

**UNIVERSIDAD INCA
GARCILASO DE LA VEGA**



**FACULTAD DE CIENCIAS
FARMACÉUTICAS
Y BIOQUÍMICA**

**“CUANTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y
CADMIO EN QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA WILD*)
EXPENDIDA EN LIMA METROPOLITANA COMPARADA CON LOS
PARAMETROS ESTABLECIDOS POR LA UNION EUROPEA Y
MERCOSUR”**

**Tesis para optar al Título Profesional de Químico
Farmacéutico y Bioquímico**

TESISTA:

PATRICIA MARIBEL LAVADO ORDOÑEZ

ASESOR:

Mg. HENRY SAM MONTELLANOS CABRERA

**LIMA – PERÚ
2017**

TÍTULO:

**“CUANTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y
CADMIO EN QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA WILD*)
EXPENDIDA EN LIMA METROPOLITANA COMPARADA CON LOS
PARAMETROS ESTABLECIDOS POR LA UNION EUROPEA Y
MERCOSUR”**

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la fortaleza y sabiduría necesaria en cada momento para lograr la realización de éste trabajo tan importante, muchas gracias por todas tus bendiciones recibidas día a día.

Mi madre Isabel Ordoñez por su amor y apoyo moral, fortaleza y ejemplo para seguir adelante a pesar de las adversidades, por los sacrificios y sobre todo por siempre estar a mi lado en las buenas y malas.

A mis hermanas Katherine, Mery Lavado Ordoñez por su admiración, apoyo, cariño y ánimos para seguir adelante.

A mi hija Mia por ser el motivo y fuerza que impulsa mi vida.

A mi esposo Darwing Saldarriaga por su amor y darme confianza, brindarme su apoyo, por los sacrificios y sobre todo por siempre estar a mi lado en las buenas y malas.

Patricia Lavado

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater que me cobijo en los años de vida académica.

A los docentes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica por todo su apoyo incondicional, paciencia y dedicación para poder llevar a cabo la realización de este trabajo tan importante.

Al Laboratorio Cetox por su apoyo en la investigación.

Patricia Lavado

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	
Agradecimiento	
Índice de Tablas	
Índice de Figuras	
Índice de Anexos	
Resumen	
Abstract	
	Página
Introducción.....	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	3
1.2 Identificación y formulación del problema.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3 Objetivos de la investigación.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación y viabilidad de la investigación.....	6
1.5 Limitación de la investigación.....	7
CAPITULO II. MARCO TEORICO	8
2.1 Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	9
2.2 Bases teóricas.....	14
2.2.1 Quinoa (<i>Chenopodium quinoa Wild</i>).....	14
2.2.1.1 Aspectos generales.....	14
2.2.1.2 Variedades de quinoa.....	16
2.2.1.3 Requerimiento de cultivo.....	17
2.2.1.4 Importancia nutricional.....	19
2.2.2 Metales Pesados.....	19
2.2.2.1 Plomo.....	20
2.2.2.2 Cadmio.....	25
2.2.3 Unión Europea.....	28

2.2.4 Mercosur	29
2.3 Bases legales	30
2.3.1 Normas nacionales	30
2.3.2 Normas internacionales	30
2.4 Formulación de hipótesis.....	31
2.4.1 Hipótesis general	31
2.4.2 Hipótesis específicas	31
2.5 Operacionalización de variables e indicadores	31
2.6 Definición de conceptos básicos	32
CAPÍTULO III. METODOLOGIA	34
3.1 Tipo y nivel de investigación.....	34
3.2 Diseño de la investigación.....	34
3.3 Población y muestra de la investigación.....	34
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.4.1 Técnica operatoria.....	35
3.4.2 Instrumentos.....	35
3.4.2.1 Espectrómetro de absorción atómica por horno de grafito (GFAAS)	35
3.4.2.2 Ficha de recolección de muestras	36
3.5 Equipos, materiales y reactivos	36
3.6 Procedimiento experimental	37
3.7 Técnicas para el procesamiento de datos	38
CAPÍTULO IV. PRESENTACION Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	39
4.1 Procesamiento de datos – resultados	39
4.2 Prueba de hipótesis.....	48
4.3 Discusión de resultados	50
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
5.1 Conclusiones.....	52
5.2 Recomendaciones.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01	Clasificación taxonómica de la quinua	16
Tabla N° 02	Lista de variedades de quinua del Perú	17
Tabla N° 03	Valores máximos permisibles de concentración de metales pesados en cereales	31
Tabla N° 04	Resultados de plomo y cadmio en muestras de quinua comercializadas en mercados de Lima Metropolitana	39
Tabla N° 05	Datos estadísticos de los valores de plomo y cadmio hallados en quinua comercializadas en mercados de Lima Metropolitana	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01	Variedad INIA 420 Negra Collana (Altiplano)	14
Figura N° 02	Variedad Huancayo (Valle del Mantaro)	15
Figura N° 03	Determinación cuantitativa de plomo en quinua expendida en mercados de Lima Metropolitana	41
Figura N° 04	Determinación del porcentaje de quinua expendida en mercados de Lima Metropolitana que superan el límite máximo de Plomo establecido por la Unión Europea y MERCOSUR	42
Figura N° 05	Determinación cuantitativa de cadmio en quinua expendida en mercados de Lima Metropolitana	43
Figura N° 06	Determinación de porcentaje de quinua expendida en mercados de Lima Metropolitana que superan el límite máximo de cadmio establecido por la Unión Europea y MERCOSUR	44
Figura N° 07	Determinación de grado de correlación entre los niveles de liberación de plomo y cadmio en quinua comercializada en mercados de Lima Metropolitana	45
Figura N° 08	Comparación del valor promedio de plomo hallado en las muestras de quinua Vs. límite máximo de plomo establecido por la Unión Europea y MERCOSUR	46
Figura N° 09	Comparación del valor promedio de cadmio hallado en las muestras de quinua vs límite máximo de cadmio establecido por la Unión Europea y MERCOSUR.	47
Figura N° 10	Toma de muestra en súper mercado de quinua envasada	65
Figura N° 11	Toma de muestra en súper mercado de quinua envasada	66
Figura N° 12	Toma de muestra de quinua blanca a granel	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1	Matriz de Consistencia	61
Anexo N° 2	Certificado de Análisis experimental	62
Anexo N° 3	Constancia de participación en el proceso experimental Laboratório CETOX SAC	64
Anexo N° 4	Testimonios fotográficos	65

RESUMEN

El objetivo del estudio es dar a conocer la concentración de plomo y cadmio en la quinua (*Chenopodium quinoa Wild*) comercializada en los diferentes mercados de Lima Metropolitana, en el departamento de Lima. Para lo cual se realizó la recolección de las muestras de diferentes variedades de quinua comercializadas en diferentes puntos de venta de la ciudad, obteniendo un total de 10 muestras, los análisis se realizaron mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica por horno de Grafito para determinar la concentración de dichos metales. Como resultados de la investigación se encontró que el nivel promedio de plomo hallado es de 0.22 mg/Kg, mientras que para el cadmio es de 0.11 mg/Kg, los valores determinados en las muestras fueron comparados con el nivel máximo permisible según la Unión Europea y Mercosur, donde ambos valores superan los límites de concentración establecidos para cereales en la que plomo no debe exceder de 0.2 mg/Kg y cadmio 0.1 mg/Kg. Así mismo mediante el coeficiente de correlación de Pearson se determinó que existe una mediana correlación entre los dos metales analizados con un coeficiente de 0.473664175. Finalmente luego del análisis de resultados se concluye que un 50% de las muestras analizadas superan el valor máximo permisible.

Palabras clave: Quíinoa, plomo, cadmio, cereal, espectrofotometría, absorción atómica, Unión Europea, MERCOSUR

ABSTRACT

The purpose of the study was to give knowledge about the concentration of lead and cadmium in quinoa (*Chenopodium quinoa*) marketed in the different markets of Lima Metropolitan, in the department of Lima. The samples were collected from different varieties of quinoa marketed at different points of sale in the city, obtaining a total of 10 samples. The analyzes were carried out using the atomic absorption spectrophotometry method by graphite kiln to determine the concentration of the metals. As results of the investigation it was found that the average level of Lead found is 0.22 mg / kg, while for Cadmium it is 0.11 mg / kg, the values determined in the samples were compared with the maximum permissible level according to the European Union and Mercosur where both values exceed the established concentration limits for cereals in which Lead must not exceed 0.2 mg / kg and Cadmium 0.1 mg / kg Also by means of the coefficient of correlation of Pearson was determined that exists a median correlation between the two metals analyzed with a coefficient of 0.473664175. Finally, after the analysis of results, it is concluded that 50% of the analyzed samples exceed the maximum permissible value.

Key words: Quinoa, lead, cadmium, cereal, spectrophotometry, atomic absorption, European Union, MERCOSUR.

INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio propuesto se orienta en la necesidad de dar a conocer cuál es la concentración de plomo y cadmio presente en la quinua expendida en diferentes puntos de Lima Metropolitana ya que en la actualidad se sabe que los metales pesados pueden llegar a contaminar los alimentos ya sea por medio de las plantaciones de los productos agrícolas, por el agua que se emplea en su regadío, por sembrar en tierras contaminadas o por el proceso de fabricación al que son sometidos. Es así, que la Quinua puede llegar a contener cantidades elevadas de metales pesados los cuales son conocidos por su elevada toxicidad y por sus efectos a nivel del sistema Nervioso, Gastrointestinal y Renal.

En razón de tener un control en la concentración de sustancias tóxicas en los alimentos, las entidades reguladoras con la finalidad de proteger la salud de la población y los consumidores establecen los niveles máximos permisibles para determinados contaminantes. El Perú, segundo país exportador de quinua, debe cumplir con las normas fitosanitarias que establecen los países que nos compran este cereal. Es por ello que en el Perú, existen Normas Técnicas Peruanas para el cultivo de la Quinua NTP 205.062:2009 y parámetros establecidos de acuerdo al Index Alimentarium y normas que emite el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Así mismo, la Unión Europea y Mercosur establecen los valores máximos permisibles para el Plomo y Cadmio en cereales.

Las consecuencias de consumir alimentos contaminados son diversas, metales pesados como plomo y cadmio pueden causar por ejemplo alteraciones en el sistema nervioso y anemias en la población por lo tanto el siguiente estudio se sustenta en la siguiente interrogante ¿La concentración de Plomo y Cadmio en la Quinua (*Chenopodium quinoa*) expendida en Lima Metropolitana exceden los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR.

En este contexto el desarrollo de la temática tiene la siguiente estructura:

En el *Primer Capítulo*, se expone el planteamiento del problema, con una descripción de la realidad problemática, se identifica y se formula el problema general y específico, objetivo general y específico, justificación y viabilidad de la investigación y se plantea las limitaciones de la investigación.

En el *Segundo Capítulo*, se describen los antecedentes de la investigación, las bases legales y las bases teóricas sobre la quinua y los metales pesados que son materia de análisis de la presente investigación como el plomo y el cadmio. Se formula la hipótesis general y las específicas, se plantea la operacionalización de variables e indicadores y se hace la definición de términos básicos

En el *Tercer Capítulo*, se plantean los aspectos metodológicos, haciendo referencia al tipo y nivel de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, así como de las técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos.

En el *Cuarto Capítulo*, se hace la presentación y el análisis de los resultados hallados.

Y finalmente en el *Quinto Capítulo*, se plantean las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La cadena productiva de quinua, en los últimos cinco años ha tenido un crecimiento sustancial en producción y exportación, con una rentabilidad competitiva mayor que otros cultivos tradicionales de la sierra. Este crecimiento, ha generado siembras extensivas en la sierra y siembras intensivas y extensivas en costa, empleado tecnologías y herramientas que en algunas zonas (sobre todo en costa) han ocasionado el descuido de determinados estándares de calidad en cuanto al uso de plaguicidas ⁽¹⁾ el tipo de tierra en los que se cultivan, la calidad del agua con que riega y la cercanía de los sembríos de quinua a lugares de alta contaminación minera.

La industrialización de las actividades humanas provoca la contaminación del medio ambiente con productos químicos que resulta en la contaminación de las producciones agrícolas. Por lo tanto, se requiere un control estricto de los productos agrícolas para proteger la contaminación de la quinua con metales pesados, ya que es uno de los cultivos del mundo de los alimentos que más se consume.⁽²⁾

Los metales pesados como el plomo y el cadmio, tienen efectos perjudiciales para la salud humana y es por ello, que la presencia de estos elementos en la quinua puede ser muy dañina, si este producto en su composición presenta niveles altos de estos metales pesados. La exposición ambiental al plomo es un problema de salud pública a escala mundial. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud ha sido motivo de complicaciones, sobre

todo por la exposición crónica, y se estima que es la causa de 143 000 muertes cada año. El concepto de intoxicación por plomo (saturnismo, plumbosis o plumbemia) se define con base en la evidencia científica de los efectos tóxicos del plomo en concentraciones de 10 µg/dL o más en adultos y de 5 µg/dL o más en niños; puede originar afectación renal y ósea, convulsiones, edema cerebral y finalmente la muerte. Se ha reportado que en niños y adultos, tras la exposición crónica, promueve una disminución del coeficiente intelectual (IQ), hiperactividad y conducta antisocial. El plomo no tiene ninguna función conocida en el cuerpo humano pero puede competir con el metabolismo del calcio y del hierro.⁽³⁾

En esta orientación la investigación tiene como propósito alertar a la población de los efectos tóxicos del plomo y cadmio los cuales se manifiestan especialmente en los huesos y riñones y las personas que tienen bajas reservas de hierro son particularmente vulnerables a estos efectos adversos. Es de interés informar y hacer notar los efectos provocados por los metales pesados se ubican entre los más peligrosos, según la Agencia Estadounidense para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades.

La descripción de la realidad problemática señalada anteriormente evidencia la importancia de resaltar que no existen reglas sobre el control de cadmio en los artículos de uso diario y también el hecho de que ninguna organización internacional se pone de acuerdo en la cantidad de cadmio exacta que provocaría daños a la salud a corto o largo plazo. A falta de reglas nacionales formales, otros países, como Estados Unidos, han procedido a imponer sus propios límites a la cantidad de cadmio en la bisutería infantil ⁽⁴⁾ y esta situación se puede agravar si no hay un seguimiento y control adecuado a los productores y comercializadores de este cereal andino.

El propósito del estudio es proveer una guía de información sobre las concentraciones excesivas de metales pesados en alimentos de consumo humano como es el caso de la quinua, el cual hoy es un hecho ineludible, por

los avances de la contaminación de los suelos y del agua. Un hecho que puede afectar la salud de los consumidores, si no se toman las medidas respectivas.

1.2 Identificación y formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿La concentración de plomo y cadmio en la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) expendida en Lima Metropolitana exceden los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿La concentración de plomo en la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR?
- ¿La concentración de cadmio de la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR?
- ¿En qué medida se relacionan los niveles de plomo y cadmio según las variedades de quinua expendida en Lima Metropolitana?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Determinar si la concentración de plomo y cadmio en la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar si la concentración de plomo en la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) expendida en Lima Metropolitana excede los límites

máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR.

- Determinar la concentración de cadmio de la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR.
- Evaluar si existe correlación entre la concentración de plomo y cadmio según las variedades de quinua expendida en Lima Metropolitana.

1.4 Justificación y viabilidad de la investigación

Teóricamente el estudio se justifica ya que sus resultados darán un aporte en el conocimiento científico existente con respecto a las excesivas concentraciones de metales pesados en el suelo los cuales impactan en la calidad de los alimentos, la seguridad de la producción de cultivos y la salud debido a que éstos se mueven a través de la cadena alimenticia tanto vía consumo de plantas como por el consumo de animales que fueron alimentados con éstos productos.

Este estudio tiene utilidad porque a partir de los resultados que se encuentren otros investigadores podrán seguir estudiando los metales pesados los cuales son bioacumulados en los suelos y alimentos, sabemos que estos se reducen lentamente mediante la lixiviación, el consumo por las plantas, la erosión y la deflación.⁽⁵⁾ ya que estudios manifiestan que los metales pesados tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles al consumo para las raíces de los cultivos.⁽⁶⁾ Las plantas cultivadas en suelos contaminados absorben más oligoelementos y la concentración de estos en los tejidos vegetales está a menudo directamente relacionada con su abundancia en los suelos, especialmente en la solución húmeda que adsorbe la planta.⁽⁷⁾

Metodológicamente este estudio y las pruebas experimentales que conciernen se realizaron mediante el método analítico de espectrofotometría de Absorción Atómica para determinar la presencia de metales pesados como el plomo y

cadmio en la quinua expendidas en Lima metropolitana. Los resultados hallados serán comparados con los parámetros establecidos en la Unión Europea y MERCOSUR; así como también evaluar si existe riesgo para la población que consume este producto. A su vez la importancia radica en que se tomen las medidas necesarias para prevenir y reducir la contaminación por estos metales con el fin de proteger la salud del ser humano.

Finalmente el análisis toxicológico realizado dará evidencia científica que permitirá conocer el estado actual de los tóxicos presentes en este cereal y de ser el caso de encontrar valores de concentración por encima de los valores permisibles, las autoridades competentes empiecen a implementar políticas y medidas o programas de prevención para salvaguardar la salud y calidad de vida de los consumidores.

1.5 Limitaciones de la investigación

- a) La investigación se limita a informar aspectos tales como la concentración de plomo y cadmio en quinua.
- b) La investigación solo se limita a ser realizada en Lima Metropolitana
- c) El presupuesto se limita solo a un estudio de 10 muestras usando la espectrofotometría de absorción atómica
- d) El investigador puede participar de la preparación y digestión de la muestra mas no puede manipular el equipo de absorción atómica según indicación del laboratorio contratado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Fueres C. (2016) realizaron un estudio denominado “Determinación de la presencia de plomo y cadmio en dos hortalizas lechuga (*Lactuca sativa*) y zanahoria (*Daucus carota*) en el Quinche- Ecuador”. El objetivo de esta investigación fue determinar la presencia de plomo y cadmio en lechuga y zanahoria mediante espectrofotometría de absorción atómica con llama de aire-acetileno; 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; estos resultados se deben a los insumos suministrados al cultivo durante el ciclo de producción.⁽⁸⁾

Olivares S. (2013) realizó un estudio para determinar los niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la Habana, Cuba. En este trabajo se reportan los niveles de Cu, Pb, Cd y Zn en suelos y hortalizas cultivadas de una zona altamente urbanizada de la ciudad de La Habana. Se estudiaron 17 fincas dedicadas a la agricultura urbana en un área de dos kilómetros alrededor del vertedero de “Calle 100” durante los años 2006 y 2007. Se tomaron muestras de suelo y de

todas las hortalizas listas para cosechar. Los niveles de los metales pesados en los suelos de cultivo variaron en los siguientes rangos: Cd (0.24-2.1 mg/kg), Cu (38.4-81.3 mg/kg), Pb (18.1-138.5 mg/kg) y Zn (44.1-294.7 mg/kg). Para Zn y Pb, los suelos de algunas fincas (un 35 y 52% respectivamente) superaron los rangos en que estos metales se encuentran en los suelos agrícolas cubanos. Para el Pb, el 23% de los suelos superaron los niveles considerados como fitotóxicos y límites en algunas normas internacionales. El 12.5% de las muestras de hortalizas colectadas sobrepasaron los límites máximos permisibles de este contaminante en los alimentos destinados al consumo humano establecidos por la norma cubana. Los resultados indican la necesidad de tener una estricta vigilancia de los cultivos hortícolas de la zona.⁽⁹⁾

2.1.2 Antecedentes nacionales

Crisanto S. (2016) realizó una investigación para determinar los "Efectos toxicológicos por metales pesados en los seres vivos". El objetivo de esta investigación es dar a conocer las respuestas o efectos tóxicos que causan los metales pesados en los seres vivos debido a la toxicidad de dichos agentes derivando ello en el estudio de la toxicología. La investigación, recopila información mediante revisiones bibliográficas de libros, revistas científicas, páginas de internet, tesis para dar a conocer aspectos relacionados a los efectos toxicológicos de los metales pesados en los seres vivos. Concluyendo que el problema de la contaminación y el estudio del efecto tóxico de los metales pesados desde un punto de vista racional y real, actualmente no podría ser eliminado del todo, ni tampoco evitar que se genere nueva contaminación. Es fundamental estudiar más a fondo los problemas derivados de los tóxicos, producto de los componentes químicos que se generan de la actividad natural o de la actuación de los seres humanos sin descuidar el control de metales y sustancias inorgánicas tóxicas, es necesario promover tanto mayor demanda de este tipo de análisis y a la vez un mayor desarrollo de la capacidad de análisis de compuestos orgánicos.⁽¹⁰⁾

Torres, S. (2016) realizó una investigación sobre Impacto de cambio climático en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa* Will.) en el departamento de Puno. En el presente estudio se realizó un análisis del impacto de cambio climático en los cultivos de papa y quinua para el departamento de Puno, teniendo en cuenta las variables meteorológicas determinantes en su desarrollo, como la temperatura y la precipitación. Primeramente se procesó la información meteorológica de las cuencas de Huancané y Coata del departamento de Puno para los periodos 1967-2006 y 1956- 2009 respectivamente y sobre ello se utilizaron las anomalías para las variables climáticas de temperatura y precipitación al futuro 2071-2100, de los escenarios regionalizados ETA CCS y el HadRM3, bajo los escenarios climáticos A2 y B2, desarrollados por Sanabria J, et al. 2009 para el Altiplano peruano. Seguidamente se utilizó el modelo de riego de cultivo CROPWAT 8.0 para estimar los requerimientos futuros de riego del cultivo de papa para la localidad de Huancané y del cultivo de quinua para la localidad de Juliaca, de esta manera se logró determinar el impacto de cambio climático en dichos cultivos, sobre las variaciones del requerimiento de riego y variaciones en las variables meteorológicas. Los resultados indican que se espera un efecto negativo en el futuro cercano futuro 2071 - 2100, lo que se traduce en mayores demandas de agua y requerimiento de riego durante las campaña agrícolas para el cultivo de papa y de quinua las localidades de Huancané y Juliaca respectivamente, 535 l/m² y 486 l/m², respectivamente. En cuanto al cultivo de papa éste se vería medianamente afectado, más que la quinua, por su susceptibilidad al cambio climático, por las condiciones locales y climáticas de la zona de Huancané y finalmente porque se prevé disminuciones en las precipitaciones. Asimismo los resultados indican en cuanto a las temperaturas que los valores de las proyecciones de las temperaturas máximas y mínimas al futuro no sobrepasan las temperaturas críticas del cultivo de papa y quinua, por lo que no se prevé mayor impacto negativo. ⁽¹¹⁾

Rosas G. (2015) realizó una investigación sobre “Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Bajo dos sistemas de

cultivo en La Unión-Leticia Tarma”. Los objetivos del trabajo estuvieron dirigidos en estudiar los efectos de estos sistemas de cultivo en el crecimiento y desarrollo de las plantas de cada variedad, en la calidad de grano final y en el aspecto económico. Utilizando el diseño estadístico de bloques completos al azar se estableció dos ensayos que correspondieron a los sistemas de cultivo, denominados tradicional y de tecnología media, siendo las diez variedades de quinua los tratamientos que se cultivaron bajo tres repeticiones. Los sistemas de cultivo difirieron en la forma de preparación del suelo, nivel de fertilización y densidad de plantas. Las variables establecidas en la investigación fueron: rendimiento de grano, altura de planta, tamaño de panoja, peso de 1000 granos y porcentaje de proteínas. Asimismo, se evaluaron los días a la floración, la granulometría, el aspecto sanitario y la rentabilidad del cultivo. Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el análisis de variancia y la prueba de medias Tukey. El sistema de tecnología media fue superior al sistema tradicional, obteniéndose mayores rendimientos, calidad de grano y rentabilidad. Las variedades de quinua: Amarilla de Maranganí, Blanca de Hualhuas, INIA-Altiplano e Illpa-INIA sobresalieron con respecto a las demás, al alcanzar mayores rendimientos, mayor tamaño de grano; mayor contenido proteico de grano y mayor rentabilidad ⁽¹²⁾

Larrazábal B. et al (2015) realizaron una investigación sobre “Determinación de arsénico y cadmio en aguas del río Rímac y habas cultivadas en el distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima”. Se determinó el grado de contaminación de arsénico (As) y cadmio (Cd) en muestras de aguas de río y habas anchas por tratarse de una zona minera que puede afectar la salud de la población. Para llevar a cabo este estudio se tomó 14 muestras de agua (7 muestras para arsénico y 7 muestras para cadmio) y 16 muestras de habas anchas (8 muestras para arsénico y 8 muestras para cadmio). La concentración media de arsénico en aguas del río Rímac (= 18,35 ppb) del distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima no supera los límites máximos permisibles establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad de Agua (ECA) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (50 ppb). La

concentración media de cadmio en aguas de río Rímac del distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima no fue calculada debido a que los valores no fueron detectados por la sensibilidad del equipo (4 ppb). El promedio de concentración de arsénico en habas anchas irrigadas con aguas del río Rímac del distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima no fue calculado debido a que los valores no fueron detectados por la sensibilidad del equipo (5 ppb). El promedio de concentración de cadmio en habas anchas irrigadas ($x = 49,45$ ppb) con aguas del río Rímac del distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima no supera el límite máximo permisible establecido por el Codex Alimentarius (100 ppb).⁽¹³⁾

La Subdirección de Inocuidad Agroalimentaria/DIAIA (2014) realizó un informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en granos de quinua (*Chenopodium quinoa*). Donde se muestra los resultados obtenidos del monitoreo de residuos químicos de plaguicidas, metales pesados, micotoxinas y contaminantes biológicos realizados en granos de quinua (*Chenopodium quinoa*), como alimento de origen vegetal de procesamiento primario, en las regiones de Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín, Lambayeque, La Libertad, Piura y Puno; zonas de mayor área sembrada de quinua a nivel nacional en los últimos años. Donde reportan los siguientes resultados de 50 muestras de quinua. De las 32 muestras no conformes, se registraron 21 muestras (65.68%) con presencia de metales pesados (Cadmio, Plomo y Arsénico); distribuyéndose en la región de la Costa norte y sur, el 47.62% (10 muestras) y en la región de la Sierra el 52.38% (11 muestras). Lambayeque y Piura registraron, la mayor presencia de metales pesados, en la primera región con 04 muestras con Pb y; Piura con 3 muestras con Cd y 01 muestra combinada con Cd, As y Pb; seguido de Arequipa con 02 muestras, una con Pb y As y la otra con Cd y Pb. En la Sierra, Junín reportó la mayor cantidad de muestras con metales pesados en 04 muestras; seguidos por Puno y Huancavelica con 2 muestras cada una con Pb; Cusco con 02 muestras con Cd y Pb y; Apurímac 01 muestra con Pb. El Plomo (Pb), es el metal pesado con mayor registro y su presencia se detectó en 16 de las 50

muestras evaluadas de granos de quinua, con mayor presencia en Lambayeque (04) y Junín (03); seguido por el Cadmio (Cd) en 09 muestras de las 50 evaluadas y, mayor presencia en Piura y Junín y; Arsénico (As) con 02 registros en muestras de Piura y Lambayeque. En Ayacucho, no se reportaron muestras de granos de quinua con presencia de metales pesados.⁽¹⁴⁾

Mayta J. et al (2010) realizaron una investigación sobre “Estudio y evaluación del contenido de plomo total en alimentos procesados en expansores tipo batch tradicionales y prototipo rediseñado”. Donde se comparó los valores de plomo con el nivel máximo (NM) del Codex Alimentarius para cereales (0.2 mg kg⁻¹). Los reportes de laboratorio indican que los cereales contienen valores menores a 0.1 mg kg⁻¹ de plomo total. Los alimentos expandidos procesados en expansores tipo batch comunes provenientes de las provincias de Yunguyo, El Collao, Puno, San Román, Huancané, Melgar y Cusco, contienen promedios de 2.59 mg kg⁻¹ para expandido de quinua, 3.07 mg kg⁻¹ para expandido de maíz, 6.02 mg kg⁻¹ para expandido de arroz y 2.82 mg kg⁻¹ para expandido de trigo. Los alimentos expandidos con el prototipo rediseñado tuvieron promedios de 0.15 mg kg⁻¹ para expandido de quinua; 0.48 mg kg⁻¹ para expandido de maíz; menor a 0.10 mg kg⁻¹ para expandido de arroz y 0.23 mg kg⁻¹ para expandido de trigo. Entre los cereales y alimentos expandidos con el prototipo rediseñado no difieren estadísticamente y están dentro del NM del Codex Alimentarius, sin embargo los alimentos expandidos procesados con expansores tipo batch comunes provenientes de provincias, superan ampliamente el NM. Los materiales y partes de contacto con los alimentos del prototipo rediseñado fueron: Teflón (tapa) y acero inoxidable calidad 304-2b (cámara) los que redujeron el contenido de plomo total en los alimentos expandidos.⁽¹⁵⁾

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)

2.2.1.1 Aspectos generales

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú. Esto fue corroborado por Gandarillas, quien indica que su área de dispersión geográfica es bastante amplia, no sólo por su importancia social y económica, sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de ecotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre.⁽¹⁶⁾



Figura N° 1: Variedad INIA 420 Negra Collana (Altiplano)

Los nombres comunes de la quinua son: kinua, quinua, parca, quiuna (idioma quechua); supha, jopa, jupha, jiura, aara, ccallapi y vocali (aymara); suba y pasca (chibcha); quingua (mapuche); quinoa, quinua dulce, dacha, dawé (araucana); jupa, jara, jupa lukhi, candonga, licsa, quiñoa. La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) se cultiva en todos los Andes, principalmente del Perú y Bolivia, desde hace más de 7.000 años

por culturas preincas e incas. Históricamente la quinua se ha cultivado desde el norte de Colombia hasta el sur de Chile desde el nivel del mar hasta los 4.000 m, pero su mejor producción se consigue en el rango de 2.500-3.800 m con una precipitación pluvial anual entre 250 y 500 mm y una temperatura media de 5-14 °C. En América Latina, Bolivia es el país con mayor exportación como quinua orgánica a USA y países europeos. La importancia de la quinua reside en la alta calidad como alimento, la utilización completa de la planta y su amplia adaptación a condiciones agroecológicas. Su utilización racional está orientada a rescatar el sistema tradicional del cultivo de quinua, que es el manejo ecológico de suelos, plagas y enfermedades con la perseverancia en el sistema tradicional de los agricultores de este cultivo. ⁽¹⁷⁾



Figura N° 2: Variedad Huancayo (Valle del Mantaro)

La quinua está considerada como el alimento más completo para la nutrición humana basada en proteínas de la mejor calidad en el reino vegetal por el balance ideal de sus aminoácidos esenciales, ácidos grasos como omega 3, 6 y 9, en forma equilibrada, vitaminas, y minerales como el calcio y el hierro. ⁽¹⁶⁾

Tabla N°1: Clasificación taxonómica de la quinua

Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Clase	Dicotiledoneas
Sub clase	Angiospermas
Súper-clase	Gnastostomata
Clase	Osteichthyes
Sección	Chenopodia
Orden	Centrospermales
Subsección	Cellulata
Familia	Chenopodiaceae
Especie	Chenopodium
Género	quinua Willdenow Chenopodium

2.2.1.2 Variedades de quinua

En el Perú, el INIA y algunas universidades publicaron catálogos de accesiones de quinua conservadas en sus bancos de germoplasma, de gran valor para fines académicos, investigación y generación de nuevas variedades. Sin embargo, siendo el Perú el segundo productor mundial de la quinua, existe escasa información de la caracterización agrobotánica, fenológica, reacción a factores bióticos y abióticos, así como valor nutricional de las variedades comerciales, que sean de utilidad para la orientación de agricultores y empresarios agrícolas, para elegir aquellas con mejor adaptación o respuesta a cada agroecosistema productivo y a la demanda del mercado. ⁽¹⁸⁾

Tabla N° 2: Lista de variedades de quinua del Perú

	Nombre de la variedad	Eflusion de saponina	Color de pericarpio	Color de episperma	Tamaño de grano	Zonas de producción
1	INIA 431-Altiplano	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano-costa
2	INIA 427 Amarilla sacada	Mucha	Amarillo	Blanco	Grande	Valles interandinos
3	INIA420 Negra Collana	Nada	Gris	Negro	Pequeño	Altiplano, valles interandinos, costa
4	INIA 415 – Pasankalla	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
5	Illpa INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
6	Salcedo INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
7	Quillahuaman INIA	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
8	Ayacuchana INIA	Regular	Crema	Blanco	Pequeño	Valles Interandinos
9	Amarilla Marangani	Mucha	Anaranjado	Blanco	Grande	Valles interandinos
10	Blanca de Juli	Poca	Crema	Blanco	pequeño	Altiplano
11	Blanca de Junín	Regular	Blanco	Crema	Mediano	Valles interandinos, costa
12	Cheweca	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
13	Huacariz	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
14	Hualhuas	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
15	Huancayo	Regular	Crema	Crema	mediano	Valles interandinos
16	Kankolla	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
17	Mantaro	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
18	Rosada de Junín	Regular	Crema	Blanco	Pequeño	Valles interandinos
19	Rosada Taraco	Mucha	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
20	Rosada de Yanamango	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos

Referencia: Universidad Agraria La Molina 2016). Impacto de cambio climático en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) y quinua (Chenopodium quinoa Will.)

2.2.1.3 Requerimiento de cultivo

Las condiciones climáticas y el suelo tienen influencias muy marcadas en la producción y productividad de la quinua. El clima está determinado por una serie de factores tales como altitud, precipitación, temperatura, latitud, vientos, iluminación, etc. Dado a su cultivo en zonas marginales de los andes altos, la quinua se enfrenta con altos riesgos ambientales como heladas, sequías prolongadas, granizo, vientos fuertes, suelos pobres y ácidos⁽¹⁸⁾

Suelo.- En lo referente al suelo la quinua prefiere de un suelo franco arenoso a franco arcilloso, con buen drenaje, con pendientes moderadas, con profundidad promedia y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta depende de los nutrientes aplicados al cultivo anterior que es generalmente papa. La quinua se adapta bien a diferentes tipos de suelos.

PH.- La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo de 6.5- 8.5, y con 12 mhos/cm. de C.E.⁽¹⁹⁾

Agua.- En cuanto a la precipitación: - Optimo: 300 – 500 mm - Máximo: 600 – 800 mm En cuanto al agua, la quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar a los déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo en años más o menos seco de 300 – 500 mm de agua, pero sin heladas se obtiene buena producción.⁽¹⁹⁾

Temperatura.- La temperatura óptima para la quinua esta alrededor de 8–15 °C, puede soportar hasta –4°C, en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano. La temperatura está determinada por la altura, la inclinación y exposición del campo y por la densidad del cultivo. La única posibilidad del productor de influir sobre la temperatura es mediante la selección de un campo bien ubicado y de la densidad de la siembra. Para una germinación aceptable la temperatura mínima para la quinua es de 5° C. Temperaturas mayores a 15 oC, causan pérdidas por respiración, traen el riesgo de ataques de insectos (sí las condiciones son secas) u hongos (sí las condiciones son húmedas). La presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas forzar la formación de la panoja y su maduración, lo que repercute en bajos rendimientos.⁽¹⁹⁾

2.2.1.4 Importancia nutricional

La mayor importancia de la quinua radica en el contenido de aminoácidos que conforman su proteína (Lisina y Metionina), no siendo excepcionalmente alta en proteínas, aunque supera en este nutriente a otros cereales. Las leguminosas presentan mayor contenido de proteínas, pero de baja calidad. Siendo la quinua un grano de alto valor biológico.

Los valores nutricionales en 100gr. de granos de quinua, fluctúan en:

Humedad 10.2% a 12%

Proteínas 12.5% a 14%

Grasas 5.1% a 6.4%

Cenizas 3.3% a 3.4%

Carbohidratos 59.7% a 67.6%

Fibra 3.1% a 4.1%

El grano de quinua además es rico en fósforo y calcio. Los valores nutricionales del grano de quinua, están en función a la variedad. Asimismo, el grano de quinua en el pericarpio contiene un glucósido de sabor amargo llamado saponina, el mismo que se encuentra en un rango de 0.015% en variedades dulces a 0.178% en variedades amargas.⁽²⁰⁾

2.2.2 Metales pesados

Los metales son componentes naturales de la corteza terrestre. Tienen un papel importante en los organismos al ser parte fundamental de sus funciones bioquímicas y fisiológicas.⁽²¹⁾ Algunos son oligoelementos imprescindibles para el mantenimiento de los sistemas bioquímicos de los seres vivos, como por ejemplo, el cobre, el manganeso o el zinc, que son esenciales en el metabolismo de los mamíferos. Los metales pesados de mayor riesgo para la salud son el cadmio, mercurio, plomo, arsénico.

Los metales pueden actuar también como potentes tóxicos, tanto para los seres humanos como para los ecosistemas, según cuáles sean sus vías de exposición, la dosis absorbida, la naturaleza química del metal. Todos ellos, y siempre en función de los niveles a los cuales se detecten, pueden llegar a ser tóxicos, y algunos incluso cancerígenos.⁽²²⁾

2.2.2.1 Plomo

Características físico-químicas

El plomo (Pb) es un metal pesado de color blanco azulado, con tendencia al gris plateado, de alta densidad (11.35 g/cm^3). En estado puro es blando y maleable, poco dúctil y mal conductor de la electricidad. Como muchos metales, en ambientes húmedos se recubre de una capa de óxido. Su número atómico es 207.2, su punto de fusión es $327.4 \text{ }^\circ\text{C}$ y el de ebullición es $1740 \text{ }^\circ\text{C}$.⁽²³⁾

El plomo es insoluble en agua, resistente a la acción del ácido sulfúrico. Se disuelve lentamente en soluciones de agua acidificada con ácidos débiles. Es soluble en agua acidificada con ácido nítrico. Soluble en ácido nítrico y en soluciones del mismo ácido, dando lugar a sales solubles. Produce humos (vapores) metálicos a partir de $500 \text{ }^\circ\text{C}$, estos humos son tóxicos y penetran a los alvéolos. El mineral más común es el sulfuro (la galena), los otros minerales de importancia comercial son el carbonato (cerusita) y el sulfato (anglesita) que son mucho más raros. También se encuentra plomo en varios minerales de uranio y de torio, ya que proviene directamente de la desintegración radiactiva (decaimiento radiactivo). Los minerales comerciales pueden contener poco plomo (alrededor del 3%), pero lo más común es un contenido de poco más o menos el 10%. Los minerales se concentran hasta alcanzar un contenido de plomo de 40% o más antes de fundirse.⁽²³⁾

Usos Industriales

El plomo, puede aparecer en elevadas cantidades en los alimentos, asociado por ejemplo al empleo de componentes galvanizados (los materiales elaborados a base de zinc pueden contener plomo), de tal manera que las soldaduras de un envase pueden llegar a presentar hasta 3 mg de este elemento por kg, liberándose hacia los alimentos especialmente en medios ácidos. A esta posible fuente de contaminación generada durante el procesado, conviene añadir la procedente directamente de los niveles medioambientales de este metal, con lo cual puede ser fácilmente absorbido y retenido por los animales y plantas, pudiendo llegar a constituir una importante fuente de contaminación de los alimentos. En este sentido el plomo ha sido y es empleado por el ser humano en multitud de productos y fines, industriales o no, cuya importancia toxicológica es evidente. Es por ello que la WHO/FAO ha establecido provisionalmente como nivel de ingesta semanal tolerable para este metal la cantidad de 25 µg/kg de peso corporal.⁽²⁴⁾

La ductilidad única del plomo lo hace particularmente apropiado para esta aplicación, porque puede estirarse para formar un forro continuo alrededor de conductores eléctricos internos. El 40% se usa en forma metálica, el 25% en aleaciones y el 35% en compuestos químicos. El uso del plomo en pigmentos ha sido muy importante, pero está decreciendo en volumen. El pigmento que se utiliza más, en que interviene este elemento, es el blanco de plomo $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$; otros pigmentos importantes son el sulfato básico de plomo y los cromatos de plomo.⁽²⁵⁾ Se utilizan una gran variedad de compuestos de plomo, como los silicatos, los carbonatos y sales de ácidos orgánicos, como estabilizadores contra el calor y la luz para los plásticos de cloruro de polivinilo. Se usan silicatos de plomo para la fabricación de fritas de vidrio y de cerámica, las que resultan útiles para introducir plomo en los acabados del vidrio y de la cerámica. El Azuro de plomo, $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$, es el detonador estándar para los explosivos. Los Arsenatos de plomo se

emplean en grandes cantidades como insecticidas para la protección de los cultivos. El litargirio (óxido de plomo) se emplea mucho para mejorar las propiedades magnéticas de los imanes de cerámica de ferrita de bario. c.⁽²⁵⁾

Plomo y situación Actual

Aunque la toxicidad del Plomo es bien conocida, el Plomo puede ser un mineral vestigio esencial. Con los años, el reconocimiento de la naturaleza grave de la intoxicación por Plomo en niños ha hecho que la OMS y la Food and Drug Administration (F.D.A.) ajusten la ingestión total tolerable recomendable de plomo provenientes de todas las fuentes hasta el límite de 6 a 18 $\mu\text{g}/\text{día}$ como límite tolerable para la ingestión de plomo en un niño de 10 años.⁽²⁶⁾

El Perú es el primer productor de plomo en América Latina y cuarto a nivel mundial. Es un metal pesado, no biodegradable y altamente tóxico que contamina todo el ambiente, pero en especial los centros urbanos. A nivel mundial se ha incrementado 2000 veces las emisiones atmosféricas de plomo en relación a la época romana y sus antecesores, donde el plomo ya se extraía de las minas. Consecuentemente, tenemos cargas corporales totales de 100 a 1000 veces con respecto a las que tuvieron nuestros ancestros precolombinos. El impacto económico de manejar el plomo como un problema de salud pública es mayor de lo que el mundo puede sobrellevar. Existen repercusiones políticas y consideraciones humanas inherentes en cualquier intento para controlar el uso del plomo; por lo tanto el plomo es y seguirá siendo un serio problema para la salud pública aunque se tomen las medidas extremas para controlar su uso en general. En la actualidad el plomo se extrae en cantidades siempre en aumento siendo Australia y EUA los líderes mundiales en la producción de plomo; Rusia, China, Canadá y Perú 7 son grandes mineros del plomo en su estado natural.

La actual producción de plomo es cerca de 3.4 millones de toneladas métricas por año y la liberación actual al ambiente es de cerca de 1.6 millones de toneladas métricas por año; por lo tanto cerca de los 300 millones de toneladas métricas del plomo que se ha extraído de la tierra, se ha liberado como contaminación y está disponible para exposición humana.⁽²⁷⁾

Fuentes de contaminación de plomo

El plomo en su forma natural tiene poca importancia como fuente de contaminación ambiental. Al contrario, con el crecimiento de las actividades industriales, las fuentes contaminantes del medio con éste y otros metales han aumentado considerablemente. El más alto nivel de exposición ocurre principalmente entre la gente que trabaja en fundiciones de plomo. Los procesos implicados en el refinamiento llevan como resultado la generación de humos del metal y la deposición del polvo de óxido de plomo en el ambiente ocupacional de los trabajadores.⁽²⁸⁾

Fuentes naturales

El plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre en un promedio de 16mg/kg. Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre, a partir de la galena (PbS), la cerusita (PbCO₃) y la anglesita (PbSO₄). El metal se produce primariamente por fundición del mineral. Los principales yacimientos de plomo se encuentran en Australia, Canadá, Estados Unidos de América y la Ex Unión Soviética. En América Latina los más importantes productores son: Perú y México. La tendencia al incremento en la producción y al consumo de plomo en América Latina ha aumentado el riesgo de exposición y de daños en la salud de la población.⁽²⁹⁾ El aire, el agua y los suelos son depósitos naturales de plomo. La presencia de plomo natural en éstos se debe a la erosión de los suelos y a la actividad volcánica y son lavados en arroyos y a la larga se depositan con los sedimentos en los ríos, lagos y

océanos. Otra fuente importante de plomo en la atmósfera, es el plomo depositado de las expulsiones de la lava meteórica, todas estas cantidades de plomo se consideran como fuentes naturales de este metal ya que no interviene intencionalmente la mano directa o indirecta del hombre.⁽³⁰⁾

Plomo en los alimentos

Los cultivos, particularmente tubérculos y raíces comestibles como la papa, rábano, camote y zanahorias, pueden contener cantidades importantes de plomo. Algunos cultivos cercanos a zonas de alto tránsito de vehículos pueden acumular plomo atmosférico. En 1984, Gzyl J. encontró en los vegetales cultivados en áreas industriales y mineras altos niveles de plomo. En la agricultura se usaba plaguicidas inorgánicos como arseniatos de Pb que eran muy tóxicos. Ahora ya no se usan, pero como son muy persistentes en el ambiente, sigue habiendo lugares con concentraciones altas de estos productos.⁽³¹⁾

El uso de los lodos de depuradores como abono, es en principio una buena idea que permite aprovechar los desechos de las plantas porque contienen una elevada cantidad de materia orgánica, magnífico nutriente para las plantas. Pero si el agua que llega a la depuradora no sólo es urbana, si no que viene también de instalaciones industriales, es muy frecuente que contenga metales tóxicos como el plomo que quedan en los lodos e intoxican las plantas y el suelo, si se usan como abonos.

El plomo puede introducirse en los alimentos. Si las pipas de agua son de plomo o están soldadas de plomo, su agua de la llave tendrá más plomo cuando se sienta en las pipas por un largo período y cuando use el agua caliente. El plomo puede estar en algunos platos, tazas o platos hondos, y en las orillas de algunas latas importadas. El plomo puede también encontrarse en el polvo de la casa, el cual puede introducirse en la comida.⁽³²⁾

2.2.2.2 Cadmio

Aspectos generales

El cadmio es un elemento químico de número atómico 48; peso atómico de 112.40 una y densidad relativa de 8.65 a 20°C (68 °F), valencia química 2. Su punto de fusión de 320.9°C (610 °F) y de ebullición de 765°C (1410 °F). Es un metal dúctil, de color blanco argentino con un ligero matiz azulado. No se encuentra en estado libre en la naturaleza, y la greenockita (sulfuro de cadmio) es el único mineral de cadmio, aunque no es una fuente comercial del mismo. Casi todo el que se produce es obtenido como subproducto de la fundición y refinamiento de los minerales de zinc, pigmentos de industrias textiles, reciclaje de subproductos a base de hierro y aceites para motores y el uso de fertilizantes y pesticidas. Este metal se encuentra en forma de sales como el sulfato de cadmio ($3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) el cual se utiliza como astringente. El sulfuro de cadmio (CdS), que aparece como un precipitado amarillo brillante cuando se pasa sulfuro de hidrógeno a través de una disolución de sal de cadmio, es un pigmento importante conocido como amarillo de cadmio. El seleniuro (CdSe), se utiliza también como pigmento.⁽³³⁾

Usos

El cadmio y sus derivados, en especial hidróxido de cadmio, se emplean además en los procesos de galvanoplastia y electroplateado en la fabricación de acumuladores alcalinos y lámparas de vapor; para moderar la velocidad de fisión de las sustancias radiactivas en los reactores nucleares. El sulfuro de cadmio se utiliza para dar color amarillo o naranja, los sulfuros de selenio y cadmio se utilizan para conseguir pinturas rosas, rojas y marrones; estos pigmentos son particularmente útiles para aplicaciones que requieren altas temperaturas o presiones, por eso se utilizan comúnmente en la fabricación de plásticos, cerámicos, pinturas y abrigos. Los pigmentos de

cadmio también se utilizan en las señales de tráfico y en las botellas de vidrio; y los carboxilatos de cadmio como estabilizadores de cloruro de polivinilo (PVC).⁽³⁴⁾

Fuentes de contaminación

Las principales fuentes de emisión de cadmio, en México, son las baterías recargables de níquel/cadmio, los fertilizantes, los pigmentos y los estabilizadores en plástico y PVC, los pigmentos en pinturas, la galvanización, los catalizadores y conservadores en la industria del plástico, y en la elaboración de pinturas y aleaciones en las industrias minero metalúrgicas de metales no ferrosos, en la metalurgia del hierro y acero, en la fabricación de fertilizantes fosfatados, en la incineración de residuos de madera, carbón o plásticos, en la combustión de aceite y gasolina.⁽³⁵⁾

Efectos tóxicos en el hombre

El cadmio es virtualmente tóxico para el organismo humano, la característica de ser un elemento acumulativo, hace que sea un elemento contaminante que exige un estricto control. Según un estudio de Nogawa y colaboradores (1989) la dosis mínima de cadmio capaz de inducir efectos adversos para la salud humana sería de 2mg. Barrow (1998) encontró que en suelos incubados con cadmio, éste se mantiene en solución, conservando su efecto tóxico. Laegreid y colaboradores (1999) señalan que la disponibilidad y movilidad del cadmio en el suelo depende del pH, la humedad, la materia orgánica, el tipo y cantidad de arcilla; además de la cantidad y el número de años de aplicación de fertilizantes fosforados.⁽³⁶⁾

Las principales vías de entrada del cadmio al organismo humano son la inhalación y la ingestión. La absorción por vía inhalatoria es la más completa, la que depende de la solubilidad y el tamaño de las partículas. El 15% de las partículas de cadmio en el aire ambiental es absorbido por

los humanos; la absorción de partículas del humo del cigarro se estima en un 40%. Una vez absorbido por los pulmones o el tracto gastrointestinal, el cadmio es transportado por la sangre al hígado y otras partes del cuerpo.⁽³⁷⁾

La concentración de cadmio en el organismo está influida por la edad del individuo. El recién nacido está casi libre del metal; la cantidad total en personas de 50 años no expuestas varía entre 5 y 30 mg y disminuye bastante a los 80 años. Si la persona es fumadora, estos valores pueden aumentar entre un 10% - 100%.⁽³⁷⁾

La intoxicación por cadmio se manifiesta por una variedad de patologías que incluyen: disfunción y lesión renal, hipertensión, daños pulmonares, lesiones óseas, disfunciones sexuales, carcinogénesis, mutagénesis y teratogénesis. El envenenamiento por cadmio produce osteoporosis, enfisema pulmonar, cáncer de pulmón, cáncer de próstata, hipertensión, diversas cardiopatías y retraso en la habilidad verbal de los niños. Estos expuestos a niveles tóxicos de cadmio manifestarán efectos similares a los que se observan en adultos, daño a los riñones y pulmones. El cadmio que se ha detectado en la leche materna, en una pequeña cantidad, pasará al cuerpo del bebé durante la alimentación de pecho. La cantidad que puede pasar al bebé depende de la exposición que sufrió la madre.⁽³⁸⁾

Se emplea fundamentalmente en la industria de la aleación, así como en pigmentos, estabilizantes, e incluso fertilizantes (al emplear rocas fosfóricas con alto contenido en el agente tóxico), provocando que sea un xenobiótico fácilmente contaminante de productos alimenticios, habiéndose detectado en concentraciones elevadas en productos tan variados como moluscos, crustáceos, peces, granos (sobre todo de arroz y germen de trigo), y café. Los niveles de ingesta semanal provisionalmente tolerada situados en 7µg/kg de peso corporal,

existiendo pequeños márgenes de seguridad entre exposiciones consideradas aceptables en la dieta y aquéllas susceptibles de generar efectos nocivos.⁽²⁴⁾

2.2.3 Unión Europea

La Unión Europea es una asociación económica y política única en su género y compuesta por 28 países europeos que abarcan juntos gran parte del continente.⁽³⁹⁾

La política de seguridad alimentaria de la UE regula los alimentos "de la granja a la mesa". Quiere garantizar:

- Alimentos y piensos nutritivos y seguros
- Un elevado nivel de salud y bienestar animal y protección fitosanitaria
- Información clara sobre el origen, contenido, etiquetado y utilización de los alimentos.
- La política alimentaria de la UE consta de:
- Legislación exhaustiva sobre seguridad de alimentos y piensos e higiene alimentaria
- Asesoramiento científico sólido en el que basar las decisiones
- Aplicación efectiva y controles.⁽³⁹⁾

Cuando la protección específica de los consumidores lo justifique, pueden aplicarse **normas especiales** que regulen:

- El uso de plaguicidas, complementos alimenticios, colorantes, antibióticos u hormonas
- Los aditivos alimentarios, como conservantes y aromatizantes
- Las sustancias en contacto con los alimentos, por ejemplo envases de plástico
- El etiquetado de los ingredientes que pueden provocar alergias

Las plantas y el material vegetal pueden circular por la UE sin restricciones, pero eso sí, siempre que estén libres de plagas. El examen del material vegetal

importado y los controles del territorio de la UE contribuyen a detectar plagas incipientes.^(34 A)

Esto significa que pueden tomarse medidas preventivas y de ese modo evitar medidas curativas que pueden entrañar el uso de plaguicidas. Los "pasaportes fitosanitarios" para árboles jóvenes indican que han crecido en condiciones saludables.⁽³⁹⁾

2.2.4 Mercosur

El mercado común del sur es un proceso de integración regional, el MERCOSUR toma sus decisiones a través de tres órganos: el Consejo del Mercado Común (CMC), órgano superior del MERCOSUR, el cual conduce políticamente el proceso de integración, el Grupo Mercado Común (GMC), que vela por el funcionamiento cotidiano del bloque, y la Comisión de Comercio (CCM), encargada de la administración de los instrumentos comunes de política comercial. Asistiendo a dichos órganos existen más de 300 foros de negociación en las más diversas áreas, los cuales se integran por representantes de cada país miembro y promueven iniciativas para ser consideradas por los órganos decisorios.⁽⁴⁰⁾

Con el transcurrir del tiempo y a los efectos de la implementación de sus políticas regionales, el MERCOSUR ha creado en distintas ciudades diversos organismos de carácter permanente entre los que se encuentran el Alto Representante General del MERCOSUR (ARGM), el FOCEM, el Instituto de Políticas Públicas en Derechos Humanos (IPPDH), el Instituto Social del MERCOSUR (ISM), el Parlamento del MERCOSUR (PARLASUR), la Secretaría del MERCOSUR (SM), el Tribunal Permanente de Revisión (TPR), y la Unidad de Apoyo a la Participación Social (UPS).⁽⁴⁰⁾

El objetivo básico del MERCOSUR es aumentar el grado de eficiencia y competitividad de las economías involucradas ampliando las dimensiones de sus mercados, acelerando el desarrollo económico con el aprovechamiento

eficaz de los recursos disponibles, la preservación del medio ambiente, el mejoramiento de las comunicaciones, la coordinación de las políticas macroeconómicas y la complementación de los sectores de sus economías.⁽⁴¹⁾

2.3 Bases legales

2.3.1 Normas nacionales

- Decreto Supremo N°004-2011-AG: Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria
- Decreto Supremo N°034-2008-AG: Reglamento de la Ley de Inocuidad de Alimentos
- Decreto Legislativo N°1062: Ley de Inocuidad de los Alimentos Ley N°29571: Código de Protección y Defensa del Consumidor
- Resolución Directoral N°043-2015-MINAGRI-SENASA-DIAIA Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Quinoa.
- Norma Técnica Peruana NTP 205.062:2009
- Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA, aprueban “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano: NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01.
- Resolución Jefatura N°0207-2012-AG-SENASA, que aprueba el nuevo Programa Nacional de Monitoreo de Contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos.

2.3.2 Normas internacionales

A fin de garantizar unos niveles elevados de salud pública, la Unión Europea (UE) establece en su ley el contenido máximo de determinados contaminantes en los alimentos. Los contaminantes son sustancias que no se han añadido a los alimentos de forma intencionada, sino que han llegado a ellos durante la producción, el envasado, el transporte, etc.

Tabla N° 3: Valores máximos permisibles de concentración de metales pesados en cereales

Normas Internacionales	Cadmio en alimentos	Plomo en alimentos
El Reglamento (UE)	0.1 mg/Kg.	0.2 mg/Kg.
El Reglamento técnico MERCOSUR	0.1 mg/Kg	0.2 mg/Kg

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

- La concentración de plomo y cadmio en la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) expendida en Lima Metropolitana exceden los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR.

2.4.2 Hipótesis específicas

- La concentración de plomo en la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR.
- La concentración de cadmio de la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y el MERCOSUR.
- Existe correlación significativa entre la concentración de plomo y cadmio según las variedades de quinua expendida en Lima Metropolitana.

2.5 Operacionalización de variables e indicadores

- **Variable Independiente**

Quinua expendida en Lima Metropolitana.

- **Variables Dependiente**

Concentración de plomo.

Concentración de cadmio.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VI. Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) expendida en Lima Metropolitana.	Tipos de Quinoa expendidas en Lima Metropolitana.	VI: Muestras de quinoa recolectada.
VD. Concentración de plomo y cadmio	VD: Niveles de plomo y cadmio permitidos por la Unión Europea y el Mercosur	Límite máximo permisible Unión Europea Y MERCOSUR: Plomo: 0.20mg/Kg Cadmio: 0.10mg/Kg

2.6 Definición de conceptos básicos

Metales tóxicos.- Metales tóxicos son aquellos cuya concentración en el ambiente puede causar daños en la salud de las personas. Los términos metales pesados y metales tóxicos se usan como sinónimos pero sólo algunos de ellos pertenecen a ambos grupos.

Cadmio.- El cadmio es un elemento químico de color blanco plateado. Este metal tiene una cierta maleabilidad. Encontramos cadmio en los cigarrillos, los fertilizantes, los polvos metalúrgicos, las pilas, las baterías y algunas pinturas. La exposición al cadmio, sobre todo por ingestión, provoca la destrucción del calcio y una mayor eliminación de proteínas lo que provoca la aparición de insuficiencia renal grave y riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Plomo.- El plomo es un metal gris negro, que encontramos distribuido en toda la corteza terrestre y en diferentes materiales fabricados por el hombre. Ingerido o inhalado, el plomo es tóxico. Se encuentra en la sangre donde será acumulado en el organismo, especialmente a nivel de los tejidos blandos. Una contaminación por plomo provoca el saturnismo y provoca diferentes síntomas como trastornos digestivos, anemia, insuficiencia renal, encefalopatías, esterilidad.

Absorción atómica.- la espectrometría de absorción atómica es una técnica para determinar la concentración de un elemento metálico determinado en una muestra.

Quinoa.- Es una planta andina que se originó en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia. La quinoa fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población de ese entonces.

Cuantificación.- Dependiendo del campo de estudio, el término cuantificación puede tomar diferentes definiciones: es el proceso por el cual se obtiene valores numéricos para dar una determinada cantidad de un producto de interés.

Contaminación.- Es la introducción de sustancias u otros elementos físicos, químicos o desechos en un medio que provocan que éste sea inseguro o no apto para su uso.

Comercialización.- Es la acción y efecto de comercializar (poner a la venta un producto o darle las condiciones y vías de distribución para su venta).

Determinación.- Capacidad para realizar una actividad con éxito y definir las características que ostenta algo, estas características son propias del uso analizado.

Toxicidad.- Es la capacidad de alguna sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo.

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1 Tipo y nivel de investigación

- **El presente estudio es de enfoque cuantitativo**, porque se obtendrán datos cuantitativos (mediciones) y se empleará el análisis estadístico.
- **Es de tipo aplicada**, porque los datos hallados servirán para tomar medidas correctivas
- **Es de nivel descriptivo correlacional**, porque se describirán los datos hallados y la relación de las variables de estudio.
- **Por la prolongación en el tiempo es transversal o transeccional**, ya que los datos se obtendrán en un solo momento. Así también llegaría a ser un estudio exploratorio ya que la investigación es poco estudiada. Al pretender estudiar la presencia de plomo y cadmio en la quinua.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño que mejor se adapta para lograr los objetivos propuestos es el diseño no experimental. Debido a que no es posible la manipulación de la variable observada, si no su observación directa tal como se presenta.

3.3 Población y muestra de la investigación

La población está conformada por las variedades de quinua expandida en los centros de abastos de Lima Metropolitana en el periodo Enero-Abril del 2017. Para cuyo propósito se recolectó 10 muestras de quinua expandida en los centros de abastos de Lima Metropolitana, en sus diferentes variedades.

Para realizar esta investigación se eligió la muestra no probabilística por conveniencia y por tener una población objeto de estudio reducida la población pasó a ser la muestra. (De acuerdo a la teoría solo se toma una muestra cuando la población es ilimitada o muy numerosa).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnica operatoria

Espectrometría de absorción atómica asociado a horno de grafito.

Ficha de recolección de muestras

3.4.2 Instrumentos

3.4.2.1 Espectrómetro de absorción atómica por horno grafito (GFAAS)

La espectrofotometría de absorción atómica es una técnica de análisis utilizada en las áreas de toxicología, química analítica e ingeniería química entre otras, para determinar y cuantificar metabolitos presentes en diferentes muestras de interés, esta técnica sirve para analizar más de 70 compuestos de la tabla periódica entre ellos los metales pesados que son de gran importancia de estudio. Los átomos en fase de vapor absorben radiaciones energéticas correspondientes a sus líneas de resonancia (UV-VIS), en cantidad proporcional a su concentración. La técnica se caracteriza por su sencillez, rapidez y selectividad. La espectrofotometría de emisión atómica consiste en el análisis de la radiación emitida luego de que los átomos se han excitado por acción de la llama.

El espectrómetro de absorción atómica por Horno grafito (GFAAS) permite trabajar con muestras de volumen muy reducido (inferior a 100µL) o directamente sobre muestras orgánicas líquidas. Habitualmente se analizan muestras de material biológico de origen clínico (sangre, suero, orina, biopsias hepáticas, etc.). Por su elevada

sensibilidad (niveles de ppb), la técnica se aplica en la detección de metales en productos de alta pureza, como por ejemplo fármacos, alimentos y productos industriales, y también en aguas de bebida y de acuíferos (determinación de la presencia de Cu, Cd, Pb, As, Hg, etc.).⁽⁴⁰⁾

Un horno de grafito ideal debe cumplir los siguientes requisitos:

- Una temperatura constante en el tiempo y el espacio durante el intervalo en que los átomos libres se producen.
- La formación de átomos cuantitativos independientemente de la composición de la muestra.
- Control por separado de la volatilización y procesos de atomización.
- Alta sensibilidad y buenos límites de detección; un mínimo de interferencias espectrales.⁽⁴⁰⁾

3.4.2.2 Ficha de recolección de muestras

Instrumento de investigación de elaboración propia a través del cual se realizó la correcta recopilación de datos de las muestras de estudio. Esta de elaboro teniendo en cuenta las diferentes variedades de quinua y los puntos donde se realizó la compra del producto. Este instrumento permitió al investigador obtener un cuadro de datos para tener un correcto orden de las muestras al momento de ser analizadas.

3.5 Equipos, materiales y reactivos

Equipos:

- Equipo de Absorción Atómica.
- Horno de grafito.
- Inyector automático.
- Computadora.
- Plancha térmica.
- Balón de Argón.
- Digestor de Microondas.

Materiales:

- Fiolas de 50 ml y 100ml clase A.
- Pipetas de 2ml, 10ml y 50ml clase A.
- Probetas de 10ml.
- Vasos de 150ml.
- Lunas de reloj.
- Tubo de teflón.

Reactivos:

- Estándar certificado de cadmio y plomo de 1000mg/L
- Ácido Nítrico 33% UHP concentrado ultra puro, con contenido de 0.07 x 10⁻¹ µg/L de cadmio y plomo, para preparación de estándares.
- Ácido nítrico, HNO₃, concentrado para análisis de trazas, con contenido de 0.7µg/L de cadmio, para la digestión de las muestras.
- Ácido Clorhídrico 65% UHP
- Agua oxigenada 30 Volúmenes UHP.
- Diluyente, agua ultra pura.

3.6 Procedimiento experimental**Recolección de la muestra**

Se llevó a cabo mediante el sistema de compra de paquetes de quinua expendida en Lima Metropolitana.

Procesamiento de la Muestra

Limpieza y acondicionamiento de material: Todo el material de vidrio utilizado en este análisis después de su lavado fue enjuagado con ácido nítrico y con agua ultrapura y finalmente secado en estufa.

Cantidad de muestra a utilizar: Se pesó en la balanza analítica 0.5g. de quinua de cada muestra recolectada.

Destrucción de la materia orgánica por el método de la digestión asistida por microondas

La primera etapa consiste en la digestión de la muestra, es decir la destrucción de la materia orgánica (DMO) por oxidación con la ayuda del digestor de microondas con el fin de romper la unión entre los metales y la materia orgánica.

Se pesó 0,5g de muestra en un tubo de teflón al que se le adicionara 6mL Ácido Nítrico 33% UHP más 1mL Ácido Clorhídrico 65% UHP y 0,5mL de Agua oxigenada 30 Volúmenes UHP se sella y es llevado al Digestor de Microondas a una potencia de 1600w, a un tiempo de 15 minutos y de 30 minutos de enfriamiento.

Luego fueron transvasados a fioles de 25mL y enrasados con agua ultrapura tipo I quedando listos para su correspondiente lectura al Espectrofotómetro de absorción atómica.

Determinación de plomo y cadmio

Para plomo se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 283,3nm con Horno de grafito y tubo de grafito con plataforma de L'vov, con corrección de fondo con Deuterio.

Para cadmio se empleó una lámpara de cátodo hueco a una longitud de onda de 228,8nm con Horno de grafito y tubo de grafito con plataforma de L'vov, con corrección de fondo con Deuterio.

3.7 Técnicas para el procesamiento de datos

El procesamiento de los datos se realizó de forma automatizada, usando para ello una computadora con los programas EXCEL Y MINITAB 17. Se utilizaron las estadísticas descriptivas, como la distribución de frecuencias, medidas de tendencia central, gráficas y medidas de variabilidad. También se utilizó la estadística inferencial, para probar la hipótesis de investigación y el coeficiente de correlación.

Las muestras de Quinoa se analizaron en el laboratorio CETOX.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Procesamiento de datos – resultados

Tabla N° 4: Resultados de plomo y cadmio en muestras de quinua comercializadas en mercados de Lima Metropolitana

MUESTRA	VARIEDAD - MARCA	RESULTADOS	
		PLOMO(mg/Kg)	CAOMIO(mg/Kg)
M-1	QUINUA AMARILLA	0.33	0.13
M-2	QUINUA AMARILLA	0.19	0.05
M-3	QUINUA AMARILLA	0.16	0.04
M-4	QUINUA AMARILLA	0.18	0.19
M-5	QUINUA NEGRA	0.27	0.23
M-6	QUINUA AMARILLA	0.22	0.02
M-7	QUINUA ROJA	0.31	0.16
M-8	QUINUA AMARILLA	0.18	0.05
M-9	QUINUA AMARILLA	0.09	0.09
M-10	QUINUA ROJA	0.28	0.15
PROMEDIO		0.221	0.111

Interpretación: En la presente Tabla se puede observar los valores hallados de plomo y cadmio (mg/Kg), en las muestras de quinua analizada, que luego serán comparados con los valores establecidos por la Unión Europea y MERCOSUR.

Tabla N° 5: Datos estadísticos de los valores de plomo y cadmio hallados en quinua comercializada en mercados de Lima Metropolitana

DATO ESTADÍSTICO		VARIABLES	
		Concentración de Plomo (n=10)	Concentración de Cadmio (n=10)
Parámetros de Centralización	Mediana	0.21	0.11
	Promedio	0.22	0.11
	Moda	0.18	0.05
Parámetros de Dispersión	Varianza	0.005	0.005
	Desviación Estándar	0.08	0.07
Valor Máximo		0.33	0.23
Valor Mínimo		0.09	0.02

Interpretación: En esta Tabla podemos apreciar los valores de los parámetros estadísticos de centralización y dispersión para el plomo y cadmio, para el valor de plomo se determina que el promedio es de 0.22, a su vez existe poca dispersión en los datos ya que la desviación estándar es de 0.08. El valor más repetitivo es de 0.18 por lo cual es considerado como moda. Para el valor de Cadmio se determina que el promedio es de 0.11, la desviación estándar es de 0.07 lo que demuestra la dispersión de los valores con respecto a su media es mínima. El valor más repetitivo es de 0.05 por lo cual se considera como moda.

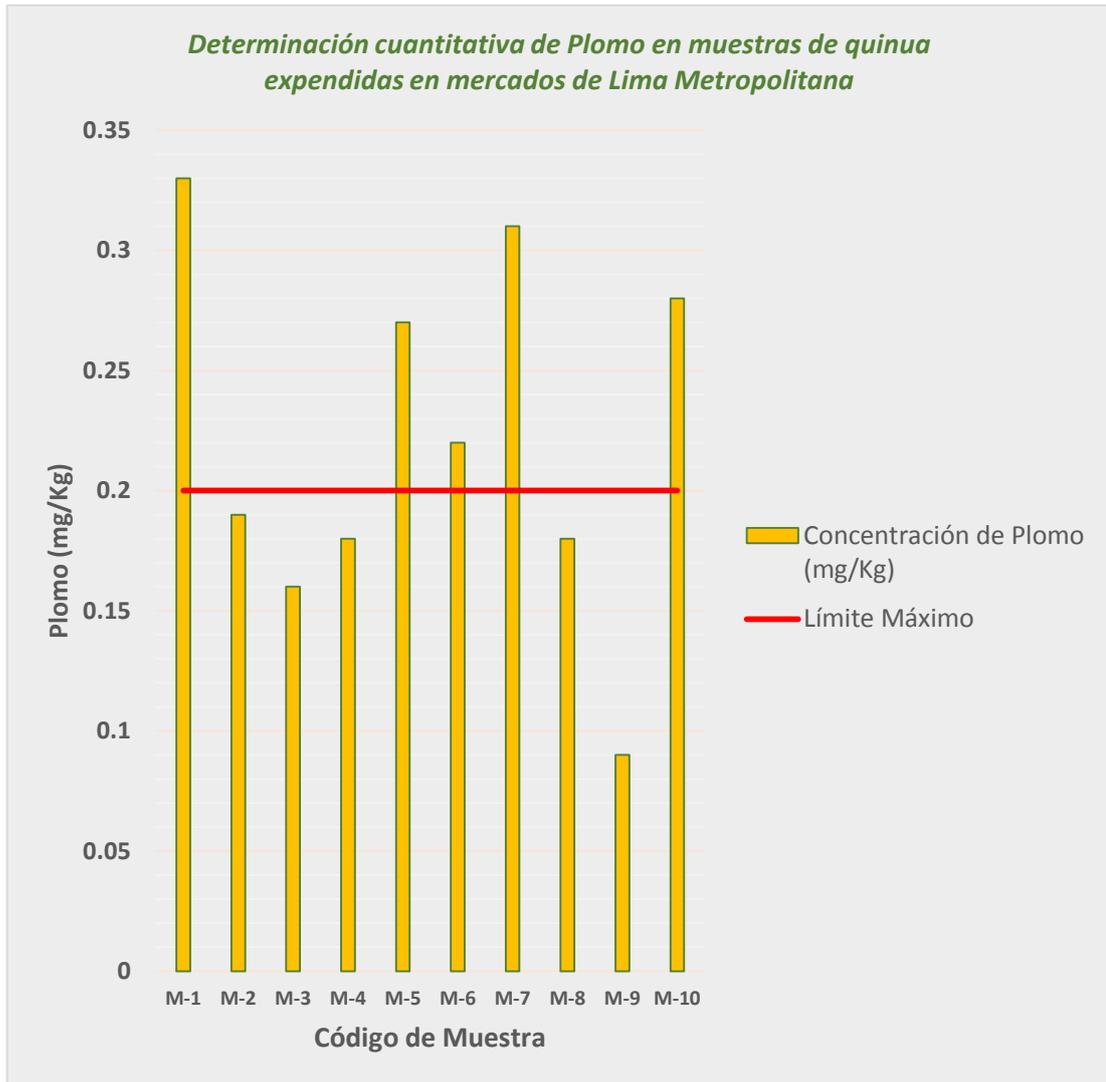


Figura N° 3: Determinación cuantitativa de plomo en quinua expandida en mercados de Lima - Metropolitana

Interpretación: Este gráfico de barras nos permite apreciar la comparación de los valores de Plomo en mg/Kg hallados en las muestras de quinua con el valor máximo establecido que es 0.2mg/Kg; evidenciando que 5 muestras superan este valor.

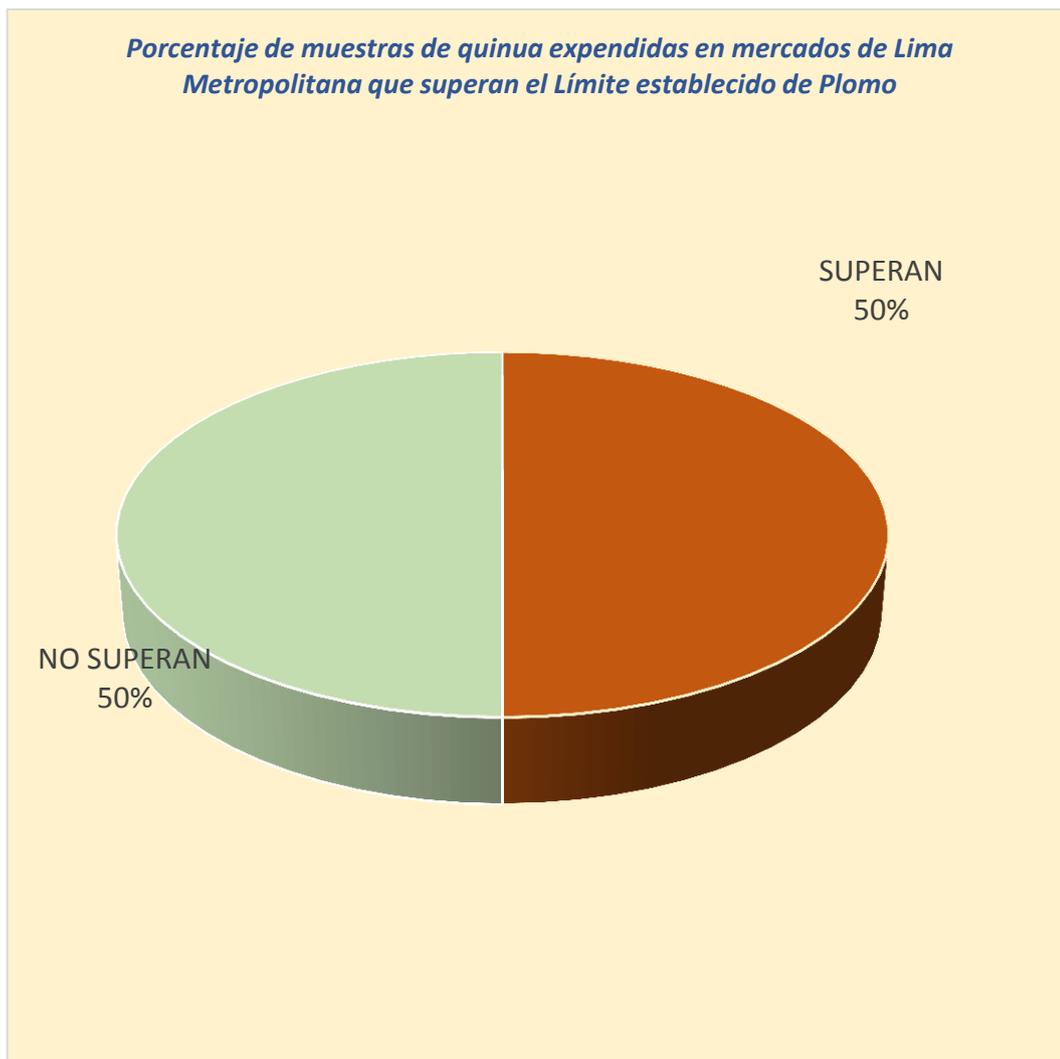


Figura N°4: Determinación del porcentaje de quinua comercializada en mercados de Lima Metropolitana que superan el límite máximo de plomo establecido por la Unión Europea y MERCOSUR

Interpretación: Este diagrama circular nos permite apreciar el valor el porcentaje de las muestras que superan el valor máximo de plomo, siendo el 50% de las muestra las que superan este valor.

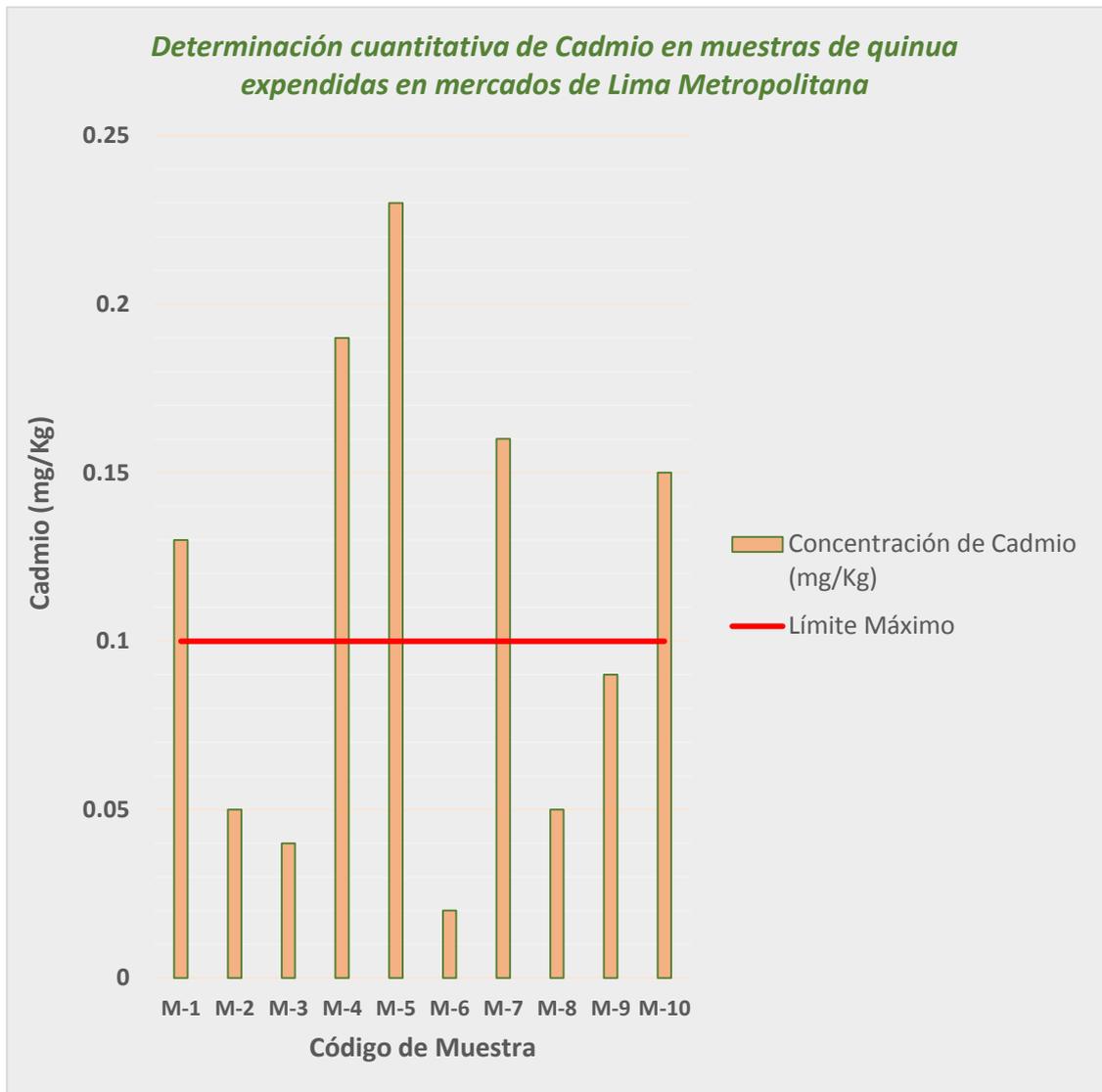


Figura N° 5: Determinación cuantitativa de cadmio en quinua expandida en mercados de Lima – Metropolitana

Interpretación: Este gráfico de barras nos permite apreciar la comparación de los valores de cadmio en mg/Kg hallados en las muestras de quinua con el valor máximo establecido que es 0.1mg/Kg; evidenciando que 5 muestras superan este valor.

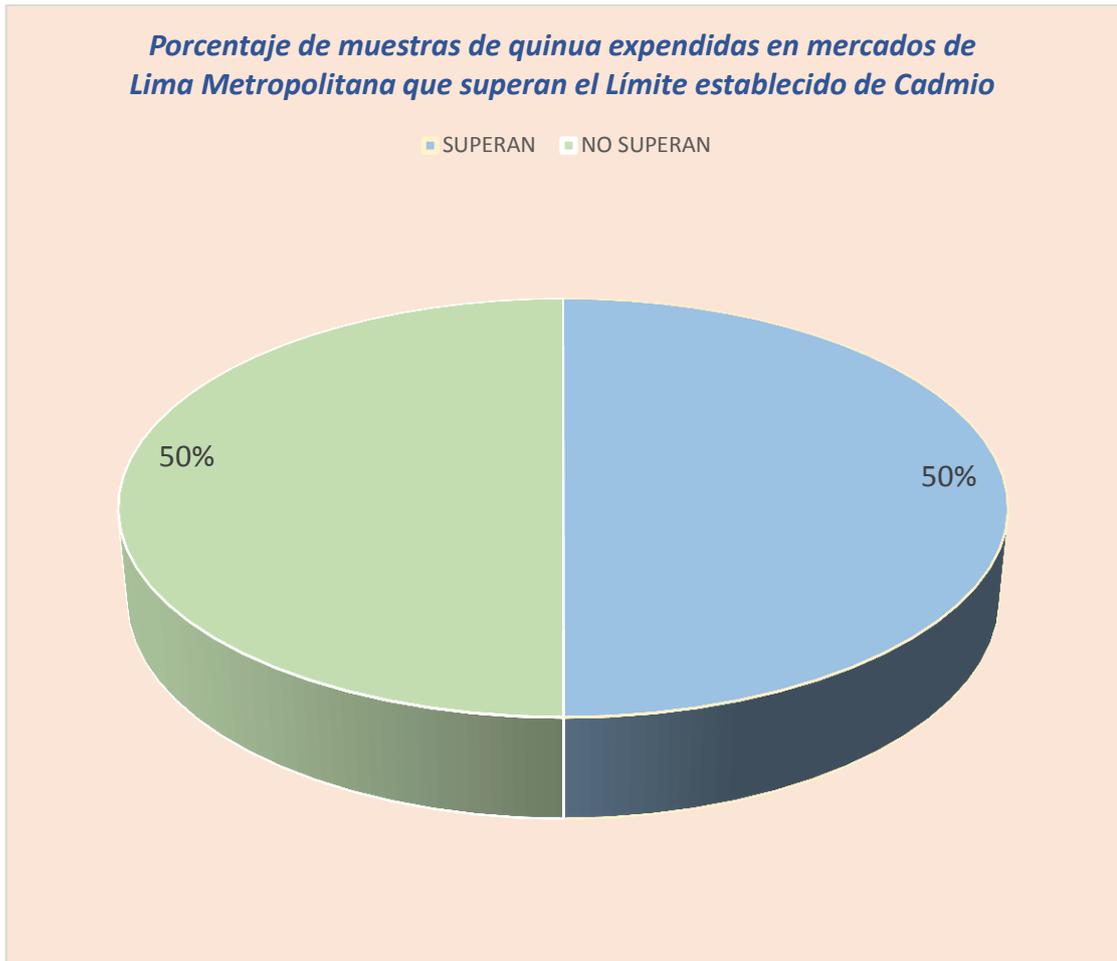


Figura N° 6: Determinación del porcentaje de quinua comercializada en mercados de Lima Metropolitana que superan el límite máximo de cadmio establecido por la Unión Europea y MERCOSUR

Interpretación: Este diagrama circular nos permite apreciar el valor el porcentaje de las muestras que superan el valor máximo de cadmio, siendo el 50% de las muestra las que superan este valor.

Coefficiente de correlación de Pearson: 0.473664175

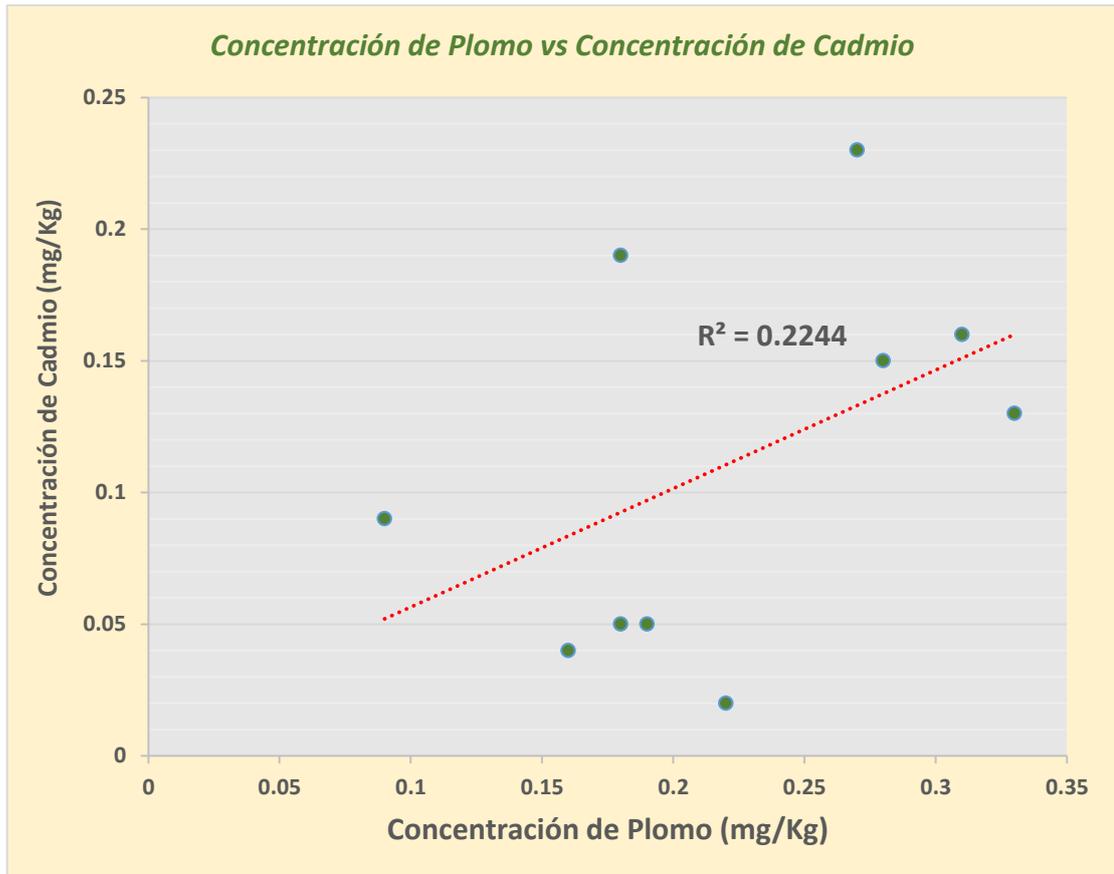


Figura N° 7: Determinación del grado de correlación entre los niveles de liberación de plomo y cadmio en quinua comercializada en mercados de Lima – Metropolitana

Interpretación: Podemos observar un gráfico de dispersión para determinar la correlación, de la concentración de cadmio y plomo en las muestras de quinua, mediante el índice de coeficiente de correlación de Pearson, el valor del coeficiente es de 0.473664175 lo que demuestra existe mediana correlación entre estos valores.

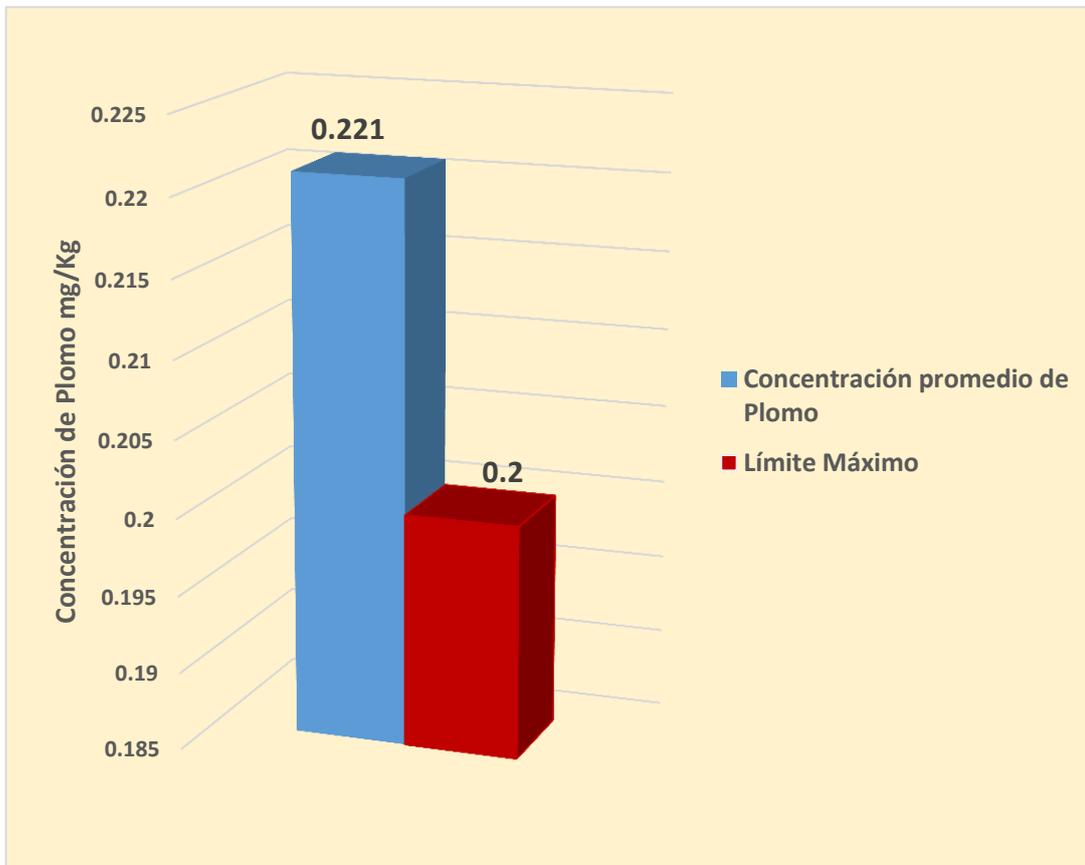


Figura N° 8: Comparación del valor promedio de plomo hallado en las muestras de quinua vs límite máximo de plomo establecido por la Unión Europea y MERCOSUR

Interpretación: Este gráfico de barras nos permite apreciar la comparación del valor promedio de plomo de las muestras de quinua obtenidas de mercados de Lima Metropolitana, con el valor máximo establecido por la Unión Europea y MERCOSUR.

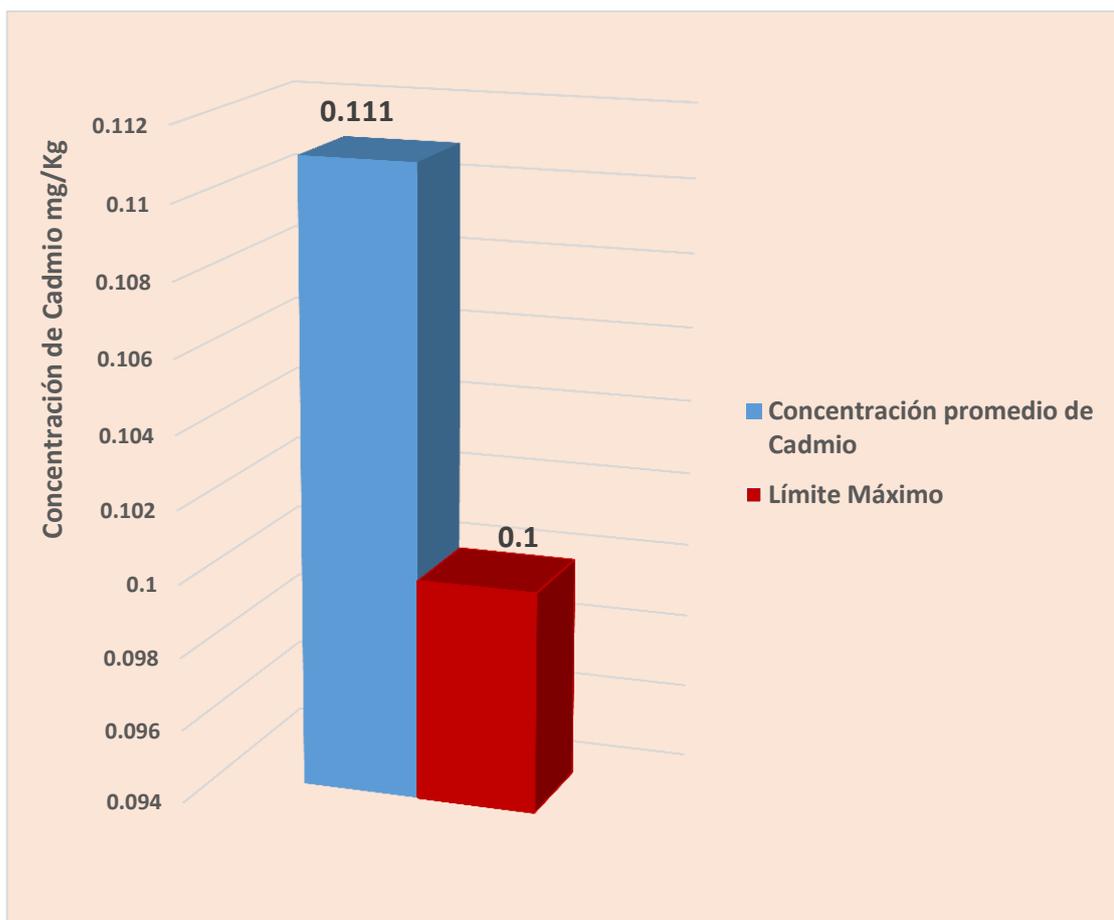


Figura N° 9: Comparación del valor promedio de cadmio hallado en las muestras de quinua vs límite máximo de cadmio establecido por la Unión Europea y MERCOSUR

Interpretación: Este gráfico de barras nos permite apreciar la comparación del valor promedio de cadmio de las muestras de quinua obtenidas de mercados de Lima Metropolitana, con el valor máximo establecido por la Unión Europea y MERCOSUR.

4.2 Prueba de hipótesis

Plomo

Se establece como:

Ho: la media de concentración de plomo en quinua es menor o igual a 0.2.

Ha: la media de concentración de plomo en quinua es mayor a 0.2.

T de una muestra: Plomo

Prueba de $\mu = 0.2$ vs. < 0.2							
Error Estándar Límite de la superior							
Variable	N	Media	Desv.Est.	Media de 95%	T	P	
PLOMO	10	0.2210	0.0752	0.0238	0.2646	0.88	0.80

Interpretación: Como P valor es mayor a 0.5 entonces se acepta la hipótesis alterna, de que la media de la concentración de plomo en quinua es mayor al límite permitido de 0.2 mg/Kg.

Cadmio

Se establece como:

Ho: la media de concentración de cadmio en quinua es menor o igual a 0.1.

Ha: la media de concentración de cadmio en quinua es mayor a 0.1.

T de una muestra: Cadmio

Prueba de $\mu = 0.1$ vs. < 0.1							
Error Estándar límite de la superior							
Variable	N	Media	Desv.Est.	Media de 95%	T	P	
CADMIO	10	0.1110	0.0714	0.0226	0.1524	0.49	0.681

Interpretación: Como P valor es mayor a 0.5 entonces se acepta la hipótesis alterna, de que la media de la concentración de Cadmio en quinua es mayor al límite permitido de 0.1 mg/Kg.

Prueba de hipótesis correlacional

Ho: No existe correlación entre la concentración de plomo y cadmio en la quinua expendida en Lima Metropolitana.

Ha: Existe correlación entre la concentración de plomo y cadmio en la quinua expendida en Lima Metropolitana.

Correlación

	plomo	cadmio
Correlación de Pearson	1	,474
plomo Sig. (bilateral)		,167
N	10	10
Correlación de Pearson	,474	1
cadmio Sig. (bilateral)	,167	
N	10	10

Interpretación: Con una probabilidad de error de 0,167% y un nivel de significancia del 5% se afirma que existe correlación moderada entre la concentración de plomo y cadmio en la quinua expendida en Lima Metropolitana, por tanto aceptamos la hipótesis alterna.

4.3 Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las referencias citadas en los antecedentes de la investigación, se puede señalar lo siguiente:

En la investigación realizada, por la Subdirección de Inocuidad Agroalimentaria-DIAIA, institución perteneciente al Ministerio de agricultura, en el año 2014, encontró, a partir del monitoreo de residuos químicos de plaguicidas, metales pesados, micotoxinas y contaminantes biológicos realizados en granos de quinua (*Chenopodium quinoa*), como alimento de origen vegetal de procesamiento primario, en las regiones de Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín, Lambayeque, La Libertad, Piura y Puno; zonas de mayor área sembrada de quinua a nivel nacional en los últimos años. Donde se destaca que el plomo (PB), es el metal pesado con mayor registro y su presencia se llegó a un índice de 32 por ciento de las muestra evaluadas de granos de quinua, con mayor presencia en la región de Lambayeque (8 por ciento) y Junín (6 por ciento), seguido por el cadmio (Cd), que indica que el 18 por ciento de las muestras evaluadas y mayor presencia en las regiones de Piura y Junín; arsénico con 4 por ciento con registro en muestras de Piura y Lambayeque. En Ayacucho no se reportaron muestras de granos de quinua con presencia de metales pesados.⁽¹³⁾

De otro lado en el estudio realizado por Mayta J. et al (2010) sobre estudio y evaluación del contenido de plomo total en alimentos procesados en expansores tipo batch tradicionales y prototipo rediseñado, donde procesan la quinua, encontraron que los reportes de laboratorio previos al proceso de expansión, los cereales contenían valores menores a 0.1 mg kg de plomo total, que comparado con el nivel máximo de codex alimentarius para cereales (0.2 Mg/Kg), estos índices de plomo en quinua se encuentran opuestos a los resultados del estudio obtenidos en las muestras de quinua de expendio ambulatorio en lima metropolitana, donde el 50 por ciento superan los límites permisibles de plomo, establecidos por la Unión Europea y MERCOSUR (0.2 Mg/Kg), lo cual indica el requerimiento de estudios más especializados en

función del ámbito geográfico de la quinua a fin de establecer con claridad la presencia de metales pesados.

Los resultados obtenidos por la investigación que indican que del 100 por ciento de las muestras seleccionadas, el 50 por ciento de ellas tiene presencia de plomo y 50 por ciento denotan presencia de cadmio, resultados que estarían corroborando los objetivos propuestos en la investigación.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Luego de realizar la presente tesis de “Determinación cuantitativa de plomo y cadmio en quinua expendida en Lima Metropolitana durante el período de Enero – Abril 2017”, se concluye que:

1. Se encontró que en la quinua expendida en Lima Metropolitana del 100% de muestras seleccionadas 50% de ellas superan los límites en plomo comparados con los valores establecidos por la Unión Europea y MERCOSUR donde 30% de ellas son de venta ambulatoria con los siguientes índices: quinua Amarilla plomo 0.33 mg/kg, quinua negra plomo 0.27mg/kg, quinua roja plomo 0.28 mg/kg y 20% de ellas son de venta envasada con los índices siguientes: quinua amarilla (envasada) plomo 0.22 mg/kg, quinua roja (envasada) plomo 0.31 mg/kg.
2. Se encontró que en la quinua expendida en Lima Metropolitana del 100% muestras seleccionadas 50% de ellas superan los límites en cadmio comparados con los valores establecidos por la Unión Europea y Mercosur donde 30% de ellas son de venta ambulatoria con los siguientes índices: Quinua amarilla cadmio 0.13 mg/kg, quinua, quinua negra cadmio 0.23 mg/kg, quinua roja 0.15 mg/kg y 20% de ellas son de venta envasada con los siguientes índices: quinua amarilla cadmio 0.19 mg/kg, quinua roja cadmio 0.16 mg/kg
3. Existe correlación entre la concentración de plomo y cadmio, $r = 0.4736$ que se puede interpretar como una correlación positiva moderada en el sentido de que el 47% del total tiene relación de la presencia de plomo

con cadmio según las variedades de quinua expendida en los centros de abasto de Lima Metropolitana.

5.2 Recomendaciones

Debido a que los valores hallados de plomo y cadmio superan los parámetros establecidos se recomienda, seguir con estudios que analicen la presencia de otros metales pesados y tóxicos, así como estudiar un mayor número de muestras en otras presentaciones y variedades para evaluar en qué magnitud influye las distintas características y tratamiento de la quinua en la presencia de plomo y cadmio.

Proponer a los organismos correspondientes, a partir de los resultados obtenidos, la necesidad de un mayor control en el expendio de la quinua en mercados populares, debido a que su consumo en las condiciones actuales, podrían suponer un riesgo para la salud de los usuarios.

Elaborar una propuesta de difusión al público usuario, respecto de la necesidad de la adquisición y consumo de la quinua, preferentemente expendida en lugares de venta formal y de garantía de su embolsado y/o presentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Quinoa [En Línea] Perú: 2010. [Fecha de acceso 13 de Diciembre 2016] URL. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-BPA-QUINUA.pdf>
2. Davis R D .Absorción de molibdeno y cobre por cultivos forrajeros que crecen en suelos tratados con lodos y su implicación para la salud de animales de pastoreo. En: Proc. Intl. Conf. sobre Metales Pesados en el Medio Ambiente, CEP Consultants, Edimburgo, Escocia. 194-197.
3. Azcona MI, Ramírez y Ayala R, Vicente Flores G. Efectos tóxicos del plomo. Revista de Especialidades Médico Quirúrgicas 20152072-77. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47345916012>. Fecha de consulta: 7 de Julio de 2017.
4. Pérez P, Azcona M I. Los efectos del cadmio en la salud. Revista de Especialidades Médico Quirúrgicas 201217199-205. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47324564010>. Fecha de consulta: 7 de julio de 2017.
5. Rodríguez Pichiling C.E. Elementos químicos en algunos vegetales comestibles. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química.1999; Vol. 2, Núm. 2.
6. Puga S, Sosa M, Lebgue T, Quintana C, Campos A. Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera. Revista Scielo. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v5n1-2/a20v5n1-2.pdf>. Fecha de consulta: 7 de julio de 2017

7. Mejía C. Metales pesados en suelos y plantas: Contaminación y Fitotoxicidad. [Trabajo de Investigación]. Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión; 2011.
8. Fueres P, Yadira C. Determinación de la presencia de plomo y cadmio en dos hortalizas lechuga (*Lactuca sativa*) y zanahoria (*Daucus carota*) en el Quinche. Trabajo de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: 2016. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10069>
9. Olivares S. niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la habana, cuba. Revista Internacional de Contaminación Ambiental 201329285-293. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37028959006>. Fecha de consulta: 7 de julio de 2017.
10. Crisanto S .Efectos toxicológicos por metales pesados en los seres vivos. [Tesis]. Universidad Nacional de Trujillo, 2016. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2984>
11. Torres López, Sheyla KE .Impacto de cambio climático en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa* Will.) en el departamento de Puno. Universidad Agraria La Molina, 2016.
12. Rosas H, Geraldo F. Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo dos sistemas de cultivo en La Unión-Leticia .Tarma. Universidad Agraria La Molina ,2015.
13. Larrazabal B, Justo G, Frías Y, et al. Determinación de arsénico y cadmio en aguas del río Rímac y habas cultivadas en el distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima. 2015. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4155>

14. Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en granos de quinua (*Chenopodium quinoa*), año 2014. subdirección de inocuidad agroalimentaria/diaia.
Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/2-informe-del-monitoreo-de-residuos-quimicos-y-otros-contaminantes-en-granos-de-quinua-chenopodium-quinoa-ano-2014/>
15. Mayta J, Palao A, Bravo R. Estudio y evaluación del contenido de plomo total en alimentos procesados en expansores tipo batch tradicionales y prototipo rediseñado. *Cienciagro*, la paz. 2010; 2(1).
Disponible en
<http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2072-14042010000100001&lng=es&nrm=iso>. Accedido en 13 jul. 2017
16. PROINPA. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. 2011. Consultado: 10 de mayo del 2017.
Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf>
17. Medicina Ayurvedica Shiva. Quinua: usos y propiedades; Consultado el 17 de junio del 2017.
Disponible en: <https://medicinayurvedica.com/noticias-de-ayurveda-y-reiki/164-quinoa-usos-y-propiedades.html>
18. Mamani Oroccollo, R. Efectos de cambio climático en la producción del cultivo de quinua en la zona alta del distrito de llave - El Collao. [Tesis de pregrado] Universidad Nacional del Altiplano. Puno –Perú. 2015. Consulta el 30 de julio del 2017.
Disponible en: <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/05/ROGER-MAMANI-OROCCOLLO.pdf>
19. Mujica, A. 1993. Cultivo de Quinua, INIA, Proyecto TTA. Serie Manual 11-95.

20. León, J. (2003). Cultivo de la Quinoa Descripción, manejo y producción. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3325/Martinez_Mayorga_Nadia_Verdi.pdf?sequence=1&isAllowed=y
21. Tahri, M., Benyaich, F. And Bounakla, M. 2005. Multivariate Analysis of Heavy metal contents in Soils, Sediments and wáter in the region of meknes (Central Morocco). Environmental Monitoring and assessment 102: 405 – 417).
22. Montenegro, G. Contaminación por metales pesados. [Ensayo]. 2012. Consultado el 15 de julio del 2017.
Disponible en: <http://unci-metalespesados.blogspot.pe/2012/06/contaminacion-por-metales-pesados.html>
23. Guarda O, Robles Gomero C, Tibor J. Determinación de plomo en suelos debido a la contaminación por fábricas aledañas al Asentamiento Humano cultura y progreso del distrito de Ñaña – Chaclacayo. [Tesis] .Lima – Perú, 2009.
24. WHO/FAO. 1993. Summary report of the 41st meeting of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). FAO, Roma
25. Vega Gonzales. Nivel de contaminación por metales pesados (Pb, Cu, Hg, Hs y Fe) en el rio el toro, distrito de Huamachuco de la provincia de Sánchez Carrión durante año 2009 – 2010. [Tesis postgrado]. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú. 2012. Consultado: 4 de agosto del 2017.
Disponible en:
<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5812/Tesis%20Maestr%C3%ADa%20-%20Juan%20Vega%20Gonz%C3%A1les.pdf?sequence=1>

26. Klaassen C, Watkins J, Manual de Toxicología 5ta Edición. La Ciencia Básica de los Tóxicos. Editorial McGraw-Hill Interamericana editores. México D.F. 2001: 883.
27. Ladou J, Medicina Laboral y Ambiental. Editorial El Manual Moderno. México. 1999: 726 – 728.
28. Franco D. Contaminación por Plomo. Informe elaborado por la Comisión de Salud Ocupacional. Sindicato Médico del Uruguay, 2007.
29. Nolasco G. Determinación de la concentración de plomo en suelos de lima metropolitana y su repercusión en la contaminación ambiental. [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú, 2001.
30. Ubillus. Estudio sobre la presencia del plomo en el medio ambiente de Talara. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, 2003. Consultado: 3 de junio del 2017.
Disponible en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Ingenie/ubillus_lj/cap2.pdf
31. Echarri Prim, L. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Metales tóxicos: productos químicos. Consultado: 10 de mayo del 2017.
Disponible en:
<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/09ProdQui/120MetTox.htm>
32. Nolasco Macollunco Gladis, 2001. “Determinación de la concentración de plomo en suelos de lima metropolitana y su repercusión en la contaminación ambiental.” Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
33. Briño Enriquez, K. Estudio polarográfico de Pb y Cd en sangre. [Tesis de pregrado] Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México; 2015. Consultado el 20 de mayo del 2017.

Disponible en:

<http://ninive.uaslp.mx/jspui/bitstream/i/1680/3/LQU1EPP00501.pdf>

34. MORRAL, D. 2003. Eco Fisiología del Cultivo de Cacao; Universidad Nacional Agraria la Malina. 8ed. Lima, Perú, s.n. 311 p.
35. Ramírez A., (2000), Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos, Anales de la Facultad de Medicina, Vol. 63, No. 001, pg 51-64.
36. Peña Cerda, V. Evaluación de la concentración de plomo y cadmio en suelo superficial de parques y plazas públicas, en tres municipios del área metropolitana de Monterrey. [Tesis de postgrado] Nuevo León – México; 2014. Consultado el 3 de abril del 2017.
Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/4119/1/1080253816.pdf>
37. Lopez-Artiguez M., Repetto M., (1995), Estado actual de la toxicología del cadmio, Toxicología avanzada, Capítulo 10, Ediciones Diaz de Santos S.A., Madrid España, pp 393-405
38. ATSDR, (2012), Agency for Toxic Substances and Disease Registry, , Public Health Statement for Cadmium, Dicember
39. Unión Europea. Seguridad alimentaria en la UE. Consulta el 12 de febrero del 2017.
Disponible en: https://europa.eu/european-union/topics/food-safety_es
40. Mercosur: su funcionamiento. 2017. Consultado 25 de junio del 2017-
Disponible en:
<http://www.mercosur.int/innovaportal/v/6500/12/innova.front/su-funcionamiento>

41. Candelaria Quiroga. M. Transparencia y probidad en la gestión pública: ¿Puede ser el Mercosur una herramienta de cooperación al desarrollo eficaz en los próximos años? 79-86. Consultado el 10 de agosto del 2017.

Disponible en:

http://www.kas.de/upload/auslandshomepages/chile/Teoria_Politica/Teoria_Politica_part9.pdf

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“CUANTIFICACION DE LA CONCENTRACION DE PLOMO Y CADMIO EN QUINUA (*Chenopodium quinoa Wild*) EXPENDIDA EN LIMA METROPOLITANA COMPARADA CON LOS PARAMETROS DE LA UNION EUROPEA Y MERCOSUR ENERO – ABRIL 2017”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>GENERAL: ¿Cuál es la concentración de Plomo y Cadmio en la Quinoa, expendida en Lima Metropolitana comparada con los parámetros establecidos por la Unión Europea y Mercosur en el periodo Enero – Abril 2017?</p> <p>ESPECÍFICOS: 1¿La concentración de plomo en la quinoa (<i>Chenopodium quinoa Wild</i>) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximos permisibles establecidos por la Unión Europea y Mercosur en el periodo enero – abril 2017?</p> <p>2 ¿La concentración de Cadmio en la quinoa (<i>Chenopodium quinoa Wild</i>) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximos permisibles establecidos en la Unión Europea y Mercosur en el periodo enero – abril 2017?</p> <p>3¿En qué medida se relacionan los niveles de Plomo y Cadmio según las variedades de quinoa expendida en Lima Metropolitana en el periodo Enero – Abril 2017?</p>	<p>GENERAL: Determinar si la concentración de Plomo y Cadmio en la quinoa (<i>Chenopodium quinoa Wild</i>)expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximos permisibles establecidos por la Unión Europea y Mercosur en el periodo enero – abril 2017</p> <p>ESPECÍFICOS: 1. Determinar si la concentración de Plomo en la quinoa (<i>Chenopodium quinoa Wild</i>) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximos permisibles establecidos por la Unión Europea y Mercosur en el periodo enero – abril 2017</p> <p>2. Determinar si la concentración de Cadmio en la quinoa (<i>Chenopodium quinoa Wild</i>) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximos permisibles establecidos por la Unión Europea y Mercosur en el periodo enero – abril 2017</p> <p>3. Evaluar si existe correlación entre la concentración de Plomo y Cadmio según las variedades de quinoa expendida en Lima Metropolitana en el periodo enero – abril 2017</p>	<p>GENERAL: La concentración de Plomo y Cadmio en al quinoa (<i>Chenopodium quinoa Wild</i>) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximo permisibles establecidos por la Unión Europea y Mercosur en el periodo enero – abril 2017</p> <p>ESPECÍFICOS: 1. La concentración de Plomo en la quinoa (<i>Chenopodium quinoa Wild</i>) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximos permisibles establecidos por la Unión Europea y Mercosur en el periodo enero – abril 2017</p> <p>2. La concentración de Cadmio en la quinoa (<i>Chenopodium quinoa Wild</i>) expendida en Lima Metropolitana excede los límites máximos permisibles establecidos por la Unión Europea y Mercosur en el periodo enero – abril 2017</p> <p>3. Existe correlación significativa entre la concentración de Plomo y Cadmio según las variedades de quinoa expendida en Lima Metropolitana en el periodo enero – abril 2017</p>	<p>VI: Quinoa expendida en Lima Metropolitana</p> <p>VD: Concentración de Plomo y Cadmio</p>	<p>VI: Tipos de Quinoa expendidas en Lima Metropolitana</p> <p>VD: Niveles de Plomo y Cadmio permitidos por la Unión Europea y el Mercosur</p>	<p>VI: Muestras de quinoa recolectada</p> <p>VD: Límite máximo permisible Unión Europea y Mercosur Plomo : 0.20 mg/Kg Cadmio : 0.10 mg/Kg</p>	<p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>DISEÑO: No experimental</p> <p>NIVEL: Transeccional o Transversal</p> <p>TIPO: Descriptivo</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA: 10 Variedades de Quinoa Muestreo de tipo intencional</p> <p>TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Técnica Operatoria: Espectroscopia de Absorción Atómica. Espectrometría de Absorción atómica asociado a un Horno de Grafito.</p>

ANEXO 2: CERTIFICADO DE ANALISIS EXPERIMENTAL



CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C. - CETOX

SENASA - Ministerio de Agricultura - SENAVE - Dirección General de Agroquímicos /
Dirección de Control de Insumos Agrícolas. LR N° 00146
MINSA - Ministerio de Salud. Resolución N° 106-15-DESP-DISA-II-LS/MINSA

Jr. Pisac 192 – Oficina 102 – Urb. Residencial Higuera – Santiago de Surco
Telefax: (511) 273-2318 www.cetox.com.pe servicios@cetox.com.pe

INFORME DE ENSAYO

TIT - 17 - 0146

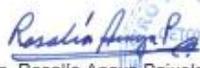
1. Solicitante : Srta. Patricia Maribel Lavado Ordoñez
2. Análisis solicitado : Cuantificación de plomo y cadmio
3. Muestra : Quinoa (muestras proporcionadas por el solicitante)
4. Fecha de Recepción : 24/03/2017
5. Fecha de Emisión : 07/04/2017

RESULTADOS

N°	Código	Marca	PLOMO (mg/kg)	CADMIO (mg/kg)
1	M-1	Quinoa amarilla - Huamantanga	0.33	0.13
2	M-2	Quinoa amarilla - Incasur	0.19	0.05
3	M-3	Quinoa amarilla - Tottus	0.16	0.04
4	M-4	Quinoa amarilla - Mass	0.18	0.19
5	M-5	Quinoa negra - Huamantanga	0.27	0.23
6	M-6	Quinoa amarilla - Cosecha del Sur	0.22	0.02
7	M-7	Quinoa roja - Urgu	0.31	0.16
8	M-8	Quinoa amarilla - Costeño	0.18	0.05
9	M-9	Quinoa amarilla - Tesoro del Campo	0.09	0.09
10	M-10	Quinoa roja - Mercado Huamantanga	0.28	0.15

MÉTODO:

Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de grafito.


Dra. Rosalia Anaya Pajuelo
Gerente Técnico





CENTRO TOXICOLOGICO S.A.C. - CETOX

SENASA - Ministerio de Agricultura - SENAVIG - Dirección General de Agroquímicos / Dirección de Control de Insumos Agrícolas LR N° 20148
Minsa - Ministerio de Salud, Resolución N° 105-15-CEEP-DISA-I-L-UMINSA

Cf. Jr. Pisco 192 - Oficina 102 - Urb. Residencial Higuera - Santiago de Surco - Teléfono: (511) 273-2318 - www.cetox.com.pe - servicios@cetox.com.pe

SOLICITUD DE ENSAYO TOXICOLÓGICO

S.E.T. N° **12367-2017**

1. Datos del solicitante:

Cliente / Empresa: **PATRICIA MARIBEL LAVADO ORDOÑEZ**

R.U.C.:

Dirección:

e-mail:

Contacto:

Teléf. atención:

Teléf. 1:

Teléf. 2:

Fax:

2. Datos del Paciente:

Nombre y Apellidos:

Edad:

3. Datos de la Muestra: (Muestra proporcionada por el cliente)

Ingreso de la Muestra:

Personal

Courier

Otro: _____

Nombre comercial / Identificación:

CHENOPODIUM QUINOA WILLO (QUINUA)

Ingred.(s) activos(s):

Formulación:

Fecha Fabricación:

Fecha Vencimiento:

Número de Lote:

Devolución de muestra sobrante:

Peso o vol. Muestra: De acuerdo a lo solicitado

N° de muestras: **10 unidades**

Tipo de muestra:

Condiciones ambientales:

Procedencia/Características/Descripción:

Fecha Recepción:

24/03/2017

Otra indicación:

Descripción del envase:	Tipo de envase:	<input type="checkbox"/> Envase original	<input type="checkbox"/> Envase simple, biselado			
	Material:	<input type="checkbox"/> Ampolla <input type="checkbox"/> Bión <input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Botella	<input type="checkbox"/> Caja	Otro:	
	Etiqueta:	<input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Vidrio	<input type="checkbox"/> Metal/Aluminio	<input type="checkbox"/> Cartón	<input type="checkbox"/> Papel	Otro:
	Seguridad:	<input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Rótulo a mano	<input type="checkbox"/> Rótulo a máquina	Otro:		
		<input type="checkbox"/> Precinto seguridad <input type="checkbox"/> Tapa cerrada	<input type="checkbox"/> Cerrado o sellado	Otro:		

Observaciones:

4. Ensayos solicitados:

Ensayo - Método	Costo (\$)	Fecha Entrega	Oda	Revisión
CUANTIFICACIÓN DE PLOMO (Pb) (FN) - EAA	690.00	07/04/2017	30992-2017	
CUANTIFICACIÓN DE CADMIO (Cd) (FN) - EAA	690.00	07/04/2017	30993-2017	

ENTREGA DE INFORMES:

Hora de entrega: A partir de las 3:00pm del día indicado

Lima/Callao, se recogerá en la Oficina de CETOX

Provincia/Exterior, se podrá entregar por courier via collect ó

previa cancelación por el envío por parte del cliente.

Precio Neto	1,380.00
Descuento	0.00
Sub-total	1,380.00
I.G.V. (18%)	0.00
TOTAL	1,380.00

IMPORTANTE: Por favor corroborar todos los datos. Firmando el presente documento da conformidad de TODOS los datos de la empresa y muestra indicados en el SET, asimismo tiene conocimiento de las condiciones contractuales

_____ por Cliente

_____ por Centro Toxicológico S.A.C. "CETOX"

Nombre: _____

Nombre: **C. Bejarano**

D.N.I. _____

CUENTA CORRIENTE - BANCO DE CREDITO DEL PERU: (DOLARES) 194-1427241-1-85 / (SOLES) 194-1778268-0-01

N° COTIZACIÓN:

PAGO: Factura N° BF-001-157

Fecha:

Monto: S/ 1380.00

Atención:

Fecha Emisión: 24/03/2017

Fecha Pago: 24/03/2017

Factura N° _____

Monto: _____

Fecha Emisión: _____

Fecha Pago: _____

ENTREGA RESULTADOS:

Cargo N° _____

Fecha: _____

Cargo N° _____

Fecha: _____

ANEXO 3: CONSTANCIA DE PARTICIPACIÓN EN EL PROCESO EXPERIMENTAL LABORATORIO CETOX SAC



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega
Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Pueblo Libre, 21 de Marzo 2017

Carta S/N -D/FCsFB-2017

Señora Directora
Dra. Rosalía Anaya Pajuelo
LABORATORIO CETOX SAC

Centro Toxicológico S.A.C. REGISTRO R. 10000	
Fecha: 24/03/17	12:50pm
Firma: <i>Dr. Carlos Rojas Pajuelo</i>	Institucional

Presente.-

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted con la finalidad de saludarla y, a la vez, presentarle a la **Sra. Patricia LAVADO ORDOÑEZ**, estudiante egresada de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas Y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, quien solicita descuento especial para realizar el análisis de las muestras de Quinua sin procesar quien se encuentra interesada en realizar su trabajo de Investigación en las instalaciones del LABORATORIO CETOX SAC. para optar el Título Profesional con la realización de la Tesis Titulado "**PRESENCIA DE PLOMO Y CADMIO EN CHENOPODIUM QUINOA WILLD (QUINUA) EXPENDIDA EN LIMA METROPOLITANA DURANTE EL PERIODO OCTUBRE 2016- MARZO 2017**".

Agradeciendo anticipadamente su apreciada colaboración, hago propicia la oportunidad para expresar los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Cordialmente

JAT/ym.

Dr. Jaime Aliaga Tovar
DECANO (e)
Facultad de Ciencias Farmacéuticas y
Bioquímica

ANEXO 4: TESTIMONIOS FOTOGRÁFICOS



Figura N° 10: Toma de muestra de quinua a granel



Figura N° 11: Toma de muestra de quinua envasada



Figura N° 12: Toma de muestra de quinua envasada