partir del 1 de enero de 2019
— chocolate con un contenido de materia seca total de cacao $\geq 50$ %	0.80 a partir del 1 de enero de 2019
— cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final (chocolate para beber)	0.60 a partir del 1 de enero de 2019

Fuente: Reglamento 488/2014 UE

### **2.2.6. El cacao peruano es admirado en el mundo**

Es sin lugar a duda uno de los Súper Foods peruanos que experimentó en los últimos años un gran incremento en su producción y exportación, además de ser el ingrediente base del delicioso y famoso chocolate peruano. Por supuesto, hablamos del cacao peruano.

Se cultiva en la parte baja de la vertiente occidental de los andes, y en la selva peruana, entre los 300 y 900 metros sobre el nivel del mar. Los principales departamentos donde se cultiva son Cusco, San Martín, Amazonas, Piura, Huánuco, Ayacucho y Junín, que representan el 80% del total de la producción nacional.

El Perú es uno de los principales países originarios del cacao, posee el 60% de las variedades de cacao del mundo. Nuestro cacao se ha convertido sin lugar a dudas en uno de los productos peruanos de mayor calidad mundial al igual que el café, creando valor agregado en fábricas de chocolate de primera calidad.

Por otro lado, el Perú ha sido calificado por la Organización Internacional del Cacao (ICCO) como un país en donde se produce y se exporta un cacao fino y de aroma, logrando el 36% de la producción mundial de este tipo.

El cacao peruano también ha recibido premios internacionales en los últimos años y ha sido catalogado como uno de los mejores del mundo, motivo por el cual algunas de las fábricas más exclusivas de

chocolate de Suiza, Bélgica y Francia elaboran sus productos con nuestro cacao.

Es importante destacar que el cacao peruano siempre está presente en ferias gastronómicas internacionales, como en la reciente edición de Madrid Fusión 2018, donde la fineza y calidad de nuestro grano se ganó el protagonismo. En dicho evento, se hicieron talleres demostrativos con el objetivo que el mercado europeo pudiera conocer sobre los procesos de elaboración (fermentación y secado), así como degustar desde el fruto hasta los nips y chocolates con diferentes porcentajes de cacao.

#### **A. Reconocimiento Nacional**

El Estado peruano ha promovido algunas acciones en favor del cacao peruano. En el año 2012, el cacao peruano fue declarado Patrimonio Natural de la Nación, reconociéndolo como uno de los cultivos más importantes del Perú. Además, el MINAGRI declaró el “Día del Cacao y el Chocolate” el 1 de octubre de cada año.

#### **B. Origen y Propiedades Nutricionales**

El cacao es una especie nativa de América, probablemente originaria de la Amazonía Occidental. En la cuenca Amazónica se encuentra en Bolivia Brasil, Colombia, Venezuela, Surinam y Guyana. En el Perú se cultiva durante todo el año en la selva de Loreto, San Martín, Ucayali, Huánuco, Junín, Pasco, Madre de Dios, Cuzco y Ayacucho. Además, en departamentos costeros como Tumbes, Piura,

El cacao contiene fitoesteroles (especialmente beta-sitosterol) que bloquean la absorción de colesterol alimentario. Asimismo, contiene polifenoles, antioxidantes que previenen procesos ateroscleróticos. El chocolate es un alimento altamente energético o de alta densidad calórica, por lo que se recomienda en situaciones que requieran de un aporte energético concentrado, como en el caso de deportistas.

### **C. Cifras de Exportación**

De enero a noviembre del 2017, el Perú exportó más de 43,000 toneladas (presentaciones en grano, cáscara, pasta, manteca, grasa, aceite y en polvo, no incluye chocolate) por un valor superior a US\$ 118 millones. Los principales mercados de exportación son Estados Unidos y la Unión Europea (Holanda, Alemania, Bélgica e Italia).

## **2.2.7. Cooperativa Agroindustrial Bella**

### **A. Historia del Lugar del Proyecto**

Todo empezó hace dos años. Tras la pesadilla vivida en la zona por la presencia de narcotraficantes y terroristas, estos últimos liderados por el temible Florindo Flores Hala, más conocido como “Artemio”, la apuesta por el desarrollo alternativo era casi un suicidio. Pero, la calma llegó, Sendero Luminoso en el Huallaga fue derrotado y las esperanzas de paz se hicieron tangibles.

Es así que llegó la ayuda de la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (Devida) que apostó por los excocaleros de dicha localidad. Esta entidad propuso un proyecto que sería financiado por ellos y ejecutado por la comuna de Mariano Dámaso Beraún. Fue una importante decisión.

El proyecto Mejoramiento de las cadenas productivas estratégicas en el ámbito del centro poblado Bella, se realizó con el propósito de generar conocimientos y mejorar las capacidades de los agricultores dedicados al cultivo de cacao y café. Asimismo, mejorar la calidad de los granos y lograr mayor competitividad frente a la comercialización de estos productos cultivados en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Tingo María. Los resultados no se hicieron esperar y así llegó el primer reconocimiento dado por el Servicio Nacional De Áreas Protegidas por el Estado (Sernanp).

Absolutamente inmersos en la economía legal, los nuevos productores de Bella formaron la Cooperativa Agroindustrial y de Servicios del Centro Poblado de Bella, Bajo Monzón (CAI Bella), que empezó a producir chocolates de calidad internacional en cinco presentaciones, todos ellos bajo el nombre de Choco Pasión.

Este producto conquistó primero los paladares peruanos en el Salón del Chocolate en Lima, en la feria gastronómica más importante de Latinoamérica, Mistura; y otras importantes ferias del país.

El despegue internacional tampoco se haría esperar y los chocolates de Bella llegaron al Central Park de Nueva York y el envío de muestras en Carolina del Norte, en Estados Unidos.

Esta vez, los productores del Alto Huallaga llegaron a París acompañados del alcalde de Mariano Dámaso Beraún, Miguel Meza Malpartida, quien los apoyó desde el principio. La presencia peruana en el Salon du Chocolat, fue posible gracias a Promperú, al financiamiento de Devida, y como era de esperarse, contaron el auspicio de la Marca Perú.

## **B. Nuevos Retos**

Desde el 2013, en que se inició esta transformación, se logró la instalación de 150 y 400 hectáreas nuevas de cacao y café, así como 160 y 350 hectáreas de plantaciones rehabilitadas en la zona de influencia del proyecto.

Gracias a estos logros, un grupo de representantes del Programa de Desarrollo Alternativo Preventivo de Ecuador, conjuntamente con la Oficina de las Naciones Unidas para el Perú y Ecuador, llegó a Bella para proponer a sus productores que repliquen esta experiencia en dicho país.

Con tal motivo se realizará un proyecto bilateral entre la Municipalidad de Mariano Dámaso Beraún, en representación del Perú, y el Programa de Desarrollo Alternativo Preventivo del Ecuador, representado por el CONSEP.

Además, con la finalidad de garantizar y uniformizar la calidad de grano de cacao fino y de aroma para chocolates, la CAI Bella implementó un centro de acopio de café y cacao, un centro de beneficio húmedo o casa de fermento semiautomatizada, secadores solares y la fábrica industrial de nivel intermedio que está en su fase de culminación para la elaboración de chocolates.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **1. Absorción**

Absorción es un término que se vincula a absorber. Este verbo puede hacer referencia a distintas cuestiones: al amortiguamiento ejercido por un cuerpo ante una radiación que lo traspasa; a la atracción desarrollada por un sólido sobre un líquido con la intención de que las moléculas de éste logren penetrar en su sustancia; a la capacidad de un tejido o de una célula para recibir una materia que procede de su exterior.

#### **2. Contaminante**

Toda materia o energía en cualquiera de sus esta dos físicos y químicos, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

#### **3. Ecosistema**

Unidad funcional utilizada en ecología para referirse a todos los seres vivos y sus alrededores, incluyendo las interacciones recíprocas entre los organismos y el medio que los rodea.

#### **4. Fitorremediación**

El término fitorremediación hace referencia a una serie de tecnologías que se basan en el uso de plantas para limpiar o restaurar ambientes contaminados, como aguas, suelos, e incluso aire.

#### **5. Impacto Ambiental**

Es el efecto que la acción del hombre o de la naturaleza causa en el ambiente natural y social. Puede ser positivo o negativo.

#### **6. Medio ambiente**

Definido como el sistema de elementos naturales, artificiales o inducidos por el hombre – físicos, químicos y biológicos – que propician la existencia, transformación y desarrollo de organismos vivos.

#### **7. Metales**

Los metales son los elementos químicos capaces de conducir la electricidad y el calor, que exhiben un brillo característico y que, con la excepción del mercurio, resultan sólidos a temperatura normal. El concepto se utiliza para nombrar a elementos puros o a aleaciones con características metálicas.

### **2.4. Formulación de la Hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis General**

La presencia de concentración de metales en el fruto de cacao orgánico en la Cooperativa Agropecuaria Bella en la Provincia de Leoncio Prado-Huánuco tiene altas concentraciones de metales y lo cual genera un alto riesgos en la salud.

## 2.4.2. Hipótesis Específicas

1. La concentración de metales como: plomo, cadmio y otros en las almendras de cacao son altos.
2. Los indicadores de riesgos en la salud respecto a la presencia de metales son altos.

## 2.5. Identificación de Variables

### 2.5.1. Variable independiente

Concentración de metales en la almendra de cacao.

### 2.5.2. Variable dependiente

Riesgo en la Salud

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Cuadro Nº 2 Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Definición operacional	Indicadores
<b>Concentración de metales en la almendra de cacao</b>	Es el medio en el cual se midieron los valores.	- concentración
<b>Riesgo en la Salud</b>	Es la respuesta de concentración que se tiene.	- Alto grado de Absorción (90 – 100%) - Medio o moderado grado de absorción (60 – 80%) - Bajo grado de absorción (20 – 50%)

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

De acuerdo a la naturaleza de nuestra temática de investigación, nuestro estudio es de tipo exploratorio porque se busca observar la realidad como se presenta y relaciona las variables intentando establecer una comparación objetiva entre éstas.

También se realiza el enfoque cuantitativo, este enfoque se fundamenta en la recolección de datos para luego probar la hipótesis, a través de datos numéricos y el análisis estadístico, para determinar patrones de comportamiento y demostrar teorías (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

### **3.2. Método de Investigación**

La metodología para la elección de la toma de muestras de las almendras de las plantas de Cacao, se realizará tomando en cuenta como criterio una muestra representativa, en el área de la cooperativa agroindustrial Bella, con la finalidad de determinar la concentración de cadmio (Cd) y otros metales con la finalidad de compararlo con el límite máximo permisible de este producto al momento de realizar su comercialización. De esta forma ver si cumple en cuanto al mencionado contenido y ver los mecanismos para mejorar en cuanto a la calidad del producto.

#### **3.2.1. Trabajo de Campo:**

En esta etapa se evalúa la calidad de los frutos de cacao (almendra) del área de plantación de la Cooperativa Agroindustrial Bella del distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

1. Reconocimiento del área de la plantación de la Cooperativa Agroindustrial Bella en el distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.
2. Toma de muestra a desarrollarse sobre los frutos de cacao de la especie *Theobroma Cacao*.

#### **3.2.2. Trabajo de Gabinete:**

Esta etapa se desarrolla la obtención de resultados e interpretación de las muestras recolectadas de la almendra de *Theobroma Cacao* serán trasladadas al laboratorio, donde serán procesadas las muestras de la planta, en los recipientes plásticos de 1 kilogramo

para la interpretación final que se busca con el estudio de investigación.

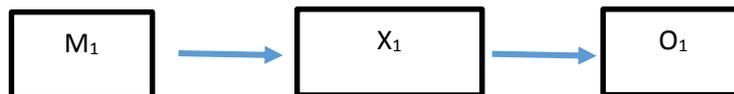
### 3.3. Diseño de la investigación

El Diseño de investigación es el diseño no experimental porque se realiza el análisis comparativo de la absorción de metales en el fruto del cacao en la agropecuaria Bella empleando los métodos de análisis de laboratorios y de Absorción Atómica en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se le asigna un diseño solo pos prueba con un grupo no equivalentes que está formado por un grupo en el que se aplica la evaluación en de la almendra "X" a continuación se presenta un esquema en donde:

M: Muestra de elementos o Población de elementos de estudio (P).

$X_i$ : Variable(s) de estudio,  $i = 1, 2, \dots$

$O_1$ : Resultados de la medición de la(s) variable(s)



### 3.4. Población y Muestra

#### 3.1.1. Población

Almendra de Cacao existentes en el Cooperativa Agroindustrial Bella del distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

### **3.1.2. Muestra**

En total son 10 muestras de frutos de las plantaciones existentes en la Cooperativa Bella.

## **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.5.1. Técnicas de recolección de datos**

La toma de muestra se ubicó, en lugares representativos con la finalidad de tener una muestra confiable en cuanto a la composición de cadmio y otros metales presentes en la almendra de cacao en la cooperativa agroindustrial Bella.

### **3.5.2. Instrumentos de recolección de datos**

1. Cámara fotográfica.
2. Recipientes para tomar muestras de las especies Theobroma Cacao para el análisis químico en el laboratorio.

## **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

1. **Codificación textual de datos.** - La codificación de datos es un método de orden para elaborar los cuadros del estudio y obtener los resultados esperados y contrastarlos con la hipótesis.
2. **Interpretación de datos.** - Una vez ordenados los datos se pasó a interpretarlos de acuerdo con la realidad del estudio.

## **3.7. Tratamiento estadístico**

En la presente investigación se empleó el software Microsoft Excel sirvió para el almacenamiento de datos obtenidos del campo, estos datos sirvieron luego para los análisis seguidamente para la elaboración de los cuadros y resultados correspondientes.

### **3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

La selección de estos instrumentos se hizo para poder recolectar la muestra y destinar las muestras respectivas de las Almendra de Cacao, validada y siendo confiable gracias a las instrucciones del laboratorio de suelo, aguas y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María

### **3.9. Orientación ética**

Recolectado las muestras de las almendras de Cacao de la Cooperativa Agroindustrial Bella del distrito de Mariano Dámaso Beraún se tubo todos los medios correspondientes con responsabilidad y la ética ambiental.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

La cooperativa agroindustrial Bella, cuenta con condiciones ideales de suelo y clima para la producción masiva del cultivo de cacao, lo cual la convierte en una zona de mayor producción cacaotera de región Huánuco. El cordón cacaotero de la región está representado principalmente por el municipio: Mariano Dámaso Beraún, vienen cultivando cacao de manera artesanal con un manejo de las plantaciones de producción orgánica, gran parte del cacao proveniente de esta región, abastece el mercado nacional e internacional.

Para realizar la cuantificación de cadmio se elaboró una curva estándar en base a patrones de cadmio cuyas concentraciones fueron 1,00; 2,00; 3,00 ppm, en ella se puede apreciar el diagrama de dispersión de las

absorbancias, obteniendo una ecuación matemática de dos variables y un coeficiente de determinación  $R^2 = 0,9986$ . El mismo modo para los otros elementos metálicos se procedió hacer las mismas curvas estándar.

Para el análisis de los demás metales se realizó en las muestras de granos frescos recolectados, los cuales se acondicionaron y se trabajó utilizando la curva estándar en base a los patrones de cada uno de los metales analizados. Analizando la concentración de cadmio, plomo y otros elementos metálicos, en los granos frescos de cacao de diferentes zonas de la cooperativa agroindustrial.

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

##### 4.2.1. Resultados de los análisis fisicoquímica y químicas de las muestras de la almendra de cacao.

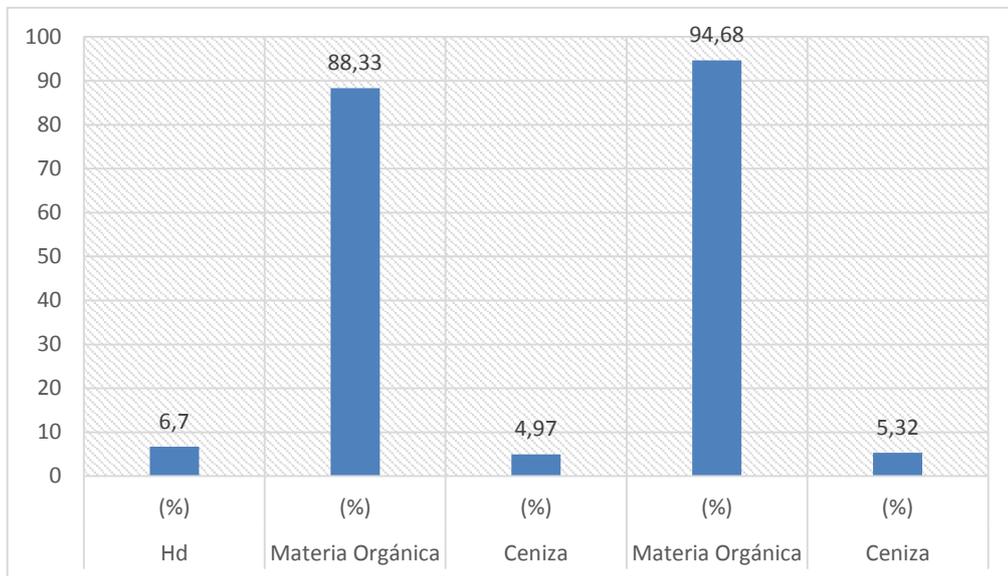
Los análisis de las muestras de almendra de cacao mostraron gran diferencia entre las propiedades de materia orgánica en base seca 88.33 % y 97.86 % en base húmeda y el porcentaje de cenizas evaluadas mostraron pequeñas diferencias en los porcentajes de 4.97 % a 5.32 % en base seca, el cual se muestra en la Cuadro N° 3 y Grafico N° 1, y éstas no fueron estadísticamente significativas:

**Cuadro N° 3 Resultados de los análisis de muestra de Almendra de Cacao en materia orgánica y Cenizas**

Análisis Nominal					
Grano de Cacao	En base húmeda			En base Seca	
	Humedad	Materia Seca		Materia Orgánica	Ceniza
	Hd	Materia Orgánica	Ceniza		
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	6.7	88.33	4.97	94.68	5.32

Fuente: Laboratorio de suelo, aguas y Ecotoxicología –UNAS - Tingo María

**Grafico N° 1 Resultados de los análisis de muestra de Almendra de Cacao en materia orgánica y Cenizas**



**Fuente:** Laboratorio de suelo, aguas y Ecotoxicología –UNAS - Tingo María

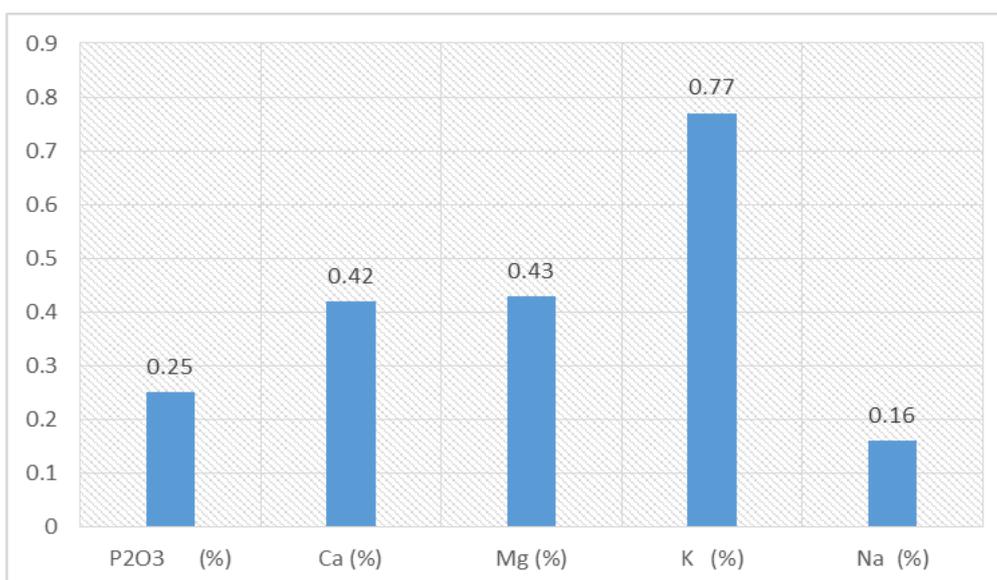
Las muestras de las almendras de cacao donde se cogieron las 10 muestras de especie del lugar del estudio fueron analizadas por el Equipo de Absorción Atómica en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, identificándose metales y el contenido óxido: P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%), Ca (%), Mg (%) y K (%) y Na (%); como se muestra en el Cuadro N° 4 y Grafica N° 2, en cuyos resultados se muestra un mayor porcentaje de acumulación de calcio /Ca), Magnesio (Mg) y Potasio (K). También se puede apreciar dentro de la composición una menor proporción sodio (Na) y Trióxido de difósforo (P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

**Cuadro N° 4 Resultados de los análisis de muestra de Almendra de Cacao en: P2O3 (%), Ca (%), Mg (%) y K (%) y Na (%).**

DATOS DE LA MUESTRA			RESULTADO EN BASE SECA				
			PORCENTAJE (%)				
Código	Tipo	Referencia	P2O3	Ca	Mg	K	Na
ME2019_0128	GRANO	CACAO	0.25	0.42	0.43	0.77	0.16

Fuente: Laboratorio de suelo, aguas y Ecotoxicología –UNAS - Tingo María

**Grafico N° 2 Resultados de los análisis de muestra de Almendra de Cacao en: P2O3 (%), Ca (%), Mg (%) y K (%) y Na (%).**



Fuente: Laboratorio de suelo, aguas y Ecotoxicología –UNAS - Tingo María

El cacao puro es rico principalmente en proteínas y fibra. Contiene muy pocos azúcares y los hidratos de carbono mayoritarios se encuentran en forma de almidón como se muestra en los análisis. Por otra parte, el cacao desengrasado apenas tiene grasa. Este fruto también aporta una gran cantidad de minerales y vitaminas.

Respecto a los minerales que contiene predominan el potasio, el fósforo y el magnesio, y en menor medida otros como el calcio o el hierro. Entre las vitaminas se encuentran el niacina y el ácido fólico.

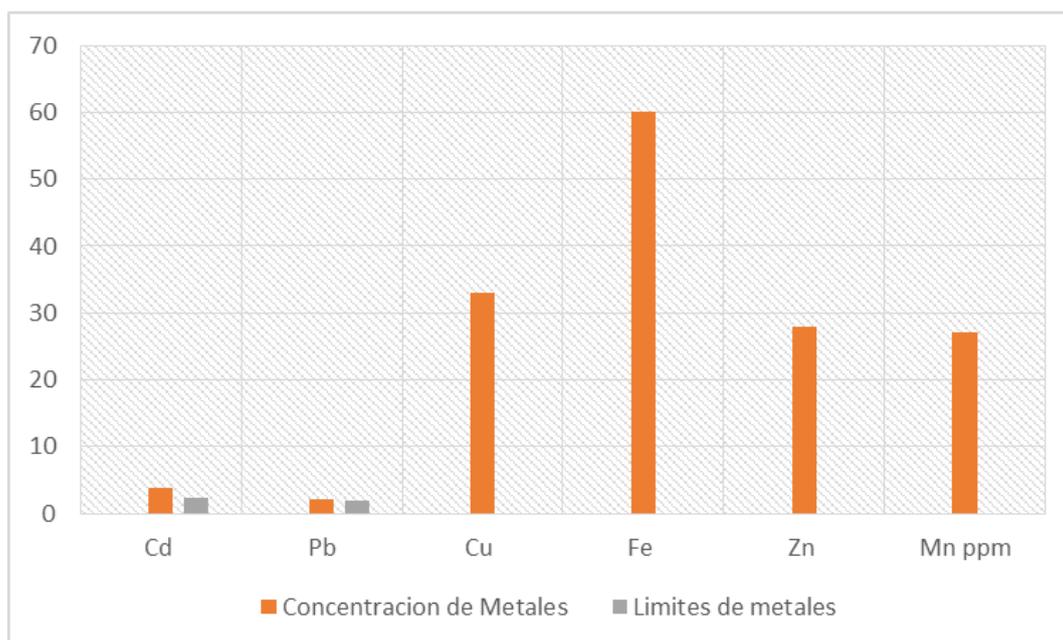
Las muestras de la almendra de cacao, para los análisis de metales se han realizado con el Equipo de Absorción Atómica, la lectura de la concentración (ppm) de los siguientes metales pesados que se indica a continuación como: Cadmio, plomo, cobre, hierro, zinc y manganeso, cuyos resultados de los análisis se muestran en el Cuadro N° 5 y Grafico N° 3, en cuyos resultados se muestra una mayor concentración de hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn). En menor concentración en cuanto al contenido de cadmio (Cd) y plomo (Pb).

**Cuadro N° 5 Resultados de los análisis de muestra de la Almendra de Cacao en: Cd (ppm), Pb (ppm), Cu (ppm), Fe (ppm), Zn (ppm) y Mn (ppm)**

DATOS DE LA MUESTRA			RESULTADO EN BASE SECA					
			PARTES POR MILLON (ppm)					
Código	Tipo	Referencia	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
ME2019_0128	GRANO	CACAO	3.91	2.14	33	60	28	27

**Fuente:** Laboratorio de suelo, aguas y Ecotoxicología –UNAS - Tingo María

**Grafico N° 3 Resultados de los análisis de muestra de la Almendra de Cacao en: Cd (ppm), Pb (ppm), Cu (ppm), Fe (ppm), Zn (ppm) y Mn (ppm)**



**Fuente:** Laboratorio de suelo, aguas y Ecotoxicología –UNAS - Tingo María

## **A. Cadmio**

Los niveles de cadmio en los granos de cacao dependen de una serie de factores, entre ellos: características químicas, físicas y biológicas del suelo; el origen del material del suelo (la geología) y las capacidades de asimilación de los árboles de cacao, influenciadas por su origen genético.

Este problema ha sido objeto de numerosos estudios llevadas a cabo tanto por los organismos de investigación de los países productores y consumidores y por el sector privado.

Los centros de investigación nacionales en Perú como centros internacionales en la región han realizado investigaciones sobre la contaminación de cadmio en el cacao a escala regional y nacional.

Las principales brechas identificadas en la actualidad son la falta de estandarización de la terminología y las metodologías; la falta de umbrales en las medidas de concentración en el suelo y en los granos de cacao; la necesidad de concluir la cartografía territorial de la concentración de cadmio en el suelo y en los granos; la necesidad de transferir a campo los resultados sobre enmienda y macronutrientes obtenidos en el laboratorio.

Límites seguros de cadmio, la Comisión del Codex Alimentarius, en su Norma General para los Contaminantes y las Toxinas en los Alimentos, establece una ingesta semanal tolerable provisional de 7 microgramos por kilogramo (ppm) de peso corporal. En este análisis, los alimentos con más carga de cadmio son las algas, pescados y mariscos y chocolates, pero solo el 5% del total de los analizados superaban el límite legal. Se estima que la exposición media al cadmio en la Unión Europea ronda los 2,3 microgramos de kilogramo (ppm) por peso corporal, por lo que está por debajo de los niveles considerados como seguros. Un estudio realizado por expertos alemanes en 2006 determinó que no todos los tipos de chocolate contienen los mismos niveles de cadmio, de ahí que la Comisión Europea haya determinado distintos niveles máximos para las diferentes variedades.

Para los resultados de nuestro estudio nos da valores de 3.91 ppm en la muestra sometida al análisis por medio de la absorción atómica, lo que nos indica que tenemos que ver la forma de

reducir estas concentraciones de cadmio en el fruto del cacao, con la finalidad de no causar daños a la salud de las personas.

## **B. Plomo**

Con respecto a la norma revisada para la masa de cacao (Licor de cacao/chocolate) y torta de cacao, y las norma para cacaos en polvo (cacaos) y mezclas secas de cacao y azúcares, Suiza, interviniendo en nombre de la Secretaría Suiza del CCCPC, informó al Comité de que el CCCPC había reducido el nivel máximo de plomo de 2 a 1 mg/kg (ppm) y que se recomendaban los altos niveles de plomo en el cacao en grano debido a que la contaminación derivaba de la contaminación ambiental y del suelo, por lo que el CCCPC indicaba que 1 mg/kg (ppm) era el nivel mínimo asequible. Al realizar los estudios se puede ver que las concentraciones de plomo 2.14 mg/kg (ppm) en la muestra de la almendra de cacao, por lo que también es importante tomar en cuenta dichos resultados con la finalidad de evitar daños en la salud de las personas que consumen dicho producto.

## **C. Cobre**

Un ingrediente importante y pocas personas saben que es una fuente rica alimenticia el cobre, porque los distintos tipos de chocolate, el amargo es el que tiene más cobre.

Según un estudio dado a conocer en la publicación Nutrition Research, los bombones y demás productos de chocolate son los

que contribuyen con la más alta cantidad de cobre a la dieta diaria. Otra investigación, publicada en Journal of Nutrition, reveló que, en algunos casos, ciertas personas, obtienen de productos elaborados con chocolate más del 50% del cobre que ingieren a diario.

El cobre es esencial para el funcionamiento del cuerpo humano y debe ser ingerido, ya que el organismo no lo produce. Entre los beneficios, se sabe que facilita el bienestar cardiovascular y neurológico, refuerza los tejidos conectivos y promueve el desarrollo óseo. Asimismo, mantiene los niveles adecuados de células rojas en la sangre y protege a las células contra los radicales libres.

"La deficiencia de cobre en los niños puede causar retrasos en el crecimiento y el desarrollo", declaró el profesor Carl Keen, profesor de Nutrición y Medicina Interna en la Universidad de California, "en los adultos esta deficiencia puede resultar en numerosos problemas metabólicos, inclusive anemia, disfunción cardíaca y circulatoria, anormalidades óseas y complicaciones en el sistema nervioso, en el sistema inmune, en los pulmones, en la glándula tiroides, en el páncreas y en los riñones", agregó.

De acuerdo a un artículo de Nutrition Research, el consumo de chocolate tiene una correlación positiva con la ingestión total diaria de cobre. La Organización Mundial de la Salud establece un Rango Aceptable de Ingesta Oral (AROI) para los distintos

nutrientes, con el fin de asegurar un buen estado de salud. En el caso del cobre la cantidad mínima es de 0,05 miligramos por kilo al día. O sea, un adulto de 70 kg, necesita 3,5 miligramos de cobre por día. Bajo ese límite, existe el riesgo de deficiencia nutricional. En la muestra de la almendra de cacao 33 miligramo/kilogramo (ppm), lo que demuestra que el producto es rico en cobre y muy saludable para su consumo.

#### **D. Hierro**

El Hierro es un mineral esencial para nuestro organismo. Entre las muchas funciones que desempeña se encuentra la formación de la hemoglobina, por lo que es primordial para el transporte de oxígeno. Además, el hierro mejora la calidad de la sangre, previene la fatiga, ayuda a mantener una piel sana y es determinante en la resistencia al estrés y otras enfermedades.

Sin embargo, es uno de los minerales que mayores carencias provoca en algunos individuos, especialmente en mujeres en edad fértil, por ello, es necesario estar bien nutrido porque la carencia de hierro provoca un tipo de anemia específico. En la almendra de cacao es rica en la presencia de hierro hasta de 60 ppm esto se da en el cacao amargo característico de la zona de bella.

## **E. Zinc**

El Zinc es un mineral esencial para nuestro organismo, y realiza un papel fundamental dentro de éste, por ejemplo, participando en cientos de reacciones enzimáticas, protegiendo contra el daño oxidativo, participando en la cicatrización de heridas, generando ADN y. además, es necesario en la creación de hemoglobina. En los análisis realizados en la almendra se tuvo resultados 28 ppm de zinc, cuyos contenidos son favorables para la salud de las personas por las propiedades que repercuten en la salud.

## **F. Manganeso**

El Manganeso es importante para la salud de la piel diaria. Este mineral es un co-factor requerido para una enzima llamada prolidasa, la cual es un giro necesario para la producción del colágeno como un componente estructural de la piel. 100 gramos de Chocolate, negro, 70-85% cacao contienen 1,94 miligramos de manganeso, esto es el 97% del total diario recomendado para un adulto. En la almendra de cacao analizado nos reporta un 27 ppm dentro de su composición de Manganeso (Mn).

### **4.3. Prueba de hipótesis**

Con respecto a la hipótesis planteada sobre la presencia de metales en el fruto de cacao orgánico en la Cooperativa Agropecuaria Bella en la Provincia de Leoncio Prado-Huánuco puedo afirmar que la concentración de cadmio y plomo, superan en el fruto de la almendra las concentraciones de metales.

Los resultados de las mediciones de cadmio la concentración medida en la almendra fue de 3.91 miligramos por kilogramo (ppm) y el límite máximo permisible según la Unión Europea debe ser los 2,3 microgramos por kilogramo (ppm), lo indica que en el futuro puede generar unos riesgos en la salud.

De la misma forma con respecto al contenido de plomo Comité del CCCPC viene implementando medidas de control en la comercialización con la finalidad de que los países productores de cacao reduzcan la concentración de plomo en el cacao en su producción la concentración de plomo debe disminuir de 2 a 1 mg/kg (ppm) y que se recomendaban los altos niveles de plomo en el cacao en grano 2.14 mg/kg (ppm), debido a que estas concentraciones pueden generar problemas en la salud, esto derivaba de la contaminación ambiental del suelo. Referente a los otros contenidos de metales como zinc, cobre, hierro y manganeso son importantes para la salud de las personas.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Nuestro país es uno de los principales exportadores de cacao, actualmente ocupa dentro del octavo producto de mayor envío al exterior, y el segundo en la agroindustria, luego de la exportación del café, con unas 150 mil hectáreas a nivel nacional. Europa es el principal mercado de destino.

El cacao es uno de los cultivos de mayor presencia en la Amazonía peruana, lo que ha permitido enfrentar la erradicación de la hoja de coca, siendo este un cultivo alternativo para el desarrollo del país.

Uno de los mercados importantes para nuestras exportaciones es la Unión Europea, viene implementando una reglamentación al contenido máximo de cadmio en el fruto del cacao que pone en riesgo esta situación.

Por otra parte, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) de nuestro país, precisó que la medida solo será aplicada a los derivados del cacao, es decir al chocolate y licor de cacao, y no al mismo grano seco.

Nuestros agricultores, con los resultados de los altos índices de las concentraciones de cadmio y plomo en el fruto del cacao, ven con preocupación este problema y deben tomar medidas con la finalidad de reducir estos niveles de concentración de plomo y cadmio.

La producción en cuanto a estos contenidos debe mejorar al emplear una agricultura orgánica, un mayor estudio de la caracterización del suelo y sus respectivos análisis para obtener un producto de mejor calidad, para la venta en los mercados de exportación China, la Unión Europea y otros.

## CONCLUSIONES

1. La Unión Europea, viene implementando una reglamentación al contenido máximo de cadmio en el fruto del cacao para restringir la comercialización en sus países.
2. El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) de nuestro país, precisó que no tomara medidas sobre límites máximos permisibles al mismo grano seco del cacao.
3. En los estudios realizados del cacao en grano reporto una concentración de 2.14 mg/kg (ppm), lo que evidencia una preocupación por el riesgo a generar problemas en la salud de los consumidores y la comercialización en mercados internacionales.
4. Los resultados de las mediciones de cadmio fueron realizados en la Universidad nacional agraria de la selva, el reporte la concentración medida en la almendra fue de 3.91 miligramos por kilogramo (ppm), lo que indica que tenemos que tener un mayor cuidado y mejorar el producto para seguir vendiendo en los mercados de la Unión Europea, Chima y Otros, y evitar en el futuro generar un problema de riesgos en la salud del consumidor.
5. Con respecto a los contenidos de cobre, hierro, zinc y manganeso en la almendra del cacao, es importante las concentraciones de estos metales para lograr tener una adecuada la salud de las personas.

## **RECOMENDACIONES**

1. El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) de nuestro país, debe precisar las medidas que deben aplicarse a los derivados del cacao en cuanto al contenido de cadmio que debe tener como al chocolate y licor de cacao, y al mismo grano seco para poder ser comercializado a nivel del mercado nacional e internacional.
2. Debe tomarse mayor importancia al cultivo del cacao por el ministerio de agricultura, por ser uno de los cultivos de mayor presencia en la Amazonía peruana, y por haber permitido enfrentar la erradicación de la hoja de coca, y estar considerado un cultivo alternativo para el desarrollo del país.
3. Debe realizarse estudios de la calidad del suelo y los fertilizantes usados para este fin con la finalidad de garantizar una producción de cacao con una mínima contenido de cadmio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. IARC (1993b). Cadmium and cadmium compounds. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum, 58: 119–237. PMID:8022055  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-8.pdf>
2. Banco Central De Reservas Del Perú, (2005), Informe Económico y Social Región Huánuco
3. Bruce A. Fowler. Monitoring of human populations for early markers of cadmium toxicity: A review, In New Insights into the Mechanisms of Cadmium Toxicity Advances in Cadmium Research, Toxicology and Applied Pharmacology. 238(3):294-300 Language: English. DOI: 10.1016/j.taap.2009.05.004 Review:
4. EFSA. (2009). Cadmium in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. The EFSA Journal, 980: 1–139  
<http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/980.pdf>
5. CDC (2005). Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. US Department of Health and Human Services, Public Health Services. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Available at: <http://www.cdc.gov/exposurereport/>
6. ASDTR (2014). Draft Toxicological Profile for Cadmium. Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services.
7. UNEP (2008). Interim Review of Scientific Information on Cadmium. Geneva: United Nations Environment Program
8. EFSA. (2009). Cadmium in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. The EFSA Journal, 980: 1–139

9. Susana M. Gallego; Liliana B. Pena; Roberto A. Barcia; Claudia E. Azpilicueta; María F. Iannone; Eliana P. Rosales; Myriam S. Zawoznik; María D. Groppa; María P. Benavides. Unravelling cadmium toxicity and tolerance in plants: Insight into regulatory mechanisms. In *Environmental and Experimental Botany*. November 2012 83:33-46 Language: English. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2012.04.006
10. Ivan Dario Niño Bernal (2015), Cuantificación de Cadmio en Cacao Proveniente del Occidente de Boyacá por la Técnica Analítica de Voltamperometría. Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia. Facultad de Ciencias. Escuela De Ciencias Químicas.
11. Sofía Acosta L. y Pablo Pozo P.: Determinación de Cadmio en la Almendra de Cacao (*Theobroma Cacao*) de Cinco Fincas Ubicadas en la Vía Santo Domingo - Esmeraldas, mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Químicas, Quito, Ecuador.
12. Wong Rivera Andrés Felipe, Determinación de Cadmio (Cd) En Suelo de Cultivo para Cacao Ccn-51 Mediante Análisis de Espectroscopía de Absorción Atómica. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Naturales. Escuela de Ingeniería Ambiental
13. Andrea Gisella Revoredo, Efecto del Tratamiento con 3 Cepas de *Streptomicetos* en la Acumulación de Cadmio en Plantas de *Theobroma Cacao* L. Marquina. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima. Perú.
14. Álvaro Andrés Cárdenas Morales Presencia de Cadmio en algunas parcelas de Cacao Orgánico En la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo

- Tingo María - Perú. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Facultad De Agronomía. Departamento Académico de Ciencias Agrarias.

15. Prieto-Méndez et al., 2009, Tropical and Subtropical Agroecosystems
16. Judith Prieto Méndez, y otros (2009) Contaminación y Fitotoxicidad en Plantas por Metales Pesados provenientes de Suelos y Agua. Centro de Investigaciones Químicas. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
17. Previsiones futuras respecto al *cadmio* en *suelos*. .... *agua* (*Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR)*), 2012
18. Chávez, E. (2015). Concentration of cadmium in cacao beans and its relationship with soil cadmium in southern Ecuador. 62.
19. Hernández, Sampieri Roberto, Fernández C. Baptista L. P. (2010): "Metodología de la Investigación". Ed. Mc Graw Hill. Chile.
20. *Theobroma cacao* L. (1753). — STERCULIACEAE — Publicado en: *Species Plantarum* 2: 782.
21. Kabata-Pendias, A. (2000) Trace Elements in Soils and Plants. 3rd Edition, CRC Press, Boca Raton. <http://dx.doi.org/10.1201/9781420039900>

## BIBLIOGRAFÍA- WEBS

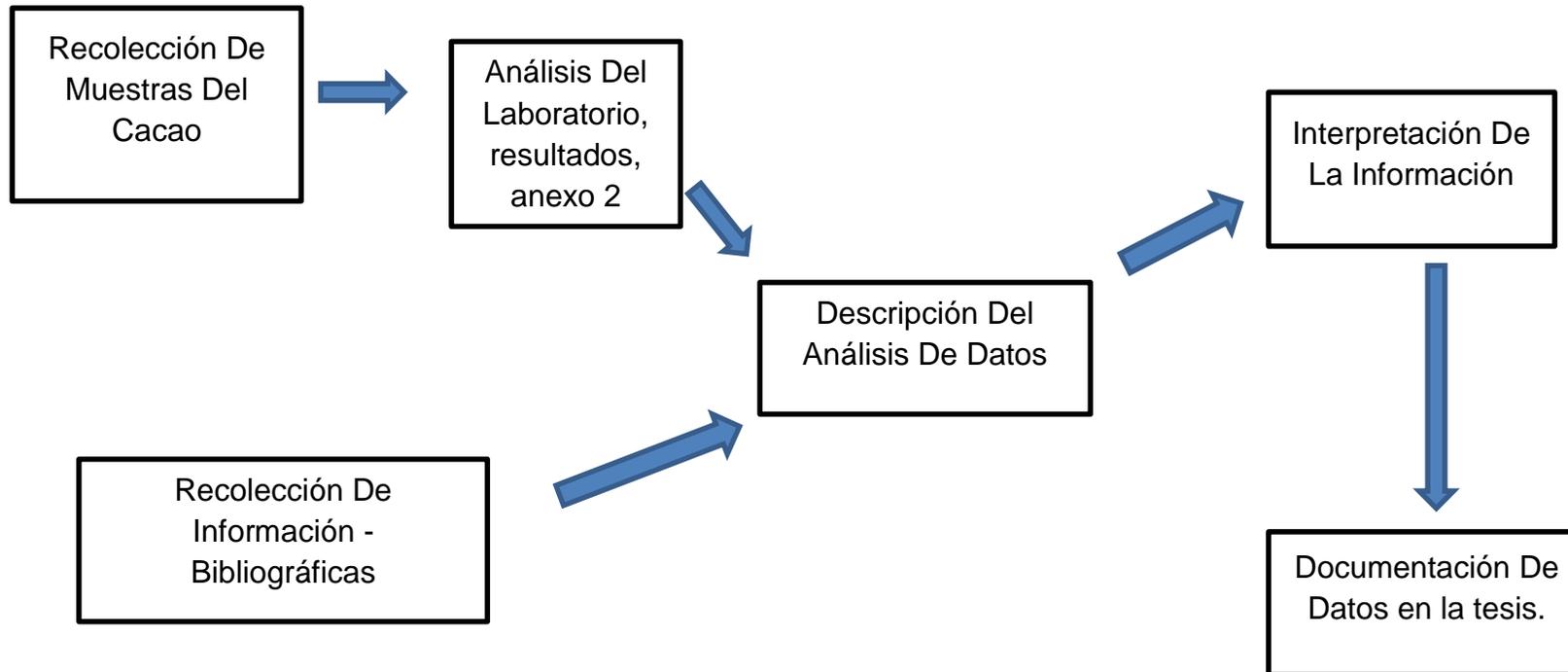
1. *Theobroma cacao*. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf)
2. *Unión Europea pone en jaque al cacao peruano por la presencia del cadmio (Gestion)*. <https://gestion.pe/economia/union-europea-pone-jaque-cacao-peruano-presencia-cadmio-240787>.
3. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, file:///C:/Users/Usuario/Downloads/25-486-3-PB%20(1).pdf.

# **ANEXOS**

## ANEXO 01

### Instrumento y procesamiento de recolección de datos

El proceso de los datos se realizó de manera DESCRIPTIVA, tomando datos de las bibliografías y del análisis del laboratorio, de esta manera se realiza el siguiente seguimiento:



## ANEXO 02

### Informe de análisis de muestra laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Ecotoxicología



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

*Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología*

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359  
analisisdesuelos@hottmail.com



## ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		FRANCIS FIORELA LINO PALPA				PROCEDENCIA:				PASCO							
DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS PROXIMAL										RESULTADOS EN BASE SECA					
		Humedad Hd (%)		EN BASE HUMEDA		MATERIA SECA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)							
		Código	Tipo	Referencia	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe ppm
ME2019_0128	GRANO	CACAO	88.33	4.97	94.68	5.32	0.25	0.42	0.43	0.77	0.16	3.91	2.14	33	60	28	27

VND. VALOR NO DETECTABLE

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 25 DE MAYO DEL 2019

RECIBO N° 0574985

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
LAB. ANALISIS DE SUELOS



*Inge. Edis C. Mansilla Miranzo*  
JEFE

**ANEXO 03**  
**Reglamento Unión Europea (UE) No 488/2014**

De La Comisión de 12 de mayo de 2014 que modifica el Reglamento (CE) no 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios (Texto pertinente a efectos del EEE)

La Comisión Europea, Visto el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, Visto el Reglamento (CEE) no 315/93 del Consejo, de 8 de febrero de 1993, por el que se establecen procedimientos comunitarios en relación con los contaminantes presentes en los productos alimenticios (1), y, en particular, su artículo 2, apartado 3, Considerando lo siguiente:

- (1) El Reglamento (CE) no 1881/2006 de la Comisión (2) establece el contenido máximo de cadmio en una serie de productos alimenticios.
- (2) El 30 de enero de 2009, la Comisión Técnica de Contaminantes de la Cadena Alimentaria (Contam) de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) adoptó un dictamen sobre el cadmio en los alimentos. En dicho dictamen, la EFSA estableció una ingesta semanal tolerable (IST) de 2,5 µg/kg de peso corporal para el cadmio. En su «Declaración sobre la ingesta semanal tolerable de cadmio», la EFSA tuvo en cuenta la reciente evaluación del riesgo llevada a cabo por el Comité mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) y confirmó la ingesta semanal tolerable de 2,5 µg/kg de peso corporal.
- (3) En su dictamen científico sobre el cadmio en los alimentos, la Contam llegó a la conclusión de que la exposición alimentaria media al cadmio en los países europeos se acerca o supera ligeramente la ingesta semanal tolerable de 2,5 µg/kg de peso corporal. En algunos subgrupos de la

población, la ingesta semanal tolerable llega casi a duplicarse. La Contam llegó asimismo a la conclusión de que, pese a que es poco probable que se produzcan efectos negativos sobre la función renal en un individuo expuesto a dicho nivel, es necesario reducir la exposición al cadmio en la población.

- (4) Según el dictamen científico de la Contam sobre el cadmio en los alimentos, los grupos de alimentos que contribuyen en mayor grado a la exposición alimentaria al cadmio, principalmente a causa de su elevado consumo, son los cereales y los productos a base de cereales, las hortalizas, los frutos secos y las legumbres, las raíces feculentas o las patatas y la carne y los productos cárnicos. Las concentraciones más elevadas de cadmio se detectaron en productos alimenticios como las algas marinas, los peces y mariscos, el chocolate y los alimentos destinados a una alimentación especial, así como en los hongos, las semillas oleaginosas y los despojos comestibles.
- (5) En la evaluación pormenorizada de la exposición que realizó la EFSA en su informe científico «La exposición alimentaria al cadmio en la población europea», que utiliza la nueva base de datos exhaustiva sobre consumo de alimentos en la que se incluye información actualizada sobre las cifras de consumo de alimentos en los diferentes Estados miembros y para los diferentes grupos de edad de la población, se ofrece más información detallada por grupo de edad sobre los productos alimenticios específicos que contribuyen a la exposición. Para los adultos, las raíces feculentas y los tubérculos, los cereales y los productos a base de cereales y las hortalizas y los productos vegetales son los que contribuyen en mayor

medida a la exposición. En el caso de los niños y adolescentes, las raíces feculentas y los tubérculos, los cereales y los productos a base de cereales y el azúcar y los productos de confitería son los que contribuyen en mayor medida a la exposición, mientras que para los lactantes y los niños de corta edad los mayores contribuidores son las raíces feculentas y los tubérculos, los cereales y los productos a base de cereales, las hortalizas y los productos vegetales, la leche y los productos lácteos y los alimentos para lactantes y niños de corta edad. La evaluación pormenorizada de la exposición muestra que la exposición total es el resultado no solo de unos pocos contribuyentes principales sino de la suma de las contribuciones de una serie de grupos de alimentos diferentes.

- (6) Se han establecido contenidos máximos de cadmio en una amplia gama de alimentos, incluidos los cereales, las hortalizas, la carne, el pescado, los mariscos, los despojos y los complementos alimenticios. Por lo que respecta a algunos productos alimenticios que contribuyen de manera importante a la exposición de determinados grupos de población (productos de chocolate y de cacao y alimentos para lactantes y niños de corta edad) todavía no se han establecido contenidos máximos. Es necesario, por lo tanto, establecer contenidos máximos de cadmio para estos productos alimenticios.
- (7) El contenido máximo de contaminantes se fija con arreglo al principio Alara («tan bajo como sea razonablemente posible», tanto para los productos para los que ya existen contenidos máximos (por ejemplo, hortalizas, carne, pescado, mariscos, despojos y complementos alimenticios), como para los productos para los que se fijen contenidos máximos nuevos (tales

como los productos de cacao y de chocolate), utilizando datos de presencia y pautas de consumo alimentario de los ciudadanos de la Unión Europea.

- (8) El chocolate y el cacao en polvo que se venden al consumidor final pueden contener niveles elevados de cadmio y constituyen una importante fuente de exposición humana. A menudo son consumidos por niños, por ejemplo, como chocolate o como cacao en polvo edulcorado utilizado en las bebidas a base de cacao. Al establecer el contenido máximo de cadmio, es preciso tener en cuenta los datos sobre presencia para los distintos tipos de chocolate y para el cacao en polvo que se venden al consumidor final. Dado que los niveles de cadmio en los productos de cacao están relacionados con su contenido de cacao, conviene establecer distintos niveles máximos de cadmio para los productos con diferentes porcentajes de cacao. De este modo se garantizará que los chocolates con un porcentaje superior de cacao también cumplen los niveles máximos.
- (9) En algunas regiones de países productores de cacao, los niveles de cadmio en el suelo pueden ser naturalmente elevados. Por lo tanto, los datos sobre presencia en los productos de cacao y de chocolate procedentes de países con niveles muy elevados de cadmio en el suelo debe tenerse en cuenta a la hora de establecer el contenido máximo de cadmio.
- (10) Los preparados para lactantes y los preparados de continuación contribuyen significativamente a la exposición al cadmio en lactantes y niños de corta edad. Los preparados para lactantes y los preparados de continuación fabricados a partir de proteínas de soja o una mezcla de estas con proteínas de leche de vaca pueden contener niveles de cadmio

superiores a los de los productos lácteos, ya que la soja absorbe naturalmente el cadmio del suelo. Los preparados a base de soja son una alternativa importante para lactantes que padecen intolerancia a la lactosa, por lo que es necesario garantizar un abastecimiento suficiente en el mercado. Resulta, por lo tanto, adecuado establecer un contenido máximo más elevado para los productos a base de soja.

- (11) Los alimentos elaborados a base de cereales y otros alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad constituyen una importante fuente de exposición al cadmio para este grupo de edad. Por lo tanto, debe establecerse un contenido máximo de cadmio particular para los alimentos elaborados a base de cereales y otros alimentos infantiles.
- (12) La reducción de la exposición de un grupo de consumidores muy vulnerables podría lograrse mediante el establecimiento de un contenido máximo para algunas categorías de productos alimenticios destinados a una alimentación especial (por ejemplo, alimentos destinados a usos médicos especiales para lactantes). No obstante, en ausencia de datos para justificar dicho contenido máximo, es necesario recabar datos sobre presencia con vistas al posible establecimiento de un contenido máximo específico en el futuro.
- (13) Para determinadas hortalizas (salsifíes, apio, chirivías y rábanos picantes), el cumplimiento del contenido máximo vigente es difícil y los datos de presencia facilitados por los Estados miembros ponen de manifiesto que los niveles naturales de base son más elevados y comparables con los de los apionabos. Ya que el consumo de estos productos es bajo y los efectos de la exposición humana son insignificantes, procede aumentar el

contenido máximo de cadmio para las chirivías, los salsifíes, el apio y los rábanos rusticanos para equipararlo al de los apionabos.

- (14) Determinadas especies de peces están excluidas actualmente del contenido máximo por defecto para el pescado de 0,05 mg/kg. Para las especies de pescado bonito (sarda sarda), mojarra (*Diplodus vulgaris*), anguila (*Anguilla anguilla*), lisa (*Mugil labrosus labrosus*), jurel (*Trachurus species*), emperador (*Luvarus imperialis*), sardina (*Sardinops species*) y acedía o lenguadillo (*Dicologoglossa cuneata*) los nuevos datos sobre presencia indican que la exención ya no es necesaria, y que el contenido máximo por defecto puede cumplirse si se aplican buenas prácticas de pesca. Por consiguiente, ya no son necesarios contenidos máximos específicos para dichas especies de pescado.
- (15) En cuanto a la melva (*Auxis species*), la anchoa (*Engraulis species*) y el pez espada (*Xiphias gladius*), los nuevos datos sobre presencia indican que es posible cumplir un contenido máximo más bajo si se aplican buenas prácticas de pesca. Por lo tanto, procede adaptar los contenidos máximos para dichas especies de peces.
- (16) Para la sardina (*Sardina pilchardus*) y el bichique (*Sicyopterus lagocephalus*), los datos sobre presencia indican que es difícil respetar los contenidos máximos vigentes, ya que los niveles naturales de base pueden ser más elevados. Para ambas especies de pescado, el consumo es bajo y presenta efectos insignificantes en la exposición humana. Conviene, por tanto, establecer contenidos máximos más elevados para estas dos especies de pescado a fin de garantizar el abastecimiento del mercado.

- (17) Por consiguiente, procede modificar el Reglamento (CE) no 1881/2006 en consecuencia.
- (18) Los Estados miembros y los operadores de empresa alimentaria deben disponer de tiempo para adaptarse a los nuevos contenidos máximos establecidos en el presente Reglamento con respecto a los productos de cacao y a los alimentos para lactantes y niños de corta edad. Por consiguiente, conviene aplazar la fecha de aplicación de los contenidos máximos para dichos productos.
- (19) Las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité Permanente de la Cadena Alimentaria y de Sanidad Animal.

Ha Adoptado el Presente Reglamento:

#### Artículo 1

El anexo del Reglamento (CE) no 1881/2006 queda modificado con arreglo a lo dispuesto en el anexo del presente Reglamento.

#### Artículo 2

1. Los contenidos máximos de cadmio establecidos en los puntos 3.2.19 y 3.2.20 del anexo del Reglamento (CE) no 1881/2006, modificados por el presente Reglamento, se aplicarán a partir del 1 de enero de 2015. Los productos alimenticios que no cumplan dichos niveles máximos y que se hayan comercializado legalmente en el mercado antes del 1 de enero de 2015 podrán seguir comercializándose después de esa fecha hasta su fecha de duración mínima o su fecha de caducidad.
2. Los niveles máximos de cadmio establecidos en el punto 3.2.7 del anexo del Reglamento (CE) no 1881/2006, modificados por el presente

Reglamento, se aplicarán a partir del 1 de enero de 2019. Los productos alimenticios que no cumplan dichos niveles máximos y que se hayan comercializado legalmente en el mercado antes del 1 de enero de 2019 podrán seguir comercializándose después de esa fecha hasta su fecha de duración mínima o su fecha de caducidad.

### Artículo 3

El presente Reglamento entrará en vigor el vigésimo día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Unión Europea.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 12 de mayo de 2014.

Por la Comisión

El Presidente

José Manuel BARROSO

**ANEXO 04**  
**Mapa político de Huánuco**



**Fuente:** BCRP- 2005

## Anexo 05: Panel fotográfico

Fotografía No. 1: Parcela Demostrativa de la Cooperativa Agropecuaria Bella-Tingo María.

Fuente: Elaboración propia

