



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA**

**DETERMINACIÓN DE PLOMO EN LECHE CRUDA DE VACA  
DEL DISTRITO DE IHUARI – HUARAL – 2019**

**INFORME FINAL DE TESIS PARA OPTAR AL TITULO  
PROFESIONAL DE QUIMICO FARMACEUTICO**

**PRESENTADO POR:**

**Bachiller** Lourdes, Martinez Hernandez

**Bachiller** Gisella Paola, Soto Chupica

**ASESOR:**

**Mg. Q.F.** Fidel Ernesto Acaro Chuquicaña

**LIMA – PERÚ**

**2019**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN

N° 076-2019-OGYT-FCS-UMA

### PARA OPTAR AL TÍTULO DE QUÍMICO FARMACÉUTICO

En San Juan de Lurigancho, a los **09** días del mes de **diciembre** del año **2019** en los ambientes de la **Sala de Grados**; se reunió el Jurado de Sustentación integrado por:

Presidente : **Dr. Jhonnell Williams Samaniego Joaquín.**


Integrante : **Dr. José Edwin Adalberto Rodríguez Lichtenheldt.**

Integrante : **Mg. Víctor Humberto Chero Pacheco.**


Para evaluar la Tesis:

“**Determinación de plomo en lecha cruda de vaca del Distrito de Ihuari – Huari – 2019**”; presentado por: **Bach. LOURDES MARTINEZ HERNANDEZ.** Participando en calidad de asesor: **Mg. Fidel Ernesto Acaro Chuquicaño.**

Los señores miembros del Jurado, después de haber atendido la sustentación, evaluar las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran..... *Aprobado*.....  
(Aprobado/Desaprobado) por..... *unanimidad*..... (Unanimidad/Mayoría)  
con el calificativo de ..... *Mención notable*..... [Mención Sobresaliente(18-20)/  
Mención Notable(16-17)/ Aprobado(11-15)/ Desaprobado], equivalente a ..... *17*....., en fe de lo cual firmamos la presente Acta, siendo las *17:22*..... horas del mismo día, con lo que se dio por terminado el Acto de Sustentación.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jhonnell Williams Samaniego Joaquín  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Edwin A. Rodríguez Lichtenheldt  
Integrante

  
\_\_\_\_\_  
Mg. Víctor Humberto Chero Pacheco  
Integrante



## ACTA DE SUSTENTACIÓN

N° 077-2019-OGYT-FCS-UMA

### PARA OPTAR AL TÍTULO DE QUÍMICO FARMACÉUTICO

En San Juan de Lurigancho, a los **09** días del mes de **diciembre** del año **2019** en los ambientes de la **Sala de Grados**; se reunió el Jurado de Sustentación integrado por:

Presidente : **Dr. Jhonnel Williams Samaniego Joaquín.**


Integrante : **Dr. José Edwin Adalberto Rodríguez Lichtenheldt.**


Integrante : **Mg. Víctor Humberto Chero Pacheco.**

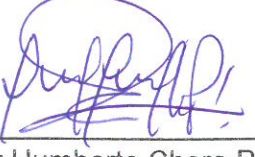
Para evaluar la Tesis:

“**Determinación de plomo en lecha cruda de vaca del Distrito de Ihuari – Huari – 2019**”; presentado por: **Bach. GISELLA PAOLA SOTO CHUPICA**. Participando en calidad de asesor: **Mg. Fidel Ernesto Acaro Chuquicaño.**

Los señores miembros del Jurado, después de haber atendido la sustentación, evaluar las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran..... *Aprobado*.....  
(Aprobado/Desaprobado) por..... *unanimidad*..... (Unanimidad/Mayoría)  
con el calificativo de ..... *Mención notable*..... [Mención Sobresaliente(18-20)/  
Mención Notable(16-17)/ Aprobado(11-15)/ Desaprobado], equivalente a *17*....., en  
fe de lo cual firmamos la presente Acta, siendo las *17:18*..... horas del mismo día,  
con lo que se dio por terminado el Acto de Sustentación.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jhonnel Williams Samaniego Joaquín  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Edwin A. Rodríguez Lichtenheldt  
Integrante

  
\_\_\_\_\_  
Mg. Víctor Humberto Chero Pacheco  
Integrante

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mis padres que con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

Un sentimiento especial de gratitud hacia mis amigos, cuyas palabras de aliento y empuje por la tenacidad, y apoyarme espiritualmente durante el compartir de las aulas. Debido a sus amistades incondicionales, tengo la oportunidad de completar esta tesis.

Lourdes y Paola

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a mi Universidad María Auxiliadora por permitirme llevar a cabo mi investigación y proporcionar cualquier asistencia solicitada. Un agradecimiento especial a los miembros a la Escuela de Farmacia y Bioquímica y recursos humanos por su continuo apoyo.

Me gustaría expresar mi agradecimiento especial y gracias a mi asesor, el Mg. QF. Fidel Ernesto Acaro Chuquicaña, ha sido un gran mentor para mí. Me gustaría agradecerle por alentar mi investigación y por permitirme crecer como investigadora científica. Sus consejos tanto en investigación como en mi carrera profesional han sido invaluable. Su guía me ayudó en todo el tiempo de investigar y redactar esta tesis. No podría haber imaginado tener un mejor asesor durante mis días de investigación. Fue un gran privilegio, honor trabajar y estudiar bajo su guía. Estoy extremadamente agradecido por lo que me ha ofrecido

Agradecer a los maestros, de nuestra universidad que me ayudaron con esta investigación. Su dinamismo, visión, sinceridad y motivación me han inspirado profundamente. Me ha enseñado la metodología para llevar a cabo la investigación y presentar los trabajos de investigación con la mayor claridad posible.

Finalmente, doy gracias a mi Dios, mi buen padre, por dejarme pasar por todas las dificultades. He experimentado tu guía día a día. Tú eres quien me dejó terminar mi carrera. Seguiré confiando en ti para mi futuro. Gracias Señor.

Lourdes y Paola

## RESUMEN

**Título:** Determinación de plomo en leche cruda de vaca del distrito de Ihuari – Huaral – 2019. **Objetivos:** Determinar los niveles de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari – Huaral 2019. **Metodología:** Se realizó un estudio observacional, transversal aplicada, de nivel descriptivo, diseño no experimental, se recolectaron 40 muestras de leche, incluyendo un grupo control, de diferentes tanques y porongos de aluminio correspondientes a ocho establos lecheros de la muestra para realizar los análisis de recolección de datos a partir de la variable y se analizó mediante el programa estadístico IBM SPSS statistic 21. **Resultado:** Al evaluar la cantidad promedio de plomo en leche cruda de vaca en los establos es de 0,02082 mg/kg, el 62,5 % se encuentra por debajo de 0,0180 mg/kg de plomo, los establo 2,3 y 6 representan concentraciones de plomo superiores a los límites máximos permisibles por la OMS (0,02 mg/kg) representando el 37,5% de muestras que superan los límites, sin embargo el 62,5 % se encuentra por debajo de 0,0180 mg/kg de plomo. **Conclusiones:** Los niveles de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari – Huaral 2019, encontradas en este estudio en la mayoría de las muestras no exceden los límites de seguridad en la leche. No es necesario restringir el consumo humano de leche, pero se debe prestar más atención al Pb que a los otros elementos tóxicos en la leche, especialmente para los consumidores de lactantes y niños, es aconsejable establecer un programa de monitoreo regular para mantener los límites de seguridad alimentaria.

**Palabras clave:** Leche de vaca, plomo, tóxicos, seguridad alimentaria

## ABSTRACT

**Title:** Determination of lead in raw cow's milk from the district of Ihuari - Huaral - 2019.

**Objectives:** Determine lead levels in raw cow's milk in the Ihuari District - Huaral 2019.

**Methodology:** An observational, cross-sectional, descriptive, non-experimental design study was carried out, 40 milk samples were collected, including a control group, of different aluminum tanks and porongs corresponding to eight dairy stables in the sample to perform the collection analyzes. of data from the variable and analyzed using the statistical program IBM SPSS statistic 21. **Result:** When evaluating the average amount of lead in raw cow's milk in the stables is 0,02082 mg/kg, 62,5% is below 0,0180 mg/kg of lead, the stables 2, 3 and 6 represent lead concentrations higher than the maximum limits allowed by the WHO (0,02 mg/kg) representing 37,5% of samples that exceed the limits, however 62,5% is below 0,0180 mg/kg of lead. **Conclusions:** The levels of lead in raw cow's milk in the District of Ihuari - Huaral 2019, found in this study in most samples do not exceed the safety limits in milk. It is not necessary to restrict human consumption of milk, but more attention should be paid to Pb than to other toxic elements in milk, especially for infants and children, it is advisable to establish a regular monitoring program to maintain the limits of food safety.

**Key words:** Cow's milk, lead, toxic, food safety

## INDICE

### Página

PORTADA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema General	4
1.2.2. Problemas Específicos	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Justificación	5
1.4.1. Justificación teórica	5
1.4.2. Justificación práctica	5



1.4.3. Justificación social	6
1.4.4. Justificación metodológica	7
2. MARCO TEORICO	7
2.1. Antecedentes	12
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales	12
2.2. Base teórica	13
2.2.1. Plomo	13
2.2.2. Leche de vaca	19
2.2.3. Contaminación por metales pesados en leche de animales	21
2.3. Definición de terminos	22
2.4. Hipótesis	25
3. METODOLOGÍA	26
3.1. Tipo de Investigación	26
3.2. Nivel de Investigación	26
3.3. Diseño de la Investigación	26
3.4. Área de estudio	27
3.5. Población y muestra	27
3.5.1. Criterios de inclusión	28
3.5.2. Criterios de exclusión	28
3.6. Variables y Operacionalización de variables	29
3.7. Instrumentos de recolección de datos	29
3.8. Validación de los instrumentos de recolección de datos	29
3.9. Procedimientos para la recolección de datos	30

3.10. Componente ético	31
3.11. Procesamiento y análisis de datos	31
4. RESULTADOS	32
5. DISCUSIÓN	35
6. CONCLUSIONES	40
7. RECOMENDACIONES	41
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
9. ANEXOS	49
9.1. Matriz de consistencia	51
9.2. Instrumentos de recolección de datos	53
9.3. Anàlisis del centro de control analítico	54
9.4. Validación de los instrumentos por juicio de expertos	58

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Diagrama general de cajas según los niveles de plomo en cada grupo	52
<b>Figura 2.</b> Mapa del área de muestreo	53

## LISTA DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Concentración de plomo	32
<b>Tabla 2.</b> Comparación entre las concentraciones	33
<b>Tabla 3.</b> Análisis de Tukey evidenciando los grupos homogéneos	34

## INTRODUCCION

La tesis titulado “Determinación de plomo en leche cruda de vaca del distrito de Ihuari – Huaral – 2019”, se originó debido al reconocimiento del estado nutricional en las últimas dos décadas, ha habido un aumento significativo en la conciencia y preocupación en todo el mundo sobre los efectos del plomo en la salud humana y el medio ambiente.

El plomo sigue siendo un problema importante de salud pública en los países en desarrollo, entre ellos nuestro país, donde existen variaciones considerables en las fuentes y vías de exposición. Los residuos de plomo en los alimentos pueden resultar de los suelos en las plantas consumidas por los animales o el hombre, el uso de pesticidas de plomo, la adición inadvertida durante el procesamiento de alimentos entre otros. Pueden estar presentes de forma natural en los alimentos o pueden ingresar como resultado de las actividades humanas, como procesos industriales y agrícolas.

Los alimentos son una fuente de exposición al plomo que la mayoría de las personas posiblemente no están pensando. Los productos en el mercado con cantidades relativamente altas de plomo, los riesgos para la salud de este metal son insidiosos, lo que significa que cuanto más lo eliminemos de nuestro suministro de alimentos, mejor podremos ser más saludables.

Un mayor conocimiento de los efectos tóxicos crónicos y a largo plazo nos permite ser conscientes de los peligros para la salud que antes eran desconocidos o subestimados. Incluso cantidades muy pequeñas de sustancias tóxicas en los alimentos preparados pueden, como resultado del consumo continuo a largo plazo y la acumulación en el organismo, volverse peligrosos para los humanos.

Nuestra tesis estará conformada para una mejor comprensión y orden cronológico, en seis segmentos que incluyen: planteamiento del problema, marco teórico, metodología, aspecto administrativo, finalizando con las referencias y anexos.

El principal objetivo a desarrollar es determinar el nivel de plomo en leche cruda de vaca del distrito de Ihuari – Huaral 2019

# 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Planteamiento del Problema

Las fuentes de metales pesados en los cultivos alimentarios varían en el mundo. En los países en desarrollo, el riego con efluentes o lodos tratados de manera inadecuada es la principal fuente de contaminación para los cultivos alimentarios.<sup>1</sup> Las cuestiones diversas y emergentes de la seguridad alimentaria se han convertido en una preocupación global, particularmente su asociación inseparable con la salud humana.

El consumo de alimentos y agua, así como la ingestión de partículas del suelo, áreas contaminadas pueden contribuir a la exposición humana a los metales pesados. La ingestión oral de los metales pesados proveniente del suelo no puede ser ignorado y también pueden representar un riesgo para la salud. Por ejemplo, la ingestión de alimentos provenientes del suelo se ha implicado la exposición al plomo en niños con niveles elevados en sangre.<sup>2</sup>

El plomo en los productos lácteos y en los productos a base de cereales son de particular preocupación y son monitoreados de cerca por organizaciones internacionales porque estos grupos de alimentos son considerados como los primeros alimentos sólidos introducidos en la dieta de bebés y niños.<sup>3</sup>

Los niveles de plomo en la sangre (NPS) han estado disminuyendo en los EE. UU. Durante décadas, la exposición pediátrica al plomo es un problema de salud pública. El Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CCPE) solicitaron esfuerzos renovados para la prevención primaria de cualquier exposición al plomo en niños. Según las estadísticas del CCPE para los años 2010-2014, 0,5% -0,6% de los niños (13 000-26 000) tenían NPS confirmados  $\geq 10$  mg/dL y 4% -6% (106 000-282 000)  $\geq 5$  mg/dL.<sup>4</sup>

En California (EEUU), el número anual de niños menores de 6 años con niveles de plomo en sangre (NPS)  $\geq 10 \mu\text{g/dL}$  se estima en más de 1000 casos, y hasta 10,000 casos cuando se incluyen NPS entre 4,5 y 9,5  $\mu\text{g/dL}$ .<sup>5</sup>

En cuanto a datos relacionados en el Perú, el plomo es el principal contaminante ambiental presente en la dieta, con posibles efectos perjudiciales para la salud, que cumple con los cuatro requisitos establecidos para los contaminantes más tóxicos: acumulativo en el organismo, alta permanencia, toxicidad y se moviliza a través de agua y aire.<sup>6</sup>

Varias organizaciones no gubernamentales y organizaciones benéficas ofrecen estufas de gas a las familias para ayudar a aliviar esta fuente de contaminación de los alimentos, lo cual es un riesgo particularmente para las mujeres y los niños que pasan más tiempo en casa.<sup>7</sup> Es importante establecer normas, estándares o niveles máximos permisibles de metales pesados en la leche de animales basado en evidencias y de acuerdo a los patrones alimenticios y la dieta.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuáles son los niveles de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari Huaral 2019?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuáles son las concentraciones de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari – Huaral?
- ¿Cuáles son las concentraciones de plomo obtenida en la leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari- Huaral, con valores permisibles de la Organización Mundial de la Salud?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar los niveles de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari – Huaral 2019.

### **1.3.2. Objetivo Específicos**

- Cuantificar las concentraciones de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari – Huaral.
- Comparar las concentraciones de plomo obtenida en la leche cruda de vaca del Distrito de Ihuari-Huaral con los valores permisibles de la Organización Mundial de la Salud.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1. Justificación teórica**

La cadena alimentaria es una fuente importante de acumulación de Pb, su almacenamiento en rumiantes produce efectos tóxicos en el ganado, pero también en humanos que consumen carne y leche contaminada con metales tóxicos. La intoxicación es más común en los rumiantes de granja, que se consideran más susceptibles a los efectos tóxicos del Pb.<sup>8</sup>

Además la ingesta de Pb en la dieta es de particular interés ya que los valores regulatorios toxicológicos han sido revocados por las agencias reguladoras dado la evidencia consistente y en evolución del perjuicio de este tóxico presente en alimentos de poblaciones con bajo nivel de conocimiento referente a las exposición alimentaria. Esto ha culminado en el consenso científico general de que no existe umbral para la toxicidad de Pb.<sup>9</sup> Existe pocas evaluaciones exhaustivas de exposición de Pb entre las fuente de origen animal entre ellas la leche cruda de vaca. Se justifica para evidenciar nuevas posibilidades de estudio de la toxicología alimentaria.

### **1.4.2. Justificación práctica**

Estos resultados de detección de Pb en la leche cruda de vaca pueden, a su vez, a priorizar qué muestras de alimentos y productos lácteos deben enviarse a los programas de pruebas de laboratorio locales y estatales. Se ampliará múltiples estrategias junto con investigaciones basadas en casos, para ayudar a los departamentos de salud y profesionales de la industria alimentaria en la práctica a traducir los datos de alerta de salud en estrategias de implementación y práctica clínica.



### **1.4.3. Justificación social**

El problema de la exposición al plomo reaparece periódicamente en diversas regiones del país, destacando los problemas del envejecimiento de las infraestructuras. Comunidades de escasos recursos, mala toma de decisiones e injusticia ambiental. Sobrepuestas a estas causas sistémicas se encuentran la pobreza personal y las situaciones familiares complejas, lo que podría crear múltiples amenazas para la salud y el desarrollo óptimos de los niños, incluidos factores como la mala alimentación o la baja estimulación del desarrollo. Por ello es importante ejecutar nuestra investigación dirigida a dar alertas de solución en un alimento tan común como es la leche de vaca.

Según información de derechos mineros registrada por el Ministerio de Energía y Minas del Perú, en el distrito de Ihuari-Huaral se encuentra la minera NEWMONT PERU S.R.L (Sumacwayra), que tiene como actividad principal la extracción de minerales como cobre, plata, plomo y zinc, y que posiblemente, mediante el manejo inadecuado de los relaves, puede emitir estos contaminantes al suelo, al agua o al aire. En consecuencia, los bovinos de los establos lecheros cercanos a estas industrias podrían ser teóricamente los más afectados por la presencia de contaminantes, en especial de metales pesados, que, evidentemente, se acumulan y se eliminan a través de órganos, tejidos, y, especialmente, de la leche.

Hasta la fecha, ningún estudio evaluó el nivel de Pb en la leche cruda de vaca en la jurisdicción de Ihuari (Huaral-Lima). Esta es una región de especial interés debido a su proximidad a áreas de conflicto y fuentes de contaminación especialmente aquellas relacionadas con la extracción y procesamiento de minerales.

#### **1.4.4. Justificación metodológica**

Las razones que la sustentan es la aportación para generar conocimiento válido y confiable. La elaboración y aplicación de las rúbricas para cada una de los análisis de datos se tomará en cuenta el método científico, demostrados su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación relacionada con la elaboración y producción en el área toxicológica y nutricional.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

- Pena et al. (2018), Se propusieron el objetivo de determinar la concentración de plomo y cadmio en la leche de ganado, ubicada en Xochimilco (México)". El método de estudio fue transversal, se recolectaron cinco muestras de 10 ml de leche, cada una, en tubos cónicos de 15 mL. Los resultados mostraron un contenido medio de Pb de 0,1392 mg/L y 0,0181 mg/L para Cd. Los investigadores concluyeron que la concentración de Cd y Pb en la leche está fuera del límite máximo permitido por la regulación internacional. Por lo tanto, es imperativo controlar las fuentes de contaminación, como los alimentos y el agua utilizados en la alimentación del ganado, para garantizar la calidad y la seguridad de la leche.<sup>10</sup>

- Qu et al. (2018), se plantearon el objetivo de analizar los niveles de siete residuos de elementos tóxicos en la leche cruda bovina en China y evaluar el riesgo potencial para la salud de esos residuos. El método fue de tipo observacional, de 178 muestras de leche cruda bovina se tomaron de ocho provincias principales productoras de leche y de tres tipos de estaciones de leche en China, y se analizaron arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr), mercurio (Hg), aluminio (Al) y níquel (Ni) . Los principales resultados de Al, Pb, Hg, Ni, Cr y As se detectaron en 47,8, 29,2, 28,1, 23,6, 12,4 y 9,0% del total de la leche respectivamente, y Cd no se detectaron en todas las muestras. Los investigadores concluyeron que los niveles de As, Pb, Hg, Cr, Al y Ni en las muestras de leche cruda no están causando un riesgo para la salud de los consumidores chinos, incluidos los adultos y los niños. Sin embargo, el riesgo de Pb para bebés y niños pequeños era más grave que en adultos.<sup>11</sup>

- Norouzirad et al. (2018), tuvieron el objetivo de evaluar su impacto en la ingesta de estos contaminantes a través de la leche en bovinos. El método de estudio fue observacional, se recolectaron 118 muestras de leche cruda de vaca, 14 de forraje y 8 de agua en el suroeste de Irán de granjas cercanas a campos petroleros o industrias relacionadas. Los resultados hallados fueron la media en leche y forraje fue de  $47,0 \pm 3,9$  y  $54,0 \pm 6,9$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  para Pb, y de  $4,7 \pm 1,0$  y  $3,5 \pm 1,3$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  para Cd. No se detectó Pb o Cd en el agua. La mayoría de las muestras de leche (82.2%) para Pb estaban por encima de los límites permisibles (20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Los autores concluyeron que el aumento de los niveles de Pb y Cd, y potencialmente otros metales pesados y contaminantes pueden utilizar para evaluar la exposición y ayudar a los gerentes y formuladores de políticas a elegir las mejores opciones para reducir exposición humana y el riesgo relacionado.<sup>12</sup>

- Sobhanardakani (2018), se planteó el objetivo de evaluar el riesgo para la salud humana de los niveles en residuos de cuatro metales (Cd, Cu, Pb y Zn) a través del consumo de leche de vaca cruda y pasteurizada. El método de estudio fue analítico-observacional, se recolectaron 72 muestras de leche de vaca cruda y pasteurizada de la cesta del mercado de la ciudad de Hamadan, oeste de Irán, en el 2014. Entre los resultados principales se obtuvo concentraciones medias ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) de Cd, Cu, Pb y Zn en muestras de leche cruda fueron  $0,36 \pm 0,28$ ,  $9,77 \pm 3,91$ ,  $32,83 \pm 20,80$  y  $253,70 \pm 87,96$ , respectivamente, y en las muestras de leche pasteurizada fueron  $5,57 \pm 9,33$ ,  $8,41 \pm 5,99$ ,  $25,54 \pm 26,50$  y  $90,12 \pm 91,52$ , respectivamente. El investigador concluyó que la grave contaminación de algunas muestras de leche cruda y pasteurizada por Cd, Pb y Zn, se debe aplicar un control del contenido de metales pesados durante todo el proceso de producción de leche.<sup>13</sup>

- Castro-González et al. (2017), tuvieron el objetivo de determinar los niveles de Ni, Cr, Cu, Zn, Pb y As en la leche cruda y en los quesos tipo Oaxaca y rancheros, producidos en áreas irrigadas con aguas residuales de Puebla en México. El método de estudio fue transversal y observacional, las muestras de leche se tomaron al azar de los tanques de almacenamiento de leche en las diferentes ubicaciones en el centro-oeste de Puebla, donde el forraje se riega con aguas residuales. Los resultados alcanzados de la leche mostraron un nivel medio de Pb de 0,03 mg/kg, que está por encima del límite máximo establecido por el Codex Alimentarius y las normas de la Comisión Europea. Para As obtuvo un valor medio de 0,12 mg/kg en leche. Los niveles medio de As y Pb en la leche estaban por debajo del estándar mexicano. El suero de leche y el queso ranchero tuvieron niveles medios de Pb de 0,07 y 0,11 mg/kg, respectivamente.<sup>14</sup>

- Bilandžić et al. (2016), tuvieron el objetivo de evaluar las diferencias en las concentraciones de Pb en la leche cruda de vaca y cabra en el período de 2010 a 2014, y comparar los resultados con los datos de la literatura. El método aplicado fue transversal y retrospectivo, se recogieron un total de 249 muestras de leche de vaca y 33 de cabra en zonas rurales de Croacia. Los principales resultados fueron que las concentraciones de Pb en la leche variaron de ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) vaca 10,8-12,2; cabra 9,33-60,0. El nivel de Pb más alto de 131 mg/kg en leche de vaca se midió durante 2014. No hubo diferencias significativas en Pb niveles entre leche de vaca y de cabra. El Pb más alto se determinó en el 2011 (157  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en leche de cabra). En conclusión, los autores afirman que la ausencia o reducción de plantas industriales y el uso de pasturas alejadas de las autopistas y carreteras principales reduce en gran medida la contaminación ambiental con Pb.<sup>15</sup>

- Ogut et al. (2016), tuvieron el objetivo de determinar el contenido de algunos metales pesados en muestras de leche cruda recolectadas de cuatro regiones diferentes alrededor de Isparta, provincia de Turquía. El método de estudio era observacional y transversal, se recolectaron un total de 86 muestras de leche cruda de estas regiones, y los contenidos de Pb, Cd, Cu, Fe, Zn, As, Sn y Hg. Los resultados hallaron que el mayor contenido de Pb se determinó en la región de intensidad de tráfico (0,077 mg/kg), seguido de las regiones de uso intensivo industrial (0,062 mg/kg), región agrícola (0,035 mg/kg) y rural (0,021 mg/kg), respectivamente. Los autores concluyeron que los niveles elevados podrían estar relacionados con la contaminación durante el procesamiento de la industria, la contaminación ambiental y los pesticidas.<sup>16</sup>

- Arianejad et al. (2015), tuvieron el objetivo de evaluar el contenido de mercurio (Hg), arsénico (As), níquel (Ni) y estaño (Sn) en leche cruda de vaca en sitios tradicionales e industriales de 8 sitios diferentes en la ciudad de Arak, Markazi. Provincia, Irán. Aplicaron el método transversal, se recolectaron un total de 32 muestras de las ciudades de Arak, Irán, a través del método de muestreo subjetivo. Los resultados obtenidos se hallaron que las cantidades de residuos de Hg y As fueron inferiores al límite permisible sugerido por Codex Alimentarius, pero para Ni y Sn fue mayor solo en uno de los sitios de recolección. La concentración promedio de Hg fue significativamente mayor ( $P < 0,05$ ) en las granjas tradicionales en comparación con las granjas industriales. Los autores concluyeron que el alto contenido de Sn y Ni de algunas muestras de leche de esta región puede ser potencialmente peligroso para los consumidores.<sup>17</sup>

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

- Pacco (2018), desarrolló el objetivo de determinar la concentración de metales pesados: mercurio, cadmio y plomo, en leche y pelos de vacas alimentadas con pastos regados con aguas del río Llallimayo, provincia de Melgar – Puno. El método de estudio fue observacional, se colectaron un total de 12 muestras de leche y 12 muestras de pelos, debidamente identificados, aplicando el análisis de absorción atómica con horno de grafito. Los resultados destacables de los metales pesados promedio en leche fueron: plomo 0,0256 mg/kg; mercurio 0,0022 mg/kg y cadmio 0,0012 mg/kg de leche, mientras que en el pelo fueron: 0,0138mg/kg mercurio, cadmio 0,0098 mg/kg de pelo respectivamente. El investigador concluyó que la concentración de metales pesados tanto en leche como en pelos de vacas del río Llallimayo supera los límites máximos permisibles.<sup>18</sup>

Santa Cruz (2017), se propuso el objetivo de determinar las concentraciones de plomo en leche cruda de vaca procedentes de tres lugares de la región Cajamarca. El método de estudio aplicado fue transversal. Entre los resultados se determinó que el nivel promedio de plomo en muestras de leche cruda procedente de la Granja Porcón es de  $0,0503 \pm 0,0303$  ppm conformando el 80 % de las muestras analizadas, en la ciudad de Cajamarca es de  $0,0305 \pm 0,0256$  ppm conformando el 50 % de las muestras analizadas y el distrito de Jesús es de  $0,1177 \pm 0,1017$  ppm conformando el 80 % de las muestras analizadas hallándose que el nivel de concentración de cada ciudad supera el límite máximo permisible de plomo (0,020 ppm) según el reglamento de la leche y productos lácteos del Ministerio de Agricultura del Perú, y el Codex Alimentarius STAN 193-1995.<sup>19</sup>

## **2.2. Base Teórica**

### **2.2.1. Plomo**

#### **a) Generalidades**

El plomo o plumbum (Pb), es un elemento químico que tiene el potencial de causar efectos devastadores y variados en la salud humana. Recientemente se ha propuesto que la contaminación ambiental es el resultado de al menos 6000 años de minería humana. La capacidad de detección mejorada ha cambiado nuestra conciencia de los efectos de la exposición en concentraciones aparentemente bajas.<sup>20</sup>

#### **b) Fuentes de contaminación en alimentos**

No se puede identificar ningún estudio que evaluara la contribución relativa de varias fuentes de plomo en los alimentos. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) parece atribuir el plomo en los alimentos a la contaminación del suelo.<sup>21</sup>

- Absorción de suelo contaminado en las raíces, tallo, hojas, y fruta, con algunas pruebas de que la fruta puede tener los niveles más bajos. Aunque el plomo puede estar presente de forma natural en el suelo, es probable que dichos niveles de fondo sean pequeños en comparación con la cantidad de contaminación de décadas de uso de pesticidas de arseniato de plomo, deposición de la quema de gasolina con plomo y otras operaciones industriales. Una vez absorbido por el cultivo, el plomo probablemente sea difícil de eliminar.<sup>21</sup>



- Contacto con suelo contaminado en el campo. Por ejemplo, el viento puede entrar en una lechuga o una manzana que se está cosechando podría caer al suelo. Este plomo puede eliminarse con el lavado, pero una vez en el jugo, es probable que el plomo sea difícil de eliminar.<sup>21</sup>
- Los recubrimientos pueden tener plomo como impureza a niveles hasta 0.6%. Los componentes de latón o bronce en contacto con el té, el café o el agua pueden contener hasta un 0,25% de plomo. Hasta 2014, el nivel de plomo permitido para latón y bronce era del 8%.<sup>21</sup>
- Contaminación accidental de alimentos o materiales en contacto con alimentos durante el procesamiento, como plomo de pintura deteriorada en el edificio o deposición de aire de plomo utilizado en combustible de aviación para aviones pequeños.<sup>21</sup> Los metales pesados potencialmente tóxicos se considera un problema de salud muy importante, que puede provocar la acumulación de elementos en muchos alimentos.

### **c) Niveles de concentración de plomo**

Actualmente no existen directrices reconocidas internacionalmente sobre la prevención y el tratamiento del envenenamiento por plomo en todo el mundo. Por lo tanto, los países establecen sus propias pautas para los niveles de exposición al plomo que consideran seguros. En los Estados Unidos, recomiendan pruebas de seguimiento para mujeres embarazadas y sus recién nacidos si el nivel de plomo en la sangre (NPS ) es  $\geq 5 \mu\text{g/dL}$ , y la terapia de quelación se establece si el NPS  $> 45 \mu\text{g/dL}$ .<sup>22</sup>

Se ha demostrado que el plomo afecta el cociente de inteligencia, la capacidad de atención y el rendimiento académico en niños. Sin embargo, desde 2012, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de EE. UU. Han recomendado el NPS  $> 5 \mu\text{g}/\text{dL}$  como nivel de referencia para la intervención según la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición de EE. UU.<sup>23</sup>

Un estudio multinacional realizado por la Organización Mundial de la Salud en seis países que abarcan cuatro continentes, que representan diferentes grados de desarrollo industrial, estimó los niveles de plomo en la leche materna entre 2,0–17,8  $\mu\text{g}/\text{L}$ . El estudio concluyó que las concentraciones de plomo en las muestras de leche materna que varían de 2,0 a 5,0  $\mu\text{g}/\text{L}$  pueden considerarse dentro de los valores de referencia.<sup>24</sup>

En nuestro según el reglamento de la leche y productos lácteos del Ministerio de Agricultura del Perú, y el Codex Alimentarius STAN 193-1995 (Revisión 2009). Guiados por Organización Mundial de la Salud (FAO / OMS) enumera la cantidad máxima permitida de plomo en carne de res, leche y despojos comestibles (es decir, hígado y riñón) como 0,1 mg/kg, 0,02 mg / kg (20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) y 0,5 mg/kg, respectivamente. El límite permisible para Pb en leche de vaca cruda en la Unión Europea se establece en 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ <sup>12</sup>. Estos valores fueron generados para proteger la salud humana. La muerte de un animal envenenado por plomo para la venta es un dilema para los ganaderos debido no solo a la pérdida de ingresos, sino también al costo del tratamiento y al potencial de introducción de plomo en la cadena alimentaria.<sup>25</sup>

De acuerdo con las disposiciones relacionadas con los Límites de Contaminantes en los Alimentos (GB 2762–2017, China; clasificación ICS de 67,040), el valor límite máximo permitido de plomo en la leche cruda y en los productos lácteos es de 0,05 mg/kg mientras que en los alimentos preparados para lactantes es menor que 0,02 mg/kg.<sup>26</sup>

#### **d) Manifestaciones clínicas**

##### ***- Neurotoxicidad***

La neurotoxicidad es una característica clave. Se entiende que está causada principalmente por el reemplazo de cationes divalentes, por lo que el plomo se sustituye por iones de calcio que permiten que estos iones crucen la barrera hematoencefálica y se acumulen, lo que afecta la excitación neural, la memoria, el rendimiento cognitivo y el comportamiento. También se ha pensado que contribuyen al estrés oxidativo, el deterioro de la señalización celular y la neurotransmisión. La neuritis ocular, se puede observar en casos graves.<sup>20</sup>

Se piensa que los efectos neurotóxicos ocurren en niños con concentraciones de plomo en sangre de  $<0,48 \mu\text{mol} / \text{L}$  ( $10 \mu\text{g/dL}$ ) con una conducción nerviosa reducida que comienza en  $0,97 \mu\text{mol} / \text{L}$  ( $20 \mu\text{g/dL}$ ) y encefalopatía a  $2,42 \mu\text{mol/L}$  ( $50 \mu\text{g/dL}$ ). En adultos, se observa neuropatía periférica a niveles de plomo en sangre de  $0,97 \mu\text{mol/L}$  ( $20 \mu\text{g/dL}$ ) con encefalopatía se produce a  $4,83 \mu\text{mol/L}$  ( $100 \mu\text{g/dL}$ ).<sup>20</sup>

### **- Hematotoxicidad**

Los efectos hematológicos del plumbismo están bien establecidos. La exposición al plomo puede afectar la síntesis de hemo mediante la inhibición de la ácido delta-aminolevulínico deshidratasa (ALAD), la coproporfirinógeno oxidasa (CPOX) y la actividad de la ferrochelataza. El aumento resultante en la excreción urinaria de 5-aminolevulinato (ALA) y coproporfina III puede ser similar al observado en la porfiria por deficiencia de ALAD. La protoporfirina elevada de glóbulos rojos que puede ocurrir en la toxicidad del plomo no se conoce bien, pero puede deberse a una deficiencia intramitocondrial de hierro ferroso. Esto permanece elevado durante la vida útil del eritrocito, lo que lo convierte en un marcador útil además del plomo en la sangre entera en el monitoreo de pacientes con exposición ocupacional al plomo. Se observa anemia de Frank en niños y adultos con niveles de plomo en sangre  $> 2,42 \mu\text{mol/L}$  ( $50 \mu\text{g/dL}$ ).<sup>20</sup>

Esto permanece elevado durante la vida útil del eritrocito, lo que lo convierte en un marcador útil además del plomo en la sangre entera en el monitoreo de pacientes con exposición ocupacional al plomo. Estos efectos se observan tanto en niños como en adultos con concentraciones de plomo en sangre  $> 0,48 \mu\text{mol / L}$  ( $10 \mu\text{g/dL}$ ). Cuando es grave, la interrupción de la síntesis de hemo con frecuencia da lugar a anemia que suele ser hipocromática y microcítica con punteado basófilo de eritrocitos.<sup>20</sup>

### **- *Cardiotoxicidad***

Los efectos en el sistema cardiovascular se deben probablemente al aumento del estrés oxidativo, la inflamación, el deterioro de la señalización del óxido nítrico, el deterioro de la función de las células endoteliales y la coagulación. Los niveles elevados de plomo en sangre se han asociado con hipertensión, enfermedad vascular periférica y cardiomiopatía, pero más recientemente con un aumento de la mortalidad por enfermedad cardiovascular. La exposición a plomo de bajo nivel (concentraciones en la sangre  $<0,32 \mu\text{mol/L}$  o  $6,7 \mu\text{g/dL}$ ) era un factor de riesgo importante pero subestimado para la mortalidad por enfermedad cardiovascular con una contribución similar al tabaquismo, hipertensión y género masculino.<sup>20</sup>

### **- *Nefrotoxicidad***

El plumbismo crónico se manifiesta como disfunción glomerular y túbulo intersticial que resulta en hipertensión, hiperuricemia e insuficiencia renal crónica. Se cree que el plomo causa nefrotoxicidad a través de mecanismos de estrés oxidativo que afectan a las células renales. Los efectos nefrotóxicos del plomo se han observado a concentraciones en sangre de  $> 2,42 \mu\text{mol/L}$  ( $50 \mu\text{g/dL}$ ) en niños y  $> 1,93 \mu\text{mol/L}$  ( $40 \mu\text{g/dL}$ ) en adultos.<sup>20</sup>

### **- *Gastrotoxicidad***

La principal vía de absorción del plomo en la población general es gastrointestinal, causando síntomas que incluyen cólicos abdominales, náuseas y vómitos en toxicidad aguda y crónica.<sup>27</sup>

Se ha observado cólico en niños con plomo en sangre  $> 2,42 \mu\text{mol/L}$  ( $50 \mu\text{g/dL}$ ), en otros individuos afectados también se han observado aumento de las enzimas hepáticas y lipoproteínas de baja densidad.<sup>20</sup>

### **- Otros sistemas**

El plomo puede ser cancerígeno, y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer clasifica los compuestos inorgánicos de plomo como probablemente carcinogénicos para los humanos.<sup>20</sup>

Se cree que el sistema reproductivo está afectado por la toxicidad del plomo tanto en hombres como en mujeres. En los hombres, la exposición al plomo se ha relacionado con un recuento reducido de espermatozoides, una morfología anormal de los espermatozoides y una disminución de la libido. Se ha observado infertilidad en hombres adultos con plomo en sangre  $> 1,93 \mu\text{mol /L}$  ( $40 \mu\text{g/dL}$ ).<sup>20</sup>

#### **2.2.2. Leche de vaca**

La leche de vaca y sus componentes son ingredientes básicos en nuestra dieta. Durante siglos se introdujo como el primer alimento infantil como alternativa a la leche materna y se trató como necesario para el crecimiento y el desarrollo. La leche ahora se procesa a escala industrial para evitar el riesgo de infección por bacterias patógenas de la leche sin pasteurizar. El consumo de leche cruda es mucho menos común que en el pasado, pero un número considerable de consumidores, especialmente viviendo en granjas, donde beben leche directamente de las vacas.<sup>28</sup>

La leche comercial difiere en muchos aspectos de la leche cruda de granja, ya que el procesamiento de la leche cambia su composición. La leche cruda se somete a dos procesos básicos: la homogeneización y esterilización, que afectan el contenido y la funcionalidad de las grasas, bacterias y proteínas en la leche.<sup>28</sup>

La homogeneización consiste en romper los gránulos de grasa en pequeños para prevenir la formación de crema en la superficie de la leche. Este proceso cambia la estructura física de las grasas, pero también las proteínas de la caseína y el suero. La división de grandes esferas de grasa en muchas pequeñas aumenta la superficie total sobre la cual las proteínas de la caseína se adsorben más fácilmente. La calidad de la grasa en la leche depende de los ingredientes que se alimentan a las vacas: si es solo pasto, sin mezclas industriales, el contenido de ácidos grasos omega-3 poliinsaturados es mayor.<sup>28</sup>

El calentamiento es otro procedimiento de procesamiento de la leche. Puede ser el proceso de pasteurización (calentamiento hasta aproximadamente 75 °C durante aproximadamente 30 segundos) o la esterilización industrial (calentamiento hasta 130-160 ° y luego enfriamiento rápido), que reduce el contenido bacteriano y las enzimas que permiten que dicha leche se almacene sin nevera durante varios meses.<sup>28</sup>

La leche bovina y humana contiene componentes similares. Sin embargo, la concentración o la presencia de varios componentes específicos (por ejemplo,  $\beta$ -lactoglobulina específica para la leche de vaca) puede diferir.<sup>29</sup>

El valor nutricional de la leche es particularmente alto debido al equilibrio de los nutrientes que la componen. La composición varía entre las especies animales y las razas dentro de la misma especie, y también de una lechería a otra, dependiendo del período de lactancia y dieta.<sup>30</sup>

Cabe resaltar que la raza de la vaca es el principal aspecto genético que afecta las características de la calidad de la leche, la tecnología de producción de queso y la calidad de los productos lácteos. Está establecido que existe una variación significativa en la calidad de la leche entre las razas de ganado, poco se sabe acerca de la variación en la composición de la leche de diferentes cruces lácteos con niveles de mezcla variables.<sup>31</sup>

### **2.2.3. Contaminación por metales pesados en leche de animales**

La leche puede ser un alimento nutricionalmente completo cuando se incluye en la dieta humana. En cualquier caso, la presencia de metales tóxicos en la leche y los productos lácteos puede afectar su seguridad y calidad. La determinación de la concentración de metales tóxicos en la carne, productos orgánicos, leche cruda y los productos lácteos que pueden haber estado expuestos a contaminantes ambientales es importante al evaluar los efectos potenciales de dichos metales en la salud humana.<sup>32</sup>

Las grandes cantidades de productos lácteos importados y la leche doméstica también deben ser encuestadas para garantizar la inocuidad de los alimentos. Sin embargo, hay datos limitados sobre la contaminación de Cd y Pb en carne, órganos, leche y productos lácteos.<sup>32</sup>

Los metales pesados (MP) no son biodegradables en la naturaleza y se acumulan en las cadenas alimentarias a través de la biotransformación, bioacumulación y biomagnificaciones. La eliminación completa o la prevención de contaminantes químicos no pueden lograrse a partir de la leche porque los contaminantes lipófilos encontrarán su camino hacia los compuestos grasos persistentes desde donde los metales pesados no pueden eliminarse fácilmente.<sup>33</sup>

Se ha informado que las vacas son susceptibles a la contaminación del medio ambiente con el plomo, que se deposita en la carne y el hígado, especialmente al comienzo de la temporada de crecimiento. Hallándose que hay más plomo en el queso de vaca que en la leche, siendo la diferencia la más alta en abril y la disminución durante la temporada de crecimiento. En mayo, la cantidad de cadmio en la leche fue menor. La determinación de las concentraciones residuales de metales en la leche podría ser un importante indicador directo del estado higiénico de la leche, así como un indicador indirecto del grado de contaminación del medio ambiente en el que se produjo la leche.<sup>34</sup>



La mayoría de las fuentes bibliográficas muestran que la industria y la agricultura son las fuentes más comunes de contaminantes que ingresan a la cadena alimentaria. Por lo tanto, es importante monitorear las áreas donde la leche se produce para evitar efectos negativos. De estas sustancias en el organismo animal y humano, así mismo mejorar la calidad de la leche, que es la materia prima para el procesamiento posterior de alimentos. La exposición humana a estos compuestos se produce de diferentes maneras, incluida la inhalación, el contacto dérmico y a través de alimentos, y más tarde representa al menos el 90% de la exposición humana total.<sup>2</sup> Por lo tanto, la contaminación del medio ambiente con metales pesados potencialmente tóxicos se considera un problema de salud muy importante, que puede provocar la acumulación de elementos en muchos alimentos.<sup>34</sup>

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Alimento funcional.** Cualquier alimento, similar en apariencia a un alimento convencional, que afirme tener efectos fisiológicos específicos que benefician a la salud y / o reducen el riesgo de enfermedad.<sup>35</sup>
- **Arsénico.** En función de sus propiedades químicas, las especies de arsénico se clasifican como arsenicales solubles en lípidos o solubles en agua. El arsénico inorgánico generalmente solo se encuentra en concentraciones muy bajas (<0.01 mg / kg) en pescado y otros productos del mar.<sup>36</sup>
- **Cadmio.** El cadmio es altamente capaz de unirse a los sitios de coordinación de macromoléculas (ADN, ARN y proteínas), lo que explica la multitud de efectos tóxicos observados in vitro e in vivo. En las plantas, el cadmio está unido a varios complejos de unión a metales, como ácidos orgánicos, metalotioneínas y fitoquitlatinas.<sup>36</sup>

- **Energía.** Medida en calorías o julios, es requerido para todos los procesos metabólicos. Las grasas carbohidratos, proteínas y el alcohol de los alimentos y bebidas liberan energía cuando se está metabolizado en el cuerpo.<sup>35</sup>
- **Leche.** La leche y los productos lácteos son alimentos nutritivos que contienen numerosos nutrientes esenciales, pero en las sociedades occidentales el consumo de leche ha disminuido en parte debido a los efectos negativos en la salud.<sup>37</sup>
- **Leche bovina (vaca).** La leche de vaca contiene los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo del ternero, y es un recurso de lípidos, proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales. Contiene inmunoglobulinas, hormonas, factores de crecimiento, citoquinas, nucleótidos, péptidos, poliaminas, enzimas y otros péptidos bioactivos.<sup>37</sup>
- **Leche de cabra.** La leche de cabra tiene diferentes cantidades de algunas vitaminas, minerales y proteínas en comparación con la leche de vaca o de oveja, lo que podría estar relacionado con una mejor digestibilidad y beneficios en algunas enfermedades como el síndrome de malabsorción.<sup>38</sup>
- **Leche humana.** La composición de la leche humana es la norma biológica para la nutrición infantil. La leche humana también contiene muchos cientos o miles de moléculas bioactivas distintas que protegen contra la infección y la inflamación y contribuyen a la maduración inmune, el desarrollo de órganos y la colonización microbiana saludable. Algunas de estas moléculas, por ejemplo, la lactoferrina, están siendo investigadas como nuevos agentes terapéuticos.<sup>39</sup>
- **Macronutriente.** Aquellos componentes nutritivos de la dieta que proporcionan energía: carbohidratos, grasas y proteínas; El etanol también proporciona energía pero no es un nutriente.<sup>35</sup>

- **Mercurio.** El mercurio inorgánico generalmente forma un enlace estable con la materia orgánica en los alimentos. Sin embargo, debido a la unión estable del mercurio inorgánico con la materia orgánica del suelo, las concentraciones mínimas de mercurio en las plantas se encuentran casi en la raíz.<sup>36</sup>

- **Metales pesados.** Los metales pesados se refieren a metales con una densidad de más de 5 gramos por centímetro cúbico. Estos elementos son tóxicos para los organismos en concentraciones por encima del umbral crítico. En el agua, los metales pesados son absorbidos primero por el fitoplancton, las bacterias, los hongos y otros organismos diminutos que luego son consumidos por las especies más grandes y finalmente ingresan al cuerpo humano.<sup>40</sup>

- **Micronutrientes.** Las vitaminas y minerales presentes en los alimentos y requeridos en la dieta para el funcionamiento normal del cuerpo en pequeñas cantidades, convencionalmente menos de 1 g / día.<sup>35</sup>

- **Nutriente.** Es una sustancia presente en los alimentos y requerida por el cuerpo para el mantenimiento de la estructura y función normal, y para el crecimiento y desarrollo.<sup>35</sup>

- **Pasteurización.** Esterilización parcial de los alimentos a una temperatura que destruye microorganismos como bacterias, virus, mohos, levaduras y protozoos sin cambios importantes en la química de los alimentos.<sup>35</sup>

- **Plomo.** El plomo se precipita con la interacción con sulfatos y fosfatos, que son sustancias químicas que generalmente se encuentran en la rizosfera de las plantas. Tiene baja disponibilidad y solubilidad para la absorción de la planta. El plomo se une a los grupos carboxílicos de los ácidos urónicos en el mucílago de las superficies de las raíces. Una vez que el plomo entra en las raíces, la mayor parte se une a los sitios intercambiables de iones en las paredes celulares o precipita extracelularmente como carbonatos y fosfatos.<sup>36</sup>

#### **2.4. Hipótesis general**

La leche cruda de vaca procedente del Distrito de Ihuari – Huaral, se encuentra con altos niveles de plomo.

#### **2.5. Hipótesis específica**

Las concentraciones de plomo, presentes en leche cruda de vaca de los establos lecheros del distrito de Ihuari sobrepasarían los límites máximos permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo de investigación

Según el estudio del investigador se trata de una investigación descriptivo, observacional y transversal.

El estudio transversal es un tipo de estudio observacional, de temporalidad prospectiva. En un estudio transversal, el investigador mide el resultado y las exposiciones en los participantes del estudio al mismo tiempo. <sup>41</sup>

#### 3.2. Nivel de investigación

**Descriptivo:** Mide las características y observa la configuración y los procesos que componen los fenómenos, sin pararse a valorarlos. <sup>42</sup> Conforme lo referido por Hernández, Fernández y Baptista (2010), es de nivel descriptivo, porque se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad y hechos concretos. <sup>43</sup>

**Comparativo:** Consiste en efectuar una comparación entre dos o más términos ya sea fenómenos sociales, para analizar y sintetizar sus diferencias y similitudes. El uso de la comparación con fines nomotéticos (proposición de la ley) se encuentra muy extendido en las ciencias naturales, en especial en el diseño, la práctica y el análisis de los experimentos. <sup>44</sup>

#### 3.3. Diseño de la investigación

Los diseños de investigación transaccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único.

### **3.4. Área de estudio**

El presente estudio se llevó a cabo en ocho establos lecheros del distrito de Ihuari, en la provincia de Huaral, al norte del departamento de Lima, durante el mes de abril del 2019. Ihuarí como originalmente se denominaba se ubica al noreste de la capital de la provincia y tiene una superficie de 44247 hectáreas. Limita por el norte con el Distrito de Leoncio Prado; por el este con el Distrito de Lampián; por el sur con el Distrito de Sumbilca; y, por el oeste con la Provincia de Huaura y el Distrito de Huaral. Está a una altura de 2 826 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una población de 2037 habitantes y una densidad poblacional de 12,15 habitante/km<sup>2</sup>.

Por otro lado, cerca de estos establos se encuentra el proyecto minero Sumac Wayra de Newmont, motivo por el cual puede existir un alto riesgo de contaminación en la leche de vaca, debido a que el bovino está expuesto a metales pesados como arsénico, cadmio, cobre, plata, plomo, zinc, entre otros. La actividad minera en nuestro país afecta cada año a la salud de un número significativo de personas y la contaminación minera incrementa exponencialmente el número de personas en riesgo sanitario al comprometer la salud de los pobladores de comunidades situadas en las áreas de influencia.

### **3.5. Población y muestra**

#### **- Población**

La población de investigación se incluyó la leche obtenida de vacas lecheras mantenidas en ocho establos diferentes con un área total de 4,000 hectáreas de tierra cultivable, incluidas 3,000 hectáreas de pastizales, ubicadas en la parte noroeste de la provincia de Huaral. Estos establos especializados en la producción de leche, son reconocidas por las poblaciones aledañas. Se recolectaron desde abril a mayo del 2019.

## **- Muestras**

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se recolectó 40 muestras totales de leche; en grupos de cinco, de ocho establos diferentes de la comunidad de Ihuari (Huaral), especialmente de las zonas aledañas del centro minero. El muestreo es aleatorio simple por conveniencia, se utiliza esta técnica para crear muestras de acuerdo a la facilidad de acceso y poder evaluar la gran población de ganado.

### **3.5.1. Criterios de inclusión**

- Establos que pertenezcan al distrito de Ihuari, provincia Huaral (Lima)
- Establos con venta al público en general.
- Establos con mayor número de clientes.

### **3.5.2. Criterios de exclusión**

- Establos fuera de la jurisdicción de Ihuari (Huaral- Lima)
- Establos de uso doméstico y no comercial
- Establos con menor número de clientes

### **3.6. Variables y Operacionalización de variables**

#### **Variable dependiente:**

- Leche de vaca del distrito de Ihuari con concentración de plomo.

### **3.7. Instrumentos de recolección de datos**

Se realizaron mediante fichas de datos. Los formatos de los instrumentos de recolección están adjuntado en los anexos (según reglamento UMA).

### **3.8. Validación de los instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos fueron validados por juicio de expertos designados por el Dr. Rubén Cueva Mestanza, Coordinador de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Están adjuntado en los anexos (según reglamento UMA).



### **3.9. Procedimientos de recolección de datos**

#### **a) Recolección de muestras**

Se recolectaron 40 muestras de leche de diferentes tanques y porongos de aluminio correspondientes a ocho establos lecheros. Se tomaron cinco muestras de leche por cada establo, cada una con un volumen de 10 mL, en tubos cónicos de polipropileno de alta transparencia con tapa hermética de 15 mL, los cuales serán previamente rotulados. Después se colocaron en coolers (caja térmica) con geles refrigerantes, para una adecuada conservación, y se mantendrán así hasta el momento de su análisis.

#### **b) Conservación y transporte de las muestras**

Para la conservación y el transporte se utilizò un cooler con geles refrigerantes, lacrado de manera adecuada, con su respectivo rotulado, lo que se mantuvo hasta el momento del análisis. En ninguna parte del proceso se utilizaron instrumentos metálicos.

#### **c) Determinación de plomo por espectrofotometría de absorción atómica**

Es un procedimiento espectroanalítico para la determinación cuantitativa de elementos químicos utilizando la absorción de radiación óptica (luz) por átomos libres en estado gaseoso. La espectroscopia de absorción atómica se basa en la absorción de luz por iones metálicos libres. Ante ello, las muestras fueron digeridas con ácidos fuertes, con lo cual se descomponen las materias orgánicas; los minerales quedarán en una solución clara para su análisis.

#### **d) Digestión asistida por microondas**

En un tubo de teflón se colocò 5 mL de la muestra problema, luego 3 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) concentrado, 1 mL de ácido clorhídrico ( $\text{HCL}$ ) concentrado y 0,5 mL de peróxido de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Luego la identificación del tóxico.

### **e) Determinación de plomo**

Se vertió el líquido transparente a una fiola de 50 mL tipo A, luego se llevará a volumen con agua pura tipo 1. Luego la solución anterior se depositó en un vial de 2 mL, y se llevó al auto muestreador del equipo Perkin Elmer AAnalyst 600 del Laboratorio Centro Toxicológico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y se procederá a las lecturas de las muestras.

### **3.10. Componente ético de la investigación**

Los principios éticos que se consideraron serán la beneficencia (debido a que la investigación tiene un valor colectivo), la autonomía y la no maleficencia.

### **3.11. Procesamiento y análisis de datos**

En esta fase se aplicó el Programa Estadístico SPSS versión 21, con el fin de procesar los datos, en cuanto a la clasificación, ordenamiento y codificación de datos, tabulación, presentación en tablas y figuras. Para la comprobación de la hipótesis se utilizará el estadístico T de Student, Test de Tukey y ANOVA. Luego se procederá a la discusión de resultados y la formulación de conclusiones con base a los objetivos logrados La leche cruda de vaca procedente del Distrito de Ihuari – Huaral, se encuentra con altos niveles de plomo.

#### 4. RESULTADOS

Según la Tabla 1, en función al objetivo se determinó los niveles de plomo de acuerdo a cada grupo de Establo, considerando que existen 8 grupos y un grupo control, hallando la cuantificación de la concentración del nivel de plomo por cada Establo. En las muestras de estudio se puede observar que la cantidad promedio general de plomo en leche cruda de vaca en los Establos del distrito de Ihuari Huaral es de 0,02082 mg/kg. El 62,5 % se encuentra por debajo de 0,0180 mg/kg de plomo.

**Tabla 1. Concentración de plomo**

	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Grupo cont.	5	0,02000	0,000000	0,02000	0,02000
Establo 1	5	0,00920	0,005495	0,00238	0,01602
Establo 2	5	0,03420	0,027590	-0,00006	0,06846
Establo 3	5	0,03180	0,032244	-0,00824	0,07184
Establo 4	5	0,01780	0,014755	-0,00052	0,03612
Establo 5	5	0,01060	0,009762	-0,00152	0,02272
Establo 6	5	0,02980	0,012696	0,01404	0,04556
Establo 7	5	0,01800	0,019812	-0,00660	0,04260
Establo 8	5	0,01600	0,018276	-0,00669	0,03869
Total	45	0,02082	0,018727	0,01520	0,02645

Referente a la Tabla 2, de los resultados obtenidos se deduce que de los 8 grupos de Establos con 5 muestras cada uno, 3 establos (establo 2,3 y 6) representan concentraciones de plomo superiores a los límites máximos permisibles por la OMS (0,02 mg/kg). El Establo 2 supera en un 0,0142 mg/concentración de plomo, Establo 3 supera los niveles de plomo 0,0118 mg/kg y Establo 6 supera los niveles de plomo en 0,0098 mg/kg.

Se compara entre los grupos de Establos  $0,0200-0,00920 = 0,010800$ ;  $0,0200-0,03420 = -0,0142$ . En el Establo 2 se superó en un 0,0142, el Establo 3 y Establo 6

**Tabla 2. Comparación entre las concentraciones**

(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Grupo control	Establo 1	0,010800	0,990	-0,02747	0,04907
	Establo 2	-0,014200	0,946	-,05247	0,02407
	Establo 3	-0,011800	0,982	-0,05007	0,02647
	Establo 4	0,002200	1,000	-0,03607	0,04047
	Establo 5	0,009400	0,996	-0,02887	0,04767
	Establo 6	-0,009800	0,994	-0,04807	0,02847
	Establo 7	0,002000	1,000	-0,03627	0,04027
	Establo 8	0,004000	1,000	-0,03427	0,04227

Entre tanto, la Tabla 3, se cuantifica el nivel de plomo por grupos de menor concentración a mayor concentración, obteniendo resultados de los Establos 2, 3 y 6 en una mayor concentración de plomo, comprendiendo 15 muestras representando el 37,5% de muestras que superan los límites.

**Tabla 3.** Análisis de Tukey evidenciando los grupos homogéneos

GRUPOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Establo 1	5	0,00920
Establo 5	5	0,01060
Establo 8	5	0,01600
Establo 4	5	0,01780
Establo 7	5	0,01800
Grupo control	5	0,02000
Establo 6	5	0,02980
Establo 3	5	0,03180
Establo 2	5	0,03420
Sig.		0,455

## 5. DISCUSIÓN

Las preocupaciones sobre el Pb sobre la salud humana han surgido de la acumulación de los metales en el medio ambiente, especialmente en la producción minera, agrícola y ganadera, lo que aumenta el potencial de ingresar a productos destinados al consumo humano (Lane et al., 2015).<sup>45</sup> Por lo tanto, el monitoreo de la leche, como una de las fuentes potenciales del plomo, es necesario.

En esta investigación, la concentración de Pb en la leche cruda de vaca fue más alta que el límite permitido en la mayoría de las áreas de muestreo. Estos resultados están de acuerdo con otros que consideran áreas cercanas a fuentes de contaminación, como carreteras, áreas mineras, carbón de energía eléctrica y unidades industriales (Perween, 2015).<sup>46</sup> Sin embargo, se han citado otras posibles causas, como la proximidad de carreteras y autopistas, la adición de este metal a la gasolina (Tunegová et al., 2016).<sup>34</sup>

La concentración media de plomo en muestras de leche de vaca de Establo, se observa en la Tabla 1. La concentración de plomo en las muestras de leche cruda de vaca varió de 0,02000 a 0,03420 mg/kg con promedio en general de 0,02082 mg/ kg. El contenido de plomo de las muestras de leche cruda de vaca mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre varios establos. Los Establos 2, 3 y 6, eran más altos que otros Establos, los altos niveles de plomo en la leche pueden resultar de la contaminación del aire, suelo y agua procedente de las zonas mineras en estas regiones. Las concentraciones de plomo en las muestras de leche de vaca fueron más altas que el nivel máximo permitido en la norma de la OMS (0,02 mg/kg o 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Los resultados de este estudio son similares a los obtenidos por Bilandžić et al. (2016), donde las concentraciones medias de Pb en la leche de vaca oscilaron entre 10,8-12,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , las mismas fueron recolectadas en áreas rurales. En comparación con otros estudios (Najarnezhad et al., 2015) realizados en el noroeste de Irán (provincia de Azerbaiyán Occidental), informaron una mayor exposición (47,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).<sup>47</sup> Son coincidentes con el estudio de Norouzirad et al. (2018), evaluaron 118 muestras de leche cruda de vaca, la media promedio en la leche fueron  $47.0 \pm 3.9 \mu\text{g}/\text{kg}$ . Las muestras 97 (82,2%) para Pb

estaban por encima de los límites permitidos (20 µg/kg).<sup>12</sup> De forma semejante, Zhou et al. (2018) Describen los valores observados de Pb en todas las muestras de leche cruda de vaca estaban por debajo del límite máximo residuos (LMR) en China es decir, 0,05 mg/kg para Pb (CFDA y NHC, 2017), sin embargo, 1,20% de las muestras (es decir, 12 muestras de 997) estaban por encima del LMR recomendado por la OMS (0,02 mg/kg).<sup>48, 49</sup>

En cuanto a las diferencias de medias, el Establo 2 es superior en 0.0142 mg/concentración de plomo, en tanto, Establo 3 el valor los niveles de plomo es 0.0118 mg/kg y Establo 6 supera los niveles de plomo en 0.0098 mg/kg (Tabla 2). Los resultados de los Establos 2, 3 y 6 representan una mayor concentración de plomo, comprendiendo 15 muestras representando el 37,5% de muestras que superan los límites. De acuerdo a la Tabla 3. Nejatolahi M et al. (2014), el nivel de medias de contenido de plomo obtenido de 96 muestras fue de 10,26 ug /kg, con un rango de 1,3 a 23,2 ug/kg, y una desviación estándar de 4,31. Además, la concentración de plomo en el 5% de las muestras de leche fue mayor que el estándar establecido por la OMS. Vale mencionar que se observaron niveles significativamente más altos de Pb en animales mayores de 3 años ( $p < 0.01$ ).<sup>50</sup>

Las concentraciones medias se han reportado varios países con datos de alta concentraciones de plomo en leche de vaca encontradas en regiones de Irán que estuvieron en el rango de 1 a 46 ug/kg, con un valor promedio de 7,9 ug/kg y el sur de Polonia (10-18 ug/kg; ), Sudáfrica (8,00–19,7 µg/kg;), también estaban por debajo de Italia (0.2–1.19 ug/kg; ) y España (1.8 µg/ kg y 5.23 ug/kg;). Los estudios previos sugirieron la importancia de evaluar el plomo en animales criados en las cercanías de áreas contaminadas.<sup>51</sup> Así mismo existe información de valores supra limitados en concentraciones de Pb de muestras en leche de vaca cruda (µg/kg) con un promedio de  $32,83 \pm 20,80$ , fueron más altas que los estándares recomendados (Sobhanardakani, 2018).<sup>13</sup>

El valor más alto para el plomo (16,06  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) algo que se correlaciona con la alta actividad de extracción y la densidad excesiva de los depósitos de desechos mineros en el área; con frecuencia, los animales pastan directamente en los depósitos mineros. Se encontró que el contenido de plomo variaba de 0,71 a 16,06  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Los niveles de plomo en la leche son más altos en aquellas granjas cercanas a las zonas de almacenamiento de depósitos de desechos mineros, energía térmica y áreas con altos niveles de tráfico. Todos los valores encontrados están en concordancia con la investigación realizada en áreas no contaminadas, y los del plomo están muy por debajo de las limitaciones de la Unión Europea y OMS.<sup>52</sup>

Malhat et al. (2012), evaluó el contenido promedio de Pb que varió de 1,850 a 4,404  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . La concentración media más alta y más baja de Pb se encontró en muestras de leche recolectadas en ciudades de Egipto, respectivamente. El alto contenido de Pb en la leche puede deberse a la contaminación industrial del aire en área minera.<sup>53</sup> En contraste, los bajos niveles de plomo que se encontraron en algunas muestras de leche pueden estar relacionados con la ubicación de las propiedades donde se recolectaron las muestras, ya que estaban ubicadas lejos de la ciudad, las industrias y la metalurgia, lo que puede liberar Pb metal al medio ambiente.<sup>54</sup>



De hecho, su presencia de Pb en la leche se debe a varios factores, tales como diferentes actividades industriales, factores climáticos, aguas agrícolas contaminadas para riego, acumulación junto a las carreteras y autopistas, y el uso de compuestos pesticidas. Aunque la leche y los productos lácteos no son la única fuente de aporte de metales en nuestra dieta, en este estudio estimamos la contribución del metal por la ingestión de leche. La organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) ha establecido una ingesta semanal tolerable (IST) de 25  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal para el plomo. Si consideramos que la ración diaria de leche y productos lácteos es de 200 g/día (es decir, 1400 gramos por semana de peso húmedo), esto representaría una ingesta de 1,82–32,48  $\mu\text{g}/$  semana de plomo. Por lo tanto, la contribución está por debajo del IST para un adulto promedio de 70 kg. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la exposición al plomo, especialmente para el consumo infantil, debe minimizarse tanto como sea posible.<sup>50</sup>

Una de las fuentes más importantes de contaminación por plomo en los alimentos y piensos es el agua, especialmente en áreas altamente contaminadas. Por lo tanto; Las pruebas de agua deberían ser uno de los temas críticos para futuros estudios en Irán. El agua agrícola para riego debe protegerse seriamente de las fuentes de contaminación por plomo y monitorearse para determinar los niveles de plomo para prevenir o reducir la contaminación por plomo en los cultivos.

De hecho, las regiones de nuestro país, parecen estar más distantes con zonas mineras que otras, y este problema fue más evidente en Ihuari (Huaral). Los altos niveles de plomo en la leche podrían haber sido el resultado de la contaminación del aire industrial, el agua agrícola contaminada para riego y el uso de compuestos pesticidas en estas regiones. En general, parece que debería haber más investigación con respecto a las fuentes de contaminación por plomo, para controlar los niveles de residuos de plomo en la leche y otros productos lácteos. Aunque la exposición parece estar muy lejos de las advertidas por las organizaciones internacionales, nuestra investigación separa a la provincia de Huaral (Región Lima) del resto del país y respalda nuestra hipótesis sobre el aumento de los niveles de Pb y potencialmente otros metales pesados y contaminantes. Los datos de monitoreo se pueden usar para evaluar la exposición y ayudar a los municipios y responsables políticos a elegir las mejores opciones para reducir la exposición humana y el riesgo relacionado.

## 6. CONCLUSIONES

- En las muestras de estudio se puede observar que la cantidad promedio de plomo en leche cruda de vaca en los establos del distrito de Ihuari Huaral es de 0,02082 mg/kg. El 62,5 % se encuentra por debajo de 0,0180 mg/kg. de plomo. Los Establos 2, 3 y 6 presentaron mayor concentración de plomo, comprendiendo 15 muestras representando el 37,5% de muestras que superan los límites.
- Las concentraciones de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari – Huaral se deduce que de los 8 grupos de Establos con 5 muestras cada uno, 3 establos (establo 2, 3 y 6) representan concentraciones de plomo superiores a los límites máximos permisibles por la OMS (0,02 mg/kg). El Establo 2 es superior en diferencias de promedio de 0,0142 mg/kg, el Establo 3 supera los niveles de plomo 0,0118 mg/kg y Establo 6 aumenta los niveles de plomo en 0,0098 mg/kg.
- La comparación de las concentraciones de plomo obtenida en la leche cruda de vaca del Distrito de Ihuari-Huaral con los valores permisibles de la Organización Mundial de la Salud. Los Establos 1, 4, 5, 7 y 8 (0,00920, 0,01780, 0,01060, 0,01800 y 0,01600 mg/kg) presentan valores inferiores según los valores de la Organización Mundial de la Salud (0,02 mg/kg), sin embargo las concentraciones significativamente ( $P < 0,05$ ) más altas se observan en los Establos 2, 3 y 6 (0,03420, 0,03180 y 0,02980 mg/kg). Según los hallazgos, los resultados actuales resaltaron la importancia de monitorear periódicamente los niveles de metales pesados en productos lácteos de los Establos ganaderos de leche cruda en Ihuari (Huaral).

## **7. RECOMENDACIONES**

- Es necesario más investigación con respecto a las fuentes de contaminación por plomo, para controlar los niveles de residuos de plomo en la leche, de acuerdo con las directrices pertinentes de la FAO / OMS.
- Se debe aplicar un control del contenido de metales pesados durante todo el proceso de producción de leche. Además, para mantener la salud humana, se recomienda que se preste especial atención al efecto adverso de los metales pesados a través del consumo de otros alimentos.
- El consumo de leche adulterada por los consumidores dará lugar a problemas de salud. Por lo tanto, es necesario establecer límites legales, al menos para los metales pesados en la leche y sus productos.
- Se requieren estrategias adecuadas de comunicación y mitigación de riesgos para las granjas cercanas al drenaje de aguas residuales. La detección de niveles por encima de los límites permitidos en la mayoría de las muestras garantiza un monitoreo continuo de estos contaminantes y una política para su control.
- La leche y los productos lácteos utilizados para el consumo humano deben controlarse regularmente y analizarse para detectar la contaminación por metales pesados tóxicos, así como para determinar los niveles de oligoelementos esenciales.
- Las autoridades locales y nacionales deben informar a los agricultores sobre las prácticas apropiadas para prevenir la contaminación por plomo en sus tierras de cultivo.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rai P, Lee S, Zhang M, Tsang, Kim K. Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment International*. 2019; 125, 365–385. doi:10.1016/j.envint.2019.01.067.
2. Chen L, Zhou S, Shi Y, Wang C, Li B, Li Y, et al. Heavy metals in food crops, soil, and water in the Lihe River Watershed of the Taihu Region and their potential health risks when ingested. *Sci Total Environ*. 2018; 15;615:141-149. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.230.
3. Guérin T, Le Calvez E, Zinck J, Bemrah N, Sirot V, Leblanc JC, et al. Levels of lead in foods from the first French total diet study on infants and toddlers. *Food Chem*. 2017 Dec 15;237:849-856. doi: 10.1016/j.foodchem.
4. Kordas K. The “Lead Diet” Can Dietary Approaches Prevent or Treat Lead Exposure?. *J Pediatr*. 2017 Jun; 185:224-231.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2017.01.069.
5. Handley M, Nelson K, Sanford E, Clarity C. Examining Lead Exposures in California through State-Issued Health Alerts for Food Contamination and an Exposure-Based Candy Testing Program. *Environ Health Perspect*. 2017; 125 (10): 104503. doi: 10.1289/EHP2582.
6. DIGESA. Plan de monitoreo para determinar presencia de metales pesados y peligros microbiológicos en alimentos industrializados derivados del cacao 2017 – 2018. 2018. Disponible en:  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/PERU-DIGESA-PLAN\\_MONITOREO\\_DE\\_CADMIO\\_EN\\_ALIMENTOS\\_DERIVADOS\\_DEL\\_CACAO\\_2017-2018.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/PERU-DIGESA-PLAN_MONITOREO_DE_CADMIO_EN_ALIMENTOS_DERIVADOS_DEL_CACAO_2017-2018.pdf).
7. Thompson L, Darwish W. Environmental Chemical Contaminants in Food: Review of a Global Problem. *J Toxicol*. 2019; 2019: 2345283. doi: 10.1155/2019/2345283.
8. Pilarczyk R, Wójcik J, Czerniak P, Sablik P, Pilarczyk B, Tomza-Marciniak A. Concentrations of toxic heavy metals and trace elements in raw milk of Simmental

- and Holstein-Friesian cows from organic farm. *Environ Monit Assess.* 2013; 185(10): 8383–8392. doi: 10.1007/s10661-013-3180-9.
9. Juric AK, Batal M, David W, Sharp D, Schwartz H, Ing A, et al. Risk assessment of dietary lead exposure among First Nations people living on-reserve in Ontario, Canada using a total diet study and a probabilistic approach. *Journal of Hazardous Materials.* 2018; 344, 55–63. doi: 10.1016/j.jhazmat.2017.09.035.
  10. Pena S, Posadas D. Detection of Lead and Cadmium in Milk from Holstein Cattle Located in Mexico City. *EC Nutrition.* 2018; 13 (7): 450-454. Disponible en: <https://www.econicon.com/ecnu/pdf/ECNU-13-00481.pdf>.
  11. Qu XY, Zheng N, Zhou XW, Li SL, Wang JQ, Zhang WJ. Analysis and Risk Assessment of Seven Toxic Element Residues in Raw Bovine Milk in China. *Biol Trace Elem Res.* 2018 May;183(1):92-101. doi: 10.1007/s12011-017-1116-x.
  12. Norouzirad R, González-Montaña JR, Martínez-Pastor F, Hosseini H, Shahrouzian A, Khabazkhoob M, et al. Lead and cadmium levels in raw bovine milk and dietary risk assessment in areas near petroleum extraction industries. *Sci Total Environ.* 2018 Sep 1;635:308-314. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.04.138.
  13. Sobhanardakani S. Human Health Risk Assessment of Cd, Cu, Pb and Zn through Consumption of Raw and Pasteurized Cow's Milk. *Iran J Public Health.* 2018; 47(8): 1172–1180. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6123596/pdf/IJPH-47-1172.pdf>
  14. Castro-González NP, Calderón-Sánchez F, Castro de Jesús J, Moreno-Rojas R, Tamariz-Flores JV, Pérez-Sato M, Soní-Guillermo E. Heavy metals in cow's milk and cheese produced in areas irrigated with waste water in Puebla, Mexico. *Food Addit Contam Part B Surveill.* 2017; 11(1):33-36. doi: 10.1080/19393210.2017.1397060.
  15. Bilandžić N, Sedak M, Čalopek B, Luburić ĐB, Solomun Kolanović B, Varenina, et al. Lead Concentrations in Raw Cow and Goat Milk Collected in Rural Areas of

- Croatia from 2010 to 2014. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2016 May;96(5):645-9. doi: 10.1007/s00128-016-1749-z.
16. Ogut S, Canbay H, Uludağ H. Effect of Environmental Factors on Heavy Metal Content of Raw Milk. *Akademik Gıda*. 2016; 14(2): 105-110. Disponible en: <http://www.academicfoodjournal.com/archive/2016/issue2/pages105-110.HCanbay.pdf>.
  17. Arianejad M, Alizadeh M, Bahrami A, Arefhoseini S. Levels of Some Heavy Metals in Raw Cow's Milk from Selected Milk Production Sites in Iran: Is There any Health Concern?. *Health Promot Perspect*. 2015; 5(3): 176–182. doi: 10.15171/hpp.2015.021.
  18. Pacco Choquepata D. Determinación de metales pesados en leche y pelo de vacas de la cuenca del río Llallimayo Melgar – Puno. [Tesis]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; 2018.
  19. Santa Cruz Rodríguez O. Determinación de los niveles de plomo en leche cruda de vaca obtenida en la región Cajamarca [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017.
  20. Daley G, Pretorius C, Ungerer J. Lead Toxicity: an Australian Perspective. *Clin Biochem Rev*. 2018; 39(4): 61–98. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6372192/pdf/cbr-39-91.pdf>.
  21. Environmental Defense Fund. Lead in food: A hidden health threat. 2017;1-13. Disponible en: [https://www.edf.org/sites/default/files/edf\\_lead\\_food\\_report\\_final.pdf](https://www.edf.org/sites/default/files/edf_lead_food_report_final.pdf).
  22. Ladele J, Fajolu I, Ezeaka V. Determination of lead levels in maternal and umbilical cord blood at birth at the Lagos University Teaching Hospital, Lagos . *PLoS ONE* 14(2): e0211535. doi.org/10.1371/journal.pone.0211535.
  23. Dhimal M, Karki K, Aryal K, Dhimal B, Joshi H, Puri S. et al. High blood levels of lead in children aged 6-36 months in Kathmandu Valley, Nepal: A cross-sectional study of associated factors. *PLoS One*. 2017; 12(6): e0179233. doi: 10.1371/journal.pone.0179233.

24. Koyashiki G, Bastos M, Tchounwou P. Lead Levels in Human Milk and Children's Health Risk: A Systematic Review. *Rev Environ Health*. 2010; 25(3): 243–253.  
Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3086649/pdf/nihms260065.pdf>.
25. Cowan V, Blakley B. Acute lead poisoning in western Canadian cattle — A 16-year retrospective study of diagnostic case records. *Can Vet J*. 2016 Apr; 57(4): 421–426.  
Disponible en:  
[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4790235/pdf/cvj\\_04\\_421.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4790235/pdf/cvj_04_421.pdf).
26. Wang H, Jiang Y, Tian C, Pan R, Dang F, Feng J, et al. Determination of the transfer of lead and chromium from feed to raw milk in Holstein cows. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2018; 1–10.  
doi: 10.1080/19440049.2018.1496279.
27. Sacks C. Burton's Line from Chronic Lead Intoxication. *The new england journal of medicine*. *N Engl J Med*. 2018; 379: e35.  
doi: 10.1056 / NEJMicm1801693.
28. Sozanska B. Raw Cow's Milk and Its Protective Effect on Allergies and Asthma. *Nutrients*. 2019; 11, 469. doi:10.3390/nu11020469.
29. Perdijk O, van Splunter M, Savelkoul H, Brugman S, van Neerven J. Cow's Milk and Immune Function in the Respiratory Tract: Potential Mechanisms. *Front Immunol*. 2018; 9: 143. doi: 10.3389/fimmu.2018.00143.
30. Guetouache M, Guessas B, Medjekal S. Composition and nutritional value of raw milk. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. 2014; 2(10): 115-122. doi: 10.15739/ibspr.005.
31. Cheruiyot E, Bett R, Amimo J, Mujibi F. Milk Composition for Admixed Dairy Cattle in Tanzania. *Front Genet*. 2018; 9: 142. doi: 10.3389/fgene.2018.00142.
32. Kim D, Kim M, Shin J, Son S. Cadmium and lead in animal tissue (muscle, liver and kidney), cow milk and dairy products in Korea. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 2015; 9(1), 33–37. doi:10.1080/19393210.2015.1114032.



33. Muhib I, Chowdhury M, Easha N, Rahman M , Shammi M, Fardous Z. et al. Investigation of heavy metal contents in Cow milk samples from area of Dhaka, Bangladesh. *International Journal of Food Contamination*. 2016; 3:16.  
doi: 10.1186/s40550-016-0039-1.
34. Tunegová M, Toman R, Tančin V. Heavy metals – environmental contaminants and their occurrence in different types of milk. *Slovak J. Anim. Sci.* 2016; 49 (3): 122–131. Disponible en:  
[http://www.cvzv.sk/slju/16\\_3/5\\_Tunegova.pdf](http://www.cvzv.sk/slju/16_3/5_Tunegova.pdf).
35. World Cancer Research Fund. *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective*. Washington: American Institute for Cancer Research; 2007.
36. Hajeb P, Sloth J, Shakibazadeh S, Mahyudin N, Afsah-Hejri L. Toxic Elements in Food: Occurrence, Binding, and Reduction Approaches. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014; 13: 457-72.  
doi: 10.1111/1541-4337.12068.
37. Haug A, Høstmark A, Harstad O. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids Health Dis.* 2007; 6: 25. doi: 10.1186/1476-511X-6-25.
38. Rubio-Martín E, García-Escobar E, Ruiz de Adana M, Lima-Rubio F, Peláez L, Caracuel A, Bermúdez-Silva F, et al . Comparison of the Effects of Goat Dairy and Cow Dairy Based Breakfasts on Satiety, Appetite Hormones, and Metabolic Profile. *Nutrientes*. 2017; 9(8): 877. doi: 10.3390/nu9080877.
39. Ballard O, Morrow A. Human Milk Composition: Nutrients and Bioactive Factors. *Pediatr Clin North Am.* 2013; 60(1): 49–74.  
doi: 10.1016/j.pcl.2012.10.002.
40. Hashemi M, Salehi T, Aminzare M, Raeisi M, Afshari A. Contamination of Toxic Heavy Metals in Various Foods in Iran: a Review. *J. Pharm. Sci. & Res.* 2017 ; 9 (10): 1692-1697. Disponible en:  
<https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol9Issue10/jpsr09101707.pdf>.

41. Singh Setia M. Methodology Series Module 3: Cross-sectional Studies. *Indian J Dermatol.* 2016 May-Jun; 61(3): 261–264. doi: 10.4103/0019-5154.182410.
42. Gómez Gonzales W., Gonzàles Santos E., Rosales Rojas R. Metodologia de la investigación . 1ª Ed.Lima: Cym Innova Publicidad, 2015.pag.110-112.
43. Hernández R, Fernández C y Baptista P. Metodología de la investigación.Quinta edición por. Buenos aires: McGraw-Hill; 2010.
44. Piovani J, Krawczyk N. Los Estudios Comparativos: algunas notas históricas, epistemológicas y metodológicas. *Educação & Realidade.* 2017; 42 (3): 821-840. doi: 10.1590/2175-623667609.
45. Lane EA, Canty MJ, More SJ. Cadmium exposure and consequence for the health and productivity of farmed ruminants. *Res. Vet. Sci.* 2015; 101:132–139. doi: 10.1016/j.rvsc.2015.06.004.
46. Perween R. Factors involving in fluctuation of trace metals concentrations in bovine milk. *Pak. J. Pharm. Sci.* 2015; 28: 1033–1038. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26004711>.
47. Najarnezhad V, Jalilzadeh-Amin G, Anassori E, Zeinali V. Lead and cadmium in raw buffalo, cow and ewe milk from west Azerbaijan, Iran. *Food Addi. Contam. Part B, Surveill.* 2015; 8:123–127.doi:  
10.1080/19393210.2015.1007396
48. CFDA&NHC, 2017. Maximum Levels of Contaminants in Foods. Vol. GB 2762. China Food and Drug Adiministration; National Health Commission of the People's Republic of China, China. Disponible en:  
[https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=China%20Releases%20the%20Standard%20for%20Levels%20of%20Contaminants%20in%20Foods%20\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_5-9-2018.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=China%20Releases%20the%20Standard%20for%20Levels%20of%20Contaminants%20in%20Foods%20_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_5-9-2018.pdf)
49. Zhou, X., Qu, X., Zheng, N., Su, C., Wang, J., & Soyeurt, H. (2018). Large scale study of the within and between spatial variability of lead, arsenic, and cadmium

- contamination of cow milk in China. *Science of The Total Environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.09.094.
50. Nejatolahi M, Mehrjo F, Sheykhi A, Bineshpour M. Lead Concentrations in Raw Cows' Milk from Fars Province of Iran. *American Journal of Food and Nutrition*. 2014; 2 (5):92-94. doi: 10.12691/ajfn-2-5-3.
51. Rahimi E. Lead and cadmium concentrations in goat, cow, sheep, and buffalo milks from different regions of Iran. *Food Chem*. 2013 Jan 15;136(2):389-91. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.09.016.
52. González-Montaña JR, Senís E, Gutiérrez A, Prieto F. Cadmium and lead in bovine milk in the mining area of the Caudal River. *Environ Monit Assess*. 2012 Jul;184(7):4029-34. doi: 10.1007/s10661-011-2241-1.
53. Malhat F, Hagag M, Saber A, Fayz AE. Contamination of cows milk by heavy metal in Egypt. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2012 Apr; 88(4):611-3. doi: 10.1007/s00128-012-0550-x.
54. De Oliveira TM, Augusto Peres J, Lurdes Felsner M, Cristiane Justi K. Direct determination of Pb in raw milk by graphite furnace atomic absorption spectrometry (GF AAS) with electrothermal atomization sampling from slurries. *Food Chem*. 2017 Aug 15;229:721-725. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.02.143.

## 9. ANEXO

### 9.1. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
<p><b>Problema general</b> - ¿Cuáles son los niveles de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari Huaral 2019?</p> <p><b>Problemas específicos</b> - ¿Cuáles son las concentraciones de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari – Huaral?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar los niveles de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari – Huaral 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> - Cuantificar las concentraciones de plomo en leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari – Huaral.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> La leche cruda de vaca procedente del Distrito de Ihuari – Huaral, se encuentra en altos niveles de plomo.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Leche de vaca del distrito de Ihuari con concentración de plomo.</p> <p><b>Dimensiones</b> - Vacas de diferentes razas - Valores máximos permisibles según la OMS</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> El estudio transversal es un tipo de estudio observacional, de temporalidad retrospectiva. En un estudio transversal, el investigador mide el resultado y las exposiciones en los participantes del estudio al mismo tiempo.</p> <p><b>Nivel de investigación</b> - <b>Descriptivo:</b> porque se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad y hechos concretos. - <b>Comparativo:</b> Consiste en efectuar una comparación entre dos o más términos ya sea fenómenos sociales, para analizar y sintetizar sus diferencias y similitudes.</p> <p><b>Diseño de investigación</b> Los diseños de investigación, transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único.</p>

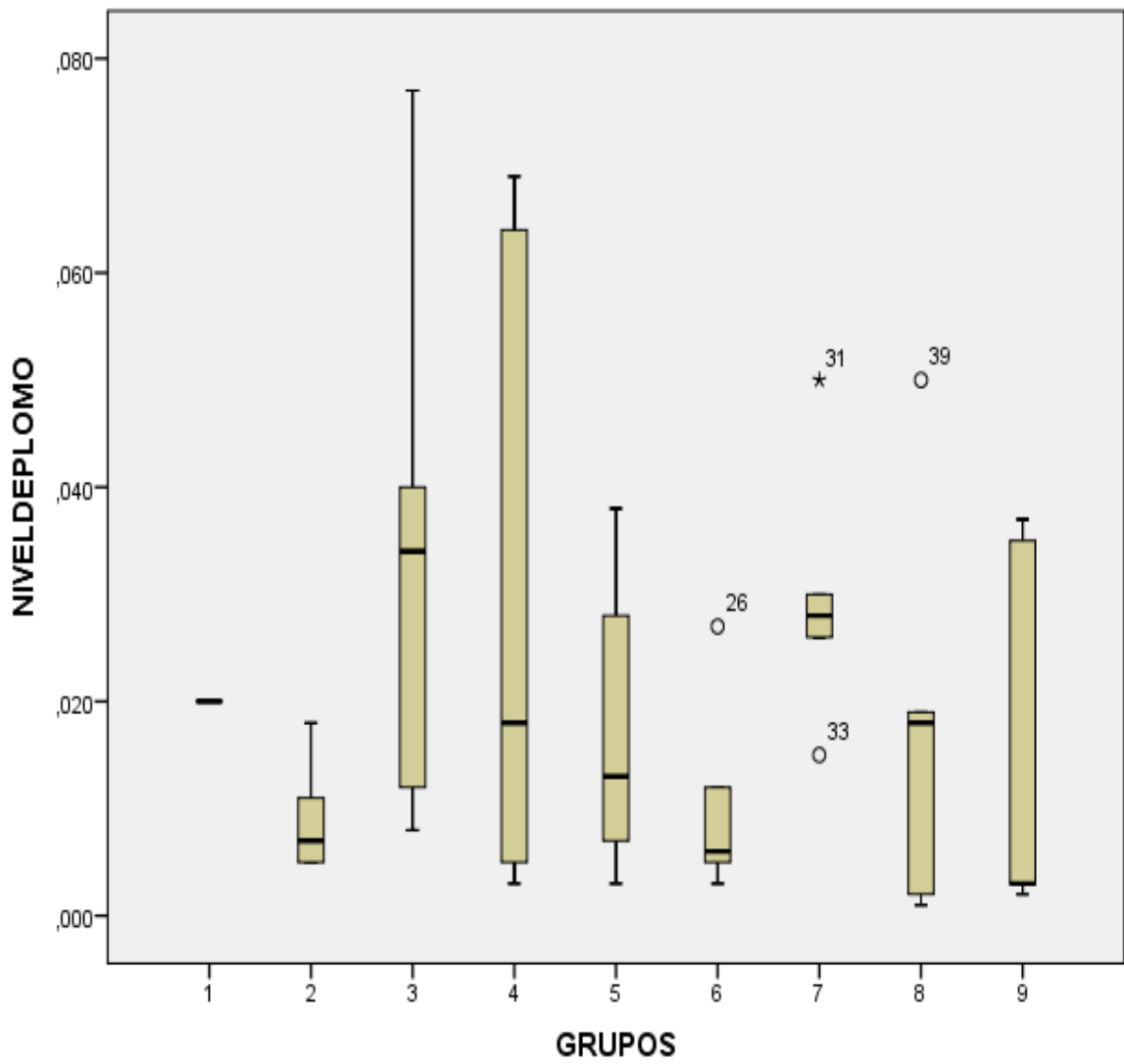
<p>- ¿Cuáles son las concentraciones de plomo obtenida en la leche cruda de vaca en el Distrito de Ihuari-Huaral, con los valores permisibles de la Organización Mundial de la Salud?</p>	<p>- Comparar las concentraciones de plomo obtenida en la leche cruda de vaca del Distrito de Ihuari-Huaral con los valores permisibles de la Organización Mundial de la Salud.</p>			<p><b>Población</b> La población de investigación se incluyó leche obtenida de vacas lecheras mantenidas en diez establos diferentes con un área total de 4,000 hectáreas de tierra cultivable, incluidas 3,000 hectáreas de pastizales, ubicadas en la parte noroeste de la provincia de Huaral.</p> <p><b>Muestra</b> Para la ejecución del presente trabajo de investigación se recolectará muestras de las comunidades del Distrito de Ihuari (Huaral), que serán un total de cuarenta y cinco muestras de leche fresca cruda proveniente de diferentes establos. El muestreo era aleatorio simple</p> <p><b>Procesamiento y análisis de datos</b> En esta fase se aplicó el Programa Estadístico SPSS versión 21, con el fin de procesar los datos, en cuanto a la clasificación, ordenamiento y codificación de datos, tabulación, presentación en tablas y figuras. Para la comprobación de la hipótesis se utilizará el estadístico “T de Student”, test de Tukey.</p>
---	---	--	--	--

## 9.2. Ficha de recolección de datos

### Producción de leche por establo

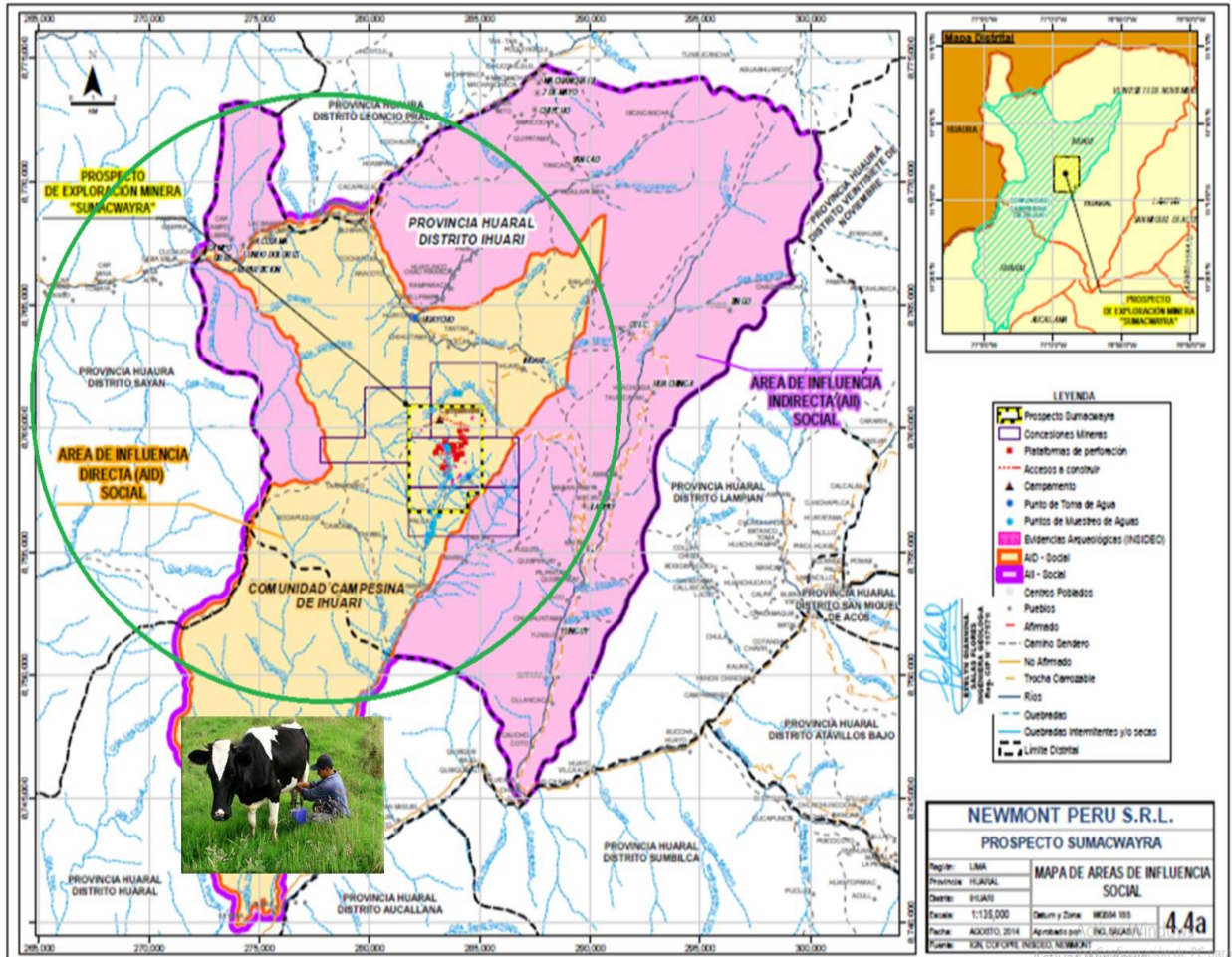
<b>Establo</b>	<b>N° de vacas en producción</b>	<b>leche de vaca (Litros)</b>	<b>Número de muestras analizadas</b>	<b>Cantidad total de muestra tomada (mL)</b>
Establo 1	35	4L	5	13mL
Establo 2	41	4L	5	13mL
Establo 3	37	4L	5	13mL
Establo 4	34	4L	5	13mL
Establo 5	42	4L	5	13mL
Establo 6	35	4L	5	13mL
Establo 7	36	4L	5	13mL
Establo 8	30	4L	5	13mL
Total	290	32 Litros	40	104 mL

**Figura 1.** Diagrama general de cajas según los niveles de plomo en cada grupo




**Figura 2.** Mapa del área de muestreo.

El círculo verde son las ubicaciones de muestreo en el distrito de Ihuari  
(Huaral-Región Lima)






### 9.3. Análisis del centro de control analítico




UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
CENPROFARMA  
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA




## PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00266-CPF-2019

**ORDEN DE ANÁLISIS** : 005397/2019  
**SOLICITADO POR** : SOTO CHUPICA PAOLA Y MARTINEZ HERNANDEZ LOURDES  
**MUESTRA** : LECHE  
**CANTIDAD** : 40 tubos x 13 mL.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 11 de Junio del 2019  
**FECHA DE FABRICACION** : -----  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : -----

ESTABLO	Muestras	Parámetro	Método Espectro de Absorción Atómica (EAA)	Resultado Pb (mg/Kg)	Límite de Pb en la leche (mg/Kg) por OMS
Establo 1	1	Plomo	EAA	0.02	0.007
Establo 1	2	Plomo	EAA	0.02	0.011
Establo 1	3	Plomo	EAA	0.02	0.005
Establo 1	4	Plomo	EAA	0.02	0.005
Establo 1	5	Plomo	EAA	0.02	0.018
Establo 2	6	Plomo	EAA	0.02	0.077
Establo 2	7	Plomo	EAA	0.02	0.040
Establo 2	8	Plomo	EAA	0.02	0.034
Establo 2	9	Plomo	EAA	0.02	0.012
Establo 2	10	Plomo	EAA	0.02	0.008
Establo 3	11	Plomo	EAA	0.02	0.003
Establo 3	12	Plomo	EAA	0.02	0.005
Establo 3	13	Plomo	EAA	0.02	0.018
Establo 3	14	Plomo	EAA	0.02	0.009
Establo 3	15	Plomo	EAA	0.02	0.064
Establo 4	16	Plomo	EAA	0.02	0.013
Establo 4	17	Plomo	EAA	0.02	0.007
Establo 4	18	Plomo	EAA	0.02	0.038
Establo 4	19	Plomo	EAA	0.02	0.028
Establo 4	20	Plomo	EAA	0.02	0.003
Establo 5	21	Plomo	EAA	0.02	0.027
Establo 5	22	Plomo	EAA	0.02	0.003
Establo 5	23	Plomo	EAA	0.02	0.012
Establo 5	24	Plomo	EAA	0.02	0.006
Establo 5	25	Plomo	EAA	0.02	0.005
Establo 6	26	Plomo	EAA	0.02	0.050
Establo 6	27	Plomo	EAA	0.02	0.030
Establo 6	28	Plomo	EAA	0.02	0.015
Establo 6	29	Plomo	EAA	0.02	0.028
Establo 6	30	Plomo	EAA	0.02	0.026
Establo 7	31	Plomo	EAA	0.02	0.019
Establo 7	32	Plomo	EAA	0.02	0.002
Establo 7	33	Plomo	EAA	0.02	0.001
Establo 7	34	Plomo	EAA	0.02	0.050
Establo 7	35	Plomo	EAA	0.02	0.018




## Análisis del centro de control analítico



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**  
**CENPROFARMA**

**CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA**






  

ESTABLO	Muestras	Parámetro	Método Espectro de Absorción Atómica (EAA)	Resultado Pb (mg/Kg)	Límite de Pb en la leche (mg/Kg) por OMS.
Establo 8	36	Plomo	EAA	0.02	0.037
Establo 8	37	Plomo	EAA	0.02	0.035
Establo 8	38	Plomo	EAA	0.02	0.003
Establo 8	39	Plomo	EAA	0.02	0.002
Establo 8	40	Plomo	EAA	0.02	0.003

\*EAA : Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 03 de Julio del 2019

  
**Q.F. Gustavo Guerra Brizuela**  
Director del Centro de Control Analítico

## **PROCOLO DE ANÁLISIS N.º00266-CPF-2019**

ORDEN DE ANÁLISIS : 005397/2019

SOLICITADO POR : SOTO CHUPICA PAOLA Y MARTINEZ HERNANDEZ LOURDES

MUESTRA : LECHE

CANTIDAD : 40 tubos x 13 mL

FECHA DE RECEPCIÓN : 11 de Junio del 2019

FECHA DE FABRICACION : -----

FECHA DE VENCIMIENTO : -----

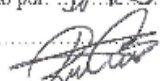
ESTABLO	Muestras	Parámetro	Método Espectro de Absorción Atómica (EAA)	Límite de Pb en la leche (mg/Kg) por OMS.	Resultado Pb (mg/Kg)
Establo 1	1	Plomo	EAA	0.02	0.007
Establo 1	2	Plomo	EAA	0.02	0.011
Establo 1	3	Plomo	EAA	0.02	0.005
Establo 1	4	Plomo	EAA	0.02	0.005
Establo 1	5	Plomo	EAA	0.02	0.018
Establo 2	6	Plomo	EAA	0.02	0.077
Establo 2	7	Plomo	EAA	0.02	0.040
Establo 2	8	Plomo	EAA	0.02	0.034
Establo 2	9	Plomo	EAA	0.02	0.012
Establo 2	10	Plomo	EAA	0.02	0.008
Establo 3	11	Plomo	EAA	0.02	0.003
Establo 3	12	Plomo	EAA	0.02	0.005
Establo 3	13	Plomo	EAA	0.02	0.018
Establo 3	14	Plomo	EAA	0.02	0.069
Establo 3	15	Plomo	EAA	0.02	0.064
Establo 4	16	Plomo	EAA	0.02	0.013
Establo 4	17	Plomo	EAA	0.02	0.007
Establo 4	18	Plomo	EAA	0.02	0.038
Establo 4	19	Plomo	EAA	0.02	0.028
Establo 4	20	Plomo	EAA	0.02	0.003
Establo 5	21	Plomo	EAA	0.02	0.027
Establo 5	22	Plomo	EAA	0.02	0.003
Establo 5	23	Plomo	EAA	0.02	0.012
Establo 5	24	Plomo	EAA	0.02	0.006
Establo 5	25	Plomo	EAA	0.02	0.005
Establo 6	26	Plomo	EAA	0.02	0.002
Establo 6	27	Plomo	EAA	0.02	0.002
Establo 6	28	Plomo	EAA	0.02	0.015
Establo 6	29	Plomo	EAA	0.02	0.010
Establo 6	30	Plomo	EAA	0.02	0.005
Establo 7	31	Plomo	EAA	0.02	0.019
Establo 7	32	Plomo	EAA	0.02	0.002
Establo 7	33	Plomo	EAA	0.02	0.001
Establo 7	34	Plomo	EAA	0.02	0.050
Establo 7	35	Plomo	EAA	0.02	0.018

ESTABLO	Muestras	Parámetro	Método Espectro de Absorción Atómica (EAA)	Límite de Pb en la leche (mg/Kg) por OMS.	Resultado Pb (mg/Kg)
Establo 8	36	Plomo	EAA	0.02	0.037
Establo 8	37	Plomo	EAA	0.02	0.035
Establo 8	38	Plomo	EAA	0.02	0.003
Establo 8	39	Plomo	EAA	0.02	0.002
Establo 8	40	Plomo	EAA	0.02	0.003

\*EAA: Espectrometría de Absorción Atómica

## 9.4. Validación de los instrumentos por juicio de expertos

### 1. Dr. Rubén Cueva Mestanza

ANEXO	
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	
Después de revisado el instrumento, es valiosa su opinión acerca de lo siguiente:	
	Menos de 50      50 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100
1. ¿En qué porcentaje estima Usted que con esta prueba se logrará el objetivo propuesto?	( )      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) (X)
2. ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema?	( )      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) (X)
3. ¿Qué porcentaje de los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos?	( )      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) (X)
4. ¿En qué porcentaje, los ítems de la prueba son de fácil comprensión?	( )      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) (X)
5. ¿En qué porcentaje los ítems siguen una secuencia lógica?	( )      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) (X)
6. ¿En qué porcentaje valora Usted que con esta prueba se obtendrán datos similares en otras muestras?	( )      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) (X)
<b>SUGERENCIAS</b>	
1. ¿Qué ítems considera Usted que deberían agregarse?	..... .....
2. ¿Qué ítems considera Usted que podrían eliminarse?	..... .....
3. ¿Qué ítems considera Usted que deberán reformularse o precisarse mejor?	..... .....
Fecha:	14.03/2019
Validado por:	Dr. RUBÉN E. CUEVA MESTANZA
Firma:	



### 3. Dr. Randall Seminario

**ANEXO**  
**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Después de revisado el instrumento, es valiosa su opinión acerca de lo siguiente:

	Menos de 50	50 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100
1. ¿En qué porcentaje estima Usted que con esta prueba se logrará el objetivo propuesto?	( )	( ) ( ) ( ) ( ) (X) ( )
2. ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema?	( )	( ) ( ) ( ) ( ) (X) ( )
3. ¿Qué porcentaje de los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos?	( )	( ) ( ) ( ) ( ) (X) ( )
4. ¿En qué porcentaje, los ítems de la prueba son de fácil comprensión?	( )	( ) ( ) ( ) ( ) (X) ( )
5. ¿En qué porcentaje los ítems siguen una secuencia lógica?	( )	( ) ( ) ( ) ( ) (X) ( )
6. ¿En qué porcentaje valora Usted que con esta prueba se obtendrán datos similares en otras muestras?	( )	( ) ( ) ( ) ( ) (X) ( )

**SUGERENCIAS**

- ¿Qué ítems considera Usted que deberían agregarse?  
.....  
.....
- ¿Qué ítems considera Usted que podrían eliminarse?  
.....  
.....
- ¿Qué ítems considera Usted que deberán reformularse o precisarse mejor?  
.....  
.....

Fecha: ..... 05 MARZO 2019 .....  
Validado por: ..... DR. RANDALL SEMINARIO .....  
Firma: .....  
