



Universidad Norbert Wiener

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA**

**“EVALUACIÓN DE RIESGO TOXICOLÓGICO EN
PERSONAS EXPUESTAS, QUE CONSUMEN *Beta vulgaris*
“BETARRAGA” CRUDA Y COCIDA CON POSIBLES
CONCENTRACIONES DE PLOMO Y CADMIO
COMERCIALIZADA EN EL MERCADO DE CHANCAY-
HUARAL, LIMA 2019”**

Tesis para optar el Título profesional de Químico Farmacéutico

Presentado por:

Br. CONDORI CÁCERES, SOLEDAD.

Br. TARAZONA GUERRERO, JANELLE DEL CARMEN.

Asesor:

Dr. LLAHUILLA QUEA JOSÉ

LIMA – PERU

2020

DEDICATORIA

A mis padres, por el apoyo incondicional, gracias por sus palabras de aliento; siempre serán una fuente de inspiración y de perseverancia.

Br. Condori Cáceres Soledad.

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre presente en mi vida y darme sabiduría, fortaleza y la dicha de cumplir con mis metas, asimismo a mis amados padres por estar siempre a mi lado otorgándome su apoyo incondicional y consejos.

**Br. Tarazona Guerrero Janelle
del Carmen.**

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	ix
CAPITULO I: EL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación de la investigación	4
1.5. Limitaciones de la investigación	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.1. Antecedentes Nacionales	6
2.1.2. Antecedentes Internacionales	9
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Origen de la betarraga	12
2.2.2. Descripción botánica	12
2.2.3. Clasificación de las hortalizas	13
2.2.4. Composición química	13
2.2.5. Interacción de los metales con la betarraga	15
2.2.6. Actividad hortícola en Valle de Chancay-Huaral	15
2.2.7. Metales pesados	17
2.2.8. Cadmio (Cd)	18
2.2.8.1. Propiedades fisicoquímicas	18
2.2.8.2. Toxicocinética	18
2.2.8.3. Riesgo y toxicidad	20
2.2.8.4. Manifestaciones clínicas	21
2.2.8.5. Tratamiento de la intoxicación por cadmio	23

2.2.8.6.	Aspectos epidemiológicos	23
2.2.9.	Plomo (Pb)	24
2.2.9.1.	Propiedades fisicoquímicas	24
2.2.9.2.	Toxicocinética	24
2.2.9.3.	Toxicodinamia	25
2.2.9.4.	Manifestaciones clínicas	25
2.2.9.5.	Tratamiento de la contaminación por plomo	26
2.2.9.6.	Aspectos epidemiológicos	27
2.2.10.	Valores máximos permisibles de cadmio y plomo	28
2.2.11.	MARCO LEGAL	28
2.2.11.1.	Ley general de salud	28
2.2.11.2.	Ley general del ambiente	29
2.2.11.3.	Marco legal internacional (Codex Alimentarius)	30
2.2.12.	Evaluación de riesgo Toxicológicos	30
2.2.12.1.	Evaluación Toxicológica	30
2.2.12.2.	Estimación de la dosis de exposición	32
2.3.	Formulación de hipótesis	34
2.3.1.	Hipótesis general	34
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		34
3.1.	Método de investigación	34
3.2.	Enfoque investigativo	34
3.3.	Tipo de investigación	34
3.4.	Diseño de la investigación	34
3.5.	Población, muestra y muestreo	34
3.5.1.	Población	34
3.5.2.	Muestra de consumidores	34
3.6.	Variables y operacionalización	36
3.6.1.	Variable independiente	36
3.6.2.	Variable dependiente	36
3.6.3.	Operacionalización de variables	36
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.7.1.	Técnica	37
3.7.2.	Obtención de muestra	37
3.7.3.	Análisis de Plomo	37
3.7.4.	Análisis de Cadmio	37

3.7.5. Preparación y análisis de la muestra	38
3.8. Procesamiento y análisis de datos	38
3.8.1. Procesamiento de datos	38
3.8.2. Análisis estadístico	38
3.9. Aspectos éticos	39
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	39
4.1. Resultados	39
4.1.1. Análisis descriptivo de resultados	39
4.1.2. Discusión de resultados	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. Conclusiones	48
5.2. Recomendaciones	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
ANEXOS	58
Anexo1: Matriz de consistencia	58
Anexo 2: Instrumentos	59
Anexo 3: Validez del Instrumento	61

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la betarraga	13
Tabla 2. Composición química de la betarraga por cada 100 gramos de porción comestible	14
Tabla 3. Límites máximos permisibles de cadmio y plomo (mg/kg)	28
Tabla 4. Vías potenciales de exposición para los distintos medios de contacto	31
Tabla 5. Operacionalización de variables	36
Tabla 6. Concentración cadmio (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019	39
Tabla 7. Comparación de la concentración cadmio (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda Vs cocida	40
Tabla 8. Concentración de plomo (mg/kg) en Beta Vulgaris “betarraga” cruda y cocida comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019	41
Tabla 9. Comparación de la concentración plomo (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda Vs cocida	42
Tabla 10. Niveles permisibles de plomo y cadmio en Beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida	42
Tabla 11. Valores del riesgo toxicológico por el consumo de plomo y cadmio en Beta vulgaris “betarraga”	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acumulación de metales pesados	15
Figura 2. Cuenca Chancay – Huaral	16
Figura 3. Toxicología del cadmio - Toxicocinética	19
Figura 4. Distribución de la concentración cadmio (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019	40
Figura 5. Distribución de la concentración de plomo (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019	41
Figura 6. Concentración de cadmio por muestra detectada en laboratorio	43
Figura 7. Concentración de plomo por muestra detectada en laboratorio	404

RESUMEN

Los suelos agrícolas de la cuenca del río Chancay - Huaral, se encuentran ubicados en zonas cercanas a centros industriales y estas industrias se caracterizan por emitir altas concentraciones de metales como el plomo y cadmio. Las investigaciones de toxicidad en organismos vegetales que se cultivan sobre estos suelos son pocos, no se sabe si pudieran provocarles efectos de toxicidad. Las hortalizas que se cultivan en estos suelos pueden quedar expuestas a deposiciones de sustancias tóxicas desde fuentes próximas como el aire, suelo o regados con aguas contaminadas, constituyendo de este modo otro punto de contacto para la exposición de la población de la zona de Chancay. De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el riesgo toxicológico en personas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio comercializada en el mercado de Chancay. Para ello, se recolecto muestras de betarraga que se venden en el mercado de Chancay, luego se determinó las concentraciones de plomo y cadmio por espectrofotometría de absorción atómica con horno grafito en las muestras de betarraga y estas presentaron concentraciones de plomo con promedio de 4,45 µg/kg, en muestras cocida, en caso de las muestras crudas el promedio fue 10,32 µg/kg. Y con respecto a cadmio la concentración promedio fue de 2,67 µg/kg, en betarraga cocida y en crudas el promedio fue 2,62 µg/kg; y todas por debajo de los límites permitidos. Como resultado de la evaluación de riesgo toxicológico en personas expuestas a *Beta vulgaris* “betarraga” cruda o cocida, se obtuvo un índice de peligrosidad con valores por debajo de 1 (IP < 1). En conclusión, existe bajo riesgo toxicológico a la salud en personas de la población de Chancay expuestas y que consumen betarraga cruda y cocida con presencia de metales de cadmio y plomo que no superan los límites permisibles por Codex Alimentarius.

Palabras clave: Salud pública, evaluación de riesgo, toxicidad, plomo, cadmio, metales pesados.

ABSTRACT

The agricultural soils of the Chancay - Huaral river basin are located in areas close to industrial centers and these industries are characterized by emitting high concentrations of metals such as lead and cadmium. Investigations of toxicity in plant organisms that are grown on these soils are few, it is not known if they could cause toxicity effects. The vegetables that are grown in these soils can be exposed to the depositions of toxic substances from nearby sources such as the air, soil or irrigated with polluted waters, thus constituting another point of contact for the exposure of the population of the Chancay area. In accordance with the above, the objective of this work was to evaluate the toxicological risk in people who consume *Beta vulgaris* "beet" raw and cooked with possible concentrations of Lead and Cadmium commercialized in the Chancay market. For this, samples of beet were collected that are sold in the Chancay market, then the concentrations of lead and cadmium were determined by atomic absorption spectrophotometry with a graphite furnace in the samples of beet and these presented lead concentrations with an average of 4, 45 $\mu\text{g} / \text{kg}$, in cooked samples, in the case of raw samples the average was 10.32 $\mu\text{g} / \text{kg}$. And with respect to cadmium, the average concentration was 2.67 $\mu\text{g} / \text{kg}$, in cooked beets and raw beets the average was 2.62 $\mu\text{g} / \text{kg}$; and all below the allowed limits. As a result of the toxicological risk evaluation in people exposed to raw or cooked *Beta vulgaris* "beet", a danger index was obtained with values below 1 (IP <1). In conclusion, there is a low toxicological risk to health in people in the Chancay population who are exposed and who consume raw and cooked beet with the presence of cadmium and lead metals that do not exceed the permissible limits by Codex Alimentarius.

Key words: Public health, risk Assessment, toxicity, lead, cadmium, heavy metals.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que existe en la actualidad es la contaminación por metales pesados tales como el Plomo y Cadmio, en donde dichos metales podrían conllevar a serios problemas negativos en nuestra salud si es que no le damos la debida importancia a dicho problema. Este trabajo presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema, el problema general, los problemas específicos, el objetivo fue Evaluar el riesgo toxicológico en personas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de Plomo y Cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral además de la justificación de la investigación.

En el capítulo II expone sobre el marco teórico donde refiere que los metales pesados se asocian a efectos negativos para la salud por exposición crónica por ello es de suma importancia dar a conocer en qué valor de riesgo toxicológico se encuentran los consumidores de betarraga, también nos habla sobre sus bases teóricas, así como la formulación de la hipótesis además de la hipótesis general.

En el capítulo III la presente investigación es un estudio no experimental u observacional, tuvo un enfoque investigativo cuantitativo de tipo descriptivo y transversal. Se realizó una encuesta a 377 usuarios que compran sus productos en el Mercado de Abastos de Chancay, cuyo fin fue de relacionar la concentración de dichos metales con el riesgo toxicológico de los consumidores de betarraga.

En el capítulo IV abordamos sobre los resultados de niveles de plomo y cadmio en las muestras de Betarraga (*Beta vulgaris*), en donde presentaron una concentración de plomo y cadmio inferior al valor máximo permitido (0.1mg/kg), concluyéndose que las concentraciones de plomo y cadmio no superan los límites permisibles establecidos por El Codex Alimentarius, cuyo valor es 0.1 mg/kg, en cuanto al resultado para el riesgo toxicológico en personas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida, los valores para ambos metales son menor a la unidad, lo cual indica que probablemente no existen riesgos de efectos no cancerígenos, Esto debido a que el Índice de peligrosidad en ambas zonas resultó menor que 1 ($IP < 1$).

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La contaminación por exposición al plomo y cadmio en la actualidad es una de las más severas problemáticas que comprometen la seguridad alimentaria siendo un riesgo para la salud causando preocupación sobre los posibles efectos que estos metales puedan provocar en la población.

La principal fuente de contaminación por metales es causa de las actividades industriales, residuos domésticos, ganaderos, incluyendo aguas residuales, agroquímicos y productos derivados del petróleo. Las fuentes de agua utilizadas para el riego también pueden causar contaminación del suelo si consisten en aguas residuales agrícolas, industriales o urbanas. El exceso de nitrógeno y los metales pesados no sólo son una fuente de contaminación del suelo, sino que además suponen una amenaza para la seguridad alimentaria, la calidad del agua y la salud humana cuando entran en la cadena alimentaria.(1)

La inhalación y la ingesta de alimentos, son dos de las causas principales de contaminación. Los efectos tóxicos de los metales dependen de la concentración y en algunos casos de la edad de la población expuesta. Algunos estudios que evalúan la contaminación de metales pesados en alimentos, carne y leche, han encontrado que el cadmio y el plomo, son elementos que por su impacto en la salud y concentración deben ser cuidadosamente evaluados y monitoreados.(2)

El plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública.(3)

El cadmio es un metal pesado considerado como uno de los elementos más tóxicos. Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, el cadmio emitido al medio procede mayoritariamente de actividades industriales, minería, metalurgia, fabricación y aplicación de fertilizantes de fosfato y de la incineración de residuos urbanos.(4)

Como se sabe, el plomo y el cadmio son metales pesados que pueden acceder a nuestro organismo a través del aire, tierra, agua o alimentación. El plomo y cadmio son elementos tóxicos que, dependiendo de su ingesta, puede provocar serios y graves problemas en los seres humanos, como en la alteración de la biosíntesis de la hemoglobina y como consecuencia anemia, aumento de la presión sanguínea, taquicardia, daños cerebrales, problemas a nivel digestivo y respiratorio, todo dependerá de los niveles de plomo y cadmio que ingresan al organismo. Estos metales pesados se pueden encontrar de forma natural en el medio ambiente, pero encontrar en altas concentraciones generalmente son resultados de la actividad industrial.

En el Perú en el año 2012, la OMS publicó un estudio donde indicaba que 1,6 millones de personas que viven en un radio de 5 km de una explotación minera activa o cerrada podrían estar expuestas a los efectos de esta sustancia. En la Oroya, las emisiones antropogénicas de plomo procedentes de la empresa fundidora expusieron a toda la población a este riesgo; en la provincia del Callao, la principal fuente de exposición se relaciona con el polvo originado durante el transporte y depósitos del mineral; en Cerro de Pasco, los niveles de plomo en suelo excedieron los límites permitidos en 35 de las 74 ubicaciones que fueron estudiadas; y, en Huaral 4 de las 47.(5)

En las proximidades de Huaral y en la unidad hidrográfica de Vichaycocha hay actividad minera. En el caso de la unidad hidrográfica Vichaycocha, hay dos zonas de actividad minera que dependen de la Empresa Administradora Chungar S.A.C., en el distrito de Santa Cruz de Andamarca, en la provincia de Huaral. Ambas se ubican muy próximos a quebradas que sirven a los ríos Chicrín y Vichaycocha, por lo que podría suponer una afección sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.(6)

Los metales tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles al consumo de las raíces de los cultivos. Las excesivas concentraciones de metales en el suelo podrían impactar la calidad de los alimentos, la seguridad de la producción de cultivos y la salud del medio ambiente, ya que estos se mueven a través de la

cadena alimenticia vía consumo de plantas por animales y estos a su vez por humanos.(7)

La preocupación sobre el peligro de las consecuencias de cantidad de plomo y cadmio a niveles tóxicos en los alimentos sigue siendo un problema latente, debido a que existe el riesgo de que los metales puedan introducirse en la cadena alimentaria y puedan acumularse en las personas expuestas a estos metales.

La presencia de plomo y cadmio en alimentos como la betarraga en excesiva concentración de estos metales pueden alterar procesos bioquímicos y/o fisiológicos en el organismo.

Con ello la evaluación del riesgo toxicológico nos permite valorar las propiedades tóxicas del plomo y el cadmio con la finalidad de determinar la posibilidad de que se produzcan efectos adversos en la población de Chancay a largo plazo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el riesgo toxicológico en personas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la concentración de cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida?
2. ¿Cuál es la concentración de plomo en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida?
3. ¿Cuáles son los niveles de plomo y cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida frente a los valores permisibles de acuerdo con los valores de IDA del Codex Alimentarius?
4. ¿Cuál es el riesgo toxicológico en personas expuestas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el riesgo toxicológico en personas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la concentración de cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida.
2. Determinar la concentración de plomo en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida.
3. Comparar los niveles de plomo y cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida frente a los valores permisibles de acuerdo con los valores de IDA del Codex Alimentarius.
4. Determinar el riesgo toxicológico en personas expuestas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio.

1.4. Justificación de la investigación

La presencia de metales pesados en los alimentos en un alto porcentaje como el plomo y cadmio, en hortalizas originan serios problemas en la salud humana. Realmente lo que hace tóxico a los metales pesados no son sólo sus características químicas, sino las concentraciones en las que pueden presentarse, y más importante aún, el tipo de compuesto o metabolito que forman, por ejemplo, el tetraetilo de plomo $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$. Además, las interacciones entre los metales y sus efectos tóxicos pueden complicar las enfermedades. Por ejemplo, el cadmio interfiere con el zinc, cobre, hierro, manganeso y calcio; el plomo interfiere con el calcio.(8)

Una de las principales actividades del valle de Chancay – Huaral es la agricultura, el mismo por el cual pasa el caudal del río Chancay, en donde se detectaron

mediante muestreo y análisis, la presencia de sustancias tóxicas principalmente metales como plomo y cadmio, resultante de diversas actividades humanas. (9)

El medio ambiente determina los tipos alimentos que están disponibles en cada región geográfica, interviene en la selección de alimentos, condiciona los hábitos alimenticios, altera la composición nutricional y puede constituir una importante fuente de contaminación.(10)

Motivo por el cual es necesario determinar la concentración de plomo y cadmio en “betarraga” tanto crudas como cocida que se encuentran en la corteza terrestre por lo que su presencia es inevitable, mientras que sus efectos dependen de la concentración que llega de manera natural.

Los metales pueden presentarse como residuos en los alimentos debido a su presencia en el medio ambiente, como resultado de actividades humanas tales como: las actividades de la agricultura, las industrias como la minería, metalúrgica o automotriz dando lugar a la contaminación durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos entre otros. Las personas pueden estar expuestas a estos metales en el medio ambiente o por la ingestión de alimentos o aguas contaminadas. La acumulación de estos metales en el organismo puede presentar efectos perjudiciales con el tiempo. (11)

Uno de los principales motivos de contaminación puede ser causado por el uso inadecuado de las aguas residuales en el sector productivo tanto la acumulación de metales pesados en el suelo, como su absorción y bioacumulación en los diferentes cultivos regados con estas aguas, La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso para la entrada de éstos en la cadena alimentaria por ello son motivo de estudio de este trabajo donde el principal objetivo es determinar las concentraciones de plomo y cadmio en “betarraga” cruda y cocida y evaluar el riesgo toxicológico en las personas.

1.5. Limitaciones de la investigación

- Pocas investigaciones a nivel Nacional sobre las concentraciones de plomo y cadmio en betarraga (*Beta vulgaris*) cruda y cocida.
- Falta de trabajos de investigación sobre la evaluación de riesgo toxicológico en personas expuestas que consumen betarraga (*Beta vulgaris*) cruda y cocida.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Soto M. et al (2020), en su investigación titulada “Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana”. El objetivo del estudio fue “analizar las concentraciones de As, Cd, Pb y Hg en suelos y productos agrícolas (plátano y yuca) en áreas abandonadas por minería aurífera, sureste de la Amazonía peruana”. El método utilizado para determinar la concentración de metales pesados en suelos y productos agrícolas fue mediante espectrofotometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) y Espectrometría de fluorescencia atómica con generación de Hidruros (GH- AFS). Se analizaron las concentraciones de As, Cd, Pb y Hg en suelos y productos agrícolas plátano y yuca; para realizar el análisis riesgo para la salud se cuantificó el riesgo cancerígeno y no cancerígeno de los metales pesados en la salud humana de adultos, vía ingestión de yuca, utilizando la metodología recomendada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. En los resultados se encontró que las concentraciones de Hg en suelo (< 0,01 mg/kg) fueron similares en plantaciones contaminadas y no contaminadas; mientras que las concentraciones de As, Pb y Cd en yuca y plátano fueron superiores en las plantaciones contaminadas. En yuca se encontró una elevada acumulación de Pb y As en las raíces y tallos (> 2,9 mg/kg). En frutos de plátano se encontraron las concentraciones más bajas de todos los metales analizados (< 0,01 mg/kg). El grado de bioacumulación de As y Pb fue abundante para la

yuca en sitios contaminados. Las concentraciones de As y Pb en raíces de yuca superan los niveles recomendados por la FAO/OMS. concluyen: la concentración de metales pesados (Hg, Cd, As y Pb) en suelos, muestras de yuca y plátano de zona minera y zona control no sobrepasaron los estándares nacionales e internacionales (EPA) para el consumo humano, La yuca es acumuladora de arsénico y plomo, El plátano es acumulador de arsénico, plomo y cadmio por lo tanto pueden considerar peligrosos para la salud de los pobladores locales.(12)

Quispe N. (2019), en Arequipa en su trabajo de investigación de tesis titulada “Evaluación del riesgo de toxicidad a través de contaminantes en cultivos agrícolas de tallo corto en la cuenca media Quilca-Vítor-Chili, Los Tunales Tiabaya”. El objetivo de su investigación fue “Evaluar el riesgo de toxicidad de elementos ecotóxicos a través de contaminantes en cultivos agrícolas de tallo corto en la cuenca Medio Quilca-Vítor-Chili, Los Tunales – Tiabaya”. La Determinación de metales arsénicos (As), cromo (Cr), plomo (Pb), mercurio (Hg) y cadmio (Cd) se realizaron con el método por Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP MS). Los resultados mostraron que la hierbabuena es la hortaliza que presenta una mayor concentración de plomo y arsénico en relación a las demás especies. La máxima concentración encontrada para plomo fue de $0.1890 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ Pf}$ ($p < 0.05$). El cilantro es otra especie que presenta considerables concentraciones de los 5 elementos ecotóxicos analizados en relación a las demás hortalizas, siendo para esta especie el plomo y arsénico los elementos con mayor concentración. La máxima concentración encontrada para plomo fue de $0.0670 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ Pf}$ ($p < 0.05$), y una mínima concentración de $0.031 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ Pf}$ ($p < 0.05$). Concluye los límites permisibles en su mayoría no sobrepasan. Sin embargo, la hierbabuena presenta un valor de $0.1890 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ Pf}$ en el mes de noviembre para plomo y según la norma australiana no debe superar el valor de $0.1 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ Pf}$. Los valores estimados de Coeficiente de peligro (HQ) por una ingesta diaria de 80g de cada hortaliza se encontraron por debajo de la directriz de la USEPA siendo este considerado un riesgo despreciable menor a 0.1 para niños y adultos. El índice de peligro (HI), que representa los efectos combinados no cancerígenos de todos los elementos

tóxicos, no reveló riesgo potencial para la salud humana, considerándolos como un nivel de riesgo bajo.(13)

Huamaní C. (2018), en su tesis de investigación titulada “Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las Salinas Bajo – Chancay – Lima”. El objetivo fue “Determinar el efecto contaminante de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las Salinas Bajo - Chancay – Lima”. La Determinación de metales pesados se realizó con el método Espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados en el agua los metales pesados fueron encontrados en el siguiente orden: Fe>Mn>Zn>Cr>Cu>Pb>Cd, sin problemas de exceso, El Pb registró concentraciones $<0,001 \text{ mg.L}^{-1}$. Dichas concentraciones se encuentran muy por debajo del valor de $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ según lo establecido por DS N° 004-2017-MINAM y el Cd presentó concentraciones $<0,005 \text{ mg.L}^{-1}$, las concentraciones señaladas se encuentran muy por debajo del valor establecido por el DS N° 004-2017-MINAM que es $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$. Concluye que el mayor problema de contaminación está presente en el agua, provocando la contaminación del suelo y los cultivos, por lo tanto, debe ser tratada para evitar que en un futuro sea fuente de propagación de enfermedades, las aguas de riego en su recorrido reciben descargas de aguas servidas que contienen metales pesados en bajas concentraciones que no sobrepasaron los valores de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), resultando ser aptas o no dañinas para riego de vegetales en la categoría III. Sin embargo, algunos metales como el Pb, Cd, Cr y Cu, pueden representar un riesgo a largo plazo, debido a que tienen la capacidad de acumularse en los suelos agrícolas.(14)

Madueño F. (2017), realizo tesis de investigación en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos titulada “Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana” teniendo como objetivo “Determinar la concentración de plomo y cadmio en lechuga (*Lactuca sativa*) distribuidos en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana”. Se ejecutó en 40 muestras de lechuga de 20 mercados seleccionados al azar en

Lima Metropolitana. El método analítico utilizado para la cuantificación de estos metales fue el de absorción atómica. Los resultados obtenidos fueron que las concentraciones de plomo en lechuga presentaron una media de 1,279 ppm y cadmio una media de 0,084 ppm; la concentración de plomo a diferencia del cadmio supera el Nivel Máximo establecido por la OMS/FAO (Codex Alimentarius; Pb = 0,3 ppm; Cd = 0,2 ppm). En conclusión se evidencian la exposición de metales pesados en hortalizas y por ende su presencia en nuestra dieta diaria.(15)

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Coronel E. (2018), en su trabajo de tesis titulada “Determinación de metales pesados plomo (Pb) y cadmio (Cd) en hortalizas de consumo directo producidas orgánicamente” tuvo como objetivo “Determinar la presencia de metales pesados plomo (Pb) y cadmio (Cd) en hortalizas de consumo directo producidas orgánicamente y comercializadas en dos ferias orgánicas del Distrito Metropolitano de Quito”. Para ello utilizó la técnica de espectrofotometría de absorción atómica utilizando el método de horno de grafito. Los resultados de las muestras analizadas de tomate riñón, pimiento, lechuga, brócoli y zanahoria presentaron concentraciones bajas de plomo las cuales no superan los niveles establecidos por el Codex Alimentarius; En la comparación de las concentraciones de cadmio en los productos orgánicos y convencionales se puede observar que en tomate orgánico se encontró una concentración máxima de 14,61 mg/Kg y 0,004 mg/Kg en tomate convencional, en el caso del pimiento orgánico se obtuvo 0,023 mg/Kg y 0,017 mg/Kg en convencional, en lechuga orgánica se determinó un valor de 18,77 mg/Kg y 0,005 para la lechuga convencional y la concentración máxima de cadmio para brócoli orgánico es de 0,05 mg/Kg y convencional de 0,056 mg/Kg, las concentraciones de este metal en los productos orgánicos son superiores a los límites establecidos por el Codex Alimentarius, estos resultados demuestran que en el sistema orgánico existe mayor contaminación que un sistema convencional y puede deberse a los residuos vegetales y animales utilizados para la preparación de fertilizantes orgánicos y el uso de agua contaminadas con metales pesados. Concluye que los productos orgánicos que superan los niveles del Codex Alimentarius es el tomate,

lechuga y zanahoria con valores demasiado altos, esta exagerada contaminación se puede deber al uso de agua, suelo contaminado y el uso de insumos orgánicos empleados en el sistema de producción orgánica sin tener conocimiento la procedencia y los componentes de los materiales utilizados para su elaboración.(16)

Huiracocha J. (2018), en la tesis de maestría titulada “Evaluación del riesgo toxicológico por cadmio y plomo en granos de arroz (*Oryza sativa*) comercializados en la ciudad de Cuenca”. En su investigación tuvo objetivo “evaluar el riesgo toxicológico que implica la presencia de cadmio y plomo en los granos de arroz blanco e integral, comercializados en la ciudad de Cuenca”. El método utilizado para los análisis de las concentraciones se realizaron mediante Espectroscopia de Absorción Atómica (EAA), previa digestión ácida, los resultados fueron concentraciones de plomo en el arroz integral (n= 10, \bar{x} =0.31mg/Kg, SD=0.02 mg/Kg) superiores a los límites máximos establecidos en el Codex Alimentarius (0.2 mg/Kg). Las concentraciones de cadmio en los granos de arroz integral, así como de cadmio y plomo en arroz blanco (n=5), estuvieron por debajo del límite de detección (Cd=0.05 mg/Kg, Pb=0.2 mg/Kg). La Conclusión fue que, para la población más sensible, que son los niños y mujeres embarazadas, estuvo por encima de 1, valor que genera preocupación, debido sobre todo a que existe la probabilidad de efectos adversos, sobre todo en el desarrollo neurológico en los niños, que implica la exposición del Pb en estos grupos. El riesgo individual de manifestar algún tipo de cáncer, con los datos máximos obtenidos, de consumo y de concentración de Pb en el arroz integral, es de 6 en un millón de personas, mientras que, el riesgo de la población expuesta a estos niveles de Pb, de manifestar algún tipo de cáncer, es inferior a una persona (RP=0.11).(17)

Jano H. (2017), en su trabajo de tesis titulada “concentración de metales pesados en hortalizas de la localidad de Atlixco y su posible riesgo en la salud humana”. su objetivo fue “realizar un estudio sobre las concentraciones de metales pesados de cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu), plomo (Pb) y zinc (Zn) en las partes comestibles de hortalizas de las colonias diez de

abril, Emilio portes gil y san juan portezuelo del municipio de Atlixco”. Se realizaron muestreos en las colonias Diez de Abril, Emilio Portes Gil y San Juan Portezuelo las cuales son regadas con aguas negras. Se colectaron cinco muestras de cada hortaliza. El método utilizado fue por espectrometría de absorción atómica por llama, las lámparas utilizadas fueron las de cada metal para su análisis. En los resultados se encontraron que las hortalizas de las localidades 10 de abril, Emilio portes gil y san juan portezuelo presentan altas concentraciones de metales pesados; por medio del factor de bioconcentración se observó que el zinc es el que presenta una mayor bioconcentración seguida del cromo y del plomo, mientras que el cobre y el manganeso no presentaron una bioacumulación; en el estudio se concluye que existe un riesgo en la cadena trófica ya que están pasando metales potencialmente tóxicos para los consumidores lo cual puedan provocar en un futuro un problema de salud pública.(18)

Pila C. (2016), en su trabajo de tesis titulada “Determinación de la presencia de plomo y cadmio en dos hortalizas lechuga (*Lactuca sativa*) y zanahoria (*Daucus carota*) en el Quinche”. Su objetivo de investigación fue “determinar la presencia de plomo y cadmio en lechuga y zanahoria”. El método utilizado fue por espectrofotometría de absorción atómica con llama de aire-acetileno. En los resultados se encontraron para la lechuga convencional y orgánica concentración en plomo de 0,21 y 0,28 mg/Kg respectivamente, y la concentración establecida por el CODEX es 0,3 mg/kg, mientras que en el cultivo de zanahoria se evidenció contaminación por plomo, obteniendo resultados con una concentración de 0,12 y 0,19 mg/Kg para muestras convencionales y orgánicas ya que los datos fueron comparados con el límite establecido por el CODEX que es 0,10 mg/Kg. Las concentraciones de cadmio en lechuga, fueron 0,05 mg/Kg en muestras convencionales y 0,03 mg/Kg en orgánicas, siendo valores muy inferiores al límite establecido por el CODEX (0,20 mg/Kg), de igual manera para la zanahoria convencional y orgánica los niveles detectados no superan la concentración máxima establecida 0,07 y 0,05 mg/Kg comparados con el límite establecido por el CODEX que es 0,10 mg/Kg. En el estudio se concluye que las concentraciones encontradas de cadmio en el sistema orgánico y convencional

no superó los límites establecidos por el CODEX (FAO), para el plomo las concentraciones encontradas en zanahoria convencional y orgánica (0,12 y 0,19 mg/Kg) superó el límite establecido por el CODEX 0,10 mg/Kg.(19)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen de la betarraga:

Origen de la betarraga Tiscornia (1982), Señala que la betarraga (*Beta vulgaris*), es una planta originaria de Europa meridional. Huerres (1988), cita que el betabel o betarraga se considera descendiente de la remolacha silvestre (*Beta maritima*), que se encuentra actualmente en las costas del Mediterráneo, Asia menor, el Sur de Suecia y Finlandia. Su introducción en la agricultura ocurrió aproximadamente después del siglo X.

Valadez et. al. (1993), afirma su origen de Europa, principalmente del área del mediterráneo, donde los griegos aprovechaban las hojas como alimento. En 1558 fue reportado en Alemania, y en América (1806), se seleccionaba el hipocótilo para consumirlo cocido.(20)

2.2.2. Descripción botánica:

La remolacha es una planta bianual perteneciente a la familia *Chenopodiaceae* y su nombre botánico es *Beta vulgaris*.(21) Su raíz es una fuente de color debido a su contenido de una mezcla de pigmentos rojos (*betacianina*) y pigmentos amarillos (*betaxantina*). (22)

Inflorescencia: Las flores con sus respectivas brácteas se encuentran en grupitos 1-4 flores hermafroditas de compactos dispuestos en espigas terminales, simples o ramificadas. El perianto es pentámero y acrescente, es herbáceo, de color verdoso su función es proteger al ovario y/o a los estambres.

Frutos y semillas: fruto seco, grande y carnosos con una cubierta membranosa separada de la semilla, este fruto llamado utrículo está encerrado en el perianto endurecido y parcialmente soldado con él contiene una sola semilla que es horizontal, circular o en forma de fríjol (reniforme). (23)

Raíz: generalmente muy engrosadas de tallo ramificado a veces creciendo como una verdura (betabel).

Forma: Formada de una raíz casi esférica de forma globosa, en algunas variedades plana o alargada.

Tamaño y peso: tiene diámetro de entre 5 y 10 centímetros, su peso se encuentra desde 80 a 200 gramos.

Color: su color es variable de rosáceo a violáceo y anaranjado rojizo puede ser hasta marrón.

La pulpa: Es de color rojo oscuro y puede presentar en ocasiones círculos concéntricos de color blanco. El color característico se debe a dos pigmentos que se encuentran en ella: La Betacianina y la Betaxantina.

Sabor: tiene un sabor agradable a dulce porque en su raíz se acumulan gran cantidad de azúcares. (23)

2.2.3. Clasificación de las hortalizas

Taxonomía: Nombre Común: Remolacha, Betarraga.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la betarraga.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Caryophyllales</i>
Familia	<i>Chenopodiaceae</i>
Género	<i>Beta</i>
Especie	<i>Beta vulgaris</i>

Fuente: Trujillo SJ, Lopez WM. 2010 (23)

2.2.4. Composición química:

La betarraga es un vegetal de raíz altamente nutritivo son buena fuente de vitamina C.(24)

La betarraga, contiene vitaminas como la E, del grupo B, como B1, B2, B3, B6 y, en especial, el ácido fólico. A partir de la remolacha se extrae el

pigmento natural presente en esta raíz que le confiere su color rojo característico llamado betanina o betacianina. Estos pigmentos hacen que, en algunas personas, la orina y las heces adquieran un color rojizo después de haber comido remolacha. Esto se debe a que carecen de la enzima que metaboliza dicho pigmento en el intestino, por lo que éste se elimina tal cual junto con la orina y las heces.(25)

Tabla 2. Composición química de la betarraga por cada 100 gramos de porción comestible.

ELEMENTO	%
Humedad	87.5
Grasa	0.17
Proteínas	1.61
Carbohidratos	9.56
Fibra	2.8
Potasio	325 mg
Sodio	78 mg
Fosforo	40 mg
Calcio	16 mg
Magnesio	23 mg
Hierro	0.30 mg
Zinc	0.85 mg
Vitamina C	4.9 mg
Vitamina B2	0.040 mg
Vitamina B6	0.067 mg
Vitamina A	36 IU
Vitamina E	0.300 mg
Folacina	109 mcg
Niacina	0.334 mg

Fuente: Alvares R, Veliz J. 2015 (25)

2.2.5. Interacción de los metales con la betarraga:

La acumulación de metales pesados en las plantas como la betarraga inhibe o activa algunos procesos enzimáticos que afectan su productividad tanto cualitativa como cuantitativamente. El plomo (Pb) y el cadmio (Cd) pueden ser absorbidos por las plantas hasta concentrarse en sus tejidos a niveles tóxicos. Las especies vegetales, tienen la capacidad de acumular metales en sus tejidos, ya sea absorción a través del suelo y añadido como depósito en sus superficies trasladado con el aire contaminado. La bioacumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo vivo en un cierto tiempo, comparada a la concentración de dicho producto químico en el ambiente.(26)

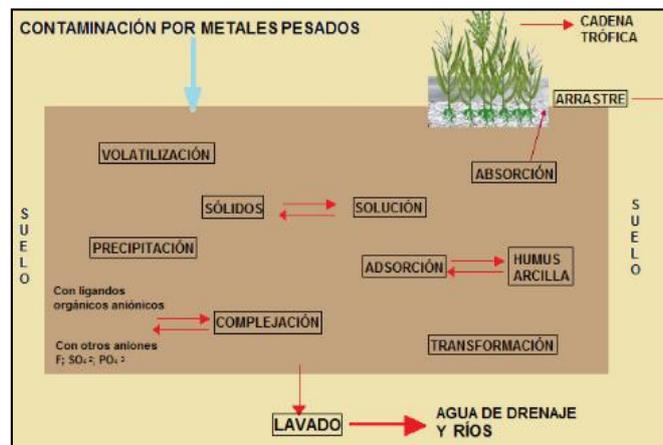


Figura 1. Acumulación de metales pesados.

Fuente: Madueño Ventura FM. 2017 (15)

2.2.6. Actividad hortícola en Valle de Chancay-Huaral

El valle de Chancay-Huaral está situado 80 kilómetros al Norte de Lima, la capital del Perú. Es una de los principales abastecedores de frutas, hortalizas en Lima. Huaral se caracteriza por ausencia de lluvias, por lo que la agricultura es totalmente dependiente del sistema de canales de riego que toma las aguas del río.(27)

La cuenca hidrográfica del Río Chancay – Huaral se caracteriza por un sistema de subcuencas tributarias que aportan la mayor parte del caudal del río principal. Este río nace en la subcuenca del Río Vichaycocha. Más adelante,

una vez que el río Chancay – Huaral se une con el Río Baños, en la localidad de Tingo, realiza su recorrido hasta desembocar en el Océano Pacífico, al Sur de la localidad de Chancay.(6)

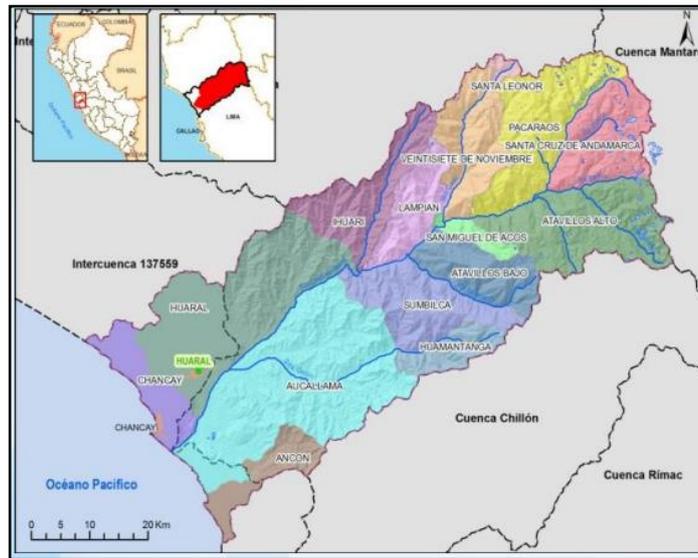


Figura 2. Cuenca Chancay – Huaral

Fuente: Zavala Zavala A, Autoridad Nacional Agua. 2017 (28)

El riego de hortalizas proviene principalmente del río Chancay - Huaral. La deficiente condición higiénica sanitaria, el manejo inadecuado de residuos sólidos, acrecienta la presencia de metales pesados como cadmio y plomo en estos alimentos. Se debe aclarar que un pequeño porcentaje de estos cultivos son consumidos en la localidad de Chancay y el resto distribuido a los mercados de Lima.

Las ciudades de Huaral y Chancay no cuentan con un sistema de tratamiento de aguas residuales; por lo tanto, existe contaminación de aguas superficiales causadas por las siguientes actividades: industrial, doméstica, agrícola, y por el uso de los canales de riego como desagües. Los agricultores utilizan aguas del canal procedentes del río Chancay y que en su trayecto recibe descargas de aguas servidas poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional, provocando problemas en la salud, contaminación de los suelos, de las aguas subterráneas y de los ecosistemas acuáticos.(14)

Según el IV Censo Nacional Agropecuario solo para la ciudad de Chancay realizado por el INEI (2012), determinaron que la mayoría de las unidades agropecuarias se encuentran contaminadas, obteniendo que del total de unidades se presentaron 982 que son contaminadas con desagües industriales o domésticos, 427 contaminadas con relaves mineros, 509 contaminadas por otras sustancias y 222 no presentaron contaminación. La degradación del suelo es consecuencia de diversos factores entre ellas las actividades humanas, debido al crecimiento demográfico, excesivo uso de los recursos naturales. Estas actividades causan el incremento de las aguas servidas con un alto contenido de sales, provocando efectos como la salinización, destrucción de la estructura del suelo y afectando la productividad de los cultivos con la generación de pérdidas económicas, además de la acumulación de metales pesados afectando la flora y fauna. La pérdida de la calidad del suelo viene causando impactos negativos en la salud humana y animales, generando la migración de los agricultores.(14)

Según el Informe Técnico 1206-2011 ANA-DGCRH/RGC/NGPH (ANA, 2012), la agricultura en la cuenca Chancay-Huaral está orientada al mercado y esto se refleja en la cartera de productos existente. Entre los cultivos transitorios, los llamados industriales: algodón, maíz amarillo duro, son los que más destacan, cubriendo cerca del cincuenta por ciento del total del área. Los cultivos que les siguen en importancia son las hortalizas, los cereales y los tubérculos. Entre los cultivos permanentes destacan los frutales, entre ellos el manzano, la mandarina, el palto el mango y el naranjo.(6)

2.2.7. Metales pesados

El cadmio y el plomo se encuentran de manera natural en la corteza terrestre en forma de minerales, donde pueden ser absorbidos por las plantas y tomados de ellas por el ser humano, lo que constituye un riesgo potencial para la salud.(29)

Los metales pesados como el plomo y el cadmio son un conjunto de elementos que tienen como principal característica elevada densidad y que no pueden ser degradados o ser destruidos. La concentración de metales pesados está condicionada por el pH del suelo, la materia orgánica del suelo, la

capacidad de intercambio catiónico y otras propiedades físicas.(30) En las plantas los metales pesados son tóxicos y la absorción por parte de estas en mínimas concentraciones genera fitotoxicidad alterando el crecimiento y la formación de raíces laterales y secundarias, también pueden ocasionar la reducción en la extensibilidad, la elasticidad de las plantas y déficit hídrico, es decir problemas en la absorción del agua que, a largo plazo, inhiben el desarrollo normal y disminuyen la calidad de los frutos cosechados. (30)

2.2.8. Cadmio (Cd):

2.2.8.1. Propiedades fisicoquímicas:

Presenta número atómico 48; es un metal dúctil, de color blanco con un ligero matiz azulado, peso atómico de 112.40 y densidad relativa de 8.65 a 20°C. (31)

El cadmio es un metal que ocupa el puesto N° 67 del orden de abundancia relativa de los elementos en la naturaleza, y no se considera un elemento esencial, ni para los animales ni para las plantas, ya que no cumple ninguna función biológica en el organismo, y por el contrario se considera altamente tóxico tanto para las plantas como para los animales.(30) En los vegetales disminuye las tasas de fotosíntesis, transpiración y reduce el rendimiento, provocando acumulación en las plantas.(32)

2.2.8.2. Toxicocinética:

La absorción, distribución y excreción del cadmio en el ser humano en condiciones “normales” son de exposición ambiental. El contenido corporal de cadmio se incrementa con la edad hasta los 50 años. En los adultos, la carga corporal de cadmio puede llegar a 40 miligramos, dependiendo de la situación geográfica y del hábito de fumar, pues en un fumador la carga alcanza el doble.(31)

La absorción gastrointestinal del cadmio ingerido es aproximadamente de un 2 a un 6 % en condiciones normales. Las personas que tienen baja concentración de ferritina en el suero presentan una mayor absorción de cadmio, hasta un 20% de la dosis administrada.

La vía principal de absorción del cadmio es la respiratoria, como consecuencia de la inhalación de humo de tabaco o por exposición al polvo de cadmio atmosférico. Una vez en sangre, entre el 90 y el 95% se encuentra dentro de los eritrocitos y se fija a la hemoglobina y a la metalotioneína, una proteína de bajo peso molecular rica en grupos SH. El cadmio inhibe a los grupos SH que intervienen en la mayoría de procesos enzimáticos de nuestro organismo. El cadmio tiene una semivida de eliminación muy larga, de unos 15 años.(33)

La absorción sea por vía digestiva o respiratoria el cadmio se transporta al hígado donde inicia la producción de una proteína de bajo peso molecular llamada metalotioneína que se une al cadmio. La eliminación del cadmio es muy lenta y por ello se acumula en el organismo aumentando su concentración con la edad y el tiempo de exposición.(34)

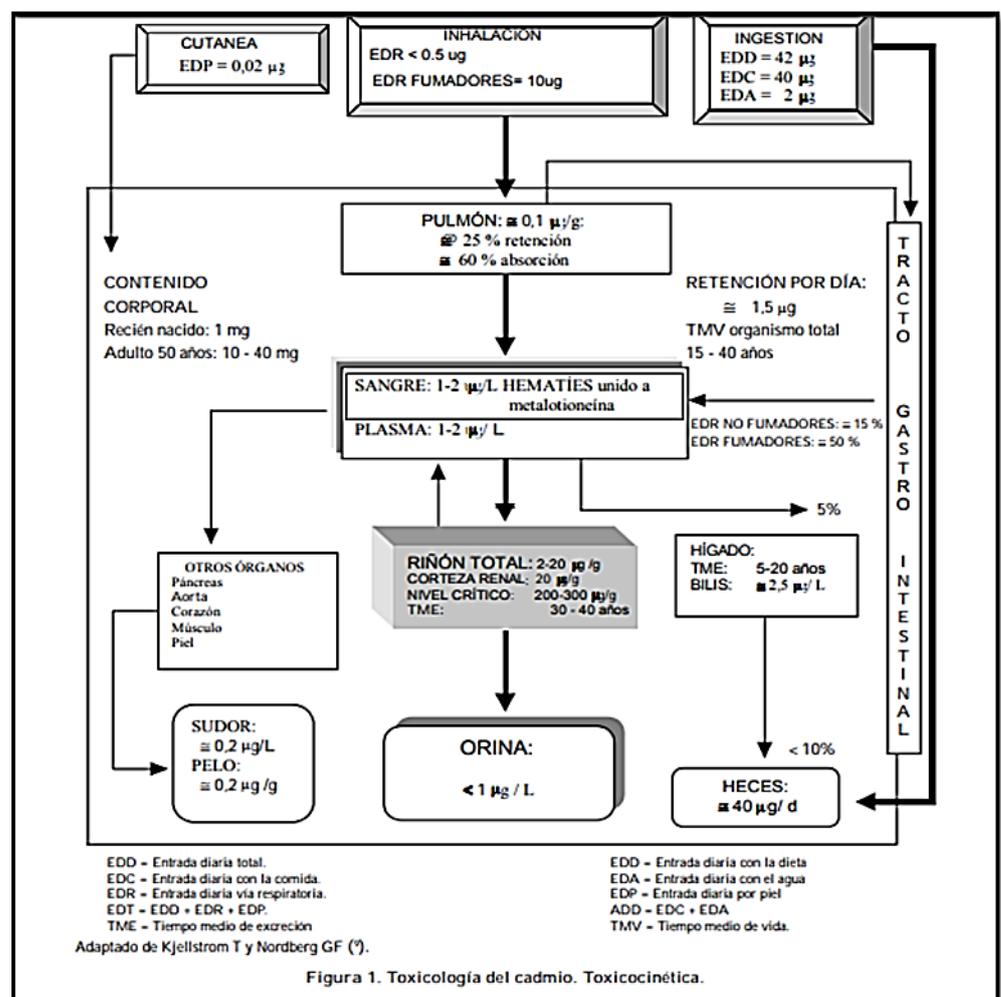


Figura 1. Toxicología del cadmio. Toxicocinética.

Figura 3. Toxicología del cadmio - Toxicocinética.

Fuente: Ramírez. 2013 (35)

2.2.8.3. Riesgo y toxicidad:

El cadmio es un xenobiótico, es decir, un metal tóxico y no esencial para el organismo, su toxicidad depende de la vía de ingreso, tipo, dosis y solubilidad de sus compuestos. La intoxicación por cadmio es visible por varias patologías como lesión renal, pulmonar, hipertensión, lesiones óseas, carcinogénesis y teratogénesis. (36), (37)

Por vía inhalatoria, las concentraciones ambientales en lugares de trabajo, superiores a los $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inducen la "fiebre por humos metálicos", a partir de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aparece una neumonitis química y más allá de los $5.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se considera que es mortal. Por vía inhalatoria, el aumento en la concentración de cadmio en el aire origina: irritación pulmonar y leve daño renal, bronquitis crónica cambios en el metabolismo del calcio y vitamina D, Cáncer al pulmón, anemia, uremia, osteomalacia y osteoporosis.(36) (37)

Por vía digestiva, el cadmio es considerado uno de los elementos más peligrosos para la alimentación humana, debido a su carácter acumulativo. Las cantidades de cadmio ingeridas diariamente con los alimentos en la mayoría de países se encuentran en el rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{día}$, asimismo la ingesta de hasta 100 μg va producir síntomas gastrointestinales, mientras que a partir de los 350 μg se considera potencialmente mortal. Por vía gastrointestinal las dosis elevadas de cadmio generan daño de la mucosa gastrointestinal, anemia, uremia, cambios en el metabolismo de calcio y vitamina D, osteomalacia y osteoporosis.(36)(37)

El complejo de cadmio- metalotioneína es filtrado por el glomérulo y reabsorbido por las células tubulares próximas, donde sufre una degradación lisosomal con liberación de Cd^{2+} , y este es enlazado a la metalotioneína generado por las células tubulares, por lo tanto si la cantidad de cadmio presente es grande ,producción de metalotioneína es insuficiente y origina un daño de las células tubulares originando los efectos tóxicos.(37)

2.2.8.4. Manifestaciones clínicas.

INTOXICACIÓN AGUDA

La absorción por vía digestiva ocasiona náuseas, vómitos, diarreas y dolores abdominales. Los primeros síntomas tras la inhalación de cadmio o vapores de óxido de cadmio, dependiendo de la dosis, aparecen durante las primeras 4 a 8 horas después de la exposición. La absorción por vía respiratoria puede producir desde un cuadro de hipertermia (“fiebre de los metales”) síndrome gripal con fiebre de transición por lo general entre 39 a 40 °C. (33) (36)

En algunos casos se puede presentar enfisema pulmonar, edema agudo de pulmón y llegar a causar bronco alveolitis hemorrágica hasta una neumonitis química y un edema agudo de pulmón, que incluso puede ser mortal. Causa daño renal caracterizado por proteinuria, glucosuria, hipercalcemia y retención de compuestos nitrogenados (urea, creatinina). (36)

A nivel dérmico es un irritante para la piel, sin embargo, no es una vía de penetración. El signo asociado es enrojecimiento de la zona afectada.

A nivel Ocular por su volatilidad y poder corrosivo, irrita las mucosas, provocando enrojecimiento y dolor localizado.(36)

INTOXICACIÓN CRÓNICA:

Alteraciones renales: Aparecen luego de un periodo de exposición de 10 a 20 años a una dosis baja a moderada, caracterizada por una tubulopatía proximal con una proteinuria anómala.(33)

Proteinuria de peso molecular bajo, constituida principalmente por proteínas de tipo tubular, pero con predominio de proteínas específicas, como B2M, proteínas unidas al retinol, inmunoglobulinas de cadena corta, además de enzimas como lisozima, N-acetil-b-D-glucosaminidasa, ribonucleasa y pGST. Aumento en la eliminación de la enzima lisosoma-b-galactosidasa, lo que sugiere daño a nivel de algunas células epiteliales de vías urinarias.(35)

La nefropatía cádmica se caracteriza por una tubulopatía proximal con una proteinuria anómala. La aparición de la proteinuria está generalmente asociada a cadmiurias que sobrepasan los 10 µg/g de creatinina. También se pueden asociar alteraciones glomerulares.(33)

Alteraciones pulmonares: Pueden presentarse síndromes obstructivos y restrictivos, enfisema pulmonar progresivo e inclusive fibrosis pulmonar. Es imprescindible valorar correctamente el hábito de fumar, pues humo de tabaco y cadmio potencian su acción sobre bronquios y pulmones. Estudios epidemiológicos señalan que la mortalidad por enfermedad respiratoria crónica es mayor en individuos con antecedentes de exposición que en no expuestos.(35)

Alteraciones Oseas: En la intoxicación muy avanzada aparece daño renal con hipercalciuria, llegando a producir osteomalacia, en forma de fisuras óseas simétricas que aparecen sobre todo en el cuello del fémur, afectando especialmente a las mujeres, después de la menopausia, provocando dolores violentos en pelvis y miembros inferiores, explicando así el nombre con el que se conoce esta enfermedad en Japón “Itai-Itai” y para los americanos como “ouch-ouch”. (36)

Alteraciones cardiovasculares: Se han descrito alteraciones en la pared arterial e hipertensión arterial en las personas expuestas ocupacionalmente.

Alteraciones hematológicas: Anemia moderada por alteración en el transporte del Hierro (Fe), dentro de las células eritropoyéticas, similar a la producida por el plomo. Leucocitosis y linfocitosis.

Carcinogénesis: Es considerado un carcinogénico, sin embargo, los mecanismos no están del todo claros. Se cree que probablemente sea por daños a nivel de proteínas transformadoras, citoesqueleto celular o DNA polimerasa. La International Agency for Research on Cancer – IARC considera al cadmio como cancerígeno-Grupo 1: Carcinógeno para el

hombre (pulmón y próstata), sin embargo también se asocia a cáncer de riñón y testículos.(36)

2.2.8.5. Tratamiento de la intoxicación por cadmio

No existe una terapia efectiva para el tratamiento de la intoxicación con cadmio, el tratamiento es sintomático. En las exposiciones agudas, el quelante indicado es el ácido etilendiamino tetraacético calcio disódico (CaNa₂EDTA), aunque presenta moderada eficacia. La dosis es de 75 mg/kg, dividida en 3-6 horas durante cinco días; luego se hace un segundo ciclo sin exceder la dosis de 500 mg/kg. Debe instaurarse lo antes posible, puesto que su eficacia disminuye con el tiempo. El BAL o dimercaprol está contraindicado, porque aumenta la nefrotoxicidad. En las intoxicaciones crónicas, el tratamiento quelante no tiene eficacia.

En el caso de la enfermedad Itai-Itai, el uso de gran cantidad de vitamina D por largo tiempo resultó en una disminución de los síntomas dolorosos y de las fracturas óseas espontáneas. El uso de calcio y de fósforo en las dosis habitualmente utilizadas para tratar insuficiencias vitamínicas ha tenido efectos favorables en el tratamiento de los casos crónicos de intoxicación por cadmio.(38)

2.2.8.6. Aspectos epidemiológicos

Históricamente, el cadmio proviene del latín *cadmia* que significa "calamina", fue descubierto en Alemania en 1817 por Friedrich Stromeyer, quien lo encontró como impureza en compuestos de zinc. Es así que Alemania fue el principal productor de este metal, resultado de la actividad minera y refinada de los minerales no ferrosos. Desde 1942, se describen casos de osteomalacia en trabajadores de una fábrica francesa productora de baterías. Años más tarde, en 1950, Friberg relaciona la aparición de disfunción renal, daño renal y proteinuria en trabajadores del mismo tipo de fábrica.

El brote epidémico más serio ocurrió en el valle del río Jintsu – Japón, en el año 1955, debido a la ingesta de pescado y arroz, los que fueron regados con agua contaminada por cadmio proveniente de una mina de zinc y plomo. La enfermedad provocada se caracterizó por degeneración

ósea asociada a daño renal que recibió el nombre de Enfermedad de Itai-Itai, afectando principalmente a mujeres postmenopáusicas, multíparas y en personas adultas mayores en general. Se presentaron 184 casos confirmados desde 1967.

En la actualidad la principal fuente de contaminación por cadmio está asociado a la actividad minero metalúrgica ocasionando exposiciones en trabajadores y poblaciones aledañas. (36)

2.2.9. Plomo (Pb):

2.2.9.1. Propiedades fisicoquímicas:

El plomo es un metal pesado de color azulado, flexible e inelástico su número atómico es 82 y su peso atómico 207.19, este metal se encuentra en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. El compuesto de plomo es ampliamente utilizado como pigmentos en pinturas, en barnices para cerámicas y en materiales de relleno. El plomo ingresa a los suelos por la deposición de partículas arrastradas por el viento, el contacto con aguas residuales industriales y provenientes de la minería. En el suelo el plomo tiene una gran afinidad con las sustancias húmicas y el pH depende de ellos para fijarse, pero debido a que es poco móvil permanece en los horizontes superiores y no es asimilado en grandes cantidades por las plantas.(39)

Tiene como principal efecto tóxico llamado saturnismo o plumbismo esta enfermedad es causada por la ingestión de este metal y se manifiesta presentando pigmentación en glóbulo rojo, un retraso en la maduración de glóbulos rojos de la médula ósea e inhibición de la síntesis de hemoglobina debido a la insuficiencia del ácido δ -aminolevulínico y de coproporfirina III los cuales son eliminados por la orina.(40)

2.2.9.2. Toxicocinética:

El plomo es un metal puede ser inhalado a través del sistema respiratorio o ingerido y absorbido por el tracto gastrointestinal; después de la ingestión de plomo, la absorción es activa pero va depender del tránsito

gastrointestinal, estado nutricional y edad; hay mayor absorción de plomo si la partícula es pequeña, si hay deficiencia de hierro y/ o calcio, si hay gran ingesta de grasa o inadecuada ingesta de calorías, si el estómago está vacío y si se es niño, ya que en ellos la absorción de plomo es de 30 a 50 % mientras que en el adulto es de 10%. El plomo absorbido es vehiculizado por la sangre y aproximadamente el 90% se fija en los glóbulos rojos.(33)(41)

La vía principal de eliminación es la renal. El plomo que se elimina por la saliva puede llegar a pigmentar el borde marginal de las encías.(33)

2.2.9.3. Toxicodinamia:

El plomo tiene gran afinidad por los grupos sulfhidrilo, en especial por las enzimas dependientes de zinc. Su mecanismo de acción es complejo; el plomo interfiere con el metabolismo del calcio, sobre todo cuando el metal está en concentraciones mínimas, el plomo altera el calcio de las siguientes formas: a) Reemplaza al calcio y se comporta como un segundo mensajero intracelular, alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula. b) Activa la proteinquinasa C, una enzima que depende del calcio y que interviene en múltiples procesos intracelulares. c) Se une a la calmodulina más ávidamente que el calcio, ésta es una proteína reguladora importante. d) Inhibe la bomba de Na-K-ATPasa, lo que aumenta el calcio intracelular. En conclusión, esta alteración a nivel del calcio traería consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular lo que explicaría en parte la hipertensión y la neurotoxicidad.(41)

2.2.9.4. Manifestaciones clínicas

Las manifestaciones clínicas que se pueden presentar por intoxicación de los compuestos inorgánicos de plomo pueden ocasionar alteraciones digestivas, hematológicas, neurológicas, renales, endocrinas y del sistema reproductor.

La anemia del saturnismo es debida a dos mecanismos, uno por inhibición de la síntesis de la hemoglobina (inhibiendo las enzimas ácido

δ -aminolevulínico deshidratasa y la ferroquelatasa) y otro por aumento de la destrucción de hematíes.(33)

En los niños y en adultos cuando el nivel de exposición es elevado produce daños en el cerebro y al sistema nervioso central pudiendo provocar convulsiones y hasta un coma. La exposición al plomo puede causar: Hipertensión, insuficiencia renal crónica y toxicidad en el embarazo.(3)

La intoxicación crónica puede desencadenar una nefropatía plúmbica (destrucción de las células tubulares con la aparición posterior de fibrosis). También se ha relacionado la exposición al plomo con la presencia de hipertensión arterial y Problemas reumatológicos como gota, mialgias, artralgias.(33) (41)

2.2.9.5. Tratamiento de la contaminación por plomo.

Se inicia evitando la exposición al plomo, junto al tratamiento concomitante de los cuadros clínicos. En el caso de la ingesta oral aguda, se deben realizar las medidas de descontaminación digestiva rutinarias (lavado gástrico, carbón activado). Las convulsiones se tratan con diazepam; es importante conservar el equilibrio hidroelectrolítico; el edema cerebral se combate con manitol.(38)

La terapia con quelantes es exclusivamente hospitalaria y requiere de supervisión médica para la evaluación de la función hepática, renal, y hematológica.

Por vía oral se emplea el succimer o DMSA (ácido 2,3-dimercaptosuccínico) a razón de 10 mg/kg de peso cada 8 horas por 5 días, y luego continuar la misma dosis cada 12 horas los siguientes 14 días, durante la administración de la terapia se debe monitorizar la función renal y realizar análisis de sangre. Otro agente quelante de elección es el ácido etilendiamino tetraacético calcio disódico (CaNa₂EDTA), que posee un amplio espectro para quelar metales, utilizándose principalmente en el tratamiento de las intoxicaciones por plomo, zinc, manganeso, cobre, mercurio, cadmio y berilio. Se puede administrar por vía endovenosa o intramuscular, a una dosis de 75 mg/kg/día en tres a seis dosis por cinco días (dosis total por cinco días

que no excedan de 500 mg / kg). Durante la administración del tratamiento se deberá supervisar la función renal y el volumen urinario.(36)

La D-penicilamina a dosis de 1 g/día por vía oral es una opción para casos menos graves o para continuar el tratamiento tras la administración del ácido etilendiamino tetraacético (EDTA). La D-penicilamina está contraindicada en los pacientes alérgicos a la penicilina, ya que puede presentar cuadros de hipersensibilidad cruzada. Debe controlarse el hemograma, el perfil hepático y el renal durante este tratamiento. Como alternativa al EDTA y a la D-penicilamina, se están utilizando derivados del dimercaprol: el ácido 2,3 dimercaptosuccínico (DMSA) y el 2,3-dimercapto-1-propanosulfonato (DMPS).(33)

2.2.9.6. Aspectos epidemiológicos:

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la exposición al plomo causa cada año 600 000 nuevos casos de niños con discapacidad intelectual en países con subdesarrollo, con 143 000 muertes cada año; El botanista griego Nicandro de Colofón, en el siglo II a. C., describe en su obra Alexipharmaca algunos síntomas de intoxicación por plomo como el cólico abdominal, estreñimiento, parálisis de las extremidades y palidez de la piel; estos síntomas fueron descritos como ocasionados por la ingesta de litargirio y cerusita derivados de la extracción de minerales con plomo.(42)

En el Perú, en 2012, según la investigación publicado por la OMS describe que 1,6 millones de personas podrían estar expuestas por vivir en un radio de 5 km de una explotación minera activa o cerrada. En 35 de las 74 ubicaciones sometidas a prueba en Cerro de Pasco, los niveles de plomo en el suelo excedieron los 1200 mg/kg, el estándar de referencia para los suelos residenciales. Sin embargo, sólo 4 de las 47 ubicaciones sometidas a prueba alrededor de las explotaciones más nuevas cerca de Huaral superaron dicho estándar.(43)

2.2.10. Valores máximos permisibles de cadmio y plomo:

El Codex Alimentarius, órgano intergubernamental conjunto de la FAO y la OMS, establece la norma CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009 Modificado 2015.(44)

Tabla 3. Límites máximos permisibles de cadmio y plomo (mg/kg) establecidos por el CODEX STAN.

Metal pesado	CADMIO	PLOMO
Límite máximo permisible (mg/kg)	0.1	0.1

Fuente: CODEX STAN 193-1995 Revisión 2009 Mod. 2015.(44)

2.2.11. MARCO LEGAL

2.2.11.1. Ley general de salud

Según la Ley N° 26842 (1997)

Capítulo VIII: De la protección del ambiente para la salud.

Artículo 103°.- “La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente”.(45)

Artículo 104° .- “Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente”.(45)

Artículo 105°.- “Corresponde a la Autoridad de Salud competente, dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes

ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia”.(45)

Artículo 106°.- “Cuanto la contaminación del ambiente signifique riesgo o daño a la salud de las personas, la Autoridad de Salud de nivel nacional dictará las medidas de prevención y control indispensables para que cesen los actos o hechos que ocasionan dichos riesgos y daños”. (45)

Artículo 107°.- “El abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, reúso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento”.(45)

2.2.11.2. Ley general del ambiente

Según la Ley N° 28611 (2005):

Capítulo III: Gestión ambiental

En el artículo 31°, explica: El estándar de calidad ambiental (ECA) es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.(46)

Artículo 32.- Del Límite Máximo Permisible (modificado 27 junio 2008)
Es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio.(46)

2.2.11.3. MARCO LEGAL INTERNACIONAL (CODEX ALIMENTARIUS)

La Comisión del Codex Alimentarius es un organismo conjunto por la FAO/OMS responsable de las Normas Alimentarias, teniendo como objetivo proteger la salud de los consumidores. Codex Alimentarius tiene por finalidad servir de orientación, fomentar la elaboración y el establecimiento de definiciones y requisitos aplicables a los alimentos, para contribuir a su armonización, y de esta forma, facilitar el comercio internacional.(47)

2.2.12. Evaluación de riesgo Toxicológicos

Es una metodología que permite estimar la probabilidad de que exista un efecto tóxico en el organismo por causa de un agente químico; es por ello por lo que debe realizarse una evaluación de riesgos que es relevante en la salud pública. La ocurrencia de un efecto tóxico en el organismo depende principalmente de la dosis del contaminante que alcanza el órgano diana, aun así, no se puede dejar de tomar en cuenta otros factores como la variabilidad genética, la edad, la raza, el sexo, la toxicocinética, la toxicodinamia.(48)

2.2.12.1. Evaluación Toxicológica:

Las evaluaciones toxicológicas se realizan a fin de determinar si las personas están en contacto con sustancias químicas a niveles que podrían ser perjudiciales para ellas. Además, puede presentar diferentes efectos y distinta intensidad de los mismos en función de la ruta de exposición por la que alcance al organismo. Los valores que cuantifican esta potencia tóxica por ruta de exposición se derivan para exposiciones agudas, sub-agudas, sub-crónicas y crónicas.

Las personas pueden exponerse a los contaminantes principalmente de tres formas:

1. Inhalando partículas o vapores de contaminantes (exposición por inhalación),
2. Absorbiendo los contaminantes a través de la piel (exposición dérmica),

3. Llevando contaminantes a la boca o al tracto digestivo (exposición oral). Según la situación y el tipo de los contaminantes, las sustancias dañinas podrían ingresar al cuerpo por cualquiera o todas estas rutas.(49)

Tabla 4. Vías potenciales de exposición para los distintos medios de contacto.

Medio de contacto	Vías potenciales de exposición (para seres humanos)
Suelo, polvo	Ingestión, Inhalación, Contacto dérmico
Residuos	Ingestión, Inhalación, Contacto dérmico
Aire	Inhalación
Aguas superficiales	Ingestión, Inhalación, Contacto dérmico
Aguas subterráneas	Ingestión, Inhalación, Contacto dérmico
Abastamiento de agua potable	Ingestión, Inhalación, Contacto dérmico
Alimentos	Ingestión

Fuente: Ministerio Del Ambiente. 2015 (49)

Estos pasos son clave para llevar adelante una «evaluación toxicológica».(50)

Paso 1: Para cada sustancia química seleccionada para evaluación adicional, (en este caso plomo y cadmio) calcular la cantidad de la sustancia química que ingresará al cuerpo de la persona (denominada «dosis de exposición»). El cálculo se basa en la manera en que la sustancia química se introduce en el cuerpo.

Paso 2: Comparar las dosis de exposición estimadas a pautas sanitarias, con el propósito de determinar las dosis de exposición que requieren evaluación adicional.

Paso 3: Utilizar resultados de estudios anteriores en personas y animales a fin de determinar la posibilidad de efectos en la salud a raíz de las exposiciones específicas investigadas.(50)

2.2.12.2. Estimación de la dosis de exposición:

Para realizar la estimación de una dosis de exposición se identificó cuánto, con qué frecuencia y durante cuánto tiempo una persona o población puede entrar en contacto con alguna concentración de una sustancia en un medio específico.

Para estimar las dosis de exposición se utilizó información de exposición específica de la población de Chancay. Utilizando la metodología recomendada por la *ATSDR* y la *EPA*, En la evaluación de efectos no cancerígenos, se empleó pautas sanitarias formuladas por la *ATSDR* y la *EPA*. La *ATSDR* estableció niveles de riesgo mínimo (*MRL*, por sus siglas en inglés). La *EPA* elaboró «dosis de referencia» (*RfD*) y «concentraciones de referencia» (*RfC*).⁽⁵¹⁾

Los principales datos toxicológicos que se utilizan en análisis de riesgos incluyen:

Dosis de referencia (*RfD*) es la estimación de la exposición oral diaria a la que puede estar sometida una población humana (incluidos sub-grupos sensibles) que es probable que no resulte en la aparición de efectos adversos para la salud a lo largo de una vida.⁽⁵²⁾

- 1) El cálculo de la estimación de la dosis de exposición por vía oral, se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$DE = \frac{C * TI * CF * FE}{PC}$$

Donde:

DE= Dosis de exposición (mg/kg/día)

C = Concentración del metal (mg/kg)

TI = Tasa de ingestión del alimento (mg/día)

CF = Factor de conversión o biodisponibilidad ($1 \cdot 10^{-6}$ kg/g)

FE = Factor de exposición (frecuencia)

PC = Peso corporal (kg)

$$FE = \frac{F * DR}{AT}$$

Donde:

FE = Factor de exposición (sin unidad).

F= Número de días por semana por año

DR= Número de años

AT= Número de años por el número de días por año.

- 2) Para valorar índice peligrosidad (IP), Si el IP es <1 probablemente no existen riesgos de efectos no cancerígenos y si el IP es > 1 los efectos adversos para la salud son posibles.(53) (54)

$$IP = \frac{DE}{RFD}$$

Donde:

DE = Dosis diaria por la ingestión de alimento contaminado.

RFD= Dosis oral de referencia de elementos no-cancerígenos.

RFD Cd = 0.001 mg/kg/día

RFD Pb = 0.006 mg/kg/día

- 3) Para valorar índice de riesgo cancerígeno (RI), Si el RI < 10⁻⁶ indica que no hay riesgo cancerígeno si RI < 10⁻⁴ el riesgo es considerado como aceptable; sin embargo, RI > 10⁻⁴ sugiere un alto riesgo para desarrollar cáncer en humanos.(53)

$$RI = FPC * DE$$

Donde:

RI = índice de riesgo cancerígeno.

FPC= factor de pendiente del cáncer.

(Pb = 0,0085 mg/kg/día)

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Existe riesgo toxicológico a la salud por el consumo de *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida que contiene plomo y cadmio comercializada en el mercado de Chancay.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación: Analítico(55)

3.2. Enfoque investigativo:

- Cuantitativo: Porque se basa en la objetividad, la realidad no cambia por las observaciones realizadas.(56)

3.3. Tipo de investigación:

- Descriptivo: Porque permitió recolectar información de la descripción de la realidad observada. (55)
- Transversal: Porque las variables de estudio que se llevó a cabo se realizaron en un tiempo definido.(55)

3.4. Diseño de la investigación

La presente investigación es un estudio no experimental u observacional no se intenta intervenir, no se manipulan las variables de interés.(55)

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población:

La presente investigación se desarrolló en el mercado de Abastos del distrito de Chancay provincia de Huaral departamento de Lima. Según estimaciones estadísticas realizadas a la población del Distrito de Chancay, se ha calculado que esta bordea los 74,492 habitantes para el año 2019, con un promedio de 18,623 viviendas teniendo como promedio el numero habitantes por vivienda es de 4 Hab./Vivienda, calculada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI 2007).(57)

3.5.2. Muestra de consumidores:

Dado que nuestra población referencial es el total de usuarios (familias) que compran sus productos en el mercado de abastos de Chancay y es en donde vamos a realizar nuestra encuesta, el valor de N está determinado por la

cantidad de viviendas en el periodo 2019 y se aplicará la fórmula de muestra para población finita con los siguientes parámetros:

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$e = 0.05$$

$$Z_{\alpha} = 1.64$$

$$N = 18,623$$

$$n = \frac{1.64^2 * 0.5 * 0.5 * 18,623}{0.10^2 * (18,623 - 1) + 1.64^2 * 0.5 * 0.5} = 377$$

De este modo la muestra está conformado por 377 usuarios que compran sus productos en el mercado de abastos de Chancay.

Muestra *Beta vulgaris* “betarraga”:

La cantidad de la muestra se estableció mediante la fórmula para comparar promedios:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 s^2}{d^2}$$

Dónde:

$Z_{\alpha} = 1.96$ Es una constante de la distribución Normal usada para que la estimación tenga un nivel de seguridad o confianza del 95%

$Z_{\beta} = 1,64$ Es una constante de la distribución Normal usada para que la potencia de la prueba sea del 95%

$d = 0.04$ mg/Kg es la precisión o diferencia mínima que queremos detectar.

$S = 0,0223$ mg/Kg, Es un valor de referencia para la desviación estándar de la concentración de cadmio valor tomado de referencia de Luna R. Y Rodríguez V. (2016) pagina 65.

Reemplazando tenemos:

$$n = \frac{2(1,96 + 1,64)^2 0,0223^2}{0,03^2} = 14,4 = 15$$

Considerando un porcentaje de pérdida del 5% tenemos:

$$n_c = \frac{n}{1 - p_e} = \frac{15}{1 - 0,05} = 15,8 = 16$$

De este modo cada muestra estará constituida por 16 ejemplares de tubérculos de *Beta vulgaris* “betarraga” es decir:

- a. 16 tubérculos de *Beta vulgaris* “betarraga” cocida.
- b. 16 tubérculos de *Beta vulgaris* “betarraga” cruda o sin procesar.

Las cuales se someterán a pruebas para determinar los niveles de plomo y cadmio.

3.6. Variables y operacionalización

3.6.1. Variable independiente:

Concentraciones de plomo y cadmio.

3.6.2. Variable dependiente:

Riesgo toxicológico de plomo y cadmio.

3.6.3. Operacionalización de variables:

Tabla 5. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Valores	Criterios de medición	Tipo de variable	Instrumentos
Concentración de plomo y cadmio	Niveles de plomo y cadmio	Nivel de plomo Nivel de cadmio	Permisibles: Hasta 0.10mg/Kg de peso No permisibles: >0.10mg/Kg de peso Permisibles: Hasta 0.10mg/Kg de peso No permisibles: >0.10mg/Kg de peso	De razón o proporción	Cuantitativas Continuas	Protocolo del análisis
Riesgo toxicológico de plomo y cadmio	Riesgo de toxicidad	Dosis de exposición estimada (DEE)	Riesgo No riesgo	De razón o proporción	Cuantitativas Continuas	Encuesta: cuestionario de preguntas

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El trabajo de investigación, se inició desde 17 de abril 2019 con la toma de muestras y culminó 29 de setiembre 2020 con los resultados estadísticos y conclusiones. Se ejecutó en el mercado de Chancay provincia de Huaral, región Lima. Se hizo el reconocimiento del área en estudio mediante un recorrido por el mercado de Chancay y se realizó la toma de muestras *Beta vulgaris* “betarraga” compradas en el mercado y luego fueron trasladadas a las instalaciones del laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para su procesamiento, análisis y posterior obtención de resultados.

Luego se realizó varias visitas al mercado de Chancay para tomar encuestas a 377 usuarios que compran sus productos en el mercado de abastos de Chancay.

3.7.1. Técnica

La técnica es por Espectrofotometría de absorción atómica con Horno de grafito (GFAAS).

3.7.2. Obtención de muestra:

Las muestras de tubérculos de *Beta vulgaris* “betarraga” fueron recolectadas en el mercado de abastos de Chancay, se recolectaron muestras crudas y cocidas, cada muestra fueron colocadas en una bolsa plástica previamente numerada y fueron trasladadas a las instalaciones del laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para su procesamiento, análisis y posterior obtención de resultados.

3.7.3. Análisis de plomo

La metodología analítica empleada para el análisis de plomo en *Beta vulgaris* “betarraga” es por Espectrofotometría de absorción atómica con Horno de grafito.

Laboratorio: Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental – CICOTOX (UNMSM).

3.7.4. Análisis de cadmio

La metodología analítica utilizada para el análisis de cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” es por Espectrofotometría de absorción atómica con Horno de grafito.

Laboratorio: Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental – CICOTOX (UNMSM).

3.7.5. Preparación y análisis de las muestras

Las muestras se lavaron cuidadosamente con agua destilada, luego se homogeneizaron 200 g de muestra. De aquí se tomaron 30 g, se secaron a 105 °C y posteriormente se calcinaron a 450 °C durante 16 horas. Luego de varios ataques con agua y HNO₃ en la plancha de calentamiento, las cenizas blancas se disolvieron con HCl y se trasvasó el digerido a un volumétrico de 25 ml. Los niveles de los metales se determinaron por Espectrofotometría de absorción atómica con Horno de grafito.

3.8. Procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Procesamiento de datos:

Para el procesamiento de datos se usó el software Excel de Office versión 2016, al cual se trasladaron los datos del laboratorio y los resultados de las encuestas, los cuales fueron validados y codificados serán copiados a una base de datos en SPSS versión 24.0 para el análisis correspondiente.

3.8.2. Análisis estadístico

Mediante el SPSS se calcula los estadísticos descriptivos de las concentraciones: promedio y desviación estándar. Para contrastar las hipótesis planteadas se realizarán las confrontaciones de los valores de laboratorio versus los valores permisibles establecidos en el Códex Alimentarius. Las comparaciones de la concentración de plomo y cadmio entre muestras crudas y cocidas se realizaron mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney al 5% de significancia. Además, se ilustrarán los resultados mediante gráficos de barra y diagramas de caja.

Por otra parte, los resultados de las encuestas son presentados mediante tablas de frecuencia simple y doble con sus respectivas ilustraciones de gráficos de sectores circulares, barras simples y agrupadas.

3.9. Aspectos éticos

Los autores procedimos con total responsabilidad y valores éticos por ello los resultados obtenidos son confidenciales y veraces manteniendo respeto por las personas.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis descriptivo de resultados

Objetivos Específicos 01:

Determinar la concentración de cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida.

Tabla 6. Concentración cadmio (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.

Estado	N	Media	Desviación estándar	CV%	Mínimo	Máximo	95% de intervalo de confianza del promedio.	
							Inferior	Superior
Cocido	16	0,00267	0,00138	51,7%	0,00120	0,00680	0,00193	0,00340
Crudo	16	0,00262	0,00150	57,2%	0,00140	0,00740	0,00182	0,00342
Total	32	0,00264	0,00142	53,6%	0,00120	0,00740	0,00213	0,00315

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 6 indica que la concentración promedio de cadmio hallado en laboratorio de las 16 muestras de betarraga cocida fue de 0,00267 mg/kg, en el caso de las muestras crudas el promedio fue muy similar 0,00262 mg/kg.

En términos generales la máxima concentración registrada fue de 0,00740 mg/kg y la mínima 0,00120 mg/kg, las variaciones observadas fueron relativamente altas 53,6%.

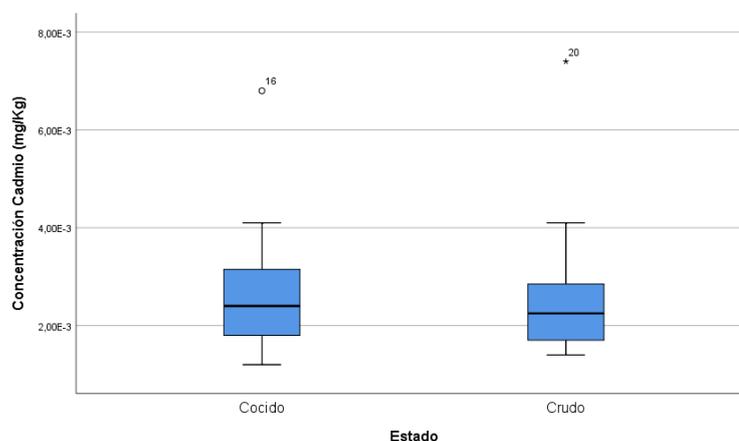


Figura 4. Distribución de la concentración cadmio (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de cajas de la figura 4 indica la presencia de dos muestras con valores elevados o atípicos tanto en betarraga cruda como cocida.

Tabla 7. Comparación de la concentración cadmio (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda Vs cocida.

	Concentración cadmio (mg/kg)
U de Mann-Whitney	120,000
W de Wilcoxon	256,000
Z	-0,302
p valor	0,762
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,780 ^b

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 7 permite concluir mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney que la concentración cadmio en Beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida son iguales.

Objetivos Específicos 02:

Determinar la concentración de plomo en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida.

Tabla 8. Concentración de plomo (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.

Estado	N	Media	Desviación estándar	CV%	Mínimo	Máximo	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Cocido	16	0,00445	0,00128	28,8%	0,00400	0,00860	0,00377	0,00513
Crudo	16	0,01032	0,00178	17,3%	0,00670	0,01330	0,00937	0,01127
Total	32	0,00738	0,00335	45,4%	0,00400	0,01330	0,00618	0,00859

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 8 indica que la concentración promedio de plomo hallado en laboratorio de las 16 muestras de betarraga cocida fue de 0,00445 mg/kg, mientras que en el caso de las muestras crudas el promedio se elevó hasta 0,01032 mg/kg.

En términos generales la máxima concentración registrada fue de 0,01330 mg/kg en muestra cruda y la mínima de 0,00400 mg/kg en muestra cocida, las variaciones observadas fueron relativamente altas 45,4%.

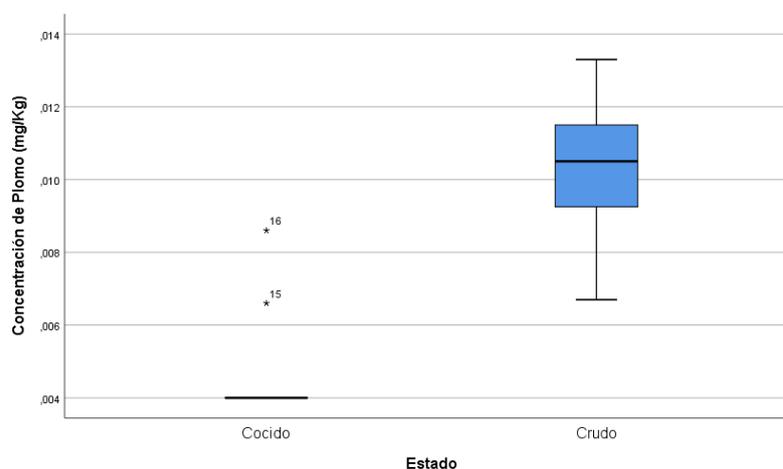


Figura 5. Distribución de la concentración de plomo (mg/kg) en Beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 5 muestra que existe una gran diferencia entre las concentraciones de betarraga cruda y cocida tanto en promedio como en variabilidad. Mientras que en las muestras cocidas la mayoría de las mediciones tomaron un valor inferior al mínimo detectado 0,00400 mg/kg en las muestras crudas se observó una mayor variabilidad.

Tabla 9. Comparación de la concentración plomo (mg/kg) en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda Vs cocida.

	Concentración de plomo (mg/kg)
U de Mann-Whitney	2,000
W de Wilcoxon	138,000
Z	-4,962
p valor	0,000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 9 permite concluir mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney que la concentración plomo en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida son diferentes (p valor < 0,05).

Objetivos Específicos 03:

Comparar los niveles de plomo y cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida frente a los valores permisibles de acuerdo con los valores de IDA del Codex Alimentarius.

Tabla 10. Niveles permisibles de plomo y cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida.

	Estado	n	Casos no permisibles (> 0.1 mg/kg)	Porcentaje no permisibles	Mediana
Concentración cadmio (mg/kg)	Cocido	16	0	0	0,0024
	Crudo	16	0	0	0,0023
	Total	32	0	0	0,0024

Concentración de plomo (mg/kg)	Cocido	16	0	0	0,0040
	Crudo	16	0	0	0,0105
	Total	32	0	0	0,0073

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 10 indica que todas las muestras presentaron una concentración de cadmio inferior al valor máximo permitido (0.1 mg/kg); además el 50% de las muestras presentaron concentraciones menores o iguales a 0,0024 mg/kg.

De manera similar todas las muestras presentaron una concentración de plomo inferior al valor máximo permitido (0.1 mg/kg); además el 50% de las muestras presentaron concentraciones menores o iguales a 0,0073 mg/kg.

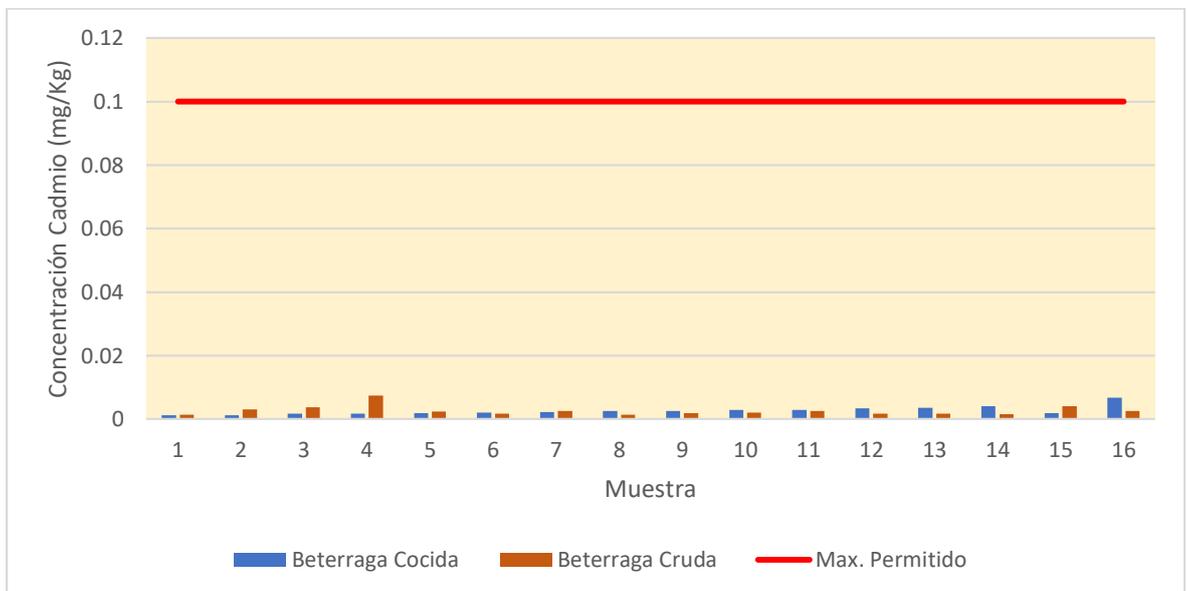


Figura 6. Concentración de cadmio por muestra detectada en laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

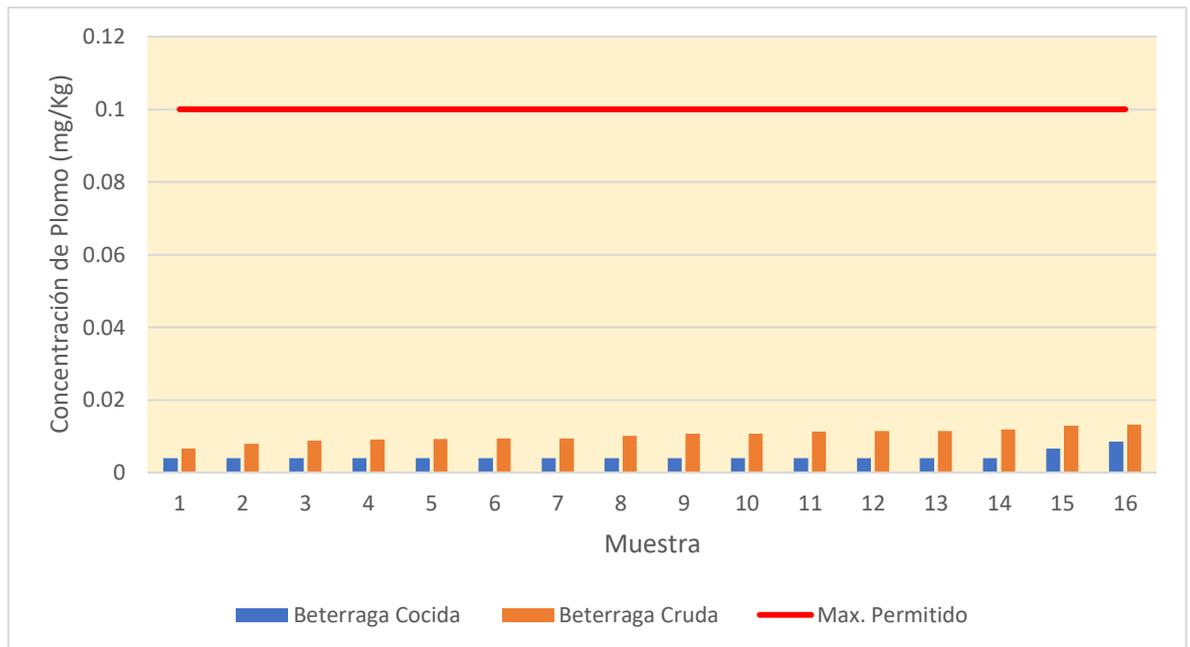


Figura 7. Concentración de plomo por muestra detectada en laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

Objetivos Específicos 04:

Determinar el riesgo toxicológico en personas expuestas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio.

Tabla 11. Valores del riesgo toxicológico por el consumo de plomo y cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga”.

		FE	DE Cd	IP Cd	DE Pb	IP Pb	RI Pb
Joven (n=56)	Media	1,87E-01	8,37E-07	8,37E-04	2,34E-06	3,90E-04	1,99E-08
	Máximo	4,27E-01	2,51E-06	2,51E-03	7,01E-06	1,17E-03	5,96E-08
Adulto (n=169)	Media	2,26E-01	9,09E-07	9,09E-04	2,54E-06	4,24E-04	2,16E-08
	Máximo	9,97E-01	4,70E-06	4,70E-03	1,32E-05	2,19E-03	1,12E-07
Adulto mayor (n=42)	Media	2,44E-01	8,60E-07	8,60E-04	2,41E-06	4,01E-04	2,05E-08
	Máximo	9,97E-01	4,26E-06	4,26E-03	1,19E-05	1,99E-03	1,01E-07
Masculino (n=64)	Media	2,26E-01	8,48E-07	8,48E-04	2,37E-06	3,95E-04	2,02E-08
	Máximo	9,97E-01	4,05E-06	4,05E-03	1,13E-05	1,89E-03	9,63E-08
Femenino (n=203)	Media	2,19E-01	8,98E-07	8,98E-04	2,51E-06	4,19E-04	2,13E-08

	Máximo	9,97E-01	4,70E-06	4,70E-03	1,32E-05	2,19E-03	1,12E-07
	Media	2,21E-01	8,86E-07	8,86E-04	2,48E-06	4,13E-04	2,11E-08
	D.E.	1,55E-01	7,22E-07	7,22E-04	2,02E-06	3,37E-04	1,72E-08
	Mínimo	7,12E-02	1,74E-07	1,74E-04	4,87E-07	8,12E-05	4,14E-09
Total (n=267)	Máximo	9,97E-01	4,70E-06	4,70E-03	1,32E-05	2,19E-03	1,12E-07
	P25	1,42E-01	4,53E-07	4,53E-04	1,27E-06	2,11E-04	1,08E-08
	P50	1,42E-01	6,38E-07	6,38E-04	1,78E-06	2,97E-04	1,52E-08
	P75	2,85E-01	1,09E-06	1,09E-03	3,05E-06	5,08E-04	2,59E-08

Fuente: Elaboración propia.

FE: Factor de exposición.

DE: Dosis de exposición (mg/kg/día).

IP: índice peligrosidad.

RI: índice de riesgo cancerígeno.

La tabla 11 indica que el factor de exposición promedio de las personas que consumen betarraga es de 0,221; el cual se incrementa ligeramente hasta 0,244 para el caso de los adultos mayores consumidores y alcanzando un máximo de 0,997.

La dosis de exposición promedio a cadmio de los consumidores de betarraga es de 8,86E-07 mg/kg/día el cual se eleva ligeramente en el caso de adultos a un promedio de 9,09E-07; en el caso del plomo dicho indicador es de 2,48E-06.

En cuanto al Índice de peligrosidad (IP); los valores para ambos metales son mucho menor a la unidad, lo cual indica que probablemente no existen riesgos de efectos no cancerígenos.

Como el Índice de riesgo (IR) es menor a 10^{-6} indica que no hay riesgo cancerígeno por plomo

4.1.2. Discusión de resultados

Los resultados de la presente investigación, que corresponde al primer objetivo específico que fue determinar la concentración de cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida, la concentración promedio de cadmio hallado en laboratorio de las 16 muestras de betarraga cocida fue de 0,00267 mg/kg, en el caso de las muestras crudas el promedio fue muy similar 0,00262 mg/kg, los resultados

evidencian que la concentración de cadmio se encuentra por debajo del límite máximo 100 µg/kg establecido por el Codex Alimentarius. Este resultado coincide con la investigación realizada por Soto M. et al (2020), los resultados en los niveles de Cd se encontraron en las raíces de la yuca 0,039 mg/kg mientras que en el plátano los niveles de cadmio se encontraron en fruto 0,005 mg/kg teniendo como límite máximo 0,1 mg/kg FAO-OMS. El nivel de concentración de Cd en muestra de yuca y plátano de zona minera y zona control no sobrepasaron los estándares nacionales e internacionales Agencia de Protección Ambiental (EPA) para el consumo humano.(12)

Respecto al segundo objetivo específico que fue determinar la concentración de plomo en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida, la concentración promedio de plomo hallado en laboratorio de las 16 muestras de betarraga cocida fue de 0,00445 mg/kg, mientras que en el caso de las muestras crudas el promedio se elevó hasta 0,01032 mg/kg, existe una gran diferencia entre las concentraciones de betarraga cruda y cocida tanto en promedio como en variabilidad, los resultados evidencian que la concentración de plomo se encuentra por debajo del límite máximo 0.1 mg/kg establecido por el Codex Alimentarius, este resultado coincide con la investigación de Pila C. (2016), para la lechuga convencional y orgánica la concentración de plomo fue 0,21 y 0,28 mg/Kg respectivamente, y la concentración establecida por el CODEX es 0,3 mg/Kg, mientras que en el cultivo de zanahoria se evidenció contaminación por plomo, obteniendo resultados con una concentración de 0,12 y 0,19 mg/Kg para muestras convencionales y orgánicas ya que los datos fueron comparados con el límite establecido por el CODEX que es 0,10 mg/Kg, Estos resultados evidencian la exposición a metales pesados en hortalizas y diversos cultivos.(19)

En cuanto al tercer objetivo que fue comparar los niveles de plomo y cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida frente a los valores permisibles de acuerdo con los valores de IDA del Codex Alimentarius, todas las muestras presentaron una concentración de cadmio inferior al valor máximo permitido 0.1 mg/kg, además el 50% de las muestras presentaron concentraciones menores o iguales a 0,0024 mg/kg, de manera similar todas las muestras presentaron una concentración de plomo inferior al valor máximo permitido 0.1 mg/kg; además el 50% de las muestras presentaron concentraciones menores o iguales a 0,0073

mg/kg. Resultados distintos a la investigación encontró Coronel E. (2018), las concentraciones de cadmio encontradas en muestras de zanahoria existe un máximo de 18,87 mg/Kg de concentración para la zanahoria de la feria orgánica A, mientras para la zanahoria de la feria orgánica B se presenta un máximo de 19,90 mg/Kg, los cuales fueron comparados con las concentraciones permitidas por el Codex Alimentarius, siendo para el metal cadmio un valor máximo de concentración de 0,1 mg/Kg para las dos ferias orgánicas, los datos obtenidos indican que existe una elevada contaminación por cadmio en la zanahoria tanto de la feria orgánica A y feria orgánica B ya que sobrepasan el nivel establecido por el Codex Alimentarius.(16) En el análisis de las concentraciones de plomo encontradas en muestras de zanahoria, existe un máximo de 0,0011 mg/Kg de concentración para la zanahoria de la feria orgánica A, mientras para la zanahoria de la feria orgánica B se presenta un máximo de 0,0010mg/Kg, los cuales fueron comparados con las concentraciones permitidas por el Codex Alimentarius, siendo para el metal plomo un valor máximo de concentración de 0,10mg/Kg para las dos ferias orgánicas, los datos obtenidos indican que no existe una elevada contaminación por plomo en la zanahoria.(16)

En cuanto al cuarto objetivo que fue determinar el riesgo toxicológico en personas expuestas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio, La dosis de exposición promedio a cadmio de los consumidores de betarraga es de 8,86E-07 mg/kg/día el cual se eleva ligeramente en el caso de adultos a un promedio de 9,09E-07; en el caso del plomo dicho indicador es de 2,48E-06, en cuanto al índice de peligrosidad (IP); los valores para ambos metales el IP es <1, lo cual indica que no existen riesgos de efectos no cancerígenos, el índice de riesgo (IR) es menor a 10^{-6} indica que no hay riesgo cancerígeno por plomo. Estos resultados coinciden con la investigación realizada por Quispe N. (2019), los valores estimados de Coeficiente de peligro (HQ) por una ingesta diaria de 80g de cada hortaliza se encontraron por debajo de la directriz de la USEPA siendo este considerado un riesgo menor a 0.1 para niños y adultos. El índice de peligro (HI), que representa los efectos combinados no cancerígenos de todos los elementos tóxicos, no reveló riesgo potencial para la salud humana, considerándolos como un nivel de riesgo bajo.(13)

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Las concentraciones promedio de cadmio en las muestras de betarraga (*Beta vulgaris*) cocida se encontró 0,00267 mg/kg y en la betarraga cruda 0,00262 mg/kg.
- Las concentraciones promedio de plomo en las muestras de betarraga (*Beta vulgaris*) cocida se encontró 0,00445 mg/kg y en la betarraga cruda 0,01032 mg/kg.
- Los niveles de plomo y cadmio en *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida, todas las muestras presentan concentraciones inferiores al valor máximo permitido (0.1 mg/kg) del Codex Alimentarius.
- No existen riesgo toxicológico de efectos no cancerígenos en personas que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida siendo el índice de peligrosidad para cadmio y plomo ($IP < 1$).

5.2. Recomendaciones

- Realizar investigaciones en las zonas estudiadas de Chancay - Huaral donde se evalué sobre un posible riesgo toxicológico para otros medios ambientales como el aire y el agua con la finalidad de determinar la dosis total de plomo y cadmio a las que pueden estar expuestos.
- Hacer un estudio de medición de metales pesados en la entidad Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) que es la encargada de conservar, administrar y a su vez promover la cultura del agua.
- Capacitar a los agricultores de la localidad mediante charlas informativas sobre la contaminación de metales pesados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Rodríguez N, McLaughlin M, Pennock D. La contaminación del suelo: una realidad oculta [Internet]. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura FAO. Roma; 2019 [citado 2 de agosto de 2020]. 144 p. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>
2. Reyes YC, Vergara I, Torres OE, Díaz M, González EE. Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Ing Investig y Desarro [Internet]. 21 de septiembre de 2016;16(2):14-14. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Contaminación-por-metales-pesados%3A-Implicaciones-en-Reyes-Vergara/a7f76624dc35c5414f10a5d0495930e4fc42d074>
3. Organización Mundial de la Salud. Intoxicación por plomo y salud [Internet]. 2019 [citado 11 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
4. Sánchez Barrón G. Ecotoxicología del cadmio suelos ricos en cadmio [Internet]. Universidad Complutense; 2016 [citado 2 de agosto de 2020]. Disponible en: http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/GARA_SANCHEZ_BARRON.pdf
5. Terrel P. Tecnologías Para La Recuperación De Agua Contaminada Con Metales Pesados: Plomo, Cadmio, Mercurio Y Arsénico. Inst Nac Salud, Perú. 2019;64.
6. Consorcio Tyspa Tecnomá Engecorps, Autoridad Nacional del Agua. Diagnóstico participativo consolidado cuenca Chancay-Huaral tomo II situación actual de la gestión de los recursos hídricos [Internet]. 2013 [citado 9 de julio de 2020]. Disponible en: http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/3560/ANA0002132_2.pdf?sequence=2&isAllowed=y
7. Puga S, Sosa M, Lebgue T, Quintana C, Campos A. Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera. Ecol Apl [Internet]. 2006 [citado 2 de agosto de 2020];5(1):7. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162006000100020
8. Londoño Franco LF, Londoño Muñoz PT, Muñoz García FG. Los riesgos de los

- metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sect Agropecu y Agroindustrial* [Internet]. 2016 [citado 19 de junio de 2020];14(2):145. Disponible en:
<http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/1707>
9. Diagnóstico del agua en la Vertiente del pacífico. 1. Ministerio de Agricultura. Diagnóstico del agua en la Vertiente del pacífico – Cuenca del Rio Chancay – Huaral, 1994 (303-309). - Buscar con Google [Internet]. [citado 6 de febrero de 2020]. Disponible en:
[https://www.google.com/search?q=1.+Ministerio+de+Agricultura.+Diagnóstico+del+agua+en+la+Vertiente+del+pacífico+--+Cuenca+del+Rio+Chancay+--+Huaral%2C+1994+\(303-309\).&rlz=1C1CHBD_esPE873PE873&oq=1.%09Ministerio+de+Agricultura.+Diagnóstico+del+agua+en+la+Ver](https://www.google.com/search?q=1.+Ministerio+de+Agricultura.+Diagnóstico+del+agua+en+la+Vertiente+del+pacífico+--+Cuenca+del+Rio+Chancay+--+Huaral%2C+1994+(303-309).&rlz=1C1CHBD_esPE873PE873&oq=1.%09Ministerio+de+Agricultura.+Diagnóstico+del+agua+en+la+Ver)
 10. Ferro Veiga JM. Generación terrorismo medioambiental [Internet]. 2020 [citado 2 de agosto de 2020]. 23-268 p. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=wrzLDwAAQBAJ&source=gbs_navlinks_s
 11. Autoridad Europea en Seguridad Alimentaria. Metales como contaminantes en los alimentos [Internet]. [citado 6 de febrero de 2020]. Disponible en:
<http://www.safefoodnetwork.com/espanol/espanol/noticias/articulos/3189-metales-como-contaminantes-en-los-alimentos.html>
 12. Soto Benavente M, Rodriguez Achata L, Olivera M, Sanchez VA, Nano CC, Quispe JG. Health risks due to the presence of heavy metals in agricultural products cultivated in areas abandoned by gold mining in the Peruvian Amazon. *Sci Agropecu* [Internet]. 31 de marzo de 2020 [citado 19 de junio de 2020];11(1):49-59. Disponible en:
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/2804>
 13. Quispe Cruz NM. Evaluación del riesgo de toxicidad a través de contaminantes en cultivos agrícolas de tallo corto en la cuenca media Quilca-Vítor-Chili, Los Tunales Tiabaya [Internet]. 2019. Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10804>

14. Huamaní Cahuas C. Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las Salinas Bajo - Chancay-Lima. Univ Católica Sedes Sapientiae [Internet]. 2018 [citado 8 de julio de 2020]; Disponible en: <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/572>
15. Madueño Ventura FM. Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) en mercados del Cono Norte, Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana [Internet]. Universidad Nacional Mayor De San Marcos; 2017. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7349/Madueño_vf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. Coronel Acosta EG. Determinación de metales pesados plomo (Pb) y cadmio (Cd) en hortalizas de consumo directo producidas orgánicamente [Internet]. 2018 [citado 25 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14566/1/T-UCE-0004-A61-2018.pdf>
17. Huiracocha Piedra JF. Evaluación del riesgo toxicológico por cadmio y plomo en granos de arroz (*Oryza sativa*) comercializados en la ciudad de Cuenca [Internet]. cuenca. 2018. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31265>
18. Jano Tolama HR. Concentración de metales pesados en hortalizas de la localidad de Atlixco y su posible riesgo en la salud humana [Internet]. 2017 [citado 15 de junio de 2020]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/544/689517T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Pila Fueres CY. Determinación de la presencia de plomo y cadmio en dos hortalizas lechuga (*Lactuca sativa*) y zanahoria (*Daucus carota*) en el Quinche. [Internet]. 2016. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10069>
20. Torrez P. Evaluacion agronomica de tres variedades de remolacha en tres epocas de siembra. [Internet]. 2013. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12410/T-930.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
21. Cásseres E. Produccion de Hortalizas - Google Libros [Internet]. 1966 [citado 1 de enero de 2020]. 170-171 p. Disponible en:

- <https://books.google.com.pe/books?id=thsPAQAAIAAJ&pg=PA267&dq=b#v=onepage&q&f=false>
22. Lock Sing de Ugaz O. Colorantes Naturales [Internet]. Fondo Editorial PUCP; 1997 [citado 1 de enero de 2020]. 274 páginas. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=LjmH_3qjaEIC&pg=PA186&dq=betarraga&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjVo-m5tpjgAhXHILkGHRAOBewQ6AEIMTAC#v=onepage&q=betarraga&f=true
 23. Trujillo SJ, Lopez WM. Obtención de colorantes naturales a partir de cascara allium cepa (cebolla blanca y morada) y raíz de beta vulgaris (remolacha) para su aplicación en la industria textil. 2010;130. Disponible en:
<http://ri.ues.edu.sv/474/1/10136187.pdf>
 24. Cahuaza K. “Dosis de ceniza de madera y su efecto sobre las características agronómicas y el rendimiento en beta vulgaris l. betarraga var. early wonder tall top, zungarococha - Iquitos”. 2015; Disponible en:
http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3233/LIBRO_TESIS_FINAL_Kelly.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 25. Alvares R, Veliz J. Micro encapsulación del extracto de betanina del beta vulgaris por atomización y evaluación de sus propiedades funcionales como colorante natural. 2015;142. Disponible en:
[http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1930/Alvarez Orrello - Veliz Espiritu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1930/Alvarez%20Orrello%20-%20Veliz%20Espiritu.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
 26. Mejia CM. Metales Pesados En Suelos Y Plantas: Contaminación Y Fitotoxicidad. Dep Académico Bromatol y Nutr [Internet]. 2011;Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/204360496/METALES-PESADOS-EN-SUELOS-Y-PLANTAS-CONTAMINACION-Y-FITOTOXICIDAD>.
 27. Sociales (CEPES). Sistema de Información Agraria del Valle de Chancay-Huaral [Internet]. 2006 [citado 26 de marzo de 2020]. Disponible en:
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/D28F6B14A024DAEC05257C38005EC0E0/\\$FILE/5_341_pdfsam_.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/D28F6B14A024DAEC05257C38005EC0E0/$FILE/5_341_pdfsam_.pdf)
 28. Zavala Zavala A, Autoridad Nacional Agua. Buenas prácticas de gestión sostenible

- de cuenca consejo de recursos hídricos de cuenca Chancay Huaral Perú [Internet]. 2017 [citado 10 de julio de 2020]. Disponible en:
https://www.riob.org/en/file/290690/download?token=zxHw4Ep_
29. Tantalean E. Distribucion del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao CCN-51 en suelo aluvial y residual [Internet]. Universidad Nacional Agraria de la Selva- Facultad de agronomia. 2017. Disponible en:
http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1242/TPE_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 30. Acosta De armas MM, Montilla Peña JX. Evaluación de la contaminación de Cadmio y Plomo en agua, suelo y sedimento y análisis de impactos ambientales en la subcuenca del rio Balsillas afluente del rio Bogotá D.C. [Internet]. 2011. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14892/T41.11A72e.pdf>
 31. Raraz E. Determinación química toxicológica de plomo y cadmio en agua para consumo humano proveniente de los reservorios de la zona de San Juan Pampa – distrito de Yanacancha – Pasco [Internet]. [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico]. 2015. Disponible en:
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4449/Raraz_pe.pdf;jsessionid=2618994753065A9CE457E755445BE498?sequence=1-
 32. Silvia R. Crecimiento del arbolado, producción de pasto y efectos edáficos en sistemas. [Internet]. Univ Santiago de Compostela. [citado 19 de enero de 2020]. p. 284 páginas. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=RFH055MTupsC&pg=PA62&dq=el+cadmio+en+vegetales&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiixOjR1NLhAhVKzlkKHXWvBxcQ6AEILDAB#v=onepage&q=el+cadmio+en+vegetales&f=true>
 33. Chorro Morán I, Martínez Baldira J, Marruecos L, Nogué Xarau S. Toxicología Clínica [Internet]. 1ª ed. Mad. Grupo difusión, editor. 2011 [citado 11 de julio de 2020]. Disponible en: http://www.fetoc.es/asistencia/Toxicologia_clinica_libro.pdf
 34. Rosa C. Desarrollo de métodos analíticos automáticos para la determinación de metales en el medio ambiente laboral. [Internet]. 2008 [citado 19 de enero de 2020].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=BQwTqorJNIsC&pg=PA30&dq=cadmio&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiwzrn_koLhAhUsJrkGHRQECr8Q6AEIKzAB#v=onepage&q=cadmio&f=false

35. Ramírez A. Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. An la Fac Med [Internet]. 13 de marzo de 2013 [citado 11 de julio de 2020];63(1):51. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v63_n1/pdf/toxicologia_cadmio.pdf
36. Ministerio de Salud. Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Intoxicación por Cadmio [Internet]. 2015 [citado 10 de junio de 2020]. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe>
37. Manuel Repetto. Toxicología avanzada [Internet]. Ediciones Díaz de Santos, editor. Madrid España; 1995 [citado 10 de junio de 2020]. 621 p. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=opad2FFk9g0C&pg=PA393&dq=toxicocinetica+del+cadmio&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiai8KI8PPpAhVOHLkGHbPQA5kQ6AEIJzAA#v=onepage&q=toxicocinetica del cadmio&f=false>
38. Mendoza Ocorima YG, Medina Pillaca CA. Determinación de plomo y cadmio por espectrofotometría de absorción atómica en leche cruda de bovino en establos lecheros del distrito de Chancay-Huaral, 2013 [Internet]. Vol. 1, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Wiener. Lima. Perú. 2013 [citado 11 de julio de 2020]. Disponible en: [http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/74/036_FARM_MENDOZA %26 MEDINA%2C rev. LB%2C finalizado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/74/036_FARM_MENDOZA%20MEDINA%20rev.LB%20finalizado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
39. Acosta De armas MM, Montilla Peña JX. Evaluación de la contaminación de Cadmio y Plomo en agua, suelo y sedimento y análisis de impactos ambientales en la subcuenca del río Balsillas afluente del río Bogotá D.C. Univ LA SALLE , Colomb. 2011;157.
40. Valle Vega P, Lucas Florentino B. Toxicología de alimentos. Inst Nac Salud Pública Cent Nac Salud Ambient [Internet]. 2000;267. Disponible en:

- <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/toxicolo/toxico/toxico.pdf>
41. Valdivia Infantas MM. Intoxicación por plomo. Vol. 18, Rev. Soc. Per. Med. Inter. 2005.
 42. Caballero Caparachin JA. Una Mirada al Plomo, Riesgo para la Salud Pública. Dir Gen Epidemiol [Internet]. 2015 [citado 14 de junio de 2020];24:296 – 297. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2015/15.pdf>
 43. Organización Mundial de la Salud. La exposición al plomo en el suelo en los pueblos mineros peruanos: una evaluación nacional respaldada por la comparación entre dos ejemplos. [Internet]. 2012 [citado 15 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/bulletin/volumes/90/12/12-106419-ab/es/>
 44. CODEX. Norma General Del Codex Stan 193-1995, Para Los Contaminantes Y Las Toxinas Presentes En Los Alimentos Y Piensos. Codex Stan 193_1995. 1999;1-48.
 45. Ministerio de Salud. Ley N° 26842 | Gobierno del Perú [Internet]. 1997 [citado 7 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/256661-26842>
 46. MINAM. Ley General del Ambiente [Internet]. 2005 [citado 7 de agosto de 2020]. p. 166. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
 47. OMS, FAO. CODEX ALIMENTARIUS. Alimentos producidos orgánicamente. Codex Aliment. 2005;2:75.
 48. Ynocente La Valle CM, Olórtégui Cristóbal S. Evaluación del riesgo toxicológico en personas expuestas a suelos con plomo (Pb) y cadmio (Cd) en los alrededores del Parque Industrial Infantas en Lima - Perú [Internet]. 2018 [citado 15 de junio de 2020]. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10050?show=full>
 49. MINAM. Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en Sitios Contaminados. MINAm [Internet]. 2015 [citado 24 de julio de 2020];160. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/GUIA-ERSA-ALTA.compressed.pdf>

50. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Evaluación de salud pública II - Evaluación toxicológica: ¿De qué trata una evaluación toxicológica? | ATSDR - Curso de capacitación [Internet]. [citado 2 de febrero de 2020]. Disponible en:
https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/pha_professional2/module3/sv4.html
51. ATSDR. Chapter 7: Health Effects Evaluation: Screening Analysis | PHA Guidance Manual | ATSDR [Internet]. [citado 13 de marzo de 2020]. Disponible en:
<https://www.atsdr.cdc.gov/hac/phamanual/ch7.html#7.3>
52. Comunidad de Madrid. Instrucciones técnicas para el análisis de riesgos para la salud humana en el ámbito del real decreto 9/2005 de 14 de enero en la comunidad de Madrid. 2011 [citado 23 de julio de 2020];60. Disponible en:
https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/it_guia_final_2011_nologo_corregida_0.pdf
53. Doležalová Weissmannová, Mihočová, Chovanec, Pavlovský. Potential Ecological Risk and Human Health Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Industrial Affected Soils by Coal Mining and Metallurgy in Ostrava, Czech Republic. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 14 de noviembre de 2019 [citado 19 de junio de 2020];16(22):4495. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/22/4495>
54. USEPA. Cadmium CASRN 7440-43-9 | IRIS | US EPA, ORD. 1989 [citado 22 de julio de 2020]; Disponible en:
https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?&substance_nmbr=141
55. Hernández Escobar AA, Rodríguez Ramos MP, López, Placencia BM, Indacochea Ganchozo, Blanca Quimis Gómez AJ, Moreno Ponce LA. Metodología de la investigación científica [Internet]. 3Ciencias, editor. 2018 [citado 27 de diciembre de 2020]. 95 p. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=y3NKDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodologia+de+la+investigacion+cientifica&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi0zZC2ue3tAhWXXrkGHfgUBUYUQ6AEwAHoECAUQA#v=onepage&q&f=false>
56. Galeano Marin ME. Diseño de Proyectos en la Investigación Cualitativa [Internet].

1ra edicio. Universidad EAFIT, editor. Colombia; 2020 [citado 27 de diciembre de 2020]. 84 p. Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=Xkb78OSRMI8C&pg=PA13&dq=enfoque+investigacion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiKkqjLwO3tAhWNI7kGHb_PC9gQ6AEwAnoECAQQA#v=onepage&q=enfoque investigacion&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Xkb78OSRMI8C&pg=PA13&dq=enfoque+investigacion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiKkqjLwO3tAhWNI7kGHb_PC9gQ6AEwAnoECAQQA#v=onepage&q=enfoque%20investigacion&f=false)

57. Municipalidad Distrital De Chancay. Mejoramiento y ampliación de los servicios de comercialización del mercado municipal de abastos del distrito de Chancay- Huaral - Lima. 2016. p. 10.

ANEXOS

Anexo1: Matriz de consistencia

Evaluación de riesgo toxicológico en personas expuestas, que consumen *Beta vulgaris* “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.

Planteamiento de Problema	Objetivos	Hipótesis	Justificación	Variable	Técnicas, instrumentos de recolección de datos
<p>Problema General: ¿La <i>Beta vulgaris</i> “betarraga” crudas y cocidas presentaran riesgo toxicológico de plomo y cadmio, y estos superaran los valores permisibles por el Codex Alimentarius?</p>	<p>Objetivo General Evaluar el riesgo toxicológico en personas expuestas que consumen <i>Beta vulgaris</i> “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la concentración de cadmio en <i>Beta vulgaris</i> “betarraga” cruda y cocida. 2. Determinar la concentración de plomo en <i>Beta vulgaris</i> “betarraga” cruda y cocida. 3. Comparar los niveles de plomo y cadmio en <i>Beta vulgaris</i> “betarraga” cruda y cocida contra los valores permisibles de acuerdo con los valores de IDA del Codex Alimentarius. 4. Determinar el riesgo toxicológico en personas expuestas que consumen <i>Beta vulgaris</i> “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio. 	<p>Hipótesis General Existe riesgo toxicológico a la salud por el consumo de <i>Beta vulgaris</i> “betarraga” cruda y cocida que contiene plomo y cadmio comercializada en el mercado de Chancay sobrepasan los valores permisibles del Codex Alimentarius.</p>	<p>La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso para la entrada de éstos en la cadena alimentaria son motivo de estudio de este trabajo donde el principal objetivo es determinar las concentraciones de plomo y cadmio en “betarraga” cruda y cocida.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Concentraciones de plomo y cadmio. VARIABLE DEPENDIENTE: Riesgo toxicológico.</p>	<p>Técnica e instrumento Espectrofotómetro de absorción atómica con Horno de grafito</p> <p>Encuesta</p>

Anexo 2: Instrumentos:



***Encuesta para el desarrollo de tesis: Evaluación de riesgo
toxicológico en personas expuestas, que consumen Beta vulgaris
“betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y
cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.***

Datos del consumidor:

- NOMBRE:
- EDAD:
- SEXO:
- PESO CORPORAL:

Frecuencia de consumo:

1.- ¿Usted consume betarraga?

SI..... NO.....

2.- ¿Cómo consume la betarraga? (La pregunta puede tener 2 respuestas)

CONSUMO	MARQUE CON UNA X
Cruda	
Cocida	

3.- ¿Con cuanta frecuencia consume betarraga?

Diariamente.....

1 vez por semana

2 veces por semana.....

3 veces por semana.....

4 veces por semana

5 veces por semana

4.- ¿Qué cantidad de betarraga consume aproximadamente?

CANTIDAD EN GR	MARQUE CON UNA X
50g	
100g	

150g	
200g	
250g	

Hábitos de consumo:

5.- ¿La betarraga lo consume por qué?

ALTERNATIVAS	MARQUE CON UNA X
Le gusta	
Es un alimento del día	
Por costumbre	

6.- ¿Quiénes son los principales consumidores de betarraga en casa?

CONSUMIDORES	MARQUE CON UNA X
Niños	
Adultos	

7.- ¿Cuántos años lleva usted consumiendo betarraga en la zona?

.....

8.- ¿Conoce usted si la betarraga contiene metales como el plomo, cadmio?

ALTERNATIVAS	MARQUE CON UNA X
Si	
Más o menos	
No	

MINISTERIO DE SALUD
Hospital Nacional Arzobispo Loayza

[Signature]
.....
JOSÉ A. LLAHUILLA QUEA
QUÍMICO FARMACEÚTICO
C.Q.F.P. 12548

[Signature]
Mg. Walter Rivas Altez
C.Q.F.P. 13864

[Signature]
Mg. César A. Comales M.
C.Q.F.P. 01374
R.N.G. 004

Anexo 3: Validez del Instrumento



Universidad
Norbert Wiener

B. FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres del experto: *SIXTO ANTONIO GONZALEZ ELERA*
2. Cargo e institución donde labora:
3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: *ENCUESTA - PROYECTO TESIS*
4. Autor (a) del instrumento: *CONDORI CÁCERES, SOLEDAD y TAREZENA GUERRERO JIMELLE*

Calificación:

C	E	M	B	E
1	2	3	4	5

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

III. DOCUMENTOS ADJUNTOS: Matriz de consistencia, Operacionalización de variables

N°	Ítem	Congruencia					Amplitud					Redacción					Claridad					Pertinencia					Sugerencias
		C	E	M	B	E	C	E	M	B	E	C	E	M	B	E	C	E	M	B	E	C	E	M	B	E	
	Dimensión 1: Datos del consumidor				X						X					X										X	
1																											
6																											
	Dimensión 2: Frecuencia de consumo				X						X					X										X	
7																											
8																											
	Dimensión 3: Hábitos de consumo				X						X					X										X	
13																											

Dónde:

- C: Cambiar
- E: Eliminar
- M: Mejorar
- B: Bueno
- E: Excelente

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

FIRMA Y SELLO DEL EXPERTO

Sixto Antonio Gonzalez Elera
 QUIMICO FARMACEUTICO
 ESPECIALISTA EN TOXICOLOGIA Y QUIMICA LEGAL
 MAGISTER EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS
 DNI 08053663 - COFP 01960 - RNE 291



Universidad
Norbert Wiener

B. FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres del experto: *Mg Q. JESUS VICTOR LIZANO GUERRERO*
2. Cargo e institución donde labora: *DOCENTE NOMBRADO - FARMACIA UPHW*
3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: *ENCUESTA PARA TESIS*
4. Autor (a) del Instrumento: *CONORGI CACERES, SOLEDAD ; TANAZWA GUERRERO JANELLE*

Calificación:

C	E	M	B	E
1	2	3	4	5

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

III. DOCUMENTOS ADJUNTOS: Matriz de consistencia, Operacionalización de variables

N°	Ítem	Congruencia					Amplitud					Redacción					Claridad					Pertinencia					Sugerencias			
		C	E	M	B	E	C	E	M	B	E	C	E	M	B	E	C	E	M	B	E	C	E	M	B	E				
	Dimensión 1: Datos del consumidor				X					X					X							X							X	
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
	Dimensión 2: Frecuencia de consumo				X					X					X							X							X	
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
	Dimensión 3: Hábitos de consumo				X					X					X							X							X	
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														

Dónde:

C: Cambiar
E: Eliminar
M: Mejorar
B: Bueno
E: Excelente

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

Mg Q. JESUS VICTOR LIZANO GUERRERO
Firma y sello del experto
C&FP 3891



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental-CICOTOX

N° **89427** - **89442**

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Srta. Soledad Condori Caceres/ Srta. Janelle Tarazona Guerrero
TESIS: Evaluación de riesgo toxicológico en personas expuestas, que consumen *Beta vulgaris* "betarraga" cruda y cocida con posibles concentraciones de Plomo y Cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 DE ABRIL DE 2019 HORA: 10:45 a.m.
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 25 DE ABRIL DE 2019 HORA: 11:25 a.m.
FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 25 DE ABRIL DE 2019 HORA: 10:15 p.m.

MÉTODOS Plomo : Espectrofotometría de Absorción Atómica con Homo de Grafito.
 Cadmio : Espectrofotometría de Absorción Atómica con Homo de Grafito.

OBSERVACIONES: La contramuestra será descartada a los 30 días posteriores al análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
89427	CRUDO 1	Cuantificación de Plomo	0.0094 mg/Kg
89428		Cuantificación de Cadmio	0.0026 mg/Kg
89429	CRUDO 2	Cuantificación de Plomo	0.0119 mg/Kg
89430		Cuantificación de Cadmio	0.0016 mg/Kg
89431	CRUDO 3	Cuantificación de Plomo	0.0133 mg/Kg
89432		Cuantificación de Cadmio	0.0025 mg/Kg
89433	CRUDO 4	Cuantificación de Plomo	0.0115 mg/Kg
89434		Cuantificación de Cadmio	0.0018 mg/Kg
89435	CRUDO 5	Cuantificación de Plomo	0.0102 mg/Kg
89436		Cuantificación de Cadmio	0.0014 mg/Kg
89437	CRUDO 6	Cuantificación de Plomo	0.0115 mg/Kg
89438		Cuantificación de Cadmio	0.0017 mg/Kg
89439	CRUDO 7	Cuantificación de Plomo	0.0108 mg/Kg
89440		Cuantificación de Cadmio	0.0019 mg/Kg
89441	CRUDO 8	Cuantificación de Plomo	0.0113 mg/Kg
89442		Cuantificación de Cadmio	0.0025 mg/Kg

(*) Limite de detección del plomo

(**) Limite de detección del cadmio

Lima, 06 de junio de 2019

Director de CICOTOX
 Dr. José A. Apesteegua Infantes
 Esp. Toxicología & Química Legal
 C.Q.F.P N° 06538
 R.N.E 240
 D.N.I N° 09359857



AMERICO A. FIGUEROA VARGAS
 C.Q.F.P. 18579

RECOGE RESULTADO

NOMBRE: _____ **FIRMA:** _____
D.N.I: _____ **FECHA:** _____ **HORA:** _____

IMPORTANTE: Cualquier reclamo se atenderá en un plazo máximo de 30 días de recepcionado el resultado.

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"
 Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú Teléfonos: (511) 328-7700 Ap. Postal 4559 - Lima 1



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental-CICOTOX

N° 89443 - 89458

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Srta. Soledad Condori Caceres/ Srta. Janelle Tarazona Guerrero

TESIS: Evaluación de riesgo toxicológico en personas expuestas, que consumen *Beta vulgaris* "betarraga" cruda y cocida con posibles concentraciones de Plomo y Cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaural, Lima 2019.

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 DE ABRIL DE 2019 HORA: 10:45 a.m.

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 25 DE ABRIL DE 2019 HORA: 11:25 a.m.

FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 25 DE ABRIL DE 2019 HORA: 10:15 p.m.

MÉTODOS Plomo: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

Cadmio: Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

OBSERVACIONES: La contramuestra será descartada a los 30 días posteriores al análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
89443	COCIDO 1	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89444		Cuantificación de Cadmio	0.0017 mg/Kg
89445	COCIDO 2	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89446		Cuantificación de Cadmio	0.0019 mg/Kg
89447	COCIDO 3	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89448		Cuantificación de Cadmio	0.0012mg/Kg
89449	COCIDO 4	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89450		Cuantificación de Cadmio	0.0029 mg/Kg
89451	COCIDO 5	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89452		Cuantificación de Cadmio	0.0021 mg/Kg
89453	COCIDO 6	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89454		Cuantificación de Cadmio	0.0036 mg/Kg
89455	COCIDO 7	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89456		Cuantificación de Cadmio	0.0025 mg/Kg
89457	COCIDO 8	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89458		Cuantificación de Cadmio	0.0029 mg/Kg

(*) Límite de detección del plomo

(**) Límite de detección del cadmio

Lima, 06 de junio de 2019

Director de CICOTOX
 Dr. José A. Apestegua Infantes
 Esp. Toxicología & Química Legal

C.Q.F.P N° 06538
 R.N.E 240
 D.N.I N° 09359857



AMÉRICO A. FIGUEROA VARGAS
 C.Q.F.P. 18579

RECOGE RESULTADO

NOMBRE: _____ **FIRMA:** _____

D.N.I: _____ **FECHA:** _____ **HORA:** _____

IMPORTANTE: Cualquier reclamo se atenderá en un plazo máximo de 30 días de recepcionado el resultado.

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental-CICOTOX

N° **89459** - **89474**

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Srta. Soledad Condori Caceres/ Srta. Janelle Tarazona Guerrero
TESIS: Evaluación de riesgo toxicológico en personas expuestas, que consumen *Beta vulgaris* "betarraga" cruda y cocida con posibles concentraciones de Plomo y Cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 DE ABRIL DE 2019 HORA: 10:45 a.m.
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 25 DE ABRIL DE 2019 HORA: 11:25 a.m.
FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 25 DE ABRIL DE 2019 HORA: 10:15 p.m.

MÉTODOS Plomo : Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.
 Cadmio : Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

OBSERVACIONES: La contramuestra será descartada a los 30 días posteriores al análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
89459	CRUDO 1	Cuantificación de Plomo	0.013 mg/Kg
89460		Cuantificación de Cadmio	0.0041 mg/Kg
89461	CRUDO 2	Cuantificación de Plomo	0.0092 mg/Kg
89462		Cuantificación de Cadmio	0.0074 mg/Kg
89463	CRUDO 3	Cuantificación de Plomo	0.0108 mg/Kg
89464		Cuantificación de Cadmio	0.0021 mg/Kg
89465	CRUDO 4	Cuantificación de Plomo	0.0094 mg/Kg
89466		Cuantificación de Cadmio	0.0017 mg/Kg
89467	CRUDO 5	Cuantificación de Plomo	0.0079 mg/Kg
89468		Cuantificación de Cadmio	0.0031 mg/Kg
89469	CRUDO 6	Cuantificación de Plomo	0.0067 mg/Kg
89470		Cuantificación de Cadmio	0.0014 mg/Kg
89471	CRUDO 7	Cuantificación de Plomo	0.0093 mg/Kg
89472		Cuantificación de Cadmio	0.0024 mg/Kg
89473	CRUDO 8	Cuantificación de Plomo	0.0089 mg/Kg
89474		Cuantificación de Cadmio	0.0037 mg/Kg

(*) Limite de detección del plomo

(**) Limite de detección del cadmio

Lima, 06 de junio de 2019

Director de CICOTOX
 Dr. José A. Apateguín Infantes
 Esp. Toxicología & Química Legal
 C.Q.F.P N° 06538
 R.N.E 240
 D.N.I N° 09359857



AMÉRICO A. FIGUEROA VARGAS
 C.Q.F.P. 18579

RECOGE RESULTADO

NOMBRE: _____ **FIRMA:** _____
D.N.I: _____ **FECHA:** _____ **HORA:** _____

IMPORTANTE: Cualquier reclamo se atenderá en un plazo máximo de 30 días de recepcionado el resultado.

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental-CICOTOX

N° **89475** - **89490**

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Srta. Soledad Condori Caceres/ Srta. Janelle Tarazona Guerrero
TESIS: Evaluación de riesgo toxicológico en personas expuestas, que consumen *Beta vulgaris* "betarraga" cruda y cocida con posibles concentraciones de Plomo y Cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019.
FECHA DE RECEPCIÓN: 18 DE ABRIL DE 2019 HORA: 10:45 a.m.
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 25 DE ABRIL DE 2019 HORA: 11:25 a.m.
FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 25 DE ABRIL DE 2019 HORA: 10:15 p.m.

MÉTODOS Plomo : Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.
 Cadmio : Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

OBSERVACIONES: La contramuestra será descartada a los 30 días posteriores al análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
89475	COCIDO 1	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89476		Cuantificación de Cadmio	0.0034 mg/Kg
89477	COCIDO 2	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89478		Cuantificación de Cadmio	0.0041 mg/Kg
89479	COCIDO 3	Cuantificación de Plomo	0.0066 mg/Kg
89480		Cuantificación de Cadmio	0.0019 mg/Kg
89481	COCIDO 4	Cuantificación de Plomo	0.0086 mg/Kg
89482		Cuantificación de Cadmio	0.0068 mg/Kg
89483	COCIDO 5	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89484		Cuantificación de Cadmio	0.0025 mg/Kg
89485	COCIDO 6	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89486		Cuantificación de Cadmio	0.0012 mg/Kg
89487	COCIDO 7	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89488		Cuantificación de Cadmio	0.0017 mg/Kg
89489	COCIDO 8	Cuantificación de Plomo	<0.004mg/Kg (*)
89490		Cuantificación de Cadmio	0.0023 mg/Kg

(*) Limite de detección del plomo

(**) Limite de detección del cadmio

Lima, 06 de junio de 2019

Director de CICOTOX
 Dr. José A. Apesegua Infantes
 Esp. Toxicología & Química Legal
 C.Q.F.P. N° 06538
 R.N.E 240
 D.N.I N° 09359857



AMÉRICO A. FIGUEROA VARGAS
 C.Q.F.P. 18579

RECOGE RESULTADO

NOMBRE: _____ **FIRMA:** _____
D.N.I: _____ **FECHA:** _____ **HORA:** _____

IMPORTANTE: Cualquier reclamo se atenderá en un plazo máximo de 30 días de recepcionado el resultado.

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

CICOTOX
Facultad de Farmacia y Bioquímica
UNMSM

Presente. -

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a Ud., en mi Calidad de Decana(e) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Norbert Wiener, para saludarlo muy cordialmente y presentar a nuestra siguiente egresada:

Nro.	Apellidos y nombres	Código
01	CONDORI CACERES SOLEDAD	2010200359
02	TARAZONA GUERRERO JANELLE DEL CARMEN	2010200581

Pueda desarrollar su proyecto de tesis titulada: "EVALUACIÓN DE RIESGO TOXICOLOGICO EN PERSONAS EXPUESTAS, QUE CONSUMEN BETA VULGARIS "BETERRAGA" CRUDA Y COCIDA CON POSIBLES CONCENTRACIONES DE PLOMO Y CADMIO COMERCIALIZADA EN EL MERCADO DE CHANCAY-HUARAL, LIMA 2019", en su distinguida institución educativa.

Esperando contar con su apoyo hago propicia la ocasión para expresar mi consideración y estima personal.

Atentamente,



J. Chávez Flores
Dra. *Juaná Chávez Flores*
Decana de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (e)
Universidad Privada Norbert Wiener S.A.





"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA N°458-USM-2018

El JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (raíz tuberosa, tallo, hojas) recibida de **Janelle Del Carmen Tarazona Guerrero y Soledad Condori Cáceres**; estudiantes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada NORBERT WIENER, ha sido estudiada y clasificada como: ***Beta vulgaris L.*** y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUBCLASE: CARYOPHYLLIDAE

ORDEN: CARYOPHYLLALES

FAMILIA: AMARANTHACEAE

GENERO: *Beta*

ESPECIE: *Beta vulgaris L.*

Nombre vulgar: "betarraga"

Determinado por: Blgo. Marlo Benavente Palacios.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines de estudios.

Lima, 11 de diciembre de 2018

ACE/ddb




Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRÍA
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)



FOTO N° 1: Muestras de betarraga como hortaliza



FOTO N° 2: Mercado de Chancay



FOTO N° 3: Muestra de Betarraga (CRUDA)



FOTO N° 4: Muestra de Betarraga (COCIDA)



FOTO N° 5: Parte del espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito.

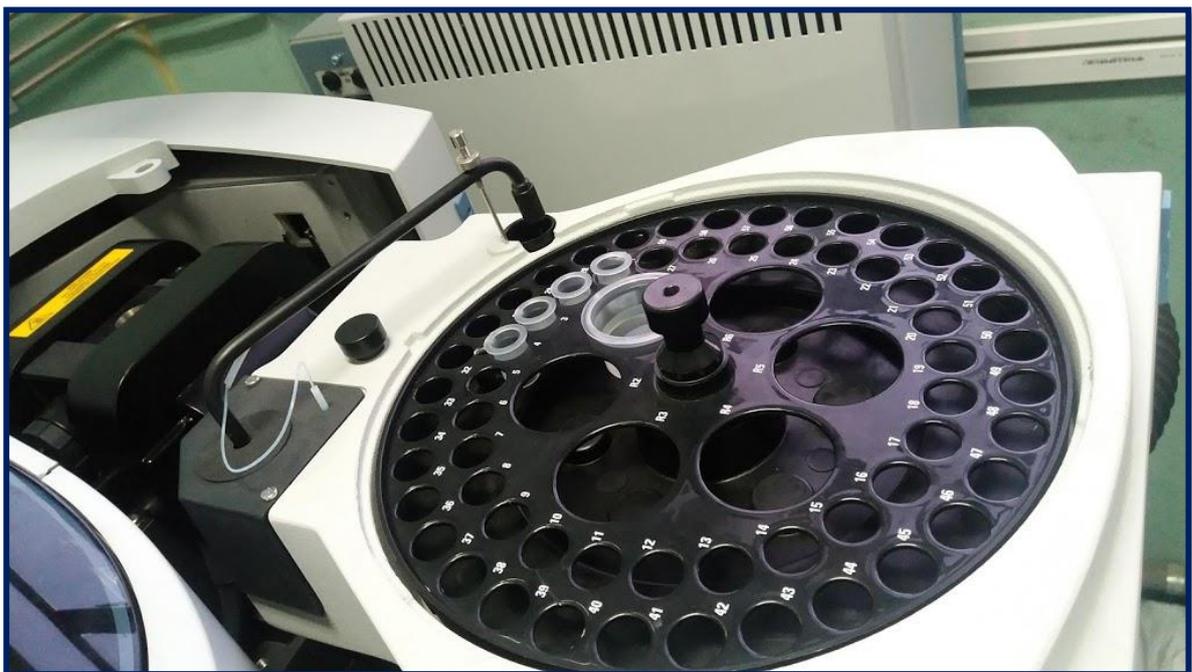


FOTO N° 6: Parte del espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito.