



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Farmacia y Bioquímica**

**Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**

**Evaluación toxicológica de plomo y cadmio en quesos  
artesanales expendidos en el mercado Caquetá, distrito  
del Rímac**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

**AUTOR**

Antonio Juvenal ESPINOZA AMAO

**ASESOR**

Dr. José Alfonso APESTEGUÍA INFANTES

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

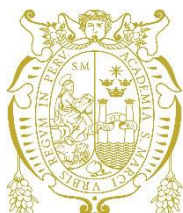
Espinoza A. Evaluación toxicológica de plomo y cadmio en quesos artesanales expendidos en el mercado Caquetá, distrito del Rímac [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2022.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Antonio Juvenal Espinoza Amao
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42771360
URL de ORCID	No aplica
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	José Alfonso Apesteguía Infante
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09359857
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-6546-2298">https://orcid.org/0000-0001-6546-2298</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	José Antonio Llahuilla Quea
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09780810
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Luis Alberto Inostroza Ruiz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	18089817
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Amadeo Collado Pacheco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07535726
<b>Miembro del jurado 3</b>	
Nombres y apellidos	Sixto Antonio González Elera
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	08063663
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Toxicología alimentaria
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Rímac Lugar: mercado de Caquetá Latitud: -12.020304 Longitud: -77.035463
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2021 – Mayo 2022
URL de disciplinas OCDE	Toxicología <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.01.07">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.01.07</a>



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



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los Miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

**Evaluación toxicológica de plomo y cadmio en quesos artesanales expendidos en el mercado Caquetá, distrito del Rímac**

Que presenta el Bachiller en Farmacia y Bioquímica:

**ANTONIO JUVENAL ESPINOZA AMAO**

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, ha obtenido la siguiente calificación final:

Diecisiete (17) Aprobado con mención honrosa

-----  
de conformidad con el Art. 14.º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para la obtención del Título Profesional de Químico Farmacéutico (a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

**JURADO EXAMINADOR Y CALIFICADOR (R.D. N.º 000286-2022-D-FFB/UNMSM)**

- Dr. José Antonio Llahuilla Quea
- Mg. Luis Alberto Inostroza Ruiz
- Mg. Amadeo Collado Pacheco
- Mg. Sixto Antonio González Elera

Lima, 21 de noviembre de 2022.

**Dr. José Antonio Llahuilla Quea**  
**Presidente**

**“FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO”**



## INFORME DE EVALUACIÓN DE CRITERIOS DE ORIGINALIDAD

1	Facultad	FARMACIA Y BIOQUÍMICA
2	Escuela	FARMACIA Y BIOQUÍMICA
3	Autoridad que emite el informe de originalidad	Director de la Escuela Profesional
4	Apellidos y nombres de la autoridad académica	Luis Miguel V. Felix Veliz
5	Operador del programa informático de similitudes	Luis Miguel V. Felix Veliz
6	Documento evaluado	Tesis para optar al título profesional de Químico Farmacéutico: Evaluación toxicológica de plomo y cadmio en quesos artesanales expendidos en el mercado Caquetá, distrito del Rímac.
7	Autor(es) del documento	Br. Espinoza Amao, Antonio Juvenal
8	Fecha de recepción del documento	04/11/2022
9	Fecha de aplicación del programa informático de similitudes	05/11/2022
10	Software utilizado	Turnitin
11	Configuración del programa detector de similitudes	Excluye: - Textos entrecomillados - Bibliografía - Cadenas menores de 40 palabras
12	Porcentaje de similitud según programa detector de similitudes	2 % (El % de similitud debe ser $\leq$ 10%)
13	Fuentes originales de las similitudes encontradas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fuentes de internet varias 2 %</li><li>• Publicaciones 0 %</li><li>• Trabajo de estudiantes entregados a otras universidades 1 %</li></ul>
14	Observaciones	Realizar la edición final de la tesis. Procede la sustentación.
15	Calificación de originalidad	Documento cumple con los criterios de originalidad.
16	Fecha del informe	05/11/2022

Nota: se adjunta archivo de reporte del sistema Turnitin en el que se resaltan las similitudes detectadas.



UNMSM

Firmado digitalmente por FELIX  
VELIZ Luis Miguel Visitación FAU  
20148092282 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 05.11.2022 05:58:22 -05:00

-----  
Dr. Luis Miguel V. Felix Veliz

## DEDICATORIA

A mis padres por contar con su apoyo y sus enseñanzas, para forjar en mi persona un profesional; todos mis logros hasta la presente son gracias a ellos.



## AGRADECIMIENTO

Gracias al Dr. José Alfonso Apesteguía Infantes,  
por sus consejos, sugerencias y sobre todo el  
tiempo prestado.

## INDICE

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. Planteamiento de problema .....	1
I.1.1. Formulación del problema.....	1
I.1.2. Formulación del problema.....	1
I.2. Objetivos .....	2
I.2.1. Objetivo general .....	2
I.2.2. Objetivos especificados .....	2
I.3. Importancia y alcance .....	2
I.4. Limitaciones de la investigación .....	2
II. REVISION DE LA LITERATURA.....	3
II.1. MARCO TEÓRICO .....	3
II.2. Antecedentes .....	4
II.2.1. Ámbito Nacional .....	4
II.2.2. Ámbito Internacional.....	6
II.3. Base teórica .....	8
II.3.1. Metales en alimentos .....	8
II.3.2. Productos lácteos .....	8
II.3.2. Plomo .....	16
II.3.3. Cadmio.....	21
II.4. Glosario .....	26
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	27
III.1. Hipótesis .....	27
III.2. Variables.....	27
IV. METODOLOGÍA .....	28
IV.1. Área de estudio .....	28
IV.2. Metodología de investigación.....	28
IV.3. Población y muestra .....	28
IV.4. Procedimientos de adquisición de la información.....	29
IV.5. Método .....	29
IV.5.1. Fundamento .....	29
IV.6. Equipos, materiales y reactivos .....	30
IV.6.1. Equipos.....	30
IV.6.2. Materiales .....	30
IV.6.3. Elementos químicos .....	30

IV.7. Método analítico .....	31
IV.7.1. Digestión ácida asistida por microondas.....	31
IV.8. Curva de calibración .....	31
IV.8.1. Estándar madre de plomo .....	31
IV.8.2 Estándar madre de cadmio .....	33
IV.9. Estadística .....	35
V. RESULTADOS .....	36
V.1. Resultados de plomo .....	36
V.4. Determinación de T-student para valores de plomo vs <i>CODEX Alimentarius</i> . .....	39
V.5. Resultado de cadmio .....	40
V.6. Concentración de cadmio según lugar de procedencia.....	41
V.7. Determinación de Anderson-Darling.....	42
V.8. Determinación de T-student para valores de cadmio vs <i>CODEX Alimentarius</i> . .....	43
VI. DISCUSIÓN .....	44
VII. CONCLUSIONES .....	47
VIII. RECOMENDACIONES .....	48
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
X. ANEXOS.....	55
Anexo 1. Listado de codificación de quesos expedidos en el mercado de Caquetá-Rímac.....	55
Anexo 2. Lugar de adquisición de muestras de venta ambulancia en mercado de Caquetá en el distrito de Rímac.....	57
Anexo 3. Ubicación del lugar, donde se recolectó las muestras. ....	58
Anexo 4. Identificación de muestras recolectadas.....	59
Anexo 5. Codificación de muestras para su análisis en laboratorio sistema de servicios y análisis químicos S.A.C. SLAB para su análisis. ....	60
Anexo 6. Informe de los resultados.....	61
Anexo 7. Datos de muestras analizadas .....	62
Anexo 8. Resultados obtenidos de plomo. ....	62
Anexo 9. Resultados obtenidos de cadmio. ....	62
Anexo 10. Resultados de verificación operacional del equipo utilizado. ....	62

## **ABREVIATURAS**

- **LMP:** Límite máximo permitido
- **Pb:** plomo
- **Cd:** cadmio
- **PPM:** partes por millón
- **PPB:** partes por billón
- **kg:** kilogramo
- **mg:** miligramo
- **ml:** mililitro
- **mg:** miligramo
- **g:** gramo
- **L:** litro
- **dl:** decilitro
- **m<sup>3</sup>:** metro cúbico
- **AAE:** atomic emission spectrometry (espectrometría de absorción atómica)
- **CAUS:** food codex of the european union (CODEX Alimentario de la unión europea)
- **MINAGRI:** Ministerio de Desarrollo Agrario
- **Ar:** argón

## RESUMEN

A partir de los resultados de esta investigación usando como método espectroscopia de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente en muestras de queso artesanal expedido en mercado de Caquetá distrito de Rímac, Lima. Se obtuvo como resultado de plomo 0,0174 ppm de promedio, con máximo de 0,0244 ppm y mínimo de 0,0098 ppm, en cambio de cadmio se obtiene 0,0033 ppm de promedio, teniendo como máximo 0,0046 ppm y mínimo de 0,0014 ppm. De 100 % de muestras el 33,33 % de muestras de plomo se encuentran en el límite según la referencia de CODEX Alimentarius ( $\leq 0,0200$  ppm) y respecto al cadmio el 100 % de muestras se encuentran inferiores al establecido por el CODEX Alimentarius ( $\leq 0,0050$  ppm). De estos resultados se concluye; los valores de plomo se encuentran dentro del parámetro establecido según la norma de referencia, aunque hay 11 muestras que se encuentra en el límite máximo permitido, lo cual es para tener en cuenta para estudios posteriores. En caso del cadmio el 100 % de muestras son inferiores al valor establecido por la norma de referencia.

Para futuras investigación se sugiere mayor control en la comercialización de quesos artesanales en todo el Perú, sobre todo provenientes de los departamentos que tienen contaminación alta por la explotación de la minería.

Palabras clave: queso artesanal, CODEX Alimentarius, límite máximo permitido.

## **ABSTRACT**

Based on the results of this research using inductively coupled plasma optical emission spectroscopy as a method in samples of artisan cheese issued in the Caquetá market, district of Rímac, Lima. As a result of lead, an average of 0,0098 ppm; instead of cadmium, an average of 0,0033 ppm was obtained, with a maximum of 0,0046 ppm and a minimum of 0,0014 ppm. Of 100 % of samples, 33,33 % of lead samples are within the limit according to the **CODEX Alimentarius** reference ( $\leq 0,0050$  ppm). From these results it is concluded; the lead values are within the parameter established according to the reference standard, although there are 11 samples that are within the maximum allowed limit, which is to be taken into account for later studies. In the case of cadmium, 100 % of the samples are below the value established by the reference standard.

For future research, greater control is suggested in the marketing of artisanal cheeses throughout Perú, especially from departments that have high contamination due to mining exploitation.

Keywords: artisanal cheese, **CODEX Alimentarius**, maximum permitted limit.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **I.1. Planteamiento de problema**

El año 2020 se empleó 43 % de leche para la fabricación de productos lácteos, entre ellos el queso, que es una de las actividades que se realiza durante todas las estaciones del año por pequeños, medianos y productores artesanales en su mayoría en los departamentos del Perú. Lo que constituye de suma importancia evaluar Pd y Cd en queso artesanal, debido a sus efectos dañinos a la salud de las personas cuando estos metales se encuentran en concentraciones superiores al establecido por las normas reguladoras<sup>1</sup>.

El escaso control de metales pesados como plomo y Cadmio en quesos artesanales por parte de las autoridades y la falta de una norma nacional que permite regular el nivel de estos metales, hacen imprescindible evaluar la concentración de estos metales, aún más cuando estos alimentos son de consumo masivo en todo el país<sup>2</sup>.

#### **I.1.1. Problema**

Los problemas que generan a la salud el plomo y cadmio son diversos, sobre todo en lugares que son de alta contaminación con estos metales por lo cual en este trabajo se decidió determinar Pb y Cd en quesos artesanales expedidos en el mercado de Caquetá del distrito de Rímac. De esta manera contribuir a la evaluación de estos alimentos.

#### **I.1.2. Formulación del problema**

¿Excederán el plomo y cadmio presentes en queso artesanal expedido en mercado de Caquetá, distrito del Rímac, los valores permitidos según el **CODEX Alimentarius** y la NTP (Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI)?

## **I.2. Objetivos**

### **I.2.1. Objetivo general**

- Evaluar la presencia de Pb y Cd en queso artesanal expedidos en mercado de Caquetá. Distrito del Rímac.

### **I.2.2. Objetivos especificados**

1. Cuantificar la concentración de Pb en queso artesanal expedido en mercado Caquetá, distrito de Rímac.
2. Cuantificar la concentración de Cd en queso artesanal expedido en mercado Caquetá, distrito de Rímac.
3. Comparar las concentraciones de Pb y Cd encontradas en quesos artesanales versus el **CODEX Alimentarius** y la NTP (Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI).

## **I.3. Importancia y alcance**

Evaluar Pb y Cd en quesos artesanales por los graves problemas que generan la salud de la población la presencia de estos metales cuando se encuentran en niveles elevados.

Teniendo como alcance geográfico la venta de quesos artesanales en la ciudad de Lima. Distrito del Rímac. Mercado de Caquetá.

## **I.4. Limitaciones de la investigación**

- Pandemia de la COVID 19 que no permitió acceder a la revisión bibliográfica de información en la biblioteca.
- El costo de la investigación que no permitió obtener tamaño de muestra más amplio.
- Situación actual de pandemia que no permite evaluar mayor cantidad de muestras.



## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **II.1. MARCO TEÓRICO**

La leche forma parte importante de la nutrición de los seres humanos, así como de los mamíferos; quienes a través de ella alimentan a sus crías con la finalidad de beneficiarlos de las propiedades nutricionales que tiene la leche, para que así puedan sobrevivir y crecer de forma saludable<sup>3</sup>.

En el caso del hombre desde que descubrió las propiedades nutricionales de la leche ha significado un aporte en su desarrollo, así como en el progreso de las civilizaciones, quienes a través de la industria láctea han desarrollado diferentes productos a base de la leche que les ha permitido progresar de manera considerable a través de los años<sup>3</sup>.

Es de considerar también el descubrimiento de los diversos productos a base de la leche como son los quesos en sus diversas formas se remontan a siglos atrás, desde entonces se comenzó a elaborar productos a base de leche. Estos productos fueron progresando a medida que la ciencia fue progresando con el pasar del tiempo de tal manera que las industrias lácteas también fueron progresando hasta tener en la actualidad productos a base de leche con altos valores nutricionales en sus diversas formas, por dar un ejemplo, los diversos quesos que tenemos no solamente en Perú sino a nivel mundial<sup>4</sup>.

Pero también el progreso de la civilización no es de completo beneficioso para los seres humanos, con estos progresos también devienen las contaminaciones y los alimentos no están ajeno de ello. Por lo mismo se optó por determinar y cuantificar plomo y cadmio en quesos artesanal, para ello se empleó 30 muestras de queso artesanal provenientes de los departamentos de Cajamarca, Ancash y provincia de Huaral, las cuales fueron adquiridos en 2 puestos de venta ambulancia en mercado de Caquetá en distrito de Rímac, para evaluar usando la metodología de espectroscopia de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente<sup>5</sup>.

## II.2. Antecedentes

### II.2.1. Ámbito Nacional

Se determinó plomo y cadmio en Oxapampa, Chontabamba y Huancabamba en departamento de Pasco en muestras de leche, agua, suelo y pastos de una población de 150 vacas de 3 hatos lecheros usando como método espectroscopia de absorción atómica por quintuplicado, obteniéndose como resultado: leche 0,0576 mg/kg de Pb en promedio y 0,00035 mg/kg de cd en promedio, las cuales se encuentran de manera parcial en los límites máximos permitidos según la norma empleada. En caso de Pb (0.108 mg/kg) en leche y 7,7847 mg/kg en agua en Oxapampa se encuentran fuera de la norma usada<sup>6</sup>.

En Cajamarca en muestras de leche de vaca de raza Holstein y Brown Swiss se analizaron plomo y cadmio en 40 muestras en noviembre de 2015 hasta junio de 2016, teniendo como referencia el **CODEX Alimentarius** de la Unión Europea, en estas muestras se obtuvieron los siguientes resultados: en fundos de Bella Unión se encontró 0,0016 ppm de plomo como media, de las cuales 4 muestras se encuentran fuera del LMP de las normas antes mencionadas y el cadmio no exteriorizo resultados. En fundo de La Molina, se obtuvo 0,028 ppm como media de plomo teniendo 3 muestras fuera del LMP por no norma, en caso del cadmio se obtuvo 0,013 ppm como media con 2 muestras fuera del LMP. A partir de estos resultados el autor concluye que la leche cruda bovina en los fundos mencionados no difiere significativamente respecto al plomo y cadmio con respecto a la norma empleada<sup>7</sup>.

En un estudio transversal en Chiquian en departamento de Ancash se determinó metales pesados Pb y Cd por espectroscopia de absorción atómica en quesos andinos de venta libre en tres establecimientos de Chiquian, las cuales están próximos a minerías que se encuentran alrededores del distrito, lo que puede favorecer la contaminación con sustancias toxicas a los alimentos de los bovinos y contaminar a la población que se alimentan de sus producciones como es la leche y el queso. El estudio se realizó en dos años, el primer año 2016 en mes de noviembre se obtuvieron 0,682 mg/kg de Pb y 0,067 mg/kg de Cd y en el segundo año 2017, en el mes de marzo los resultados fueron 0,497 mg/kg de Pb y 0,052

mg/kg de Cd. Estos resultados fueron comparados con parámetros emitidas por **CODEX Alimentarius** como LMP que son 0,0200 mg/kg de Pb y 0,005 mg/kg de Cd, en este estudio se evidencia que el 100 % de muestras se encuentran fuera de los valores establecido por la norma<sup>8</sup>.

En poblados de Huaral se evaluó 30 muestras de leche para determinar Pb y Cd, para cada uno respectivamente, se determinó por espectroscopia de absorción atómica. Se obtuvo resultados de 0,0186 mg/kg en promedio de plomo siendo este valor menor a 0,0200 mg/kg emitidas por OMS, el 10 (33,33 %) del total de muestras se encuentran fuera del límite establecido, con referente a cadmio se obtuvo 0,338 mg/kg como promedio, lo que indica que 100 % de muestras se encuentran fuera del límite según la norma Rumania (0,01 mg/kg). Estos resultados indicados por el autor se concluye poner más énfasis en análisis de estos metales dañinos para la salud de la población<sup>9</sup>.

En 20 mercados ubicados en la ciudad de lima se determinó Pb y Cd en lechuga (***lactuca sativa L.***) teniendo como referencia mercados de lima elegidos al azar, de estos mercados se obtuvieron un total de 40 muestras que se determinaron por método espectroscopia de absorción atómica. Los resultados de estas muestras evidencian una media de 1,279 ppm de Pb y 0,084 ppm de Cd, para evaluar estos resultados se basaron en la norma de OMS/ absorción atómica **CODEX Alimentarius** donde se indica que los niveles de plomo no deben de superar 0,3 ppm y para cadmio no deben de superar 0,2 ppm en este tipo de hortalizas, estos resultados evidencian que la presencia de plomo en estas hortalizas superan largamente los niveles permitidos, en cambio la presencia de cadmio se encuentra en los valores permitidos<sup>10</sup>.

Mediante el método de espectrometría de masas se cuantificó la presencia de Pb y Cd en papas (***solanum tuberosum L.***) de 3 variedades (huyro, canchan y amarilla), estas muestras se obtuvieron del mercado de Santa Anita en lima, provenientes del departamento de Huánuco, para análisis de estos metales se contaron con 45 muestras, las cuales arrojaron como resultados para Pb 0,0600 mg/kg a 0,1018 mg/kg en tanto para el Cd vario de 0,0073 mg/kg a 0,0287 mg/kg,

los niveles de Cd en todas las variedades se encuentra inferior al LMP, para el caso de plomo en la variedad de amarilla supera mínimamente el LMP. La norma que utilizó el autor para evaluar estos resultados fue **CODEX Alimentarius** y MERCOSUR.

### **II.2.2. Ámbito Internacional**

En islas canarias, un estudio de tóxicos persistente en alimentos lácteos expresa mediante su resultado que la ingesta de queso no implica mayor riesgo para el consumidor en cuanto a la exposición a contaminantes inorgánicos persistentes, ya que las que ingestas diarias estimados (IDA) DE Pb y Cd con el queso suponen solo un pequeño porcentaje (menor de 0,4 % en adultos y del 0,6 % en niños) de las ingestas diarias admitidas por las autoridades sanitarias europeas. En cualquier caso, ha de resaltarse el hecho de que el consumo del queso local puede incrementar la ingesta inadvertida de Pb en la población infantil de las Islas. Debido que el Pb es un importante neurotóxico para los niños por lo cual indica el autor que se debe poner atención por parte de las autoridades sanitarias con el fin de que se adopten medidas destinadas a prevenir la exposición de la población infantil a fuentes alimentarias de Pb<sup>12</sup>.

Se estudió a la leche de vaca de animales alimentadas de alfalfa irrigadas con agua residual de procedencia industrial, doméstica y agrícola en México. Donde determinaron Pb y Cd en 160 vacas. Los resultados de Pb que se obtuvieron fue 0,039 mg/kg a 0,059 mg/kg y de Cd no evidencio resultados, según lo que indica el autor. En caso de cadmio todos sus valores se encuentran fuera de la norma internacional mas no de la mexicana. El estudio demuestra que los animales que se alimentan con alimentos contaminados si pueden contaminar su producción de leche<sup>13</sup>.

En la ciudad de Bogotá se evaluó Pb y Cd en leche comercializada en la ciudad empleando el método espectrofotometría, para comprobar si la leche cumplía con los niveles establecido por la norma de dicha ciudad que fueron emitidas en 2013. Para este estudio se usó el método de tratamiento de la muestra digestión asistida por microondas, obteniéndose como resultado para el Pb 0,006 mg/kg a 0,017

mg/kg y para Cd se obtuvo concentraciones entre 0,014 mg/kg a 0,019 mg/kg, valores inferiores indicados por la norma según lo que indica el autor<sup>14</sup>.

Al estimar los diversos productos que se emplea en los cultivos entre ellos los plaguicidas e insecticidas y los residuos que estos dejan en los cultivos y posteriormente en los despojos de la cosecha del maíz, los que son suministrados en la dieta de los bovinos. En la parroquia de Bilovan del Cantón San Miguel – Bolivia, se realizó una investigación experimental para evaluar plomo en bovinos alimentados con despojos de la cosecha de maíz. Se escogió una población de 15 bovinos, de quienes se muestreo 100 ml de leche de cada uno in situ para su respectivo análisis, dando como resultado entre otros de Pb que fue inferior a lo que indica la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (2011), lo que no quiere decir necesariamente que esta fuera de contaminación por este metal, según lo que indica el autor<sup>15</sup>.

Estudios de fitorremediación demuestran que los metales pesados llegan al organismo de animales, el cual se demostró al evaluar Pb y Cd en leche de bovinos. Donde se obtuvo resultados positivos, aunque por debajo de los establecidos por el Reglamento Técnico MERCOSUR. En el estudio indicado por el autor la transferencia de metales ingresa al organismo de los animales a partir de medio ambiente contaminado en donde se crían a los animales<sup>16</sup>.

## **II.3. Base teórica**

### **II.3.1. Metales en alimentos**

El progreso de las civilizaciones y las industrias han traído a lo largo de los años perjuicios a la salud de las personas, es así que en estos tiempos la alarmante contaminación del ambiente y los alimentos requiere una mirada con mayor compromiso por parte de los gobiernos a nivel mundial<sup>16</sup>.

La emisión de los metales pesados por parte de las industrias al medio ambiente parece de nunca acabar, debido a su presencia en el medio ambiente en niveles elevadas sobre todo en aquellos lugares próximos donde se realiza la actividad de extracción minera, quienes contaminan de manera indiscriminada toda la flora y fauna y como consecuencia de esta contaminación se ve alterada la cadena trófica<sup>15</sup>.

En la última década hay estudios de distintos países que demuestran la contaminación de leche y sus derivados lácteos con metales y como consecuencia de ello generan desequilibrio de la salud y sobre todo en los niños en quienes el plomo causa graves problemas en su salud, afectando su desarrollo mental, riñón y su sistema cardiovascular<sup>14</sup>.

En el Perú la regulación de los metales pesados en productos lácteos en general está dada por el Decreto Supremo N°007-2017-MINAGRI teniendo como referencia el **CODEX Alimentarius** donde se establecen como contaminantes a aquellas sustancias que han ingresado a los alimentos de manera no intencional y se encuentran en niveles elevados como es el caso de los metales pesados<sup>17</sup>.

### **II.3.2. Productos lácteos**

Productos derivados de leche, como el queso, son alimentos que datan de siglos atrás descubiertos por el hombre, desde entonces fue uno de los alimentos utilizados para conservar sus componentes nutricionales de la leche para luego aprovechar en su periodo largo sin que estas propiedades se pierdan o se deterioren y no puedan ser consumidos<sup>8</sup>.

### II.3.2.1. Leche

#### II.3.2.1.1. Definición

**CODEX Alimentarius:** líquido obtenida mediante ordeño de la ubre de los mamíferos que se encuentran en pleno estado de salud y en condiciones higiénicas adecuada<sup>18</sup>.

Código Alimentario Argentino (CAA), alimento obtenido a partir de mamíferos en buen estado sanitario mediante el ordeño higiénico. En caso que se obtenga la leche de otros animales se indicara su procedencia mencionando el mamífero<sup>19</sup>.

Legalmente está definida como: “producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas (libre de toda enfermedad infectocontagiosa tales como tuberculosis, brucelosis y mastitis), bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumple con características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas”<sup>19</sup>.

#### II.3.2.1.2. Características

Alimento de características únicas que nos proporciona la naturaleza para para promovernos de sus propiedades nutritivas<sup>18</sup>.

**Tabla 1:** principales características de la leche<sup>3</sup>.

Color	Líquido blanco
Sabor	Dulce característico
Aroma	Característico
Consistencia	Uniforme sin grumos

#### II.3.2.1.3. Estructura

Emulsión compuesta por grasa y agua en mayor proporción y en menor porcentaje por proteínas, así como números elementos en diferentes estados<sup>20</sup>.

- Grasa y agua
- Proteínas
- Lactosa (azúcar)<sup>20</sup>.

#### II.3.2.1.4. Composición

Los componentes de la leche están relacionados con la geografía, alimentación, clima, etc. Quienes inciden en gran porcentaje en la composición que tiene cada leche sea de vacuno o de ovino. El mayor porcentaje de la leche es el agua (87,5 %) y en menor porcentaje la grasa y proteínas, los demás elementos se encuentran en menor proporción<sup>21</sup>.

tabla 2. Elementos por 100 g de leche<sup>22</sup>.

Elementos	100g de leche
Agua	87,5 g
Carbohidratos	4,5 g
Proteínas	3,3 g
<b>Minerales</b>	
Fosforo	90 mg
Calcio	120 mg
Iodo	11 µg
Flúor	17 µg
<b>Vitaminas</b>	
Vitaminas B2	180 µg
Vitaminas A	30 µg



### II.3.2.2 Queso

Alimento que remonta sus orígenes a costumbres de los pueblos del mediterráneo en donde se cree que se originó como consecuencia de mera casualidad, debido que en dichos pueblos se acostumbraba transportar los alimentos como la leche en piel de animales, es así como en algún momento se obtuvo el queso como consecuencia de la coagulación por acción de la enzima que poseía la piel en las cuales se transportaban la leche teniendo como resultado el queso<sup>19</sup>.

A medida que la tecnología fue progresando, la elaboración de los quesos también fue mejorando, pasando de una elaboración artesanal a fabricar en grandes escalas en la última década, es así que, en estos últimos años contamos con variedades de quesos en distintos países que son productoras de leche a gran escala<sup>19</sup>.

#### II.3.2.2.1. Definición

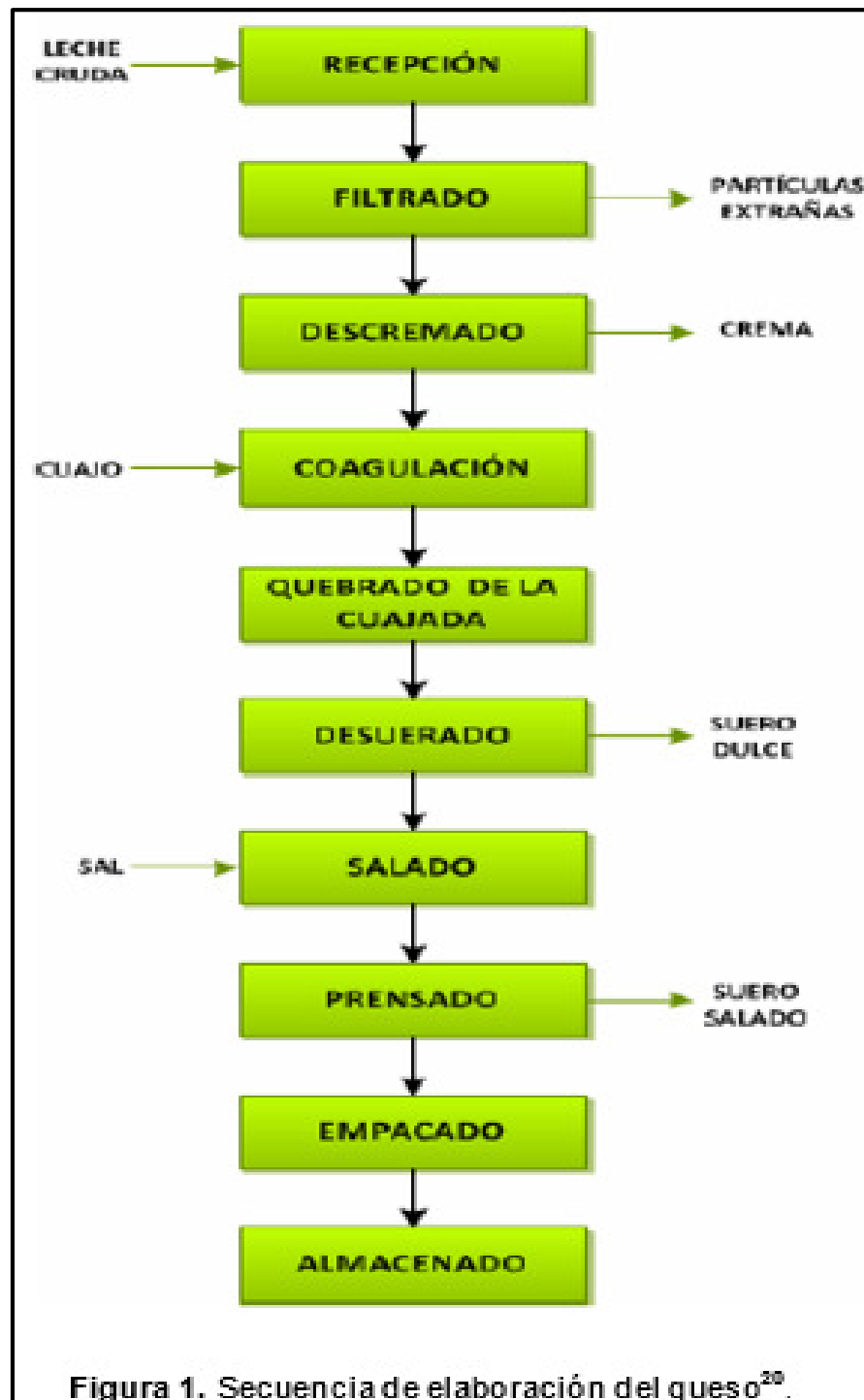
De acuerdo a la definición de **CODEX Alimentarius**: “es el producto fresco o madurado por la coagulación y separación del suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada, mazada o por una mezcla de estos productos”<sup>23</sup>.

Según norma argentino: “producto fresco o maduro que se obtiene por separación parcial del suero de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física del cuajo, enzimas específicas, bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solo o combinados, todos de calidad apta para su alimentario; con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o condimentos aditivos específicamente indicados, sustancias aromatizantes y materiales colorantes”<sup>19</sup>.

La Norma Técnica Peruana: (NTP) 201.195,2004. Define como queso fresco (tradicional), al queso levemente granular que ha sido separado de su suero luego de la coagulación de la leche pasteurizada y que se encuentra levemente firme sin ningún cultivo lácteo<sup>23,24</sup>.

### **II.3.2.2.2. Etapas de elaboración**

- A. Recepción:** identificación de la leche.
- B. Filtrado:** separación de elementos extraños de la leche.
- C. Descremado:** proceso de la liberación de la grasa de leche.
- D. Coagulación:** reacción química que se produce al agregar la enzima (cuajo) a la leche pasteurizada.
- E. Quebrado:** operación que consiste en detener la acción enzimática mediante un corte.
- F. Desuerado:** separación del suero con respecto a la masa formada luego de la cuajad.
- G. Salado:** introducción de la masa del queso en medio que contiene sal, el cual favorece con el aroma y la producción del ácido láctico además de su conservación.
- H. Prensado:** proceso de formación de la masa compacta del queso con poca cantidad de agua.
- I. Empacado y almacenado:** producto envasado y ubicado en ambientes adecuados.



### II.3.2.2.3. Clasificación

En base a diversidad de queso y tipo de queso que se elabora se consideran para clasificación las siguientes características: porcentaje de agua, grasa, sabor, dureza, naturaleza de la leche, tecnología, etc<sup>25</sup>.

**Tabla 3:** Clasificación según el *CODEX Alimentarius*<sup>26</sup>.

Clasificación del queso según sus características de consistencia y maduración		
Según su consistencia		Según las principales características de maduración
HSMG%	Denominación	
< 51	Extraduro	Madurado
49 – 56	Duro	Madurado por mohos
54 – 69	Firme/Semiduro	No madurado/Fresco
>67	Blando	En salmuera

**HSMG %:** Porcentaje de humedad sin materia grasa.

### II.3.2.2.4. Valor nutritivo

El aporte nutricional del queso en la dieta diaria de las personas es de gran valor; debido a que el queso es un alimento altamente nutritivo por la proteína que nos aportan en forma de aminoácidos en nuestra dieta, así mismo su aporte en minerales como el calcio, fósforo, elementos importantes en la dieta, aparte de lo mencionado también su aporte en grasa, vitaminas entre otras evidencias que el queso es un alimento de suma importancia en la escala de alimentos por su aporte nutritivo.

### **II.3.2.2.5. Producción de queso en Perú**

El Perú actualmente cuenta con 6 500 plantas queseras, siendo Puno el departamento con 1 311 plantas. “Las 6 500 plantas queseras que existen a nivel nacional son medianas, pequeñas y artesanales: además de Puno que lidera la producción total, las regiones cuentan con menos de 100 plantas queseras por región”<sup>27</sup>.

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) informo el progreso de productos a base de leche a nivel nacional se incrementó en 25 % en 2020 durante los primeros cuatro meses, lo que indica claramente incremento de producción con respecto al año anterior en donde se había producido 201 543 (Dos cientos un mil quinientos cuarenta y tres) toneladas hasta la mitad del año en 2019<sup>28</sup>.

Del total de leche que se obtiene en Perú, el 43 % esta direccionado a la producción de diferentes productos a base de leche, entre las cuales, el queso. En gran parte el queso es elaborado de manera artesanal por pequeña y mediana empresa en la región<sup>28</sup>.

La elaboración de queso en Perú es favorecida por diferentes climas con las cuales cuenta, el cual favorece en la producción de quesos durante todo el año en diferentes regiones, siendo el queso fresco con mayor producción alcanzando el 65 % de producción nacional<sup>27</sup>.

### **II.3.2.3. Queso artesanal**

Siendo el queso un alimento que, dada de siglos atrás con el fin de preservar sus componentes durante un periodo largo como las proteínas, grasas, minerales sin que estas se deterioren y que no puedan ser consumidos por seres humanos, es así que el hombre descubrió casi de mera casualidad otra forma de aprovechar leche en su forma de queso<sup>22</sup>.

El queso artesanal viene hacer unos de los quesos más antiguos que sigue siendo consumido en cantidades considerables actualmente a pesar de la gran variedad de queso sofisticados que ha surgido con la tecnología y que nos proporcionan una gama de quesos con distintos sabores, aromas, dureza, etc<sup>27</sup>.

La elaboración de queso artesanal en diferentes regiones del Perú es a partir de la leche sin pasteurizar que se obtiene de los animales, con el agregado del cuajo la leche se cuaja y de esta manera se separa la parte sólida del suero es así como se obtiene el queso artesanal sin mayor control de calidad e inocuidad<sup>28</sup>.

Esta forma de producir queso artesanal es una forma de ingreso económico en muchos departamentos del Perú inclusive en la capital de Lima donde se producen el queso artesanal<sup>28</sup>.

## **II.3.2. Plomo**

### **II.3.2.1. Propiedades fisicoquímicas**

Plomo (Pb, número atómico 82, masa atómica 207) elemento que pertenece al grupo de metales pesados de color gris azulado que se ubica en corteza terrestre y que posee características que importan en la industria como su temperatura de fusión baja, resistente a la corrosión y fácilmente maleable<sup>29,30</sup>.

Por ser un elemento fácilmente manipulable viene a ser un elemento que tiene gran uso en la industria por lo cual sus demandas a través de los años han aumentado de tal manera que ha perjudicado en la salud de las poblaciones, actualmente el uso de plomo se encuentra en diversas industrias, siendo uno de los principales usos en las baterías de automóviles así también cañerías, proyectiles, cables, pinturas, etc<sup>30</sup>.

### **II.3.2.2. Límite de exposición**

Las principales entidades internacionales encargadas de la regulación de la contaminación del medio ambiente, la cual es de referencia para los gobiernos de distintos países (Ver tabla 4.)

- Agencia de Protección Ambiental (EPA)
- Sistema de Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA)
- Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR).
- Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH)<sup>30</sup>.

**Tabla 4.** Límite de plomo en el aire y objetos<sup>30</sup>.

Organización	Énfasis	Nivel de exposición
<b>EPA</b>	Agua	Máximo de 5 µg/m <sup>3</sup> promedio durante 3 meses
<b>OSHA</b>	Aire	Máximo de 50 µg/m <sup>3</sup> en una jornada laboral de 8 horas
<b>ATSDR</b>	Objetos	Máximo de 10 µg/dL
<b>NIOSH</b>	Aire	Máximo de 0,050 mg/m <sup>3</sup> en jornada laboral de 8 horas

### II.3.2.3. Fuente de contaminación

**Tabla 5.** Fuentes de exposición al plomo<sup>31</sup>.

OCUPACIONAL	AMBIENTE	ABUSO DE SUSTANCIA	OTRAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fontanería</li> <li>• Plomería</li> <li>• Metalurgia de plomo</li> <li>• Minería de plomo</li> <li>• Soldadores</li> <li>• Construcción civil</li> <li>• Industria cerámica</li> <li>• Manufactura de caucho</li> <li>• Manufactura de vidrio</li> <li>• Manufactura de plástico</li> <li>• Manufactura de baterías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinturas con plomo</li> <li>• Industria de gasolina</li> <li>• Agua potable contaminada</li> <li>• Grifos de venta de gasolina con plomo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias ilegales</li> <li>• Licores caseros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suplementos vitamínicos</li> <li>• Soldadura</li> <li>• Cerámica glaseada</li> </ul>

#### **II.3.2.3.1. Ocupacional**

Ocasionada en el lugar de trabajo al exponerse al plomo sin protección adecuada, básicamente este tipo de contaminación se produce en las industrias metalúrgicas, las mineras, etc<sup>29</sup>.

#### **II.3.2.3.2. Domestica**

Contaminación que se produce en los hogares al exponerse o ingerir alimentos que contienen plomo en concentraciones superiores a lo establecido por las normas, este tipo de contaminación se produce en su mayoría en los menores de edad que ingieren pinturas, alimentos contaminados<sup>29</sup>.

#### **II.3.2.3.4. contaminación con el agua**

El agua viene a ser un medio de contaminación de consideración, a partir de las tuberías por donde fluye o su almacenamiento en materiales que en su composición tienen niveles considerables de plomo, por el cual el nivel de plomo aceptable en agua es hasta 15 µg/L<sup>31</sup>.

#### **II.3.2.4. Toxicocinetica**

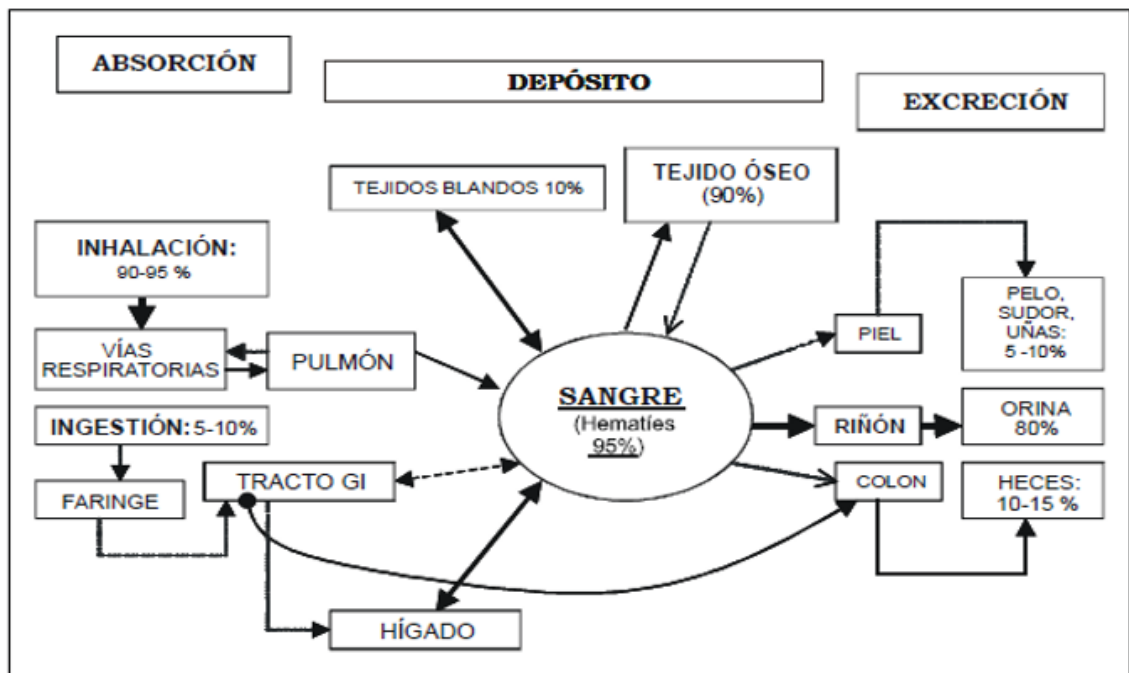
##### **II.3.2.4.1. Absorción**

El ingreso de plomo al organismo es básicamente por tres vías: la respiratoria, gastrointestinal y la piel. Entre las tres vías la que está más expuesta es la respiratoria. Por otro lado, el ingreso de plomo por vía oral es 10 % en promedio en adultos, que puede incrementarse hasta 50 % en niños<sup>29,31</sup>.

##### **II.3.2.4.2. Distribución**

El ingreso del plomo al organismo sigue un modelo trinomio: hueso, tejidos blandos y sangre, siendo la mayor cantidad del metal circulante está unido a hematíes (90 %) con una vida media de 30 – 35 días lo que nos indica que está en contacto directo por el tiempo de permanencia en el organismo con tejidos de absorción y excreción. Los tejidos blandos (hígado y riñón) poseen un total de 0,3 a 0,9 mg del metal con una vida media de 40 días. En el caso de hueso el porcentaje del metal en estos tejidos aumenta con el paso de los años en donde se fija en los huesos desde donde son casi imposibles de eliminar debido a que están unidos a compuestos estables, por esta razón su vida media es de 20 a 30 años<sup>29</sup>.





**Figura 2.** Distribución de plomo en el organismo.

#### II.3.2.4.3. Excreción

El plomo que ingresa al organismo en mayor porcentaje es eliminado por vía renal o la gastrointestinal, por medio de estos organismos se elimina el plomo que no está unido al sistema óseo. Por las heces se elimina el plomo que no ha sido absorbido o que proviene de otras fuentes<sup>30</sup>.

Del 100 % del metal absorbido se logra eliminar el 99% mediante la orina o las heces, en caso de los niños según las literaturas se logra eliminar aproximadamente el 32 % de plomo del organismo lo que indica que los menores de edad son más expuestos a retener a metal pesado, cabe indicar que si la exposición es frecuente el organismo absorberá mayor cantidad de plomo<sup>30</sup>.

#### II.3.2.4.4. Biotransformación

No existe la biotransformación de plomo en el organismo, todo el plomo que ingresa al organismo y que no se ha depositado en el sistema óseo es eliminado a través de la orina, aunque algunas literaturas indican que se ha encontrado plomo en uñas, bilis y pelos<sup>30</sup>.

### **II.3.2.5. Toxicodinamia**

La función fisiológica que se conoce del plomo es casi nula en el organismo, al ser un catión divalente actúa sobre los grupos sulfhidrilos de proteínas de esta manera impiden la función de las proteínas dañándolas estructuralmente y a nivel de sus enzimas, pero en realidad su incidencia en las proteínas son complejas<sup>30</sup>.

#### **II.3.2.5.1. Mecanismo de acción**

Al inhibir la producción de grupo hem de hemoglobina y citocromos, también impide la acción del enzima Ácido Deltaminolevulinicodeshidratasa que inhibe la acción sobre el Ácido deltaminolevulinico (ALA) impidiendo que se transforme en porfobilinógeno<sup>32</sup>.

#### **II.3.2.5.2. Aspectos toxicológicos**

##### **II.3.2.5.2.1. Intoxicación**

**A. Intoxicación aguda:** intoxicación que se produce al ingerir alimentos que contienen altas cantidades de plomo o de algún objeto que posee en su composición plomo como los útiles escolares entre ellos temperas o colores que son adquiridos en lugares que no cuentan con garantías. Este tipo de intoxicación puede llegar a producir síndrome digestivo, hepatorenal, encefalopatía.

**B. Intoxicación crónica:** este tipo intoxicaciones suceden al ingerir o exponerse a ambientes contaminados con altas concentraciones de plomo de modo que pueden alcanzar de 60-70 µg/100 mL de plomo. En esta fase de intoxicación se evidencian en el paciente dolor muscular, anorexia, saturnismo, nefritis, etc<sup>30-31</sup>.

##### **II.3.2.5.2.2. Tratamiento**

Los tratamientos que se aplican a personas intoxicados con plomo o sus sales es básicamente mediante los agentes quelantes cuyo objetivo es disminuir la concentración del plomo en el organismo, estos agentes han sido usados por mucho tiempo como es el caso de edetato disódico monocalcico (CaNaEDTA), D-penicilamina, que aplicaban a los pacientes ya sea por medio oral o endovenoso. Pero actualmente los medicamentos mencionados prácticamente ya son obsoletos,

en la actualidad se usan otros productos que son menos tóxicos para el organismo como es Succimer, además son productos de aplicación sencilla<sup>29</sup>.

### II.3.3. Cadmio

#### II.3.3.1. Propiedades fisicoquímicas

Metal pesado (Cd, número atómico 48, masa atómica 112) que no se encuentra en estado libre en la naturaleza. Pero en su estado elemental es fácilmente maleable, dúctil, blando, el único elemento de cadmio viene a hacer el sulfuro de cadmio, los demás elementos de cadmio que se conoce son obtenidos como subproductos de refinados de zinc en países europeos, quienes son los mayores productores de cadmio.

Los usos cadmio están relacionados en la industria en la producción de plásticos, pinturas, soldaduras, baterías, porcelanas, etc<sup>29,33</sup>.

#### II.3.3.2. Límite de exposición

Las principales entidades internacionales encargadas de la regulación de la contaminación del medio ambiente, la cual es de referencia para los gobiernos de distintos países

- Agencia de Protección Ambiental (EPA)
- Sistema de Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA)
- Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA)

**Tabla 6.** Límite de cadmio en el aire y objetos<sup>33</sup>.

Organización	Énfasis	Nivel de exposición
<b>EPA</b>	Agua	Máximo de 5 ppb en el agua para beber
<b>OSHA</b>	Aire	Máximo de 5 µg/m <sup>3</sup> en el aire
<b>FDA</b>	Alimentos	Máximo de 15 ppm en alimentos

### **II.3.3.3. Fuentes de contaminación**

Los ámbitos de exposición a cadmio desde hace muchos años vienen hacer las industrias quienes de manera indiscriminado han aumentado los niveles de cadmio en el medio ambiente, sobre todo los que se encuentran en el rubro de metalurgia de hierro, incineración de las maderas en grandes volúmenes, combustión de gasolina y aceite, etc<sup>35</sup>.

La presencia de cadmio en el suelo se debe al uso de fertilizantes fosfatados, abono de estiércol que son usados de manera indiscriminado por los agricultores en muchos lugares<sup>34</sup>.

La presencia cadmio en los alimentos también otro de los problemas que aqueja a las personas, ya que el cadmio tiene la capacidad de fijarse en los vegetales y de esta manera ingresan al organismo y causa problemas de salud<sup>33,35</sup>.

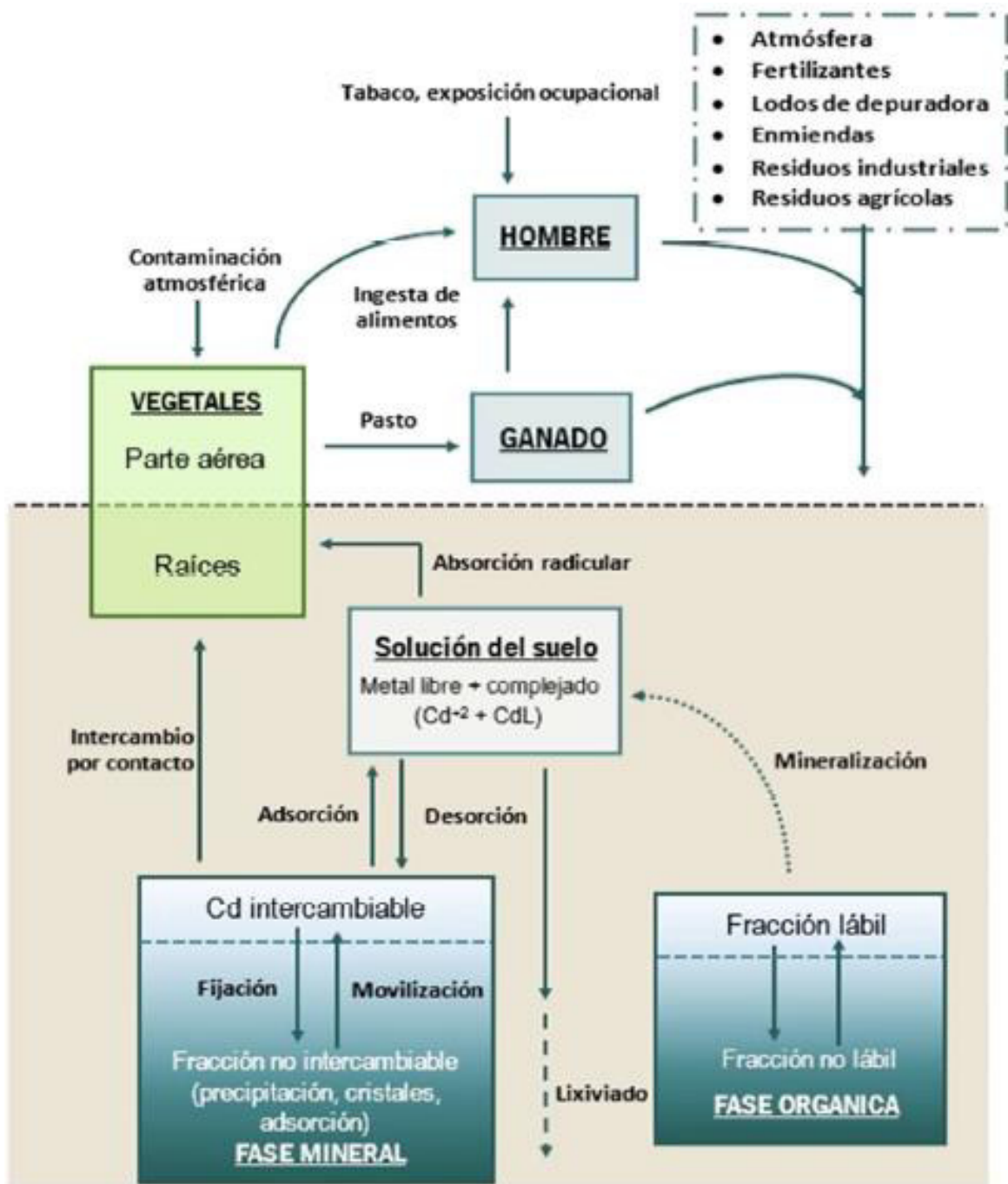


Figura 3. Fuentes de contaminación por cadmio<sup>35</sup>.

#### **II.3.3.4. Toxicocinetica**

##### **II.3.3.4.1. Absorción**

El ingreso de cadmio al organismo se realiza básicamente por las siguientes vías: cutánea, respiratoria y digestiva, produciéndose el mayor ingreso de cadmio por la vía respiratoria, básicamente en aquellas personas expuestas al cadmio en sus distintas labores, así como a humo del tabaco de la cual provienen pequeñas partículas que son absorbidas por el organismo. La vía digestiva es otro medio de absorción con el 50 % aproximadamente<sup>35</sup>.

##### **II.3.3.4.2. Distribución**

La cantidad de cadmio que se encuentra en la sangre es de 0,06 % aproximadamente, de la cual el 50 % en promedio se encuentran unidos a la metalotionina, quien sirve como “medio de transporte” en plasma para luego acumularse en riñón e hígado. El nivel de cadmio en los adultos es 1,5 veces mayor en comparación con los niños, lo cual se debe que en túbulo proximal de la corteza renal de los adultos se fija en mayor concentración de cadmio que varía entre 7,4 mg - 8,8 mg que es entre 30 % - 50% del contenido corporal<sup>35</sup>.

##### **II.3.3.4.3. Excreción**

El cadmio que se elimina es básicamente cadmio que no absorbió el organismo y lo elimina en su mayor parte con la orina y en mínima cantidades con la bilis, pero también se puede eliminar por medio del sudor, secreción gastrointestinal y pelo, siendo estos últimos en mínimas cantidades<sup>35</sup>.

##### **II.3.3.4.3. Biotransformación**

No hay mayor evidencia de la biotransformación del cadmio en el organismo debido al complejo proceso que lleva este metal. Uno de sus acciones como la permeabilidad de la membrana es alterado con niveles elevados de cadmio que produce reactivas de oxígeno (ERO) y como consecuencia de ello se altera la membrana externa y la cadena mitocondrial lo cual reduce el ingreso de cadmio al organismo<sup>33</sup>.

### **II.3.3.5. Toxicodinamia**

La mayor concentración de cadmio se encuentra en el riñón y pulmón en las cuales se acumula tras exponerse a ambientes contaminados produciendo efectos tóxicos como disfunción renal, enfisema, microproteinuria, etc<sup>35</sup>.

El riñón uno de los órganos preferidas por cadmio para acumularse con facilidad, siendo el túbulo proximal el órgano blanco, originando problemas en este nivel como la producción de pretinas de bajo peso molecular (proteinuria), así como también deterioro de las filtraciones glomerulares, el cual origina filtración de proteínas de alto peso molecular, entre otros<sup>35</sup>.

### **II.3.3.6. Aspectos toxicológicos**

#### **II.3.3.6.1. Intoxicación**

La intoxicación de cadmio está directamente relacionada con el daño renal producido por este metal pesado que dependiente los niveles de concentración de cadmio<sup>34</sup>.

#### **II.3.3.6.2. Tratamiento**

No existe tratamiento indicado para la intoxicación con cadmio, por lo que se recomienda evitar exposiciones a contaminantes que pudieran tener partículas de cadmio<sup>36</sup>.

## II.4. Glosario

1. **Absorción digestiva:** ingreso de sustancias al organismo por la vía oral.
2. **Agua purificada:** líquido incoloro. Inodoro de alta pureza.
3. **Cadmio:** metal pesado, blando, plateado claro, relativamente poco abundante.
4. **CODEX Alimentarius:** norma alimentaria internacional
5. **Coagulación:** proceso químico que se produce al agregar el cuajo a la leche
6. **Descremado:** proceso de liberación de grasa de la leche
7. **Derivados lácteos:** productos elaborados a base de leche mediante uso de tecnología.
8. **Excreción:** eliminación de sustancias del organismo.
9. **Metales pesados:** elementos nocivos para la salud en concentraciones elevadas en el organismo.
10. **Norma internacional:** organismo internacional de referencia en distintos países.
11. **Lactosa:** azúcar principal de la leche.
12. **Leche:** líquido blanquecino que se obtiene de la ubre de los bovinos.
13. **Límite máximo permitido:** máxima cantidad de contaminantes tóxicos permitido en alimentos.
14. **Queso:** producto sólido que se obtiene al separar la masa del suero.
15. **Queso artesanal:** producto artesanal sin mayor tecnología a partir de la leche mediante agregado de cuajo a la leche sin pasteurizar.
16. **Toxicocinética:** estudio del ingreso de sustancias tóxicas al organismo y distribución en ella.
17. **Toxicodinamia:** estudio del mecanismo de acción del organismo frente a sustancias tóxicas.
18. **Vitaminas:** componentes esenciales de los alimentos que son requeridos por los humanos.
19. **Valor nutritivo:** aporte nutritivo de los alimentos hacia los seres humanos.



### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **III.1. Hipótesis**

El queso artesanal expandido en mercado de Caquetá, distrito de Rímac, presenta Pb y Cd por encima de valores permitidos según el **CODEX Alimentarius** y la NTP (Decreto Supremo N°007-2017-MINAGRI).

#### **III.2. Variables**

- Variable Independiente: Queso artesanal.
- Variable Dependiente: Concentración de Pb y Cd.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **IV.1. Área de estudio**

Av. Caquetá 800, Rímac (Mercado Mayorista de Frutas “El Trébol de Caquetá”).

### **IV.2. Metodología de investigación**

Descriptivo correlacional de tipo transversal no experimental cuantitativa: las concentraciones de Pb y Cd en queso artesanal se medirá en momento y tiempo definido, y se determina su relación con el límite máximo permitido (**CODEX Alimentarius**) en alimentos para ser considerado como riesgo para la salud humana.

### **IV.3. Población y muestra**

Población de queso artesanal de venta ambulatoria en mercado de Caquetá. Distrito Rímac.

Muestra obtenida en dos puestos de venta ambulatoria en mercado de Caquetá en distrito de Rímac. De cada puesto se adquirió 15 muestras de queso artesanal fresco, proveniente de los departamentos de Cajamarca, Ancash y provincia de Huaral conformando en total de 30 muestras.

Las muestras debidamente envasadas e identificadas (A y B= Cajamarca; C y D= Ancash; E y F= Huaral), quienes fueron enviados a laboratorio SLAB S.A.C, para su análisis.

En base del Teorema Central del Limite se determinó el número de muestra a ser usada fundamentada en base al promedio y desviación estándar de muestras aleatorias<sup>36</sup>.

La definición de veracidad del método se obtiene del ISO 5725 parte 1 y la define como el “grado de concordancia entre el valor medido, que es obtenido de una gran serie de resultados y el valor de referencia”<sup>37</sup>. Por lo indicado por el TLC y ISO 5725 parte 1 en la presente investigación se opta trabajar con n=30 (30 muestras).

#### IV.4. Procedimientos de adquisición de la información.

Por medios tecnológicos como el internet, se recolecto información de revistas científicas, tesis, libros, artículos científicos indexadas.

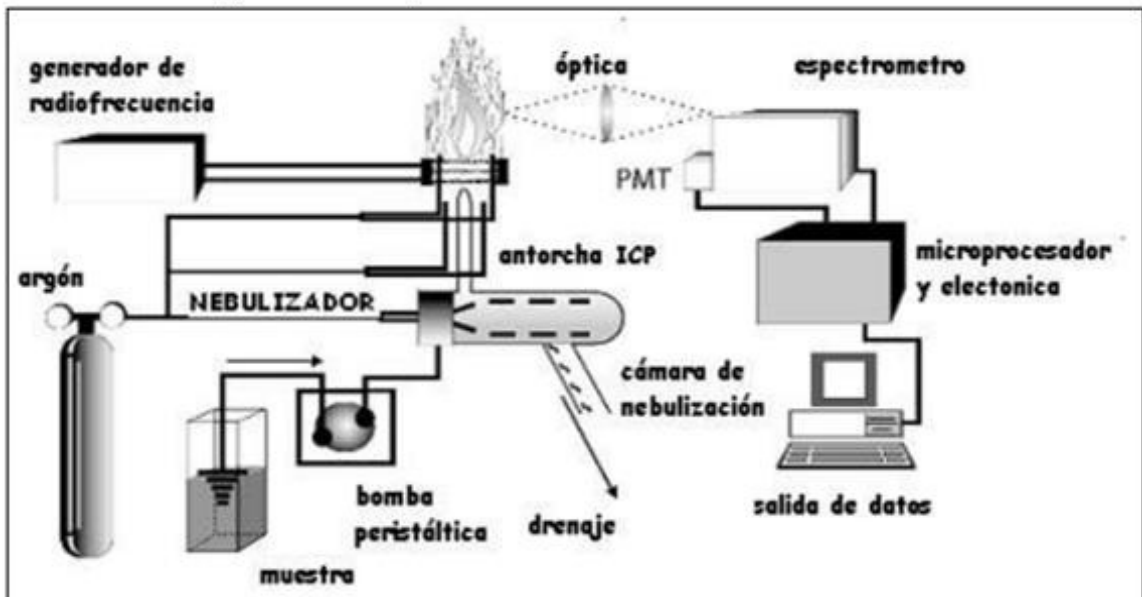
#### IV.5. Método

Se empleó espectroscopia de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-AES) como método para determinar y cuantificar plomo y cadmio.

##### IV.5.1. Fundamento

La ICP-AES se fundamente en medición de radiaciones que son emitidos por los átomos excitados como consecuencia de someterlos al gas argón en el plasma de la cámara nebulizador donde se forman los aerosoles, quienes al someterlos a un generador de radiofrecuencia de alta temperatura emiten radiaciones de línea quienes serán detectados dependiendo de intensidad de energía que presentan tanto el plomo como el cadmio<sup>14</sup>.

Figura 4. Componentes básicos de ICP-AES<sup>39</sup>



## **IV.6. Equipos, materiales y reactivos**

### **IV.6.1. Equipos**

1. Espectroscopia de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente, Marca: Perkin Elmer ICP Optima, Modelo: 4300DV
2. Balanza analítica, marca: mettler toledo, modelo XP205.
3. Horno de microondas milestone, marca: ETHOSUPC.

### **IV.6.2. Materiales**

1. Fiolas de 50ml, 100ml y 10mL de vidrio clase A
2. Pipetas de 1 ml, 2ml, 4ml, 5ml, 10ml y 20ml clase A
3. Probetas de 10ml
4. Micropipeta de 100ul.

### **IV.6.3. Elementos químicos**

#### **➤ Determinación de plomo**

1. Estándar de plomo, Solución de 1000 mg/L
2. Ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) a 65 %
3. Ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ) a 70 % – 72 %
4. Peróxido de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) a 30 %
5. Agua purificada.

#### **➤ Determinación de cadmio**

1. Estándar de Cadmio, Solución de 1000 mg/L
2. Ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) a 70 % - 72 %
3. Ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ) a 70 % – 72 %
4. Peróxido de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) a 30 %
5. Agua purificada.

## IV.7. Método analítico

### IV.7.1. Digestión ácida asistida por microondas

Se trató 0,3 g de cada muestra de queso artesanal en el laboratorio por digestión ácida asistida por microondas utilizando ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ) y peróxido de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) como digestivos para descomponer las muestras y obtener los metales pesados requeridos, Luego de la cual se llevó al volumen deseado y obtener la concentración deseado, para leer las muestras por el método antes mencionado.

## IV.8. Curva de calibración

### IV.8.1. Estándar madre de plomo

De 1000 mg/L de plomo se diluyó 10 ml en 100 ml con agua purificada y se obtuvo: 100 mg/L de plomo.

**Estándar:** de 100 mg/L, se obtiene las siguientes concentraciones:

- Solución estándar 1 → 2,5 mg/L
- Solución estándar 2 → 5,0 mg/L
- Solución estándar 3 → 10,0 mg/L
- Solución estándar 4 → 20,0 mg/L
- Blanco: agua purificada.

#### IV.8.1.1. Condiciones instrumentales

**Tabla 7:** parámetros y condiciones instrumentales

Parámetros	Condiciones
Nebulizador	Meinhard
Cráticula	2400 líneas/ mm
Frecuencia	27 MHz
Energía	1,4 KW
Flujo de gas	18,8 L/min
Bombeo de muestra	15 rpm
Tiempo de integración	3 segundos
Ranura de entrada de radiación	25 $\mu\text{m}$

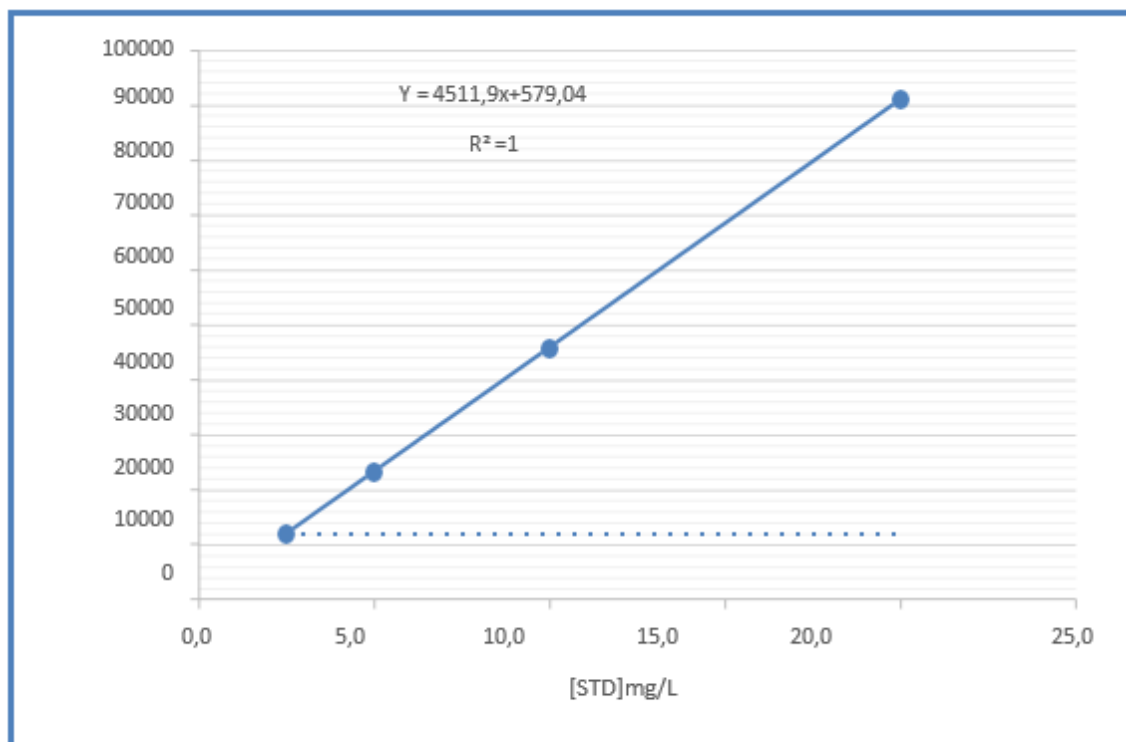
**Fuente.** Elaboración de propia, noviembre 2021

#### IV.8.1.2. Resultado

**Tabla 8:** resultados para de estándares de plomo.

concentración ppm (mg/L)	absorbancia (nm)
2,5	11858,7900
5,0	23138,5400
10,0	45698,0004
20,0	90817,0400

**Fuente.** Elaboración propia, noviembre 2021



**Figura 5.** Curva de calibración del estándar de plomo.

**Fuente.** Elaboración propia, noviembre 2021

#### IV.8.2 Estándar madre de cadmio

De 1000 mg/L de plomo se diluyo 10.0 mL en 100 mL con agua purificada y se obtuvo: 100 mg/L de cadmio.

**Estándar:** de 100mg /L, se obtuvo las siguientes concentraciones:

- Solución estándar 1→ 0,5 mg/L
- Solución estándar 2→ 1,0 mg/L
- Solución estándar 3→ 2,0 mg/L
- Solución estándar 4→ 4,0 mg/L
- Blanco: agua purificada.

#### IV.8.2.1 Condiciones instrumentales

**Tabla 9:** parámetros y condiciones instrumentales

Parámetros	Condiciones
Nebulizador	Meinhard
Cratícula	2400 líneas/ mm
Frecuencia	27 MHz
Energía	1,4 KW
Flujo de gas	18,8 L/min
Bombeo de muestra	15 rpm
Tiempo de integración	3 segundos
Ranura de entrada de radiación	25 µm

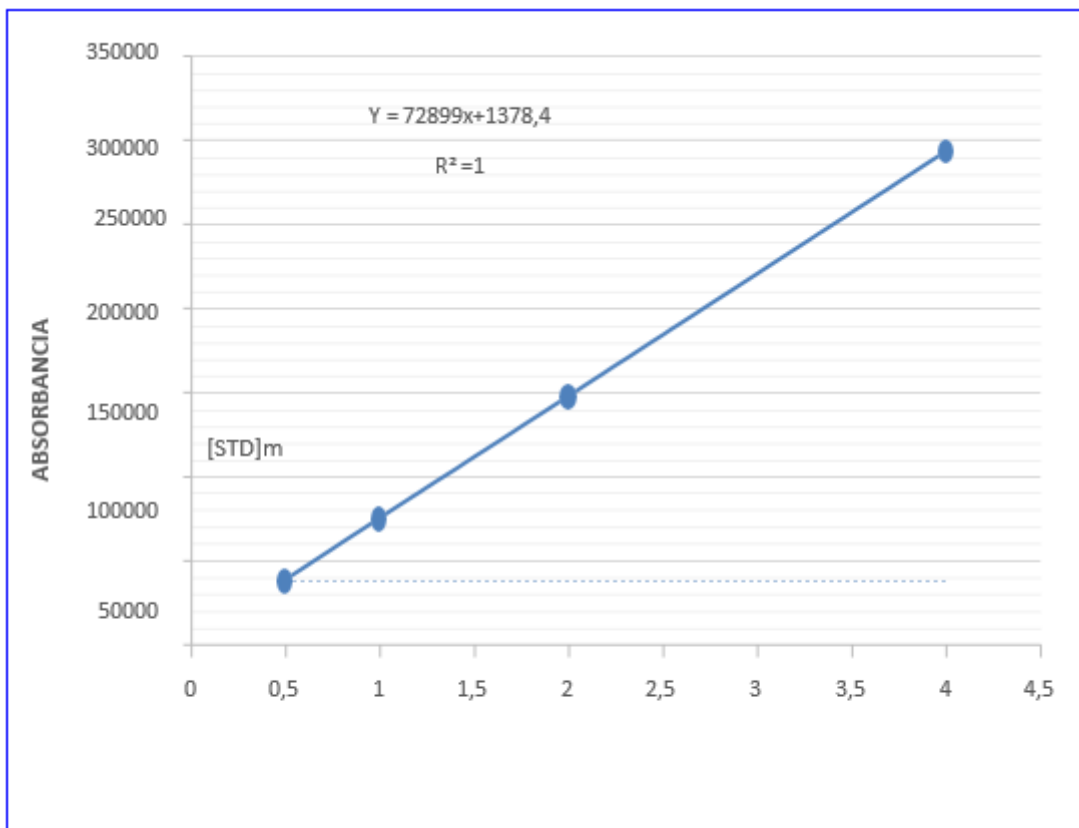
**Fuente.** Elaboración de propia, noviembre 2021

#### IV.8.2.2. Resultado

**Tabla 10:** resultados de estándares de cadmio.

concentración ppm (mg/L)	absorbancia (nm)
0,5	37827,9000
1,0	74277,4000
2,0	147176,4000
4,0	292974,4000

**Fuente.** Elaboración propia, noviembre 2021



**Figura 6.** calibración del estándar de cadmio.

**Fuente.** Elaboración propia, noviembre 2021



#### **IV.9. Estadística**

La evaluación de resultados obtenidos en Minitab Statistical Software 19 del programa Microsoft Office Excel 2019, en la cual se determinó la mediana o promedio y las medidas de dispersión.

El promedio de las muestras será la tendencia central en el caso que muestras analizadas tengan una dispersión Normal, pero si las muestras analizadas no siguen una dispersión Normal (no normal), se considerará la mediana como tendencia central.

Para determinar el tipo de dispersión que siguen las muestras se usarán la prueba de: t - Student y Wilcoxon teniendo fijado el grado de significación (valor p) para 0,05.

#### **Criterios de Aceptación**

- **Anderson-Darling**

- ✓ Valor  $P > 0,05$ , dispersión de las muestras es Normal
- ✓ Valor  $P < 0,05$ , la dispersión de las muestras es No Normal

- **T - Student**

- ✓ Valor  $P > 0,05$ , se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ , por tanto, la dispersión de las muestras difiere del valor de referencia.
- ✓ Valor  $P < 0,05$ , se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ) por tanto, la dispersión de las muestras no difiere del valor de referencia.

## V. RESULTADOS

### V.1. Resultados de plomo

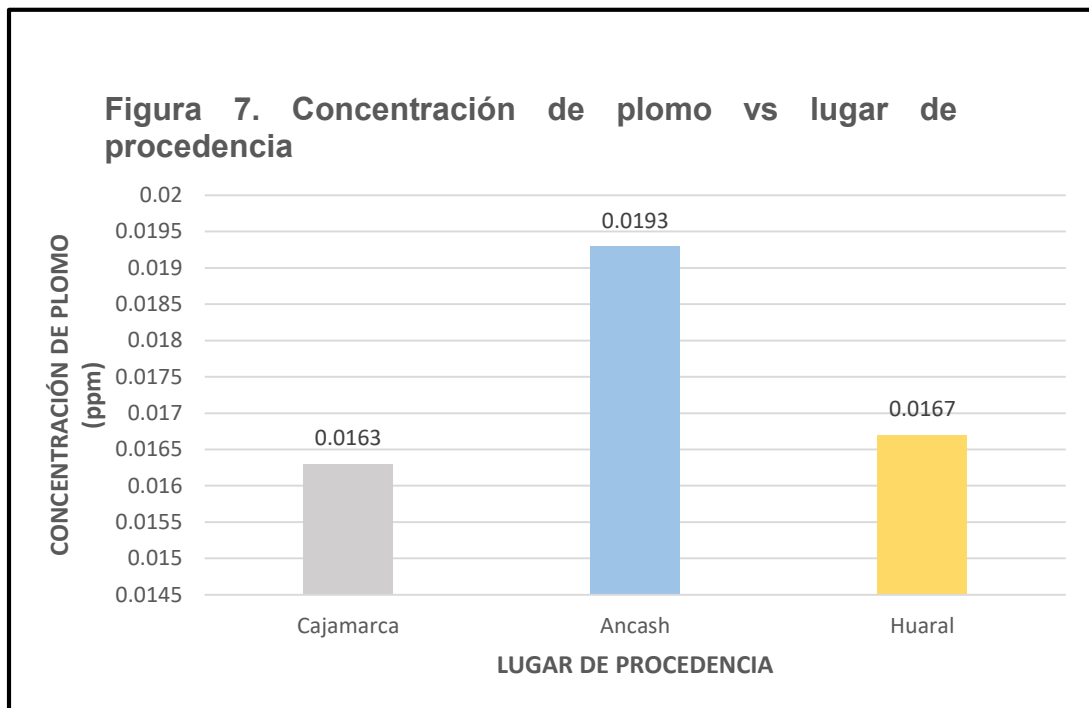
**Tabla 11.** Obtención de plomo en el análisis de las 30 muestras.

Muestra	Descripción	Resultados( ppm)	Limite según CODEX Alimentarius (ppm)
1	CPA1(alimento)	0,0108	≤ 0,0200
2	CPA2(alimento)	0,0127	≤ 0,0200
3	CPA3(alimento)	0,0132	≤ 0,0200
4	CPA4(alimento)	0,0139	≤ 0,0200
5	CPA5(alimento)	0,0111	≤ 0,0200
6	CPB1(alimento)	0,0183	≤ 0,0200
7	CPB2(alimento)	0,0201	≤ 0,0200
8	CPB3(alimento)	0,0225	≤ 0,0200
9	CPB4(alimento)	0,0178	≤ 0,0200
10	CPB5(alimento)	0,0223	≤ 0,0200
11	CPC1(alimento)	0,0219	≤ 0,0200
12	CPC2(alimento)	0,0221	≤ 0,0200
13	CPC3(alimento)	0,0177	≤ 0,0200
14	CPC4(alimento)	0,0211	≤ 0,0200
15	CPC5(alimento)	0,0144	≤ 0,0200
16	CPD1(alimento)	0,0237	≤ 0,0200
17	CPD2(alimento)	0,0195	≤ 0,0200
18	CPD3(alimento)	0,0244	≤ 0,0200
19	CPD4(alimento)	0,0121	≤ 0,0200
20	CPD5(alimento)	0,0161	≤ 0,0200
21	CPE1(alimento)	0,0183	≤ 0,0200
22	CPE2(alimento)	0,0157	≤ 0,0200
23	CPE3(alimento)	0,0227	≤ 0,0200
24	CPE4(alimento)	0,0138	≤ 0,0200
25	CPE5(alimento)	0,0167	≤ 0,0200
26	CPF1(alimento)	0,0143	≤ 0,0200
27	CPF2(alimento)	0,0200	≤ 0,0200
28	CPF3(alimento)	0,0125	≤ 0,0200
29	CPF4(alimento)	0,0233	≤ 0,0200
30	CPF5(alimento)	0,0098	≤ 0,0200
<b>PROMEDIO</b>		<b>0,0174</b>	

**Fuente.** Elaboración propia, noviembre 2021

**En la tabla11.** Valores de plomo en 30 muestras codificadas (A y B = Cajamarca; C y D = Ancash; E y F = Huaral), donde números 1, 2, 3, 4 y 5 representan muestras individuales que se utilizó de cada lugar, obteniéndose de cada uno 10 muestras respectivamente).

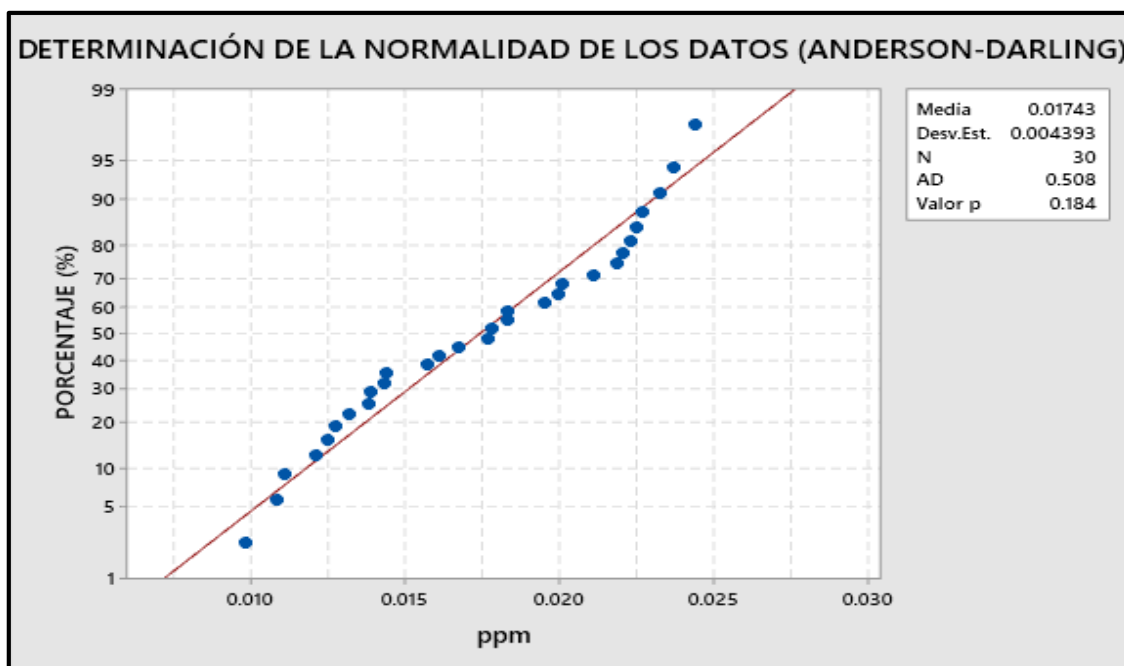
## V.2. Concentración de plomo



**Fuente.** Elaboración propia, noviembre 2021

**En la figura7.** El queso artesanal proveniente del departamento de Ancash presenta mayor concentración de plomo con respecto al departamento de Cajamarca y provincia de Huaral. Así mismo se aprecia que el queso artesanal proveniente de provincia de Huaral supera ligeramente al queso artesanal del departamento de Cajamarca.

### V.3.Análisis estadístico de Anderson-Darling.



Fuente. Elaboración propia, noviembre 2021

**Figura 8.** Evaluación estadística de plomo en queso artesanal proveniente de Cajamarca, Ancash y provincia de Huaral).

#### a) Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** No hay diferencia en la concentración promedio de plomo en queso artesanal proveniente de los tres lugares.

**H<sub>1</sub>:** Hay diferencia en la concentración promedio de plomo en queso artesanal proveniente de al menos de uno de los tres lugares.

b) Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

c) Decisión

- Si  $p \geq 0.05$ , se acepta **H<sub>0</sub>**;  $p < 0.05$ , se acepta **H<sub>1</sub>**
- El valor de  $p = 0.184$

d) Conclusión

Con una significancia de 5% se concluye: la concentración de plomo es similar en las muestras de los tres lugares.

**V.4. Determinación de T-student para valores de plomo vs *CODEX Alimentarius*.**

**a) Hipótesis**

**Ho:** existe diferencia significativa del valor de plomo y el valor establecido por *CODEX Alimentarius*.

**H1:** no existe diferencia significativa del valor de plomo y el valor establecido por *CODEX Alimentarius*.

**Tabla12.** Evaluación de plomo en queso artesanal vs *CODEX Alimentarius*.

<b>T de muestras de Plomo</b>				
<b>Prueba de T-student entre los valores hallados de plomo y el límite establecido por <i>CODEX Alimentarius</i>.</b>				
<b>Estadísticas descriptivas</b>				
<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>Error estándar de la media</b>	<b>IC de 95% para <math>\mu</math></b>
30	0.017427	0.004393	0.000802	(0.015786; 0.019067)
$\mu$ : media de Plomo				
<b>Prueba</b>				
Hipótesis nula		<b>H<sub>0</sub>: <math>\mu = 0.02</math></b>		
Hipótesis alterna		<b>H<sub>1</sub>: <math>\mu \neq 0.02</math></b>		
<b>Valor T</b>	<b>Valor p</b>			
-3.21	0.003			

**Fuente.** Elaboración propia. Noviembre 2021

Si  $P > 0,05$  existe diferencia significativa entre el valor establecido por el *CODEX Alimentarius* y los valores obtenidos para plomo.

**b) conclusión**

$p = 0,003 \rightarrow$  no existe diferencia significativa entre el valor establecido por el *CODEX Alimentarius* y los valores obtenidos de plomo.

## V.5. Resultado de cadmio

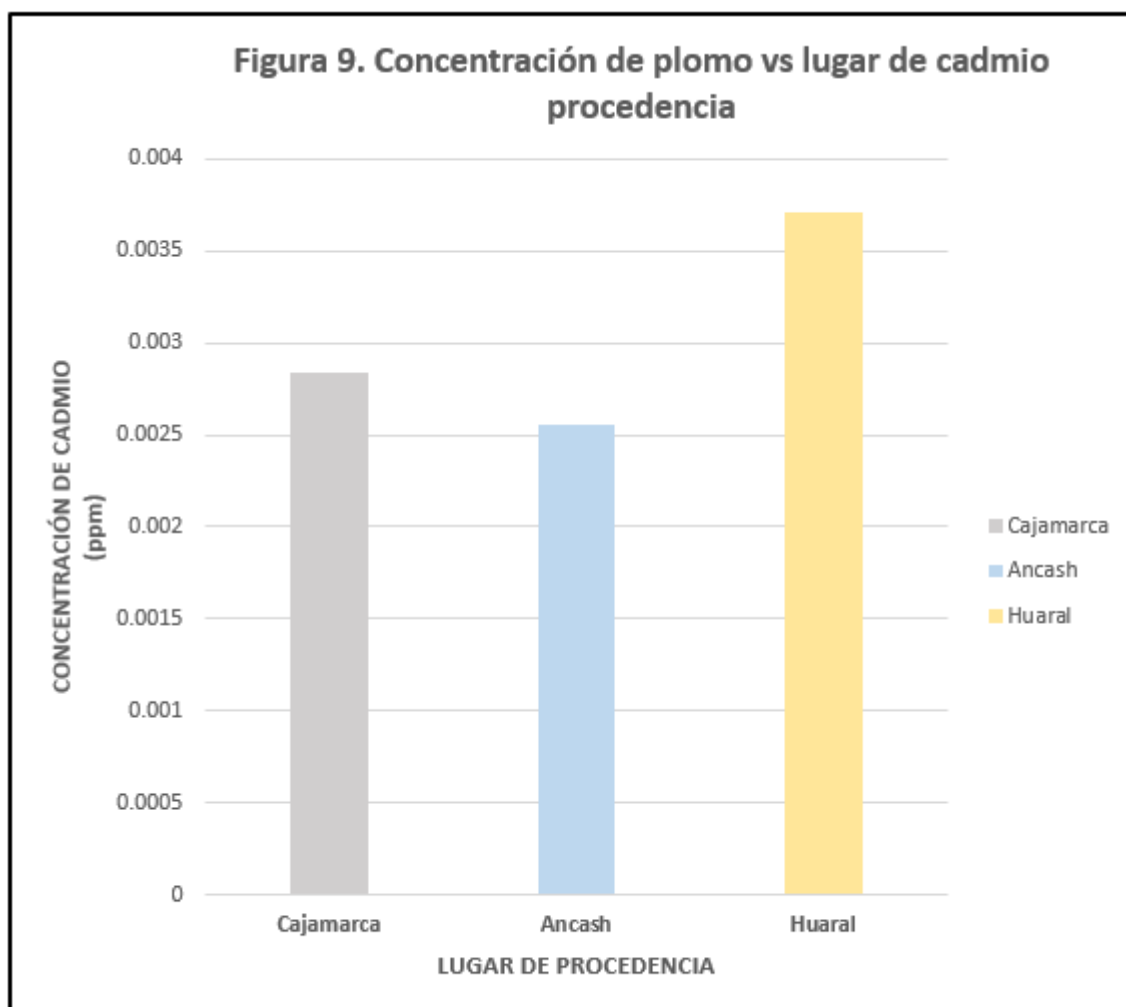
**Tabla 13.** Obtención de cadmio en el análisis de las 30 muestras.

Muestra	Descripción	Resultados( ppm)	Limite según CODEX Alimentarius (ppm)
1	CPA1(alimento)	0,0021	≤ 0,0050
2	CPA2(alimento)	0,0026	≤ 0,0050
3	CPA3(alimento)	0,0035	≤ 0,0050
4	CPA4(alimento)	0,0018	≤ 0,0050
5	CPA5(alimento)	0,0040	≤ 0,0050
6	CPB1(alimento)	0,0032	≤ 0,0050
7	CPB2(alimento)	0,0038	≤ 0,0050
8	CPB3(alimento)	0,0027	≤ 0,0050
9	CPB4(alimento)	0,0022	≤ 0,0050
10	CPB5(alimento)	0,0025	≤ 0,0050
11	CPC1(alimento)	0,0023	≤ 0,0050
12	CPC2(alimento)	0,0030	≤ 0,0050
13	CPC3(alimento)	0,0037	≤ 0,0050
14	CPC4(alimento)	0,0019	≤ 0,0050
15	CPC5(alimento)	0,0024	≤ 0,0050
16	CPD1(alimento)	0,0026	≤ 0,0050
17	CPD2(alimento)	0,0017	≤ 0,0050
18	CPD3(alimento)	0,0020	≤ 0,0050
19	CPD4(alimento)	0,0014	≤ 0,0050
20	CPD5(alimento)	0,0045	≤ 0,0050
21	CPE1(alimento)	0,0029	≤ 0,0050
22	CPE2(alimento)	0,0044	≤ 0,0050
23	CPE3(alimento)	0,0034	≤ 0,0050
24	CPE4(alimento)	0,0031	≤ 0,0050
25	CPE5(alimento)	0,0033	≤ 0,0050
26	CPF1(alimento)	0,0046	≤ 0,0050
27	CPF2(alimento)	0,0038	≤ 0,0050
28	CPF3(alimento)	0,0042	≤ 0,0050
29	CPF4(alimento)	0,0036	≤ 0,0050
30	CPF5(alimento)	0,0038	≤ 0,0050
<b>PROMEDIO</b>		<b>0,0030</b>	

**Fuente.** Elaboración propia, noviembre 2021

**En la tabla 13.** Valores de cadmio en 30 muestras codificadas (A y B = Cajamarca; C y D = Ancash; E y F = Huaral), donde números 1, 2, 3, 4 y 5 representan muestras individuales que se utilizó de cada lugar obteniéndose de cada uno 10 muestras respectivamente

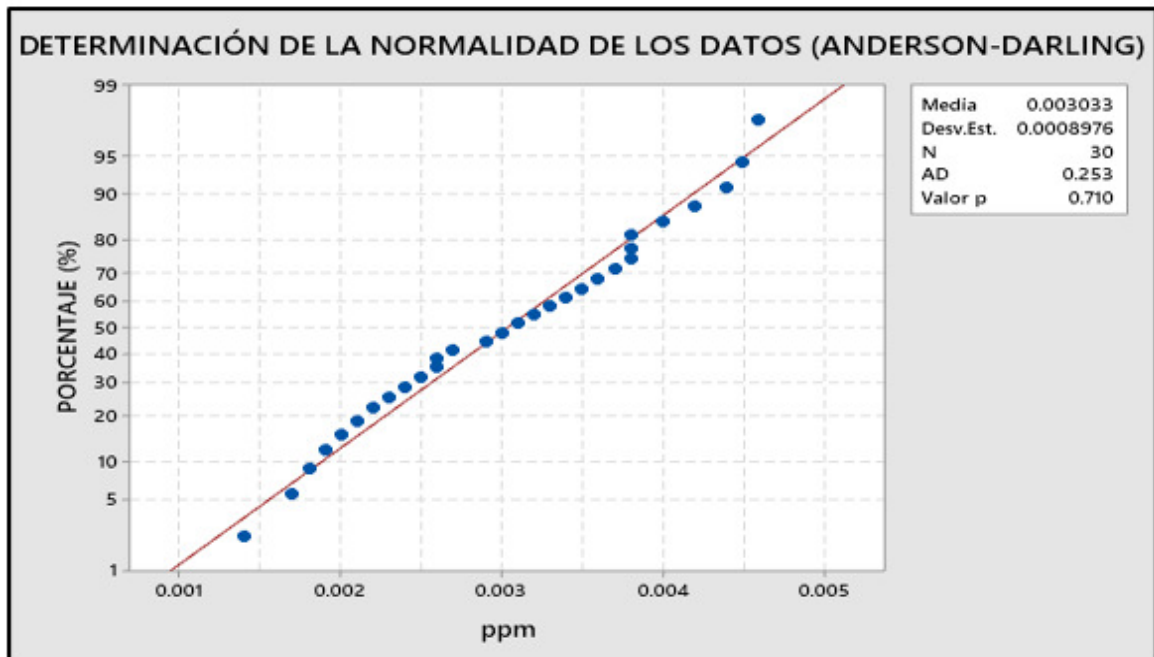
## V.6. Concentración de cadmio según lugar de procedencia.



**Fuente:** Elaboración propia, noviembre 2021

**La figura 9.** El queso artesanal proveniente de la provincia de Huaral presenta mayor concentración de plomo con respecto a los departamentos de Cajamarca y Ancash. Así mismo se aprecia que el queso artesanal proveniente del departamento de Cajamarca supera ligeramente al queso artesanal del departamento de Ancash.

## V.7. Determinación de Anderson-Darling



**Figura 10.** Evaluación estadística de cadmio en queso artesanal proveniente de los departamentos de Cajamarca, Ancash y provincia de Huaral.

**Fuente:** elaboración propia, noviembre 2021

### a) Hipótesis

**Ho:** No hay diferencia en la concentración promedio de cadmio en queso artesanal proveniente de los tres lugares.

**H1:** Hay diferencia en la concentración promedio de cadmio en queso artesanal proveniente de al menos de uno de los tres lugares.

b) Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

c) Decisión

- Si  $p \geq 0.05$ , se acepta **Ho**;  $p < 0.05$ , se acepta **H1**

- El valor de  $p = 0.710$

d) Conclusión

Con una significancia de 5% se concluye: la concentración de cadmio es similar en las muestras de los tres lugares.



## V.8. Determinación de T-student para valores de cadmio vs *CODEX Alimentarius*.

a) Hipótesis

$H_0$ : existe diferencia significativa del valor de cadmio y el valor establecido por *CODEX Alimentarius*.

$H_1$ : no existe diferencia significativa del valor de cadmio y el valor establecido por *CODEX Alimentarius*.

T de muestras de Cadmio				
Prueba de T-student entre los valores hallados de cadmio y el límite establecido por <i>CODEX Alimentarius</i> .				
Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
30	0.003033	0.000898	0.000164	(0.002698; 0.003369)
$\mu$ : media de x				
Prueba				
Hipótesis nula		$H_0: \mu = 0.005$		
Hipótesis alterna		$H_1: \mu \neq 0.005$		
Valor T	Valor p			
-12.00	0.000			

Fuente. Elaboración propia, noviembre 2021

Si  $p > 0,05$  Existe diferencia significativa entre el valor establecido por el *CODEX Alimentarius* y los valores obtenidos para cadmio.

b) Conclusión

$p = 0,000 \rightarrow$  no existe diferencia significativa entre el valor establecido por el *CODEX Alimentarius* y los valores obtenidos de cadmio.

## VI. DISCUSIÓN

El método de espectroscopia de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente empleado nos proporciona alta eficiencia y precisión para determinar plomo y cadmio, este método permite la detección de emisiones de radiaciones que son emitidos por átomos excitados al someterlos al gas argón y un campo electromagnético de alta energía en plasma de la cámara nebulizador. Estas características son las que determinan que el método elegido sea altamente confiable para la evaluación de plomo y Cadmio<sup>15</sup>.

En 30 muestras de quesos artesanales procedente del departamento de Cajamarca, Ancash y provincia de Huaral, en la cuales se determinó los niveles de plomo. Obteniéndose una concentración promedio de 0,0174 ppm (Tabla 11) cuyo valor se encuentra dentro del límite determinados por el **Codex Alimentarius** (0,0200 ppm)<sup>26</sup>. Con la prueba de Anderson – Darling (Figura 8) se determinó  $p = 0,184 > 0,05$ , lo que permite afirmar que los resultados de queso artesanal proveniente de los departamentos mencionados son similares, así mismo, la prueba de T-student (Tabla 12) permitió determinar  $p = 0,003 < 0,05$ , lo que evidencia que no existe diferencia significativa con respecto al valor establecido por **CODEX Alimentarius**.

La concentración de plomo determinada en la presente investigación es bajo comparado con estudios realizados en nuestro país en el 2019, donde el máximo valor encontrado fue de 0,0576 ppm en la leche de vaca recolectada en el valle de Oxapampa - Pasco de un total de 150 vacas en un estudio transversal considerándose como producto inadecuado para el consumo humano<sup>6</sup>. Así mismo en Cajamarca se evaluaron en 40 muestras de leche de vaca entre noviembre de 2015 y junio de 2016 en donde se obtuvieron una media de plomo en el primer caso de 0,016 ppm con 4 muestras que superan el LMP de **CODEX Alimentarius** y de 0,028 ppm en el segundo con 3 muestras que sobrepasan el LMP de **CODEX Alimentarius**<sup>7</sup>. En ambos fondos comparado con el presente estudio algunas muestras individuales se encuentran elevadas y el promedio del segundo fundo está en el límite, esta diferencia probablemente se deba al lugar donde se obtuvieron las muestras conocido como una de las regiones mineras<sup>7</sup>.

En Islas Canarias se estudió metales de Pb y Cd en poblaciones que consumen queso, donde se evidenció que el queso no es un factor de riesgo para el consumidor en cuanto a la exposición a contaminantes inorgánicos persistentes, ya que las ingestas diarias estimadas (IDE) de Pb y Cd con el queso suponen sólo un pequeño porcentaje (menor siempre del 0,4 % en adultos y del 0,6 % en niños) de las ingestas diarias admitidas (IDA) por las autoridades sanitarias europeas<sup>12</sup>. En cualquier caso, ha de resaltarse el hecho de que el consumo de queso local puede incrementar la ingesta inadvertida de Pb en la población infantil en Perú, debido que el Pb es un importante neurotóxico para los niños por lo cual se debe de poner atención por parte de las autoridades sanitarias con el fin de que se adopten medidas destinadas a prevenir la exposición de la población infantil a fuentes alimentarias de Pb más aún con la concentración promedio de 0,0174 ppm (Tabla 11) que se obtuvo.

La concentración de cadmio proveniente de los tres departamentos (Figura 9), donde se observa una ligera variación entre ellos, pero ninguno de los tres supera el límite máximo permitido según el **Codex Alimentarius**<sup>26</sup>. Este estudio en comparación con un estudio realizado en el distrito de Chiquian en queso artesanal en el departamento de Ancash el año 2016 en el mes de noviembre se obtuvo 0,067 ppm de Cd y en el segundo año 2017, en el mes de marzo 0,052 ppm de Cd. Este resultado claramente supera los parámetros establecidos por el **Codex Alimentarius** como Límite Máximo Permitido(LMP) 0,005 ppm<sup>8</sup>. Además afirma el autor que el 100 % de muestras sobrepasan los parámetros establecidos por la norma de referencia, lo cual indica que, es alimento inadecuado para consumir.

En el presente trabajo de investigación de 30 muestras de quesos artesanales procedente del departamento de Cajamarca, Ancash y provincia de Huaral, se obtuvieron resultados de cadmio con una concentración promedio de 0,0030 ppm (Tabla13). Valor inferior determinado por el **CODEX Alimentarius** (0,005 ppm)<sup>26</sup> y la prueba de Anderson – Darling (Figura 10) se obtuvo  $p = 0,710 > 0,05$ , por lo que podemos afirmar que los valores obtenidos de cadmio en queso artesanal proveniente de los tres departamentos son similares, y la prueba de T-student (Tabla 14) nos permite afirmar según el resultado ( $p=0,000<0,05$ ) no hay mayor

diferencia entre los resultados obtenidos de cadmio y el valor de referencia del ***Codex Alimentarius***<sup>26</sup>.

En otro estudio realizado en diversos centros de producción de leche de diferentes localidades en Huaral, se analizaron 30 muestras de leche para determinar Cadmio por espectrofotometría; donde se obtuvo 0,338 ppm de cadmio como promedio, donde se indica además que el 100 % de muestras evaluadas superan el valor de referencia. Estos resultados en comparación con el resultado del presente estudio difieren drásticamente, lo que nos indica que, las muestras analizadas procedentes de los tres departamentos no se encuentran sometidos a una contaminación alta de los metales evaluados.

## VII. CONCLUSIONES

1. Se encontró la presencia de Pb y Cd en los quesos artesanales expedidos en Mercado de Caquetá del Distrito de Rímac.
2. El nivel de plomo en promedio en las 30 muestras de queso artesanal provenientes del departamento de Cajamarca, Ancash y provincia de Huaral es de 0,0174 ppm, con valor máximo de 0,0244 ppm y mínima de 0,0098 ppm.
3. El nivel de cadmio en promedio en las 30 muestras de queso artesanal provenientes del departamento Cajamarca, Ancash y provincia de Huaral es de 0,0030 ppm, con valor máximo de 0,0046 ppm y mínima de 0,0014 ppm.
4. La concentración de Pb y Cd en queso artesanal que se expide en Mercado de Caquetá del Distrito de Rímac es inferior al establecido por el **CODEX Alimentarius** y la Norma Nacional.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere que se establezcan parámetros de control para metales pesados en quesos artesanales por parte de entidades reguladores, que actualmente no existen.
2. Se recomienda más estudios de metales pesados de plomo y cadmio en quesos artesanales, sobre todo en lugares donde la contaminación es evidente por la explotación de la minería.
3. Se recomienda evaluar otros metales pesados en queso artesanal que se expide en la ciudad de lima, por ser una de las ciudades que posee contaminación elevada.
4. Se recomienda evaluar plomo y cadmio en mayor número de muestras de queso artesanal que se expide en distintos departamentos del Perú.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de la Producción. Guía para la elaboración de quesos. [Consultado 10 enero 2022]. Disponible en: [https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/guia\\_para\\_la\\_elaboracion\\_de\\_quesos.pdf](https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/guia_para_la_elaboracion_de_quesos.pdf)
2. Godoy L. Evaluación del impacto ambiental en la industria de derivados lácteos Tinajani EIRL 2019. [Tesis]. Universidad Continental. Facultad de Ingeniería; 2019. [Consultado 09 enero 2022]. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6407/3/IV\\_FIN\\_108\\_TI\\_Godoy\\_Tapia\\_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6407/3/IV_FIN_108_TI_Godoy_Tapia_2019.pdf)
3. Galván M. Proceso básico de la leche y el queso. Proceso básico de la leche y el queso. Revista digital universitaria.2005; 6(9): 1067-6079. [Consultado 10 abril 2021]. Disponible en: [http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art87/sep\\_art87.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art87/sep_art87.pdf)
4. FAO. Calidad y evaluación. [Consultado 10 abril 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/calidad-y-evaluacion/es/>
5. FAO. Espectroscopia de absorción atómica. [Consultado 10 abril 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/home/search/en/?q=ESPECTROSCOPIA%20DE%20ABSORCION%20ATOMICA>
6. Bernal A. Niveles de metales pesados en los hatos lecheros del Valle de Oxapampa- Pasco. [ Tesis]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente; 2019. [Consultado 09 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/6135>
7. Sáenz L. Presencia de metales pesados en la leche de consumo humano en el Valle de Cajamarca. [Tesis]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agraria; 2019. [Consultado 09 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3377>
8. Bracamonte B, Bulnes C. Evaluación del contenido de plomo y cadmio en el queso andino producido en el distrito de Chiquian – Áncash. [Tesis]. Chimbote: Universidad Nacional del Santa. Facultad de Ingeniera. Escuela Académico

- Profesional de ingeniería Agroindustrial; 2019. [Consultado 09 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/discover>
9. Mendoza Y, Medina C. Determinación de plomo y cadmio por espectrofotometría de absorción atómica en leche cruda de bovino en establos lecheros del distrito de Chancay – Huaral. [ Tesis]. Lima: Universidad de Wiener; 2013. [Consultado 09 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/74>
  10. Madueño F, García M. Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (*Lactuca sativa*) de mercados de Lima Metropolitana. Ciencia e Investigación. 2018; 21(2): 19 – 23. [Consultado 09 abril 2021]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/15852>
  11. Madueño F, García M. Metales pesados en tres variedades *Solanum tuberosum* L (papa) expendidos en el mercado mayorista de Santa Anita. Ciencia e Investigación. 2020; 23(1): 25 – 30. [Consultado 09 abril 2021]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/18719>
  12. Almeida M. Contaminantes tóxicos persistentes: nivel de exposición de la población canaria a través del consumo de productos lácteos. [Tesis]. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 2010. [Consultado 09 abril 2021]. Disponible en: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/0622397\\_00000\\_0000.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/0622397_00000_0000.pdf)
  13. Castro N, Moreno R, Calderón F, Moreno A, Tamariz J. Metales pesados en leche de vacas alimentadas con alfalfa producida en suelos irrigados con agua residuales en Puebla y Tlaxcala- México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2018; 9 (3): 466 – 485. [Consultado 09 abril 2021]. Disponible en: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4358/3925>
  14. Pinzón C. Determinación de los niveles de plomo y cadmio en la leche procesada en la ciudad de Bogotá D.C. [ Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2015. [Consultado 10 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53244>
  15. Garcés A. Determinación de la presencia de metales pesados en leche cruda bovina en la Parroquia Bilovan provincia Bolívar. [Tesis]. Guaranda- Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos



- Naturales y del Ambiente. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2020. [Consultado 10 abril 2021]. Disponible en: <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3391>
16. Griboff J. Transferencia de metales y metaloides a través de la cadena trófica y su acumulación en organismos destinados a consumo humano. Estudios de fitorremediación. [Tesis]. Buenos Aires: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad Ciencias Químicas; 2018. [Consultado 10 abril 2021]. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/15272>
  17. MINAGRI. Decreto supremo que aprueba el reglamento de la leche productos lácteos (D.S. N°007-2017-MINAGRI). [Consultado 13 abril 2021]. Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2017/19598>
  18. FAO/OMS. Norma general para el uso de términos lecheros. [Consultado 13 abril 2021]. Disponible en: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B206-1999%252FCXS\\_206s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B206-1999%252FCXS_206s.pdf)
  19. Palatnik D. Desarrollo de quesos funcionales y aprovechamiento de proteína de lactosuero [Tesis]. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Exactas. Departamento de Química; 2019. [Consultado 13 abril 2021]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/87205>
  20. Zamorán D. Manual de procesamiento lácteo. Instituto nicaragüense de apoyo a la pequeña y mediana empresa (INPYME). [Consultado 13 abril 2021]. Disponible en: [https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14\\_agriculture01.pdf](https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf)
  21. Sigcho N. Reingeniería de los procesos para la elaboración artesanal de quesos semimaduros, aplicando técnicas de seguridad alimentaria. [Tesis]. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química; 2013. [Consultado 13 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1933>
  22. Castro N. Riesgo de contaminación de leche de vaca con metales pesados en los estados de Puebla y Tlaxcala, México. [Tesis]. Córdoba-España: Universidad D Córdoba; 2017. [Consultado 13 abril 2021]. Disponible en: <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/15104>

23. FAO/OMS. Norma general del CODEX para el queso. 2018. [Consultado 13 abril 2021]. Disponible en: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B283-1978%252FCXS\\_283s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B283-1978%252FCXS_283s.pdf)
24. FAO. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. 2016. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/sofa/2016/es/>
25. Pedro M. Evaluación del contenido de calcio y fósforo en quesos blandos comerciales. Estudio parámetros tecnológicos que definen la concentración de los mismos en el queso. [Tesis]. Santa Fe-Argentina. Universidad Nacional Del Litoral. Facultad de Ingeniería Química. 2013. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/493>
26. CODEX Alimentarius. Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. 2015. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS\\_193s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193s.pdf)
27. Andina. El Perú cuenta con 6,500 plantas de fabricación de quesos. 2021. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-el-peru-cuenta-6500-plantas-fabricacion-quesos-839366.aspx#:~:text=El%20queso%20fresco%20concentra%20alrededor%20del%2065%20%25%20de%20la%20producci%C3%B3n%20nacional&text=El%20Per%C3%BA%20tiene%206%2C500%20plantas,y%20Riego%2C%20Federico%20Tenorio%20Calder%C3%B3n>
28. MINAGRI. Producción de derivados lácteos aumento 25% en el primer semestre del 2020. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/297468-produccion-de-derivados-lacteos-aumento-25-en-el-primer-semestre-del-2020>
29. Londoño L. Londoño P. Muñoz F. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2016; 14 (2): 145 – 153. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>

30. ATSDR. Resumen de salud pública plomo. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs13.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.pdf)
31. Ramirez A. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. Anales de la Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2005; 66(1): 57 – 70. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v66\\_n1/pdf/a09.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v66_n1/pdf/a09.pdf)
32. [Raraz E. Determinación química toxicológica de plomo y cadmio en agua para consumo humano proveniente de los reservorios de la zona de San Juan Pampa – Distrito de Yanacocha. \[Tesis\]. Pasco – Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. 2015.](#) [Consultado 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323353721.pdf>
33. Sánchez G. Ecotoxicología del cadmio, riesgo para la salud de la utilización de suelo ricos en cadmio. Universidad de Complutense, Facultad de Farmacia. 2016. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/50902/>
34. ATSDR. Resumen de salud pública cadmio. [Consultado 3 mayo 2021]. Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs13.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.pdf) [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs5.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs5.pdf)
35. Ramírez A. Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. Anales de la Facultad de Medicina. 2002; 63 (1): 51 – 64. [Consultado 7 agosto 2021]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/1477>
36. Harrison. Intoxicación por metales pesados. [Consultado 7 agosto 2021]. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1717&sectionid=114944114>
37. López J. [Teorema central del límite.](#) [Consultado 14 abril 2021]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/teorema-central-del-limite.html>
38. ISO 5725-1: 1994/COR 1:1998. [Exactitud \(veracidad y precisión\) de los métodos y resultados de medición – parte 1: principios generales y definiciones – corrección técnica 1.](#) [Consultado 14 abril 2021]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/29779.html>

39. FAO. Espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP-AES). [Consultado 7 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ah833s/AH833S22.htm>

## X. ANEXOS

### Anexo 1. Listado de codificación de quesos expedidos en el mercado de Caquetá-Rímac

CÓDIGO	NOMBRE DEL PRODUCTO	PROCEDENCIA	LUGAR DE ADQUISICIÓN
CPA1	Queso artesanal	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPA2	Queso artesana	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPA3	Queso artesanal	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPA4	Queso artesanal	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPA5	Queso artesanal	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPB1	Queso artesanal	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPB2	Queso artesanal	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPB3	Queso artesanal	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPB4	Queso artesanal	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPB5	Queso artesanal	Cajamarca	mercado de Caquetá
CPC1	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá
CPC2	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá
CPC3	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá
CPC4	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá
CPC5	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá
CPD1	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá
CPD2	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá
CPD3	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá
CPD4	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá
CPD5	Queso artesanal	Ancash	mercado de Caquetá

CPE1	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá
CPE2	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá
CPE3	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá
CPE4	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá
CPE5	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá
CPF1	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá
CPF2	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá
CPF3	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá
CPF4	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá
CPF5	Queso artesanal	Huaral	mercado de Caquetá

**Fuente.** Elaboración propia, octubre 2021

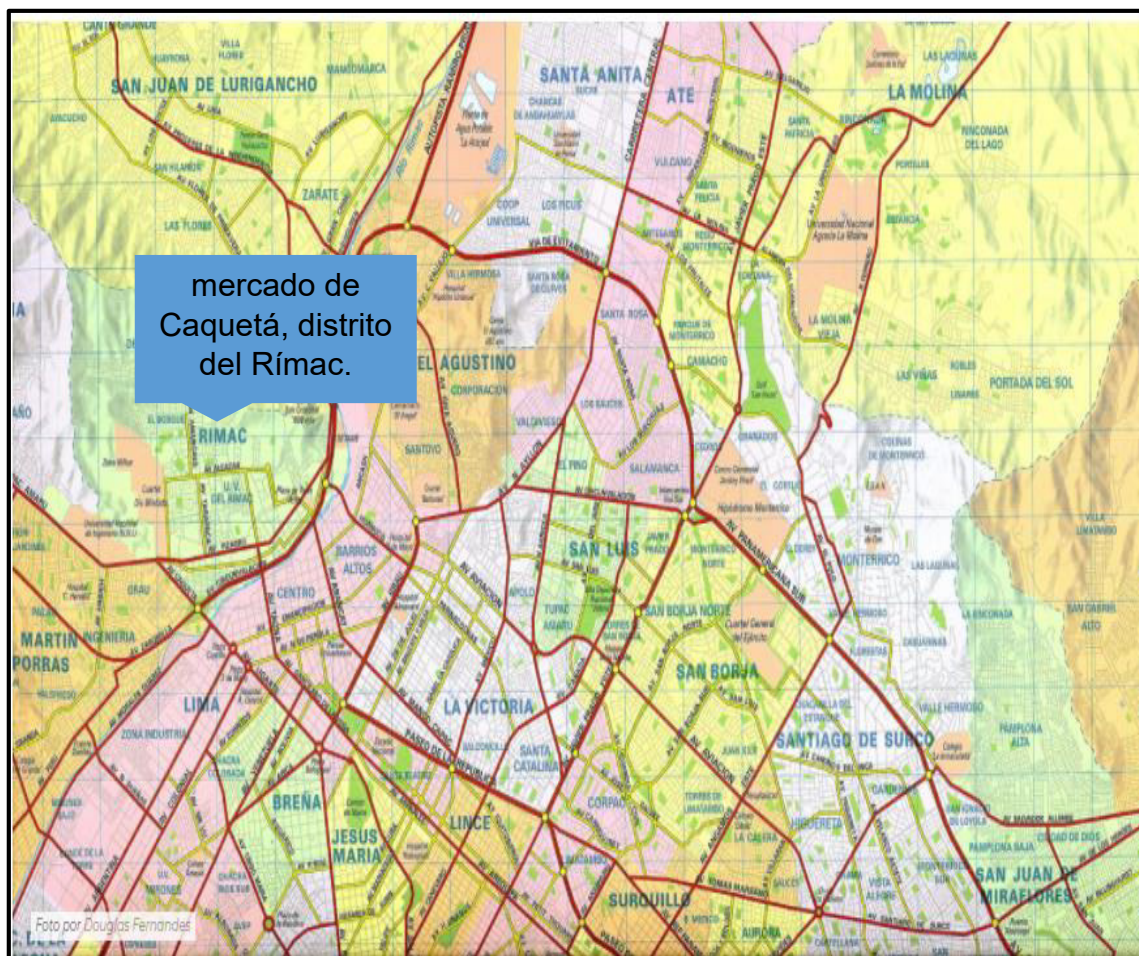


**Anexo 2.** Adquisición de muestras de venta ambulatoria en mercado de Caquetá en el distrito de Rímac



**Fuente.** Elaboración propia, octubre 2021

**Anexo 3.** Ubicación del lugar, donde se recolectó las muestras.



**Fuente.** Elaboración propia, octubre 2021



**Anexo 4.** Identificación de muestras recolectadas.





**Fuente.** Elaboración propia, octubre 2021

**Anexo 5.** Codificación de muestras para su análisis en laboratorio sistema de servicios y análisis químicos S.A.C. SLAB para su análisis.



**Fuente.** Elaboración propia, octubre 2021

## Anexo 6. Informe de los resultados

 <p><b>SLab</b> Laboratorio de ensayo e investigación</p>	<b>SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB</b>
<b>INFORME DE ENSAYO</b> <b>IE-291021-01</b>	
<b>1. DATOS DEL CLIENTE</b>	
1.1 Cliente :	ANTONIO JUVENAL ESPINOZA AMAO
1.2 RUC/DNI :	42771360
<b>2. FECHAS</b>	
2.1 Inicio :	30 de Octubre de 2021
2.2 Fin :	11 de Noviembre de 2021
2.3 Emisión de informe :	12 de Noviembre de 2021
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO</b>	
3.1 Temperatura :	20.3 °C
3.2 Humedad Relativa :	51 %
<b>4. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA</b>	
4.1 Ensayo solicitado : y método de ensayo	Determinación de Plomo y Cadmio / Espectroscopia de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES).
<ul style="list-style-type: none"><li>- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio</li><li>- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.</li></ul>	
 <p>DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO QUÍMICO CQP. 1337</p>	
INFORME DE ENSAYO IE-291021-01	Página 1 de 5
Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL Mz E Lt 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. – Teléfono (51-1) 721 6212 - www.slabperu.com	

**Fuente.** Elaboración propia, octubre 2021



## Anexo 7. Datos de muestras analizadas



### SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB

#### 5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

Código de Laboratorio	Código de cliente	Tipo de Muestra
S-2769	CPA1 (alimento)	Queso
S-2770	CPA2 (alimento)	Queso
S-2771	CPA3 (alimento)	Queso
S-2772	CPA4 (alimento)	Queso
S-2773	CPA5 (alimento)	Queso
S-2774	CPB1 (alimento)	Queso
S-2775	CPB2 (alimento)	Queso
S-2776	CPB3 (alimento)	Queso
S-2777	CPB4 (alimento)	Queso
S-2778	CPB5 (alimento)	Queso
S-2779	CPC1(alimento)	Queso
S-2780	CPC2(alimento)	Queso
S-2781	CPC3(alimento)	Queso
S-2782	CPC4(alimento)	Queso
S-2783	CPC5(alimento)	Queso
S-2784	CPD1(alimento)	Queso
S-2785	CPD2(alimento)	Queso
S-2786	CPD3(alimento)	Queso
S-2787	CPD4(alimento)	Queso
S-2788	CPD5(alimento)	Queso
S-2789	CPE1(alimento)	Queso
S-2790	CPE2(alimento)	Queso
S-2791	CPE3(alimento)	Queso
S-4792	CPE4(alimento)	Queso
S-2793	CPE5(alimento)	Queso
S-2794	CPF1(alimento)	Queso
S-2795	CPF2(alimento)	Queso
S-2796	CPF3(alimento)	Queso
S-2797	CPF4(alimento)	Queso
S-2798	CPF5(alimento)	Queso

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

  
DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
QUÍMICO  
CQP. 1337

INFORME DE ENSAYO IE-291021-01

Página 2 de 5

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL Mz E Lt 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. – Teléfono (51-1) 721 6212 -  
www.slabperu.com

Fuente. Elaboración propia, noviembre 2021

## Anexo 8. Resultados obtenidos de plomo.



### SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB

#### 6. RESULTADOS

##### 6.1. Resultados Obtenidos

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS DE PLOMO

Código de Laboratorio	Código decliente	Señal (nm)
S-2769	CPA1 (alimento)	627.76852
S-2770	CPA2 (alimento)	636.34113
S-2771	CPA3 (alimento)	638.59708
S-2772	CPA4 (alimento)	641.75541
S-2773	CPA5 (alimento)	629.12209
S-2774	CPB1 (alimento)	661.60777
S-2775	CPB2 (alimento)	669.72919
S-2776	CPB3 (alimento)	680.55775
S-2777	CPB4 (alimento)	659.35182
S-2778	CPB5 (alimento)	679.65537
S-2779	CPC1 (alimento)	677.85061
S-2780	CPC2 (alimento)	678.75299
S-2781	CPC3 (alimento)	658.90063
S-2782	CPC4 (alimento)	674.24109
S-2783	CPC5 (alimento)	644.01136
S-2784	CPD1 (alimento)	685.97203
S-2785	CPD2 (alimento)	667.02205
S-2786	CPD3 (alimento)	689.13036
S-2787	CPD4 (alimento)	633.63399
S-2788	CPD5 (alimento)	651.68159
S-2789	CPE1 (alimento)	661.60777
S-2790	CPE2 (alimento)	649.87683
S-2791	CPE3 (alimento)	681.46013
S-2792	CPE4 (alimento)	641.30422
S-2793	CPE5 (alimento)	654.38873
S-2794	CPF1 (alimento)	643.56017
S-2795	CPF2 (alimento)	669.27800
S-2796	CPF3 (alimento)	635.43875
S-2797	CPF4 (alimento)	684.16727
S-2798	CPF5 (alimento)	623.25662

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

  
DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
QUÍMICO  
CQP. 1337

INFORME DE ENSAYO IE-291021-01

Página 3 de 5

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL Mz E Lt 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. – Teléfono (51-1) 721 6212 - [www.slabperu.com](http://www.slabperu.com)

Fuente. Elaboración propia, noviembre 2021

## Anexo 9. Resultados obtenidos de cadmio.



### SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB

Tabla N°3: RESULTADOS OBTENIDOS DE CADMIO

Código de Laboratorio	Código de cliente	Señal (nm)
S-2769	CPA1 (alimento)	1531.4879
S-2770	CPA2 (alimento)	1567.9374
S-2771	CPA3 (alimento)	1633.5465
S-2772	CPA4 (alimento)	1509.6182
S-2773	CPA5 (alimento)	1669.9960
S-2774	CPB1 (alimento)	1611.6768
S-2775	CPB2 (alimento)	1655.4162
S-2776	CPB3 (alimento)	1575.2273
S-2777	CPB4 (alimento)	1538.7778
S-2778	CPB5 (alimento)	1560.6475
S-2779	CPC1 (alimento)	1546.0677
S-2780	CPC2 (alimento)	1597.0970
S-2781	CPC3 (alimento)	1648.1263
S-2782	CPC4 (alimento)	1516.9081
S-2783	CPC5 (alimento)	1553.3576
S-2784	CPD1 (alimento)	1567.9374
S-2785	CPD2 (alimento)	1502.3283
S-2786	CPD3 (alimento)	1524.1980
S-2787	CPD4 (alimento)	1480.4586
S-2788	CPD5 (alimento)	1706.4455
S-2789	CPE1 (alimento)	1589.8071
S-2790	CPE2 (alimento)	1699.1556
S-2791	CPE3 (alimento)	1626.2566
S-2792	CPE4 (alimento)	1604.3869
S-2793	CPE5 (alimento)	1618.9667
S-2794	CPF1 (alimento)	1713.7354
S-2795	CPF2 (alimento)	1655.4162
S-2796	CPF3 (alimento)	1684.5758
S-2797	CPF4 (alimento)	1640.8364
S-2798	CPF5 (alimento)	1655.4162

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

  
 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
 QUÍMICO  
 CQP. 1337


INFORME DE ENSAYO IE-291021-01

Página 4 de 5

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL Mz E Lt 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. – Teléfono (51-1) 721 6212 - [www.slabperu.com](http://www.slabperu.com)

Fuente. Elaboración propia, noviembre 2021

Anexo 10. Resultados de verificación operacional del equipo utilizado.



**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB**  
Laboratorio de ensayo e investigación

---

**ANEXO N°1:  
VERIFICACIÓN OPERACIONAL DEL EQUIPO USADO (ICP-OES)**

**VERIFICACIÓN OPERACIONAL ESPECTRÓMETRO ICP OPTIMA 4300DV**

Código: MPO-24-2008EP-01  
Edición: 02/Revisión: 02  
Fecha de Revisión: 05/11/2020  
Elaborado: BDI  
Rev. Revisado: 201191RD

---

**ESPECTROFOTÓMETRO DE EMISIÓN PERÚN ELMER ICP OPTIMA 4300DV**

---

Compañía: SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUIMICOS  
Dirección: Urb Vipol de Naranjal, Calle 22Mz E, Lt 7- 5Mº  
Área: Laboratorio  
Responsable: Diego Vergaray  
Teléfono: 017216212

---

Fecha de Evaluación: 19/11/2020  
Fecha Sugerida Re Evaluación: Mayo 2021  
No. de Certificado: 2011191RD

---

WWW.HUROLAB.COM | Calle Salvador Ballesteros 2000, C.A. Poros, Norte Lima, Perú. 01000-0000  
Página 1 de 4

**VERIFICACIÓN OPERACIONAL ESPECTRÓMETRO ICP OPTIMA 4300DV**

Código: MPO-24-2008EP-01  
Edición: 02/Revisión: 02  
Fecha de Revisión: 05/11/2020  
Elaborado: BDI  
Rev. Revisado: 201191RD

---

**CONFIGURACIÓN EVALUADA:**

Modelo: ICP4300DV  
No. Serie: 07N0972761  
Código de Equipo: SL-LAB-100

---

Equipo de Prueba: Módulo de presión de gas  
Número de Serie: H087114

---

Estándares Utilizados	Número de Lote	Fecha de Expiración
NBS 1879 Multi-element Standard	2-20V-JA-1	30/01/2021
NBS 3021 Cationes 1/100	01-1402-011	30/04/2021
NBS 2150 Cationes 3	1-24M-JA-1	30/01/2021
NBS 2063 Van Vancomar Mix	1-2062-J11	30/03/2021

---

Sumistrado por Cliente: Observaciones: Inicial de Cliente: E.S.

---

WWW.HUROLAB.COM | Calle Salvador Ballesteros 2000, C.A. Poros, Norte Lima, Perú. 01000-0000  
Página 2 de 4

**VERIFICACIÓN OPERACIONAL ESPECTRÓMETRO ICP OPTIMA 4300DV**

Código: MPO-24-2008EP-01  
Edición: 02/Revisión: 02  
Fecha de Revisión: 05/11/2020  
Elaborado: BDI  
Rev. Revisado: 201191RD

---

No. DE CERTIFICADO: 2011191RD - FECHA DE EVALUACIÓN: 19 de Noviembre del 2020.

1. RESOLUCIÓN  
RESOLUCIÓN: Se verifica más allá de la resolución RES 2008-1070 especificada en que? (Temperatura) (Distancia) (log)

ELEMENTO	ESPECIFICACION	VALOR MEDIDO	PRUEBA
As 183.050-Res	40.00P	0.20903	Pasó
Hr 231.004-Res	40.00R	0.20779	Pasó
Hr 341.476-Res	40.012	0.20968	Pasó
La 438.837-Res	40.00R	0.21163	Pasó
Ba 455.403-Res	40.02R	0.22252	Pasó

---

2. PRECISIÓN  
Precisión (%), para la muestra NBS 3021 (2008-1070)

ELEMENTO	ESPECIFICACION	VALOR MEDIDO	PRUEBA
As 183.050	± 1.0%	0.97	Pasó
Zn 213.856	± 1.0%	0.7	Pasó
Nb 207.810	± 1.0%	0.91	Pasó
La 375.478	± 1.0%	0.89	Pasó
Ba 455.403	± 1.0%	0.84	Pasó
Ba 455.408	± 1.0%	0.45	Pasó

---

3. RADIAL DETECTION LIMIT  
RL: 2.0%, para la muestra NBS 3021 (2008-1070); guardar valor en unidades de RL (%)

ELEMENTO	ESPECIFICACION	VALOR MEDIDO	PRUEBA
As 183.050	± 0.01 µg/L	0.39	Pasó
Zn 213.856	± 2.0 µg/L	1.038	Pasó
Nb 207.810	± 0.75 µg/L	0.2794	Pasó
La 375.478	± 2.0 µg/L	0.3751	Pasó
Ba 455.403	± 0.3 µg/L	0.0296	Pasó
Ba 455.408	± 0.3 µg/L	0.2104	Pasó

---

4. CALIBRACIÓN DE LA LONGITUD DE ONDA

COEFICIENTES UV		COEFICIENTES VIS	
-0.28501	± 1.00	0.23627	± 2.00
-1.29819	± 1.00	-0.08842	± 2.00
3.31735	± 8.00	4.44872	± 8.00

---

RSD x 2.00 = 0.00      RSD x 2.00 = 1.27

Intensidad de la lámpara de mercurio: 7163276.0  
Valor de S/N: 1899


---

Conclusión: Todas las pruebas pasaron satisfactoriamente.  
Este documento deja CONSTANCIA que el instrumento ICP OPTIMA 4300DV con número de serie: 07N0972761  
Cumple  
Las especificaciones del fabricante indicadas en este documento.

HUROLAB S.A.C.  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS  
REPRESENTANTE EMPRESA HUROLAB

---

WWW.HUROLAB.COM | Calle Salvador Ballesteros 2000, C.A. Poros, Norte Lima, Perú. 01000-0000  
Página 3 de 4



**Diego Romano Vergaray D'Arrigo**  
QUÍMICO  
CQP. 1337

5 de 5

---

INFORME DE ENSAYO IE-291021-01

Página 5 de 5

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL Mz E Lt 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. – Teléfono (51-1) 721 6212 - www.slabperu.com

Fuente. Elaboración propia, noviembre 2021

65