



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

**CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO Y PLOMO EN LECHE CRUDA DE  
VACA Y EL EFECTO DE LA SALUD EN LOS CONSUMIDORES DEL  
DISTRITO DE HUAY HUAY REGIÓN JUNÍN, 2020 - 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO  
FARMACÉUTICO**

**AUTORES**

**Bach. CORONEL BALCAZAR, BETHY DOMENICA**

**<https://orcid.org/0000-0001-9716-2273>**

**Bach. VILLANUEVA, TINTA MARLENY**

**<https://orcid.org/0000-0001-5700-3964>**

**ASESOR**

**Mg. BRAVO ARAUJO, GLORIA TULA**

**<https://orcid.org/0000-0002-8133-3370>**

**Lima – Perú**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis a Dios por permitirme culminar con mi tan anhelada carrera, por darme buena salud y fortaleza en todo momento, a mis padres y hermanos por el amor y el apoyo incondicional, por impulsarme a lograr con éxito mi carrera profesional.

Bethy Domenica Coronel Balcazar

Dedico esta tesis a mi hija Emely por ser la razón de mi esfuerzo y motivación. A mis padres Enmer y Zoila quienes con su apoyo, paciencia y amor incondicional han permitido que mi sueño se cumpla, gracias por inculcar en mí el esfuerzo y valentía y la confianza en Dios.

Marleny Villanueva Tinta

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros familiares y amigos que han estado presentes brindándonos su apoyo para concluir una etapa maravillosa de nuestras vidas.

A nuestra asesora Mg. Gloria Tula Bravo Araujo pues ella fue quien nos guio en el desarrollo del presente trabajo.

Gracias a nuestros maestros por estar siempre atentos a nuestras dudas, por su gran disposición y sobre todo por generar y compartir conocimiento.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Páginas</b>
<b>RESUMEN</b>	11
<b>ABSTRACT</b>	12
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	13
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	23
II.1 Enfoque y diseño de la investigación	23
II.2 Población, muestra y muestreo	23
II.2.1 Población, muestreo y muestra para la leche de vaca.	23
II.2.1 Población, muestreo y muestra para la encuesta.	24
II.3 Variables de la investigación	25
II.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	26
II.4.1 Espectrometría de absorción atómica	26
II.5 Plan metodológico para la recolección de datos	26
II.5.1 Procedimiento operatorio para arsénico.	28
II.5.2 Procedimiento operatorio para plomo.	29
II.5 Procesamiento del análisis estadístico	30
II.6 Aspectos éticos	30
<b>III. RESULTADOS</b>	31
III.1 Resultado sobre la concentración de arsénico y plomo.	31
III.2 Resultados sobre la encuesta de efectos sobre la salud en los consumidores de leche cruda de vaca del distrito de Huay Huay 2020 - 2021.	35
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	57

IV.1	Discusión de resultados	57
IV.2	Conclusiones	61
IV.3	Recomendaciones	62
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		63
<b>ANEXOS</b>		71
ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos.		72
A1: Ficha de recolección de datos para las concentraciones de arsénico y plomo.		72
A2: Encuesta.		73
ANEXO B: Matriz de consistencia		74
ANEXO C: Operacionalización de las variables		76
ANEXO D: Consentimiento informado		78
ANEXO E: Documentos obtenidos para desarrollo de la investigación		80
E1: Carta de autorización.		80
E2: Validación del instrumento de recolección de datos		81
ANEXO F: Evidencias de la investigación		84
ANEXO G: Evidencias fotográficas del trabajo de campo		88

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Páginas</b>
Tabla 1. Valores de la fórmula	25
Tabla 2. Concentración de arsénico en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay 2020 – 2021.	31
Tabla 3. Concentración de plomo en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay 2020 – 2021.	32
Tabla 4. Porcentaje de las muestras analizadas que superan los límites máximos permisibles de arsénico establecidos por la OMS.	33
Tabla 5. Porcentaje de las muestras analizadas que superan los límites máximos permisibles de plomo establecidos por la OMS.	34
Tabla 6. Efecto en la salud de los consumidores de leche de vaca en el distrito Huay Huay 2020 – 2021.	35
Tabla 7. Análisis de ítems	36
Tabla 8. Presentó o presenta irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe.	37
Tabla 9. Tuvo o tiene dolor abdominal y diarrea	38
Tabla 10. Presentó o presenta estreñimiento, náuseas y vómito.	39
Tabla 11. Tuvo o tiene dolor de cabeza e insomnio.	40
Tabla 12. Presentó o Presenta hormigueo en las manos y pies.	41
Tabla 13. Presentó o Presenta Adormecimiento y calambres musculares.	42
Tabla 14. Cojea con dolor al caminar.	43
Tabla 15. Presentó o Presenta perdida del equilibrio al caminar.	44
Tabla 16. Tuvo o Tiene cansancio o fatiga.	45
Tabla 17. Tuvo o Tiene pérdida del apetito.	46
Tabla 18. Siente que ha perdido peso sin que quiera.	47

Tabla 19. Tuvo o tiene sabor metálico en la boca.	48
Tabla 20. Tuvo o tiene líneas blancas en las uñas.	49
Tabla 21. Tuvo o tiene manchas en la cara cuello y espalda.	50
Tabla 22. Tuvo o tiene presión arterial inestable.	51
Tabla 23. Tuvo o tiene descamación de la piel.	52
Tabla 24. Tuvo o tiene fiebre frecuente.	53
Tabla 25. Tuvo o tiene dolor en articulaciones y músculos.	54
Tabla 26. Presentó o Presenta líneas azulada sobre las encías.	55
Tabla 27. Olvida las cosas fácilmente.	56

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Páginas</b>
Gráfico 1. Concentraciones de arsénico y LMP (límites máximos permisibles) por la Organización Mundial de la Salud.	31
Gráfico 2. Concentraciones de plomo y LMP por la OMS.	32
Gráfico 3. Porcentaje de las muestras analizadas que superan los límites máximos permisibles de arsénico establecidos por la OMS.	33
Gráfico 4. Porcentaje de las muestras analizadas que superan los límites máximos permisibles de plomo establecidos por la OMS.	34
Gráfico 5. Porcentaje de efecto en la salud de los consumidores de leche de vaca en el distrito Huay Huay 2020 – 2021.	35
Gráfico 6. Presentó o presenta irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe.	36
Gráfico 7. Tuvo o tiene dolor abdominal y diarrea	38
Gráfico 8. Presentó o presenta estreñimiento, náuseas y vómito.	39
Gráfico 9. Tuvo o tiene dolor de cabeza e insomnio.	40
Gráfico 10. Presentó o Presenta hormigueo en las manos y pies.	41
Gráfico 11. Presentó o Presenta Adormecimiento y calambres musculares.	42
Gráfico 12. Cojea con dolor al caminar.	43
Gráfico 13. Presentó o Presenta pérdida del equilibrio al caminar.	44
Gráfico 14. Tuvo o Tiene cansancio o fatiga	45
Gráfico 15. Tuvo o Tiene pérdida del apetito.	46
Gráfico 16. Siente que ha perdido peso sin que quiera.	47
Gráfico 17. Tuvo o tiene sabor metálico en la boca.	48



Gráfico 18. Tuvo o tiene líneas blancas en las uñas.	49
Gráfico 19. Tuvo o tiene manchas en la cara cuello y espalda.	50
Gráfico 20. Tuvo o tiene presión arterial inestable.	51
Gráfico 21. Tuvo o tiene descamación de la piel.	52
Gráfico 22. Tuvo o tiene fiebre frecuente.	53
Gráfico 23. Tuvo o tiene dolor en articulaciones y músculos.	54
Gráfico 24. Presentó o Presenta líneas azulada sobre las encías.	55
Gráfico 25. Olvida las cosas fácilmente.	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
Figura 1. Panel fotográfico de visita al establo de Huay Huay.	88
Figura 2. Panel fotográfico de la recolección de la muestra enero del 2020 - 2021.	89
Figura 3. Panel fotográfico de acondicionamiento de las muestras para el traslado a Lima.	90
Figura 4. Panel fotográfico de acondicionamiento de las muestras para ser llevados al laboratorio.	91
Figura 5. Panel fotográfico de la realización de la encuesta	92

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca y el efecto en la salud de los consumidores en el distrito de Huay Huay 2020 – 2021.

**Materiales y métodos:** Esta investigación es experimental de enfoque mixto. Las concentraciones de arsénico y plomo se obtuvieron mediante análisis de las muestras de leche cruda por medio de la técnica espectrofotometría de absorción atómica- horno de grafito y generador de hidruros.

Se realizó una encuesta a los pobladores para medir los efectos sobre la salud, del arsénico y plomo.

**Resultados:** Los resultados del presente estudio muestran que la concentración de arsénico en leche cruda de vaca tiene una media de 0,08mg/Kg y 0,25mg/Kg para plomo. En tanto el 86.8% de los consumidores de leche de vaca encuestados nunca presentaron efectos de salud en relación a los signos y síntomas; el 8.8% casi nunca presentaron efectos, el 3.1% algunas veces, por último, el 1.3% casi siempre presentaron efectos en la salud.

**Conclusiones:** La concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca está por encima de los valores permitidos de la OMS y, la gran mayoría de los consumidores en el distrito de Huay Huay nunca presentaron efecto sobre la salud.

**Palabras claves:** *Arsénico, plomo, leche cruda de vaca.*

## ABSTRACT

**Objective:** Determine the concentration of arsenic and lead in raw cow's milk and the effect on the health of consumers in the district of Huay Huay 2020 - 2021.

**Materials and methods:** This research is experimental with a mixed approach. Arsenic and lead concentrations were obtained by analysis of raw milk samples by means of the atomic absorption spectrophotometry technique - graphite furnace and hydride generator.

A survey was carried out among the residents to measure health effects, of arsenic and lead.

**Result:** The results of the present study show that the arsenic concentration in raw cow's milk has an average of 0.08mg / Kg and 0.25mg / Kg for lead. while 86.8% of the consumer of cow's milk surveyed never presented health effects in relation to signs and symptoms; 8.8% almost never presented effects, 3.1% sometimes, finally 1.3% almost always presented health effects.

**Conclusions:** The concentration of arsenic and lead in raw cow's milk is above the permitted values of the WHO, and the vast majority of consumers in the district of Huay Huay never had a health effect.

**Key words:** *Arsenic, lead, raw cow's milk.*

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente los metales pesados como el arsénico y el plomo a nivel mundial representan una grave amenaza para la salud humana y el medio ambiente. El empleo inadecuado de los elementos que contienen plomo es responsable de la contaminación por plomo. La permanencia de los metales pesados en la naturaleza y la acumulación en la cadena alimentaria pueden ocasionar efectos desfavorables para la salud<sup>1</sup>.

Cientos de miles de personas en todo el mundo se ven perjudicadas por la exposición aguda y crónica a metales, que se vinculan con problemas de salud considerable, incluido el cáncer, como se evidencia en una variedad de estudios a nivel sistémico, molecular y epidemiológico<sup>2</sup>. Para la población en general, la polución proviene principalmente del consumo de agua y alimentos expuestos a la contaminación<sup>3</sup>.

La contaminación por metales y metaloides en las aguas, suelos y aire causan graves problemas en la salud pública a nivel nacional<sup>4</sup>. El distrito de Huay-Huay se encuentra dentro de los diez distritos que conforman la provincia de Yauli, ubicado en el Departamento de Junín, en el centro del Perú, a 3,970 m.s.n.m, los principales problemas ambientales de contaminación que tiene la región son ocasionados por las mineras, quienes por mucho tiempo vienen perjudicando el medio ambiente con sustancias químicas procedentes de la extracción de metales, las autoridades de la zona se muestran optimistas en encontrar soluciones a dicha problemática que han creado las industrias mineras, y que perjudican a 1200 pobladores, primordialmente en temas de salud<sup>4</sup>.

El deterioro ambiental que aqueja al distrito de Huay-Huay es un inconveniente bastante serio ya que, a pesar de las propuestas en solucionar la contaminación ambiental, no se ha dado respuestas y acciones concretas por parte de las autoridades y las empresas mineras. Por otro lado, en Huay-Huay se lleva a cabo la actividad ganadera y la producción de leche, que es de gran importancia para la población, la leche de vaca es alimento imprescindible en la dieta humana y contribuye a mantener

un estado nutricional saludable, proporcionando fuentes únicas de energía, calcio, proteínas y vitaminas, especialmente durante la primera infancia<sup>5</sup>.

No obstante, en esta zona la utilización de aguas negras para cultivar los granos, pastos que son utilizados para la alimentación de las vacas puede contribuir con varios agentes tóxicos en la leche como el plomo y arsénico, ocasionando inconvenientes en la salud de los pobladores al ser tóxicos, cancerígenos y mutagénicos<sup>6</sup>.

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que los bovinos productores de leche que se alimentan de pasto, plantas; comúnmente ingieren agua de los arroyos contaminados con desechos ambientales mineros y aguas residuales, estas aguas residuales contienen un elevado porcentaje de metales, entre ellos el As, Cd, Pb, Hg y Zn, por lo que son acumulados en la leche de los animales<sup>7</sup>.

No se encuentran normas específicas que muestre los límites máximos permitidos de los metales pesados como el As y Pb para leche cruda de vaca sin embargo se utilizan los parámetros otorgados por la norma del MERCOSUR que establece un límite de 0.05 ppm para As y para Pb el límite establecido por el Codex Alimentarius y por la OMS que es de 0.02 ppm<sup>7</sup>.

Son diversas las enfermedades que produce el arsénico en el cuerpo humano, pues tiene definido un riesgo severo en la salud con efecto cancerígeno de 1.5 (mg/kg) / día; muestra un elevado riesgo de producir cáncer en determinados órganos de nuestro cuerpo. Esto se relaciona a que gran parte del arsénico se encuentran unido a compuestos orgánicos, primordialmente en las proteínas, mientras que otros se relacionan a una cantidad minoritaria de grasa<sup>7</sup>.

El plomo afecta principalmente al sistema nervioso, riñones, y piel. La exposición de dicho metal sigue siendo considerado como un problema de salud pública sobre todo en los países en vías de desarrollo. Los restos de plomo en los nutrientes pueden originarse de las tierras contaminadas, que son consumidos por la población, la

utilización de plaguicida que contienen plomo, el procesamiento de alimentos entre otros<sup>8</sup>.

Con la realidad problemática descrita anteriormente, la investigación tuvo como objetivo determinar mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica la concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca y el efecto sobre la salud en los consumidores del distrito de Huay-Huay región Junín 2020 - 2021.

Esta investigación propone brindar la guía adecuada de información y entendimiento, además aportará datos importantes sobre los índices de contaminación de la leche de dicho distrito, por lo tanto, el estudio brindará información de la situación en que se encuentra la leche e informará a la población de esa situación.

En general la leche de vaca y su composición son nutrientes indispensables en nuestra alimentación. Por muchos años se emplea como el principal alimento y se usa como sustituto a la leche de la madre durante la lactancia, empleándose como imprescindible para el desarrollo y crecimiento, de acuerdo con las pautas nutricionales disponibles, puede ser beneficioso en todos los grupos de edades<sup>9</sup>.

El aporte nutricional de la leche es principalmente elevado debido a la proporción de sustancias que lo integran. Los compuestos cambian según las razas, también dependiendo del período de lactancia y alimentación<sup>10</sup>. La leche de vaca provee nutrientes fundamentales y es una fuente considerable de proteínas de alta calidad, energía alimentaria, y grasas. La leche puede contribuir significativamente a la alimentación necesaria de nutrientes como el magnesio, calcio, selenio, vitamina B12, riboflavina y ácido pantoténico<sup>11</sup>. La leche es importante porque se encuentran vitaminas, tanto liposolubles como hidrosolubles, destacando el retinol, tocoferol, colecalciferol y del Grupo B, Folatos y ácido ascórbico, la composición de estas y de la grasa se relaciona con la alimentación y el buen estado del animal, la raza, el tiempo de lactación entre otros; Las sustancias como las vitaminas pueden ser susceptibles a

los procesos térmicos por lo que en ocasiones es inevitable agregarlas una vez finalizado el proceso<sup>12</sup>.

Establecer la concentración de metales pesados en la leche podría indicarnos de manera directa la calidad de la leche, así como de manera indirecta, los niveles de contaminación del lugar donde se produce la leche<sup>13</sup>.

La presencia de metales pesados tóxicos en la carne, productos orgánicos, leche cruda y los productos lácteos, puede causar efectos en la salud de la población, por ello es importante un seguimiento continuo para resguardar a los consumidores en caso de un incidente de contaminación de alimentos<sup>12</sup>. La eliminación total o la prevención de contaminación química no pueden conseguirse a partir de la leche porque los contaminantes lipófilos hallarán su camino hacia los componentes grasos donde los metales pesados no pueden separarse fácilmente<sup>14</sup>.

La toxicidad por plomo de elevado nivel puede producir convulsiones, daño orgánico, anemia, coma e incluso la muerte en los niños, mientras que la intoxicación crónica por plomo de bajo nivel puede tener efectos muy perjudiciales en el desarrollo neuroconductual cognitivo y psicológico y consecuencias en la salud física, incluida la alteración o cambio del sueño<sup>15</sup>.

Los casos de plumbismo en personas son en su mayoría la respuesta de la ingestión oral y la absorción a través del intestino. La absorción de plomo del sistema gastrointestinal está sujeta a la naturaleza (como la edad, el embarazo, el ayuno prolongado y el estado de calcio y hierro) y la característica fisicoquímica del material absorbido (por ejemplo, tamaño de las partículas, solubilidad, mineralogía y especies de Pb)<sup>16</sup>.

Se ha comprobado que el plomo altera el coeficiente intelectual, la capacidad de atención y el rendimiento escolar en niños. Así mismo, desde el 2012, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos han sugerido el nivel de plomo en sangre (NPS)  $> 5 \mu\text{g/dL}$  como un valor de referencia para poner



medidas sensibilizantes, según la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición de los Estados Unidos<sup>17</sup>.

El envenenamiento por plomo afecta a casi todos los sistemas fisiológicos. Debido a la función que cumple el hueso como el principal sitio de fijación de plomo en el cuerpo, el sistema esquelético se ve afectado negativamente por la exposición y absorción al plomo que causa malformaciones esqueléticas y en niños retraso en el desarrollo dental. El plomo también se ha observado que puede afectar a metabolismo de la vitamina D, contribuyendo a la debilitación esquelética<sup>18</sup>.

El arsénico y el plomo son dos probables contaminantes del suelo y sub suelo asociados con efectos muy graves para la salud que incluyen limitaciones en la inteligencia, efectos en la conducta y desarrollo, así como comportamiento agresivo o violento (plomo), también cambios en la piel, cáncer de piel, vejiga, hígado y pulmones y retrasos en el desarrollo intelectual y físico (arsénico)<sup>19</sup>.

El arsénico es un metal tóxico natural que tiene muchas consecuencias para la salud humana. Su fuerte incidencia en la capa rocosa y, por lo tanto, gran parte del agua de pozo pone en riesgo a muchos pobladores. También se encuentra en productos alimenticios, particularmente aquellos que contienen arroz<sup>20</sup>.

Las concentraciones altas de arsénico (As) en los alimentos y el agua de cañerías antiguas, o mediante trabajos de campo donde se encuentra la zona contaminada puede ocasionar efectos perjudiciales y llegar a originar cáncer. Miles de trabajadores no están protegidos de dosis excesivas de As que pueden consumir a través de los alimentos y el agua. Los hombres frecuentemente expuestos pueden presentar signos y síntomas graves, muy graves o crónicos de envenenamiento, caracterizados por lesiones cutáneas, síntomas cardíacos y, en algunos casos, insuficiencia multiorgánica o alteraciones en la función de dos o más órganos en un paciente<sup>21</sup>.

Según Codex Alimentarius del Organismo para el Control de Alimentos y medicamentos STAN 193-1995 orientado por la Organización Mundial de la Salud

menciona el límite máximo permisible de Pb en carne de ganado, leche y despojos alimenticios como vísceras a una concentración máxima de 0,1 mg/kg, 0,02 mg / kg (20 µg/kg) y 0,5 mg/kg, respectivamente. La Comunidad Europea dispone de 20 µg/kg el límite máximo tolerable de plomo en leche cruda de vaca<sup>22</sup>.

Así mismo el riesgo por exposición a cantidades elevadas de Arsénico puede ser originado por varios factores, como el empleo de agua contaminada para la cocción de los alimentos, la utilización de dichas aguas en los riegos donde se cultiva hortalizas y verduras y también por procesos en la industria alimentaria, así como al consumo de tabaco. La exposición prolongada puede causar intoxicación grave. Las manifestaciones en la piel por la exposición al arsénico inorgánico pueden llegar a originar cáncer<sup>23</sup>.

Se cuenta con los siguientes antecedentes nacionales e internacionales que sustentan la presente investigación:

**Pacco D. (2018)**, tuvo como objetivo “determinar los valores de metales pesados: Cadmio, mercurio y Plomo, en pelos y leche de vacas que comen pastos irrigados con aguas del río Llallimayo”, se analizaron 12 muestras tanto de pelo como de leche, por medio del método de absorción atómica con horno de grafito. En las pruebas de pelo detectaron valores de 0.0138mg de mercurio, 0.0098mg/kg cadmio no encontrando plomo en pruebas de pelo. Para las muestras de leche se encontró 0.0022 mg/kg para mercurio, 0.0012mg/kg para cadmio y los valores encontrados en leche de vaca para Plomo 0.0256 mg./kg, se concluye que según la Unión Europea supera los límites máximos permisibles, por lo que se debe ampliar el estudio al análisis de suelo, forraje, análisis de sangre, análisis en carne de vacunos y las autoridades encargadas, servicios de salud, personal encargado de medio ambiente y zoonosis deben de poner en funcionamiento un plan de control de metales pesados<sup>24</sup>.

**Velarde J, et al. (2021)**, “determinaron cuantitativamente los valores de cadmio, plomo y mercurio en leche de vaca que se alimentan con hierbas naturales irrigados con

aguas del río Llallimayo”, en los que se examinaron en el laboratorio muestras de pastos, leche y agua (8 muestras para cada una de ellas), utilizando la técnica de absorción atómica con horno de grafito. Concluyeron que los niveles obtenidos de cadmio fueron de 0.00121 mg/L, 0.00309 mg/kg y 0.00121 mg/L en leche de vaca, pasto y agua respectivamente, los niveles de mercurio 0.0026 mg/L, 0.0021 mg/kg y 0.0017 mg/L en leche de vaca, pastos y agua respectivamente y los niveles de plomo 0.0199 mg de pb/L, 0.0746 mg/kg y 0.0880 mg/L en leche de vaca, pastos y agua respectivamente. Las concentraciones de metales pesados obtenidos en esta investigación indican que los niveles de Mercurio y cadmio en leche de vaca, pasto y agua que son irrigados del Río Llallimayo no superan los límites tolerables, en cambio el Plomo si sobrepasan. Por lo que los criadores de las comunidades deben tomar en cuenta los resultados obtenidos para prevenir riesgos en la salud y las Instituciones como las Municipalidades Distritales, personal de Salud, deben incluir en sus proyectos de crecimiento económico la creación de planteamientos e inspección de metales pesados<sup>25</sup>.

**Sáez L, et al. (2019)**, “evaluaron la presencia de metales pesados en leche cruda de vaca de consumo humano del valle de Cajamarca”, fueron 40 muestras evaluadas, utilizando el método de espectrofotometría de absorción atómica de plasma acoplado inductivamente. En el fundo Bella Unión el As tuvo una media de 0,019 ppm, con 6 muestras que sobrepasaron los límites máximos permisibles (LMP) de la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE); el Pb resultó con una media de 0,016 ppm, 4 muestras sobrepasaron los LMP del Codex Alimentario de la Unión Europea (CAUE). En el fundo La Molina el As obtuvo una media de 0,027 ppm y 9 muestras sobrepasaron los LMP-NTE, y el plomo, una media de 0,028 ppm, 3 muestras superaron los LMP-CAUE. Por lo tanto, el seguimiento y la valoración de la leche de vaca, debe llevarse a cabo constantemente ya que es utilizada como insumo muy importante para las industrias y en el consumo humano. También la leche debe pasar un proceso bajo normas sanitarias e inspeccionado por entidades encargadas del control en todas las cuencas lecheras del Valle de Cajamarca <sup>26</sup>.

**De La Cueva F, et al. (2021)**, determinaron la presencia de Plomo, Mercurio y Arsénico en leche cruda de los cuales recolectaron 58 muestras. La técnica utilizada para este estudio fue la de espectrofotometría de absorción atómica por generador de hidruros (Hg y As) y con horno de grafito para (Pb).

En su totalidad, las muestras resultaron con niveles de Pb, con una media de 0.208 mg/kg (rango entre 0.0016 a 0.719 mg/kg), así mismo el 98.28% (57/58) muestran cantidades que superan los límites permitidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9:2012 de 0.02 mg/kg. Se encontró Hg en cuatro muestras (media de 0.00009 mg/kg, rango entre 0.00 a 0.002 mg/kg) y As en dos muestras (media de 0.00003 mg/kg, rango 0.00 a 0.001 mg/kg), por lo tanto, no superaron los límites permitidos por el Código Alimentario de Organismos para el Control de Alimentos y medicamentos (0.01 mg/kg) en alimentos en general. Con los resultados mostrados, se podría deducir que hay una zona contaminada con plomo. Concluyeron que se debe realizar un control constante a la leche de vaca e incrementar los estudios sobre las posibles fuentes de contaminación, como agua potable, agua de riegos, hierbas y alimentos que comen las vacas de la zona<sup>27</sup>.

**Milão T, et al. (2017)**, evaluaron la concentración de Pb en leche cruda mediante espectrofotometría de absorción atómica en horno de grafito. La muestra recolectada fue de 50ml de los cuales fueron analizadas 6 muestras de 1.00ml y 2 muestras de 2.00ml. Los límites de detección y cuantificación fueron 0,64 y 2,14  $\mu\text{g l}^{-1}$ , respectivamente. Las cifras de mérito estudiadas mostraron que la metodología propuesta sin pretratamiento de la muestra de leche cruda y utilizando calibración estándar externa es adecuada. La metodología se aplicó en muestras de leche de la región de Guarapuava, en el estado de Paraná (Brasil) y las concentraciones de Pb variaron de 2.12 a 37.36 $\mu\text{g l}^{-1}$ . Los resultados indicaron contaminación de Pb en la leche de vaca según esta metodología analítica que demostró exactitud y precisión; por esta razón, es necesario realizar análisis rutinarios para cuantificar Pb<sup>28</sup>

**Pena et al. (2018)**, "evaluaron la concentración de plomo y cadmio en la leche de ganado bovino, situado en Xochimilco en la ciudad de México". La investigación fue de

tipo transversal, se seleccionaron cinco muestras de 10 ml de leche, en tubos de 15 mL. Obtuvieron una media de plomo de 0,1392 mg/L y 0,0181 mg/L para cadmio. Los resultados obtenidos mostraron que los niveles de cadmio y plomo en la leche está fuera del límite permisibles por las organizaciones internacionales. Se recomienda fiscalizar el origen de la polución, como las hortalizas, verduras, pastos y el agua que es consumida a través de los alimentos del ganado, para asegurar la inocuidad de la leche de vaca<sup>29</sup>

La presente investigación planteada se justifica teóricamente ya que ayudará no sólo a esclarecer la problemática causada por la actividad minera, sino que se brindará información científica comprobada de la realidad de la zona en cuanto al contenido de metales pesados que contiene la leche que es una de las principales causas de contaminación ambiental en el distrito de Huay-Huay, por ello se evaluó la concentración de Pb y As en leche cruda de bovino, especialmente por tratarse de distritos con escaso control sanitario sobre la calidad de leche de consumo humano. También se justifica socialmente ya que se propende a la toma de conciencia por parte de las mineras y la población e incluso del gobierno de esa zona para que planteen estrategias que ayuden a brindar solución a dicho problema.

Así mismo el presente estudio tiene una gran importancia ya que se estudió a la leche de vaca, alimento esencial en la alimentación del hombre especialmente en las primeras etapas de la vida. La proteína láctea, la lactosa y los minerales biodisponibles tienen efectos potenciales como estimulantes del crecimiento, que hacen de la leche de vaca un ingrediente imprescindible en los alimentos para niños desnutridos<sup>30</sup>.

En la presente investigación se tuvo como objetivo general “Determinar la concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca y el efecto sobre la salud de los consumidores en el distrito de Huay Huay 2020 - 2021”

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Enfoque y diseño de la investigación**

Esta investigación es de enfoque mixto por que incluye los datos de los enfoques cuantitativo y cualitativo.

cuantitativo: porque se midió las muestras para definir las concentraciones de arsénico y plomo presentes en la leche cruda de vaca.

cualitativo: porque se midió los efectos sobre la salud de los consumidores de leche cruda.

Esta investigación es experimental, descriptiva de corte transversal. Es experimental y descriptivo porque aborda las variables realizando intervención, se realizaron los análisis para determinar plomo y arsénico en leche cruda de vaca en el laboratorio CICOTOX de la facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM y porque se midió y descubrió características o comportamiento de la variable independiente de estudio.

Es transversal por que la recopilación de datos se da en un punto específico del tiempo.

### **2.2. Población, muestra y muestreo.**

#### **2.2.1 Población, muestreo y muestra para la leche de vaca.**

La población de estudio estuvo compuesta por 100L de leche cruda producidos por 20 vacas que pertenecen al establo de la comunidad ubicado a 2 km del Distrito de Huay-Huay, situado a 3,970 m.s.n.m.

Se realizó un muestreo no probabilístico considerando los criterios de exclusión e inclusión.

#### **Criterios de exclusión.**

- Vacas secas o que no estén dando leche.
- Vacas que tengan mastitis.
- Vacas que se encuentren enfermas o con lesiones de la ubre y pezones.

### **Criterios de inclusión.**

- Vacas que estén en proceso de ordeño.
- Se incluirán vacas sanas.

La muestra estuvo constituida por 4L de leche cruda de vaca. Se analizó 20 muestras para arsénico y 20 muestras para plomo para los cuales se recolectaron 20 botellas conteniendo cada una 200ml de leche cruda de vaca que se adquirieron en el establo que está ubicado en el distrito de Huay Huay.

### **2.2.2 Población, muestra y muestreo para la encuesta.**

Se realizó una encuesta, donde la población de estudio estuvo constituida por 867 pobladores mayores de 15 años que habitan en el distrito de Huay Huay, población estimada hasta junio del 2017 según fuente del INEI.

En cuanto a los criterios de inclusión tenemos:

- Ciudadano que resida como mínimo un año en el distrito de Huay Huay.
- Mayores de 18 años.
- Personas que firmen el consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Individuos que se nieguen a firmar el consentimiento informado.
- Individuos que no llenaron la encuesta en su totalidad.
- Menores de 18 años.

La muestra estuvo constituida por 159 pobladores, expresada según el método para determinar una población finita:

$$n = \frac{nz^2pq}{e^2(n-1) + z^2pq}$$

$$n = \frac{867(1.955)^2(0.5)(0.5)}{(0.07)^2(867 - 1) + (1.955)^2(0.5)(0.5)} = 159$$

**Tabla 1.** Valores de la fórmula

DESCRIPCIÓN		VALOR
<b>N=</b>	Población	867
<b>Z=</b>	Nivel de confianza	1.955
<b>p=</b>	Probabilidad de éxito	0.5
<b>q=</b>	Probabilidad de fracaso	0.5
<b>e=</b>	Error máximo	0.07
<b>n=</b>	Tamaño de muestra	159

### 2.3. Variables de investigación

**Variable independiente:** Concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca.

Definición conceptual: Cantidad presente de arsénico y plomo en leche cruda de vaca del distrito de Huay Huay.

Definición operacional: Cantidad de arsénico y plomo permitidos según Organización Mundial de la Salud.

**Variable dependiente:** Efectos sobre la salud.

Definición conceptual: Cambio que altera la salud del organismo al estar expuesto a una fuente de contaminación.

El plomo y el arsénico son dos posibles contaminantes del suelo, en elevadas concentraciones puede conducir a la contaminación del medio ambiente e ingresar a la cadena alimentaria, asociados con efectos graves para la salud que incluyen reducciones en la inteligencia, efectos en el equilibrio y hormigueo en las manos y pies, sabor metálico(plomo), así como cambios en la piel, pigmentación en la cara, presión arterial, anemia y pérdida del apetito y retrasos en el desarrollo (arsénico)<sup>19</sup>.



Definición operacional: presencia de signos y síntomas que sugieren alarma a la población expuesta a la contaminación de arsénico y plomo en el distrito de Huay Huay.

#### **2.4. Técnica e instrumentos para la recolección de datos**

La técnica para el análisis de las muestras de leche se realizó en espectrofotometría de absorción atómica- horno de grafito y generador de hidruros. Mediante la cual se obtuvo el certificado de análisis del ensayo de plomo y arsénico.

Lugar de análisis: laboratorio CICOTOX-Facultad de Farmacia y Bioquímica-UNMSM. También se realizó una encuesta a los pobladores para medir los efectos sobre la salud de arsénico y plomo.

##### **2.4.1 Espectrometría de absorción atómica**

La espectrometría tiene la capacidad de medir múltiples analitos paralelamente, también es una técnica que nos permite encontrar concentraciones mínimas presentes en una muestra. Este método nos ayuda a obtener mejores resultados de Análisis Cualitativo y Cuantitativo entre 70 y 80 elementos. Los límites de detección para muchos de estos elementos son de una parte por mil millones. Se lleva la muestra a un estado de vapor atómico como todos los métodos electroscopios incluyendo la espectroscopia de absorción atómica <sup>31</sup>.

La técnica de espectrometría en horno de grafito se basa en la absorción de radiación a una longitud de onda específica por los átomos del analito. En este caso, los átomos se pueden obtener mediante evaporación electrotérmica en un horno de grafito<sup>32</sup>.

La generación de hidruros es un método de 5 a 10 veces más sensible que la técnica de horno de grafito común para detección de metaloides como arsénico, bismuto, germanio, plomo, antimonio, selenio y telurio<sup>33</sup>

#### **2.5. Plan metodológico para la recolección de datos.**

Se viajó al distrito de Huay Huay y nos dirigimos al estable que se encuentra ubicado aproximadamente a dos kilómetros hacia el norte del distrito, dicho estable se limita a

la producción de leche cruda para el consumo local. Se llevó a cabo la selección de las vacas las cuales estaban en proceso de ordeño. El establo cuenta con 20 vacas que producen 100L de leche que es nuestra población, para la muestra se obtuvo 4L de leche de vaca y se recolectó 200 ml de leche cruda por vaca en botellas de polietileno.

El ordeño se realizó de forma manual, nos lavamos las manos y nos colocamos los mandilones, guantes estériles. El proceso de limpieza de los pezones se realizó con agua limpia y tibia después se secó los pezones con toallas desechables luego se extrajo el primer chorro en un balde, este primer chorro no se utilizó para la muestra, se volvió a lavar los pezones y se procedió con la recolección de la leche directo a las botellas previamente rotuladas con la siguiente información: fecha, lugar, número de vaca y en seguida se procedió a apuntar en la hoja de recolección de datos, en esta ficha se describe la cantidad de leche recolectada y la cantidad de leche llevada a analizar por cada vaca.

Para el traslado a la ciudad de Lima, se acondicionó en una caja de tecnopor con hielo en gel a una temperatura de 2 a 8 °C, ya en Lima se colocaron las 20 muestras en tubos de 100 ml cada uno (polietileno de alta densidad) siendo trasladadas al laboratorio para ser analizadas.

También se llevó a cabo la recolección de datos de la encuesta teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

- Se realizó la presentación del entrevistador, y se le brindó la información necesaria del presente estudio de investigación.
- Se le entregó el consentimiento informado para que mediante su firma nos autorice su participación, posteriormente el participante realizó el llenado de la encuesta.
- En último término, los datos de la encuesta se organizaron en Excel; para ser procesados empleando el programa estadístico SPSS.

## **2.5.1. Procedimiento operatorio para arsénico.**

### **Preparación de estándares**

Los estándares para la curva de calibración se prepararon como sigue:

A partir de una solución stock de 1000ppm de arsénico preparar una solución patrón de 100ppb y tomar alícuotas de 0.5, 1.25, 2.5, 5.0mL para preparar soluciones de 2, 5, 10 y 20 ppb respectivamente, en fioles de 25mL. Luego se procede a adicionar 5 mL de ácido clorhídrico purificado, homogenizar y llevar las muestras a baño maría a 60°C por 45 minutos. Finalmente, agregar 2mL de una solución reductora de yoduro de potasio 5% y ácido ascórbico 5%, dejar en reposo por 45 minutos a temperatura ambiente y llevar a volumen con agua ultrapura. Adicionalmente, se prepara un blanco en las mismas condiciones de los estándares.

### **Preparación de la muestra.**

- Mezclar la muestra hasta homogeneidad, tomar una alícuota de 1mL y transferir a un tubo de ensayo con tapa rosca.
- Agregar 5mL de ácido clorhídrico purificado, homogenizar y tapar.
- Llevar las muestras a baño maría a 60°C por 45 minutos.
- Luego dejar enfriar y transferir la solución a una fiola de 25mL.
- Adicionar 2mL de una solución reductora de yoduro de potasio 5% y ácido ascórbico 5%.
- Dejar reposar 45 minutos a temperatura ambiente y llevar a volumen con agua ultrapura.

### **Lectura en el equipo de absorción atómica**

- Aspirar directamente las soluciones; blanco, estándares y muestras por la bomba generador de hidruros.
- Usar como carrier una solución de ácido clorhídrico al 10% V/V.
- Usar como agente reductor una solución que contenga de borohidruro de sodio al 1.5% y de hidróxido de sodio 0.5%.

- Proceder a leer bajo las condiciones espectrofotométricas especificadas anteriormente.

## **2.5.2. Procedimiento operatorio para plomo.**

### **Preparación de curva de calibración.**

Los estándares para la curva de calibración se prepararon como sigue a continuación:

A partir de una solución stock de 1000ppm de plomo se toma 1mL y se prepara una solución de 10000ppb con agua ultrapura en una fiola de 100mL. Luego se toman 0.05, 0.1, 0.2 y 0.3mL para preparar soluciones de 50, 100, 200 y 300ppb, respectivamente en fiolas de 10mL. Después se lleva a volumen con agua ultrapura.

### **Preparación de soluciones**

Solución modificadora de plomo

- Adicionar 2ml de fosfato de amonio 10% en una fiola de 100mL.
- Luego agregar 0.5mL de ácido nítrico purificado y 100 $\mu$ L de Tritón X-100.
- Finalmente, llevar a volumen con agua ultrapura y homogenizar en baño maría.

### **Preparación de la muestra**

Pesar 1 gramo de leche de vaca en un tubo de ensayo y diluir a 10mL con agua ultrapura.

- Tapar y agitar el tubo de ensayo vigorosamente por 3 minutos hasta homogenizar la solución completamente.
- La solución homogenizada se lleva inmediatamente a lectura.

### **Lectura en el equipo de absorción atómica**

- Se toma un alícuota de 900 $\mu$ L de solución modificadora de plomo y 100 $\mu$ L de blanco (agua ultrapura), estándares y muestras en un vial de polipropileno de 1.5mL, luego homogenizar.
- Se colocan los viales en el automuestreador del horno de grafito y leer bajo las condiciones espectrofotométricas especificadas anteriormente

### **2.6. Procesamiento de análisis estadístico**

La metodología aplicada para el análisis estadístico de la información recolectada consistió en lo siguiente:

- Para el análisis estadístico se hizo uso del programa SPSS versión 25 y el procesador de datos Microsoft Excel.
- Una vez analizadas las muestras se procedió a tabular los datos obtenidos de manera sistemática en una matriz de datos.
- Los datos obtenidos se sometieron a un análisis estadístico descriptivo, valorando la concentración de plomo y arsénico mg/kg en comparación a los límites máximos permitidos por la OMS. Así mismo se analizó los datos de concentración de plomo y arsénico en la leche de vaca, conforme las siguientes medidas:
  - Promedio  $\pm$  desviación estándar.
  - Luego la información procesada se presentó de manera resumida en tablas y gráficos, logrando comprender e interpretar mejor la información.

### **2.7. Aspectos éticos**

Tuvimos todos los cuidados necesarios para no causar lesiones a los animales. Al dueño de las vacas se les explicó que la toma de muestra no implicaría ningún riesgo para el animal.

### III. RESULTADOS

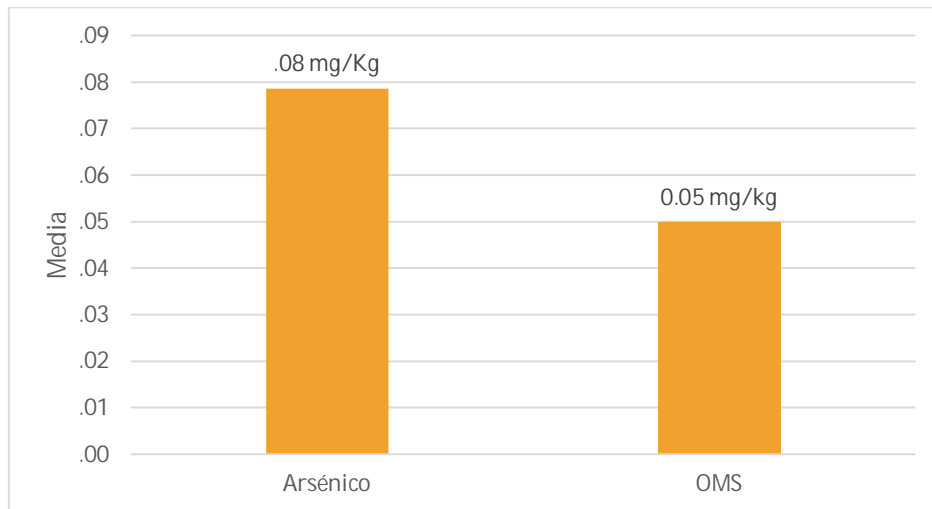
#### 3.1. Resultado sobre la concentración de arsénico y plomo.

**Tabla 2. Concentración de arsénico en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay 2020 – 2021.**

	N	Media +	Desviación estándar	p
Arsénico	20	.08 mg/kg	.05 mg/kg	0.014*
OMS	0.05 mg/kg			

+Prueba T student \*p<0.05

De la tabla 2 se aprecia que la media de arsénico en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay es .08 mg/kg±.05 mg/kg mayor significativamente ( $p=0.014 < 0.05$ ) que los máximos valores permisibles por la OMS.



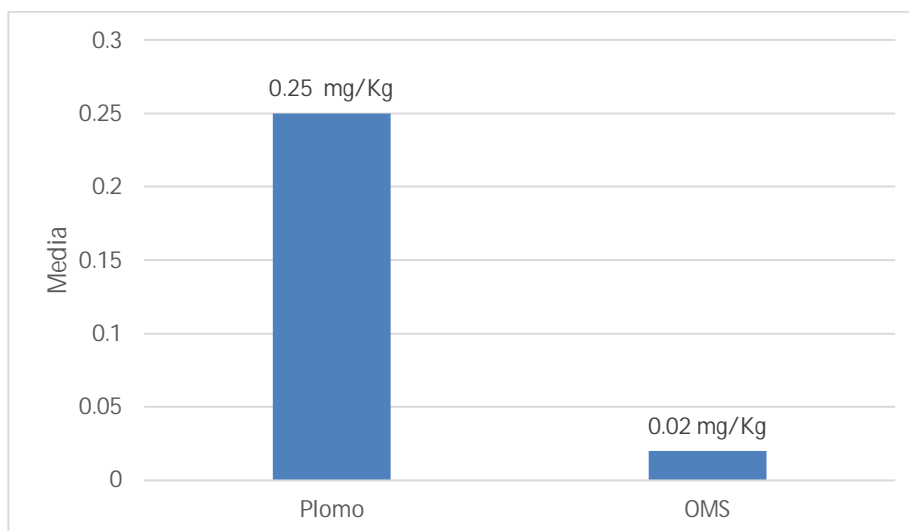
**Gráfico 1. Concentraciones de arsénico y el LMP por la OMS.**

**Tabla 3. Concentración de plomo en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay 2020 – 2021.**

	N	Media +	Desviación estándar	p
Plomo	20	.25 mg/kg	.20 mg/kg	0.000*
OMS	0.02 mg/kg			

+Prueba T student \*p<0.05

De la tabla 3 se aprecia que la media de plomo en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay es 0.25 mg/kg±.20 mg/kg mayor significativamente ( $p=0.000 < 0.05$ ) que los máximos valores permisibles por la OMS.

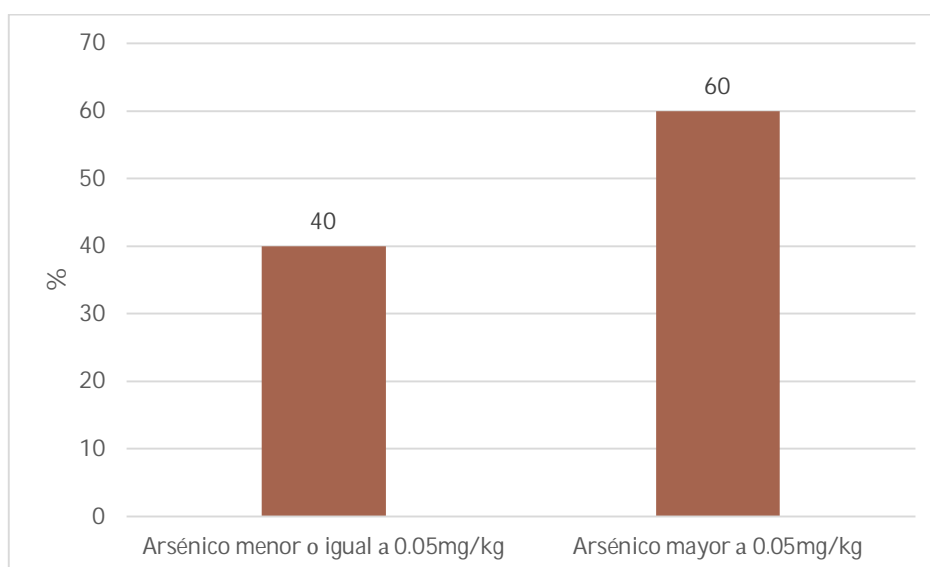


**Gráfico 2.** Concentraciones de plomo y el LMP (límites máximos permisibles) por la OMS.

**Tabla 4. Porcentaje de las muestras analizadas que superan los límites máximos permisibles de arsénico establecidos por la OMS**

	frecuencia	porcentaje
Arsénico menor o igual a 0.05mg/kg	8	40.0
Arsénico mayor a 0.05mg/kg	12	60.0
Total	20	100.0

De la tabla 4 se aprecia que el 60 % de las muestras exceden los valores máximos permitidos por la OMS. Mientras que el 40% de las muestras está dentro los valores máximos permisibles establecidos por la OMS



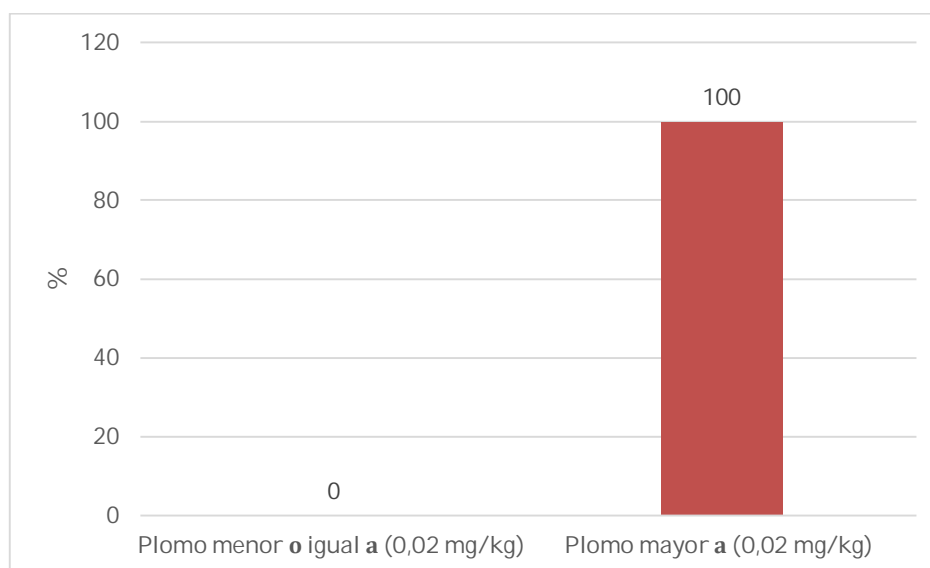
**Gráfico 3.** Porcentaje de las muestras analizadas que superan los límites máximos permisibles de arsénico establecidos por la OMS.



**Tabla 5. Porcentaje de las muestras analizadas que superan los límites máximos permisibles de plomo establecidos por la OMS**

	frecuencia	porcentaje
Plomo menor o igual a (0,02 mg/kg)	0	0
Plomo mayor a (0,02 mg/kg)	20	100
Total	20	100

De la tabla 5 se aprecia que el 100% de las muestras excede los valores máximos permitidos por la OMS.



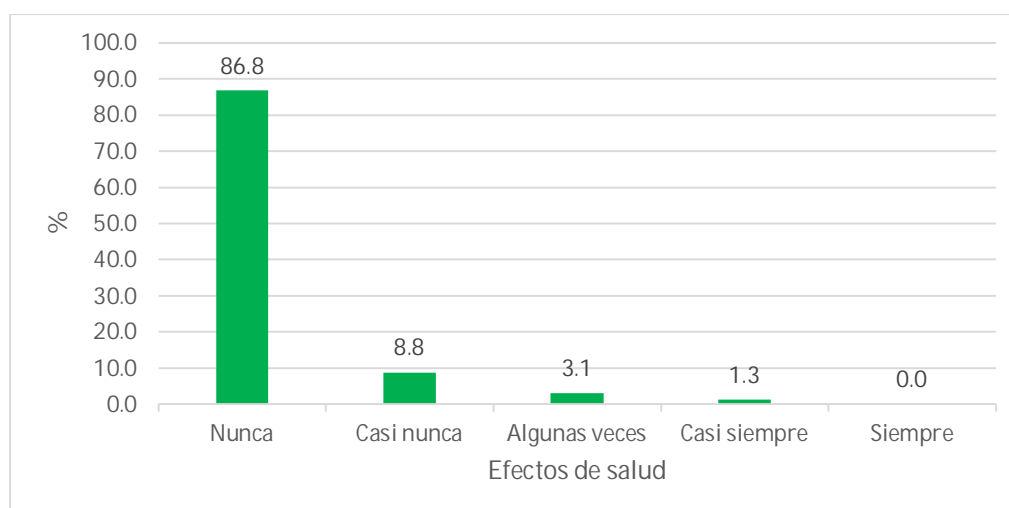
**Gráfico 4.** Porcentaje de las muestras analizadas que superan los límites máximos permisibles de plomo establecidos por la OMS.

### 3.2. Resultados de la encuesta de efectos sobre la salud en los consumidores de leche cruda de vaca del distrito de Huay Huay 2020 - 2021.

**Tabla 6. Efecto en la salud de los consumidores de leche de vaca en el distrito Huay Huay 2020 - 2021.**

	Cantidad	Porcentaje
Nunca	138	86.8
Casi nunca	14	8.8
Algunas veces	5	3.1
Casi siempre	2	1.3
Siempre	0	0.0
Total	159	100.0

De la tabla 6 se aprecia que del total de consumidores de leche de vaca encuestados en el distrito Huay Huay, 86.8% nunca presentaron efectos de salud en relación a los signos y síntomas; el 8.8% casi nunca presentaron efectos y el 3.1% algunas veces presentaron efectos de salud.



**Gráfico 5.** Porcentaje de efecto en la salud de los consumidores de leche de vaca en el distrito Huay Huay 2020 – 2021.

**Tabla 7. Análisis de ítems**

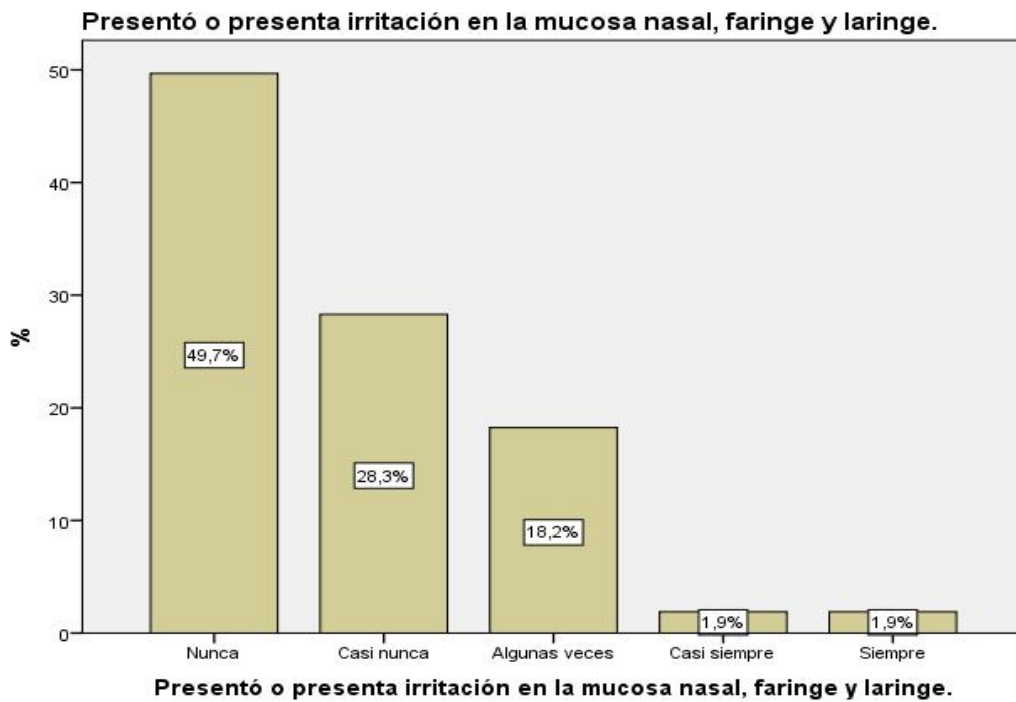
Ítems	Promedio
Presentó o presenta irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe.	1.78
Tuvo o tiene dolor abdominal y diarrea	1.36
Presentó o presenta estreñimiento, náuseas y vómito.	1.33
Tuvo o tiene dolor de cabeza e insomnio.	1.42
Presentó o Presenta hormigueo en las manos y pies.	1.18
Presentó o Presenta Adormecimiento y calambres musculares.	1.35
Cojea con dolor al caminar.	1.12
Presentó o Presenta perdida del equilibrio al caminar.	1.05
Tuvo o Tiene cansancio o fatiga.	1.35
Tuvo o Tiene pérdida del apetito.	1.25
Siente que ha perdido peso sin que quiera.	1.19
Tuvo o tiene sabor metálico en la boca.	1.10
Tuvo o tiene líneas blancas en las uñas.	1.11
Tuvo o tiene manchas en la cara cuello y espalda.	1.17
Tuvo o tiene presión arterial inestable.	1.13
Tuvo o tiene descamación de la piel.	1.13
Tuvo o tiene fiebre frecuente.	1.55
Tuvo o tiene dolor en articulaciones y músculos.	1.41
Presentó o Presenta líneas azulada sobre las encías.	1.06
Olvida las cosas fácilmente.	1.36

Dónde; 1 a 1,99 nunca; 2 a 2,99 casi nunca; 3 a 3,99 a veces; 4 a 4,99 casi siempre; 5 siempre.

De la tabla se aprecia que la mayor media se encontró en el ítem “presentó o presenta irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe”, seguido por el ítem tuvo o tiene fiebre frecuente”

**Tabla 8. Presentó o presenta irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	79	49,7
	Casi nunca	45	28,3
	Algunas veces	29	18,2
	Casi siempre	3	1,9
	Siempre	3	1,9
	Total	159	100,0

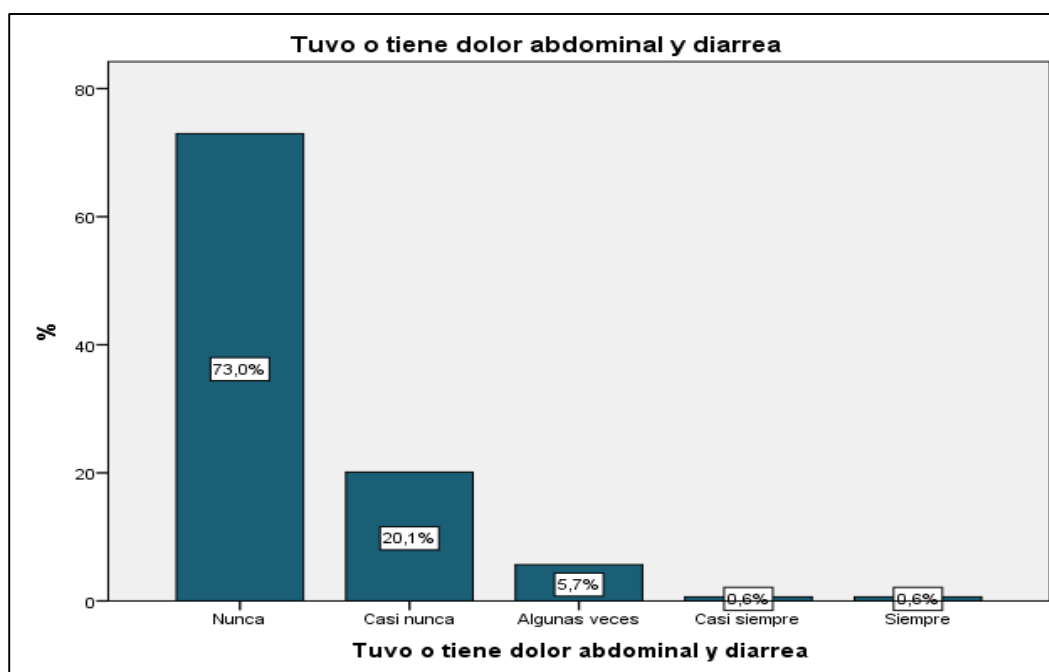


**Gráfico 6. Presentó o presenta irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 49.7% nunca presentaron o presentan irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe; el 28.3% casi nunca presentaron, presentó o presentan irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe.

**Tabla 9. Tuvo o tiene dolor abdominal y diarrea.**

		Cantida d	Porcentaj e
Válido	Nunca	116	73,0
	Casi nunca	32	20,1
	Algunas veces	9	5,7
	Casi siempre	1	,6
	Siempre	1	,6
	Total	159	100,0

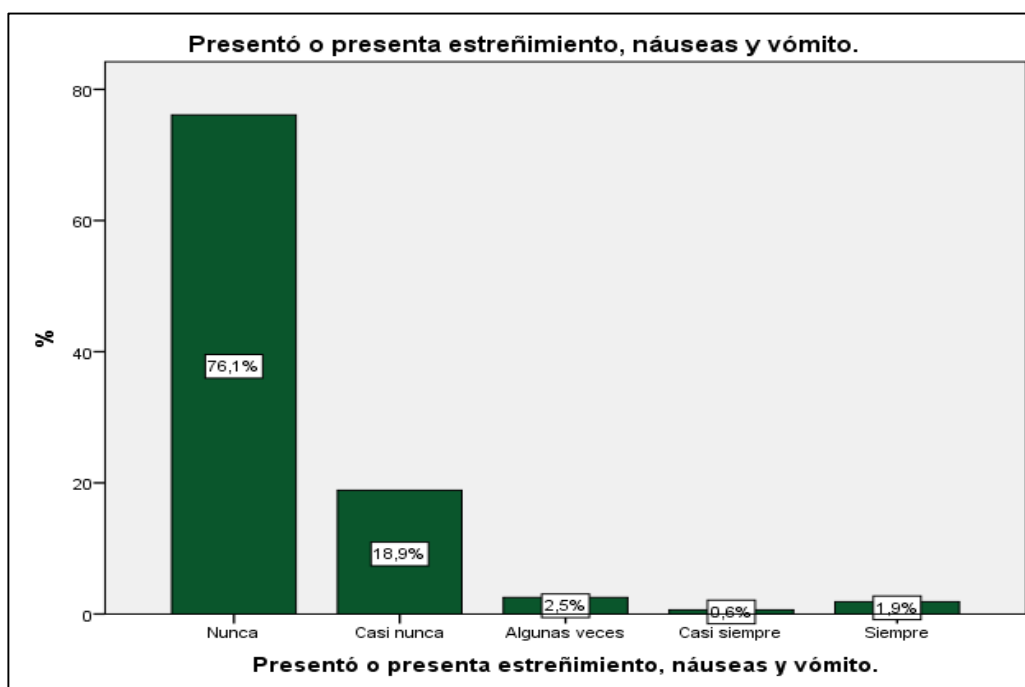


**Gráfico 7. Tuvo o tiene dolor abdominal y diarrea**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 73% nunca tuvieron o tiene dolor abdominal y diarrea; el 20.1% casi nunca tuvieron o tienen dolor abdominal y diarrea.

**Tabla 10. Presentó o presenta estreñimiento, náuseas y vómito.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	121	76,1
	Casi nunca	30	18,9
	Algunas veces	4	2,5
	Casi siempre	1	,6
	Siempre	3	1,9
	Total	159	100,0

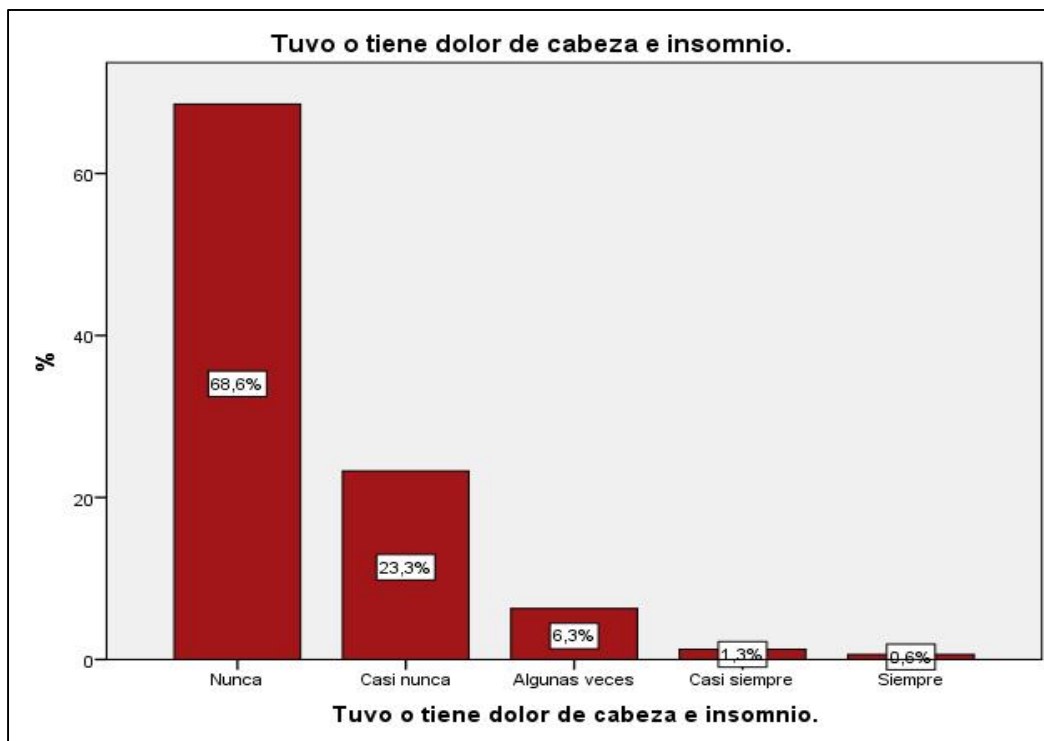


**Gráfico 8. Presentó o presenta estreñimiento, náuseas y vómito.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 76.1% nunca tuvieron o tienen estreñimiento, náuseas y vómito; el 18.3% casi nunca tuvieron o tienen estreñimiento, náuseas y vómito.

**Tabla 11. Tuvo o tiene dolor de cabeza e insomnio.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	109	68,6
	Casi nunca	37	23,3
	Algunas veces	10	6,3
	Casi siempre	2	1,3
	Siempre	1	,6
	Total	159	100,0

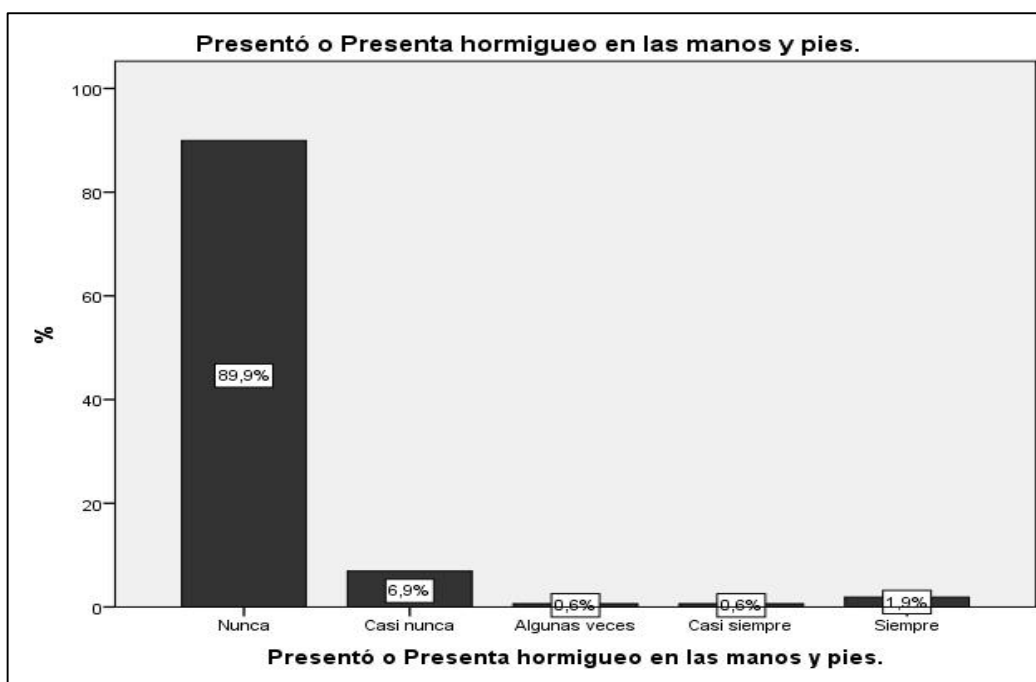


**Gráfico 9. Tuvo o tiene dolor de cabeza e insomnio.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 68.6% nunca tuvieron o tienen dolor de cabeza e insomnio; el 23.3% casi nunca tuvieron o tienen dolor de cabeza e insomnio

**Tabla 12. Presentó o presenta hormigueo en las manos y pies.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	143	89,9
	Casi nunca	11	6,9
	Algunas veces	1	,6
	Casi siempre	1	,6
	Siempre	3	1,9
	Total	159	100,0



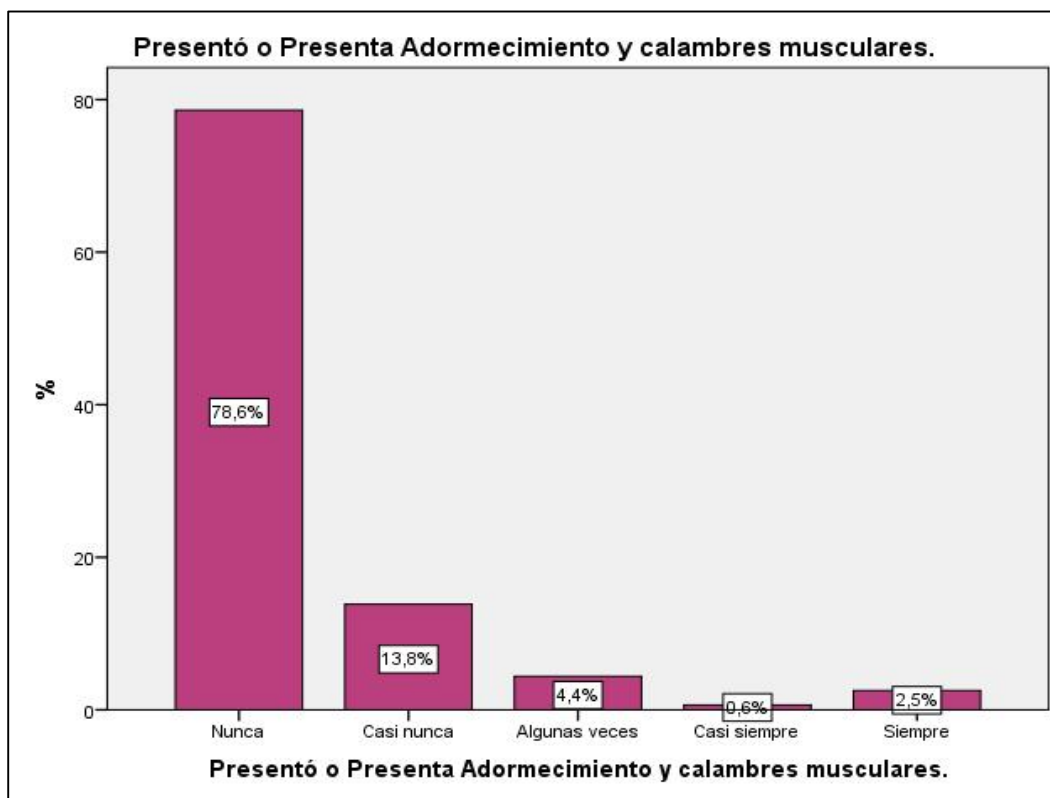
**Gráfico 10. Presentó o presenta hormigueo en las manos y pies.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 89.9% nunca tuvieron o tienen hormigueo en las manos y pies; el 6.9% casi nunca tuvieron o tienen hormigueo en las manos y pies.



**Tabla 13. Presentó o presenta adormecimiento y calambres en los musculares.**

		Cantidad	Porcentaje
Válid o	Nunca	125	78,6
	Casi nunca	22	13,8
	Algunas veces	7	4,4
	Casi siempre	1	,6
	Siempre	4	2,5
	Total	159	100,0

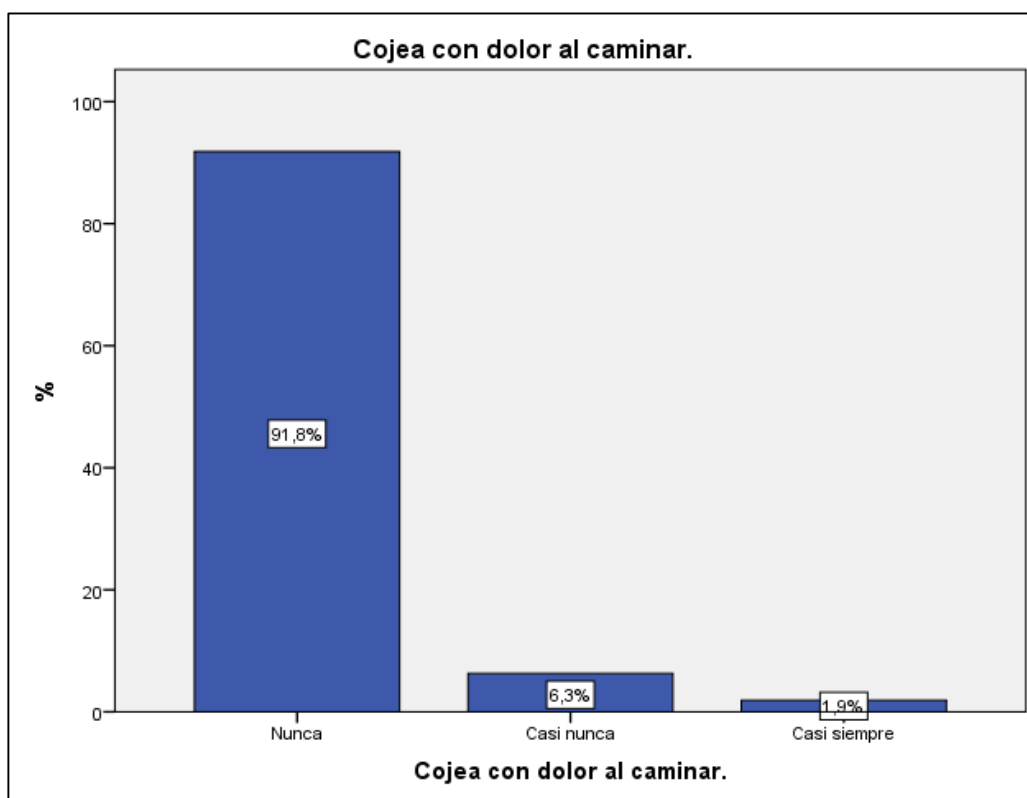


**Gráfico 11. Presentó o presenta adormecimiento y calambres musculares**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 78.6% nunca tuvieron o tienen adormecimiento y calambres musculares; el 6.9% casi nunca tuvieron o tienen adormecimiento y calambres musculares.

**Tabla 14. Cojea con dolor al caminar.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	146	91,8
	Casi nunca	10	6,3
	Casi siempre	3	1,9
	Total	159	100,0

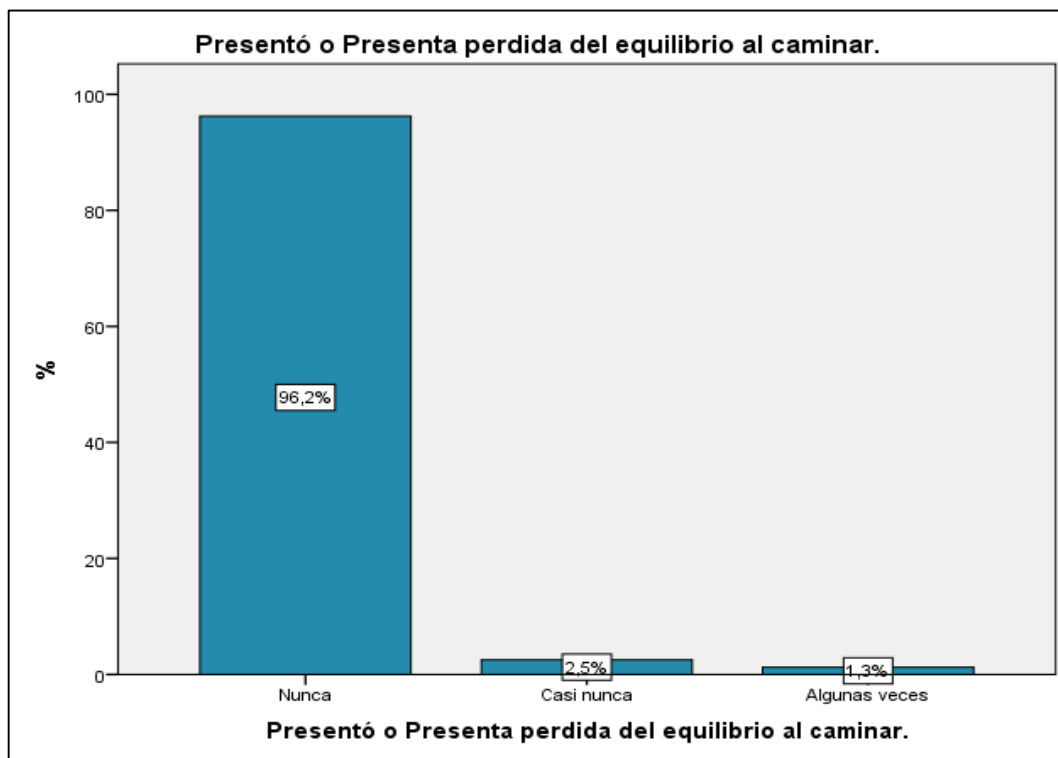


**Gráfico 12. Cojea con dolor al caminar.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 91.8% nunca cojea con dolor al caminar; el 6.9% casi nunca cojea con dolor al camina.

**Tabla 15. Presentó o Presenta perdida del equilibrio al caminar.**

		Cantidad	Porcentaje
Válid o	Nunca	153	96,2
	Casi nunca	4	2,5
	Algunas veces	2	1,3
	Total	159	100,0

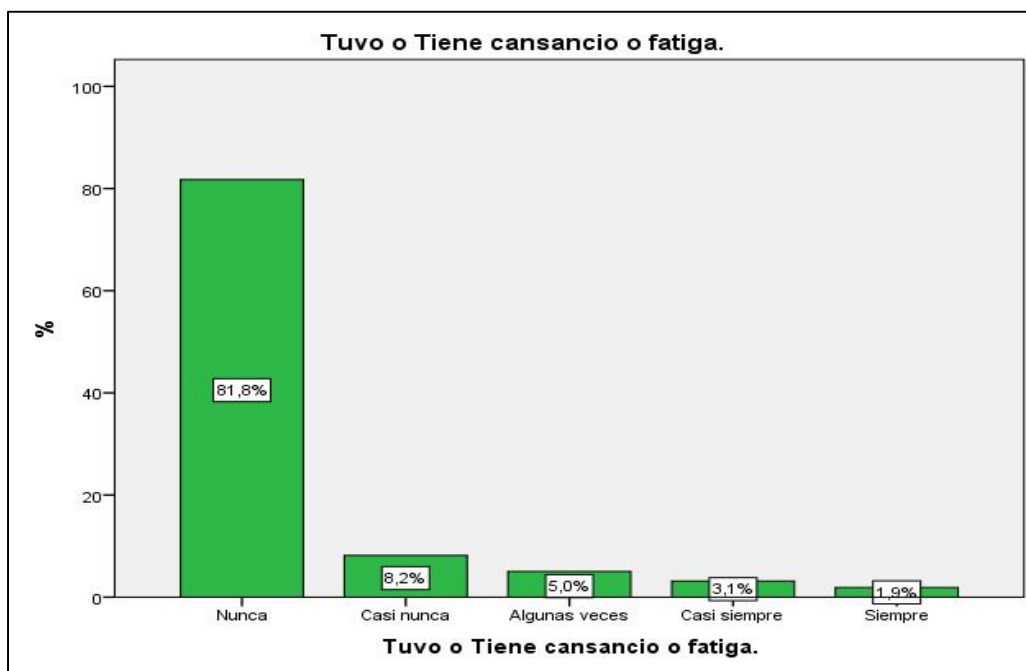


**Gráfico 13. Presentó o Presenta perdida del equilibrio al caminar.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 96.2% nunca presentaron o presentan perdida del equilibrio al caminar; el 2,5% casi nunca presentaron o presentan perdida del equilibrio al caminar.

**Tabla 16. Tuvo o Tiene cansancio o fatiga.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	130	81,8
	Casi nunca	13	8,2
	Algunas veces	8	5,0
	Casi siempre	5	3,1
	Siempre	3	1,9
	Total	159	100,0

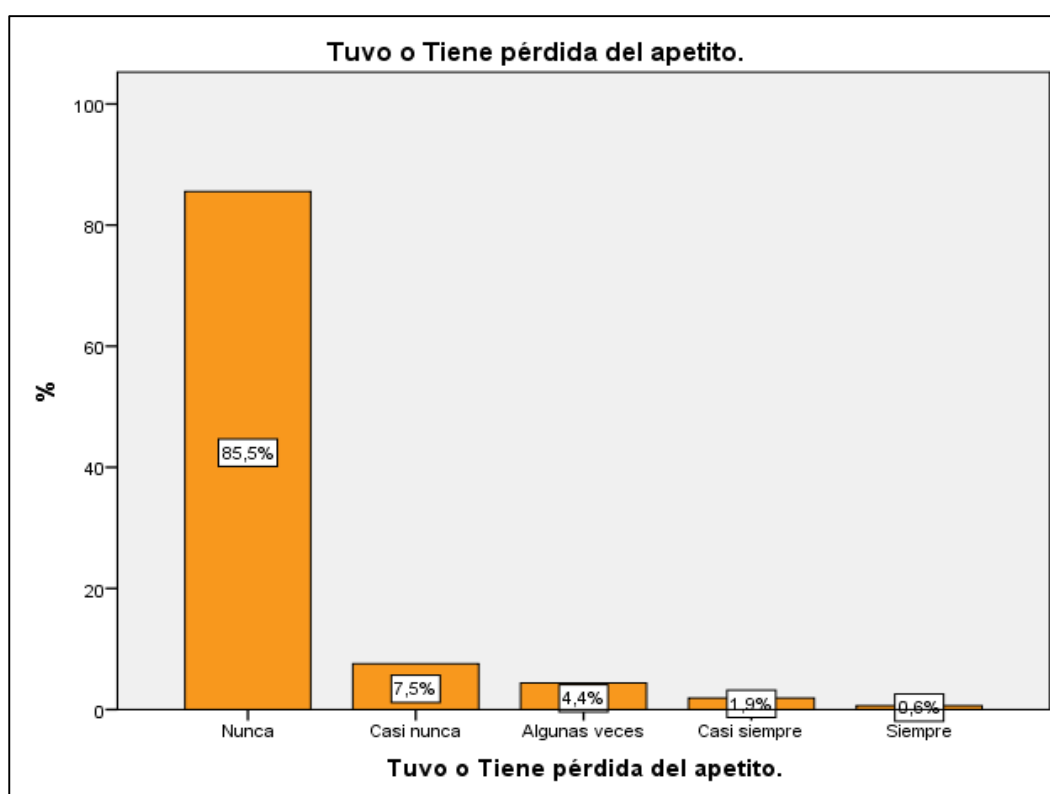


**Gráfico 14. Tuvo o Tiene cansancio o fatiga.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 81.8% nunca presentaron o presentan cansancio o fatiga; el 8.2% casi nunca presentaron o presentan cansancio o fatiga.

**Tabla 17. Tuvo o Tiene pérdida del apetito.**

	Cantidad	Porcentaje
Válido		
Nunca	136	85,5
Casi nunca	12	7,5
Algunas veces	7	4,4
Casi siempre	3	1,9
Siempre	1	,6
Total	159	100,0



**Gráfico 15. Tuvo o Tiene pérdida del apetito**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 85.5% nunca presentaron o presentan pérdida de apetito; el 7.5% casi nunca presentaron o presentan pérdida de apetito

**Tabla 18. Siente que ha perdido peso sin que quiera.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	144	90,6
	Casi nunca	8	5,0
	Algunas veces	1	,6
	Casi siempre	4	2,5
	Siempre	2	1,3
	Total		159

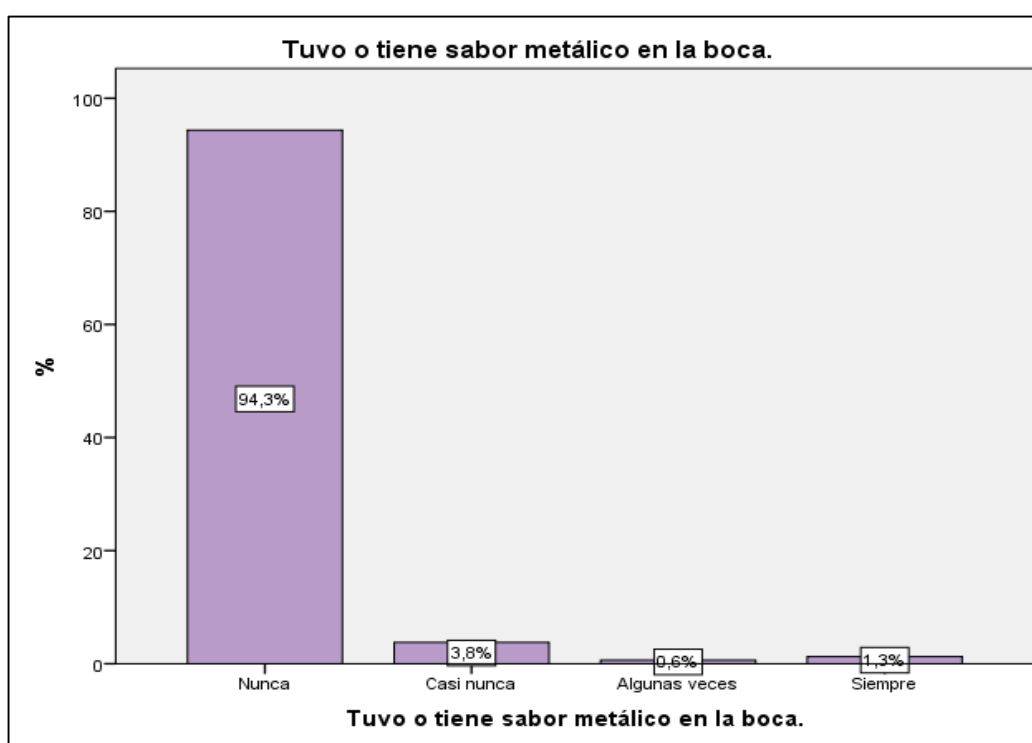


**Gráfico 16. Siente que ha perdido peso sin que quiera.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 90.6% nunca sintieron que ha perdido peso sin que quiera; el 5% casi nunca sintieron que ha perdido peso sin que quiera.

**Tabla 19. Tuvo o tiene sabor metálico en la boca.**

	Cantidad	Porcentaje
Válido		
Nunca	150	94,3
Casi nunca	6	3,8
Algunas veces	1	,6
Siempre	2	1,3
Total	159	100,0

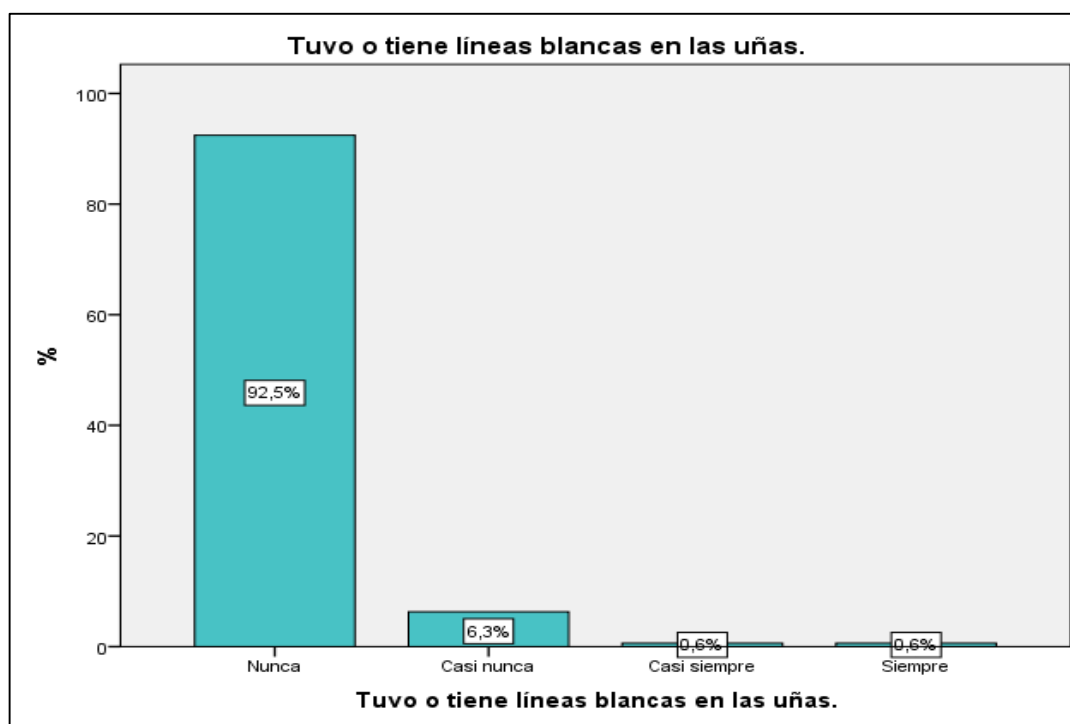


**Gráfico 17. Tuvo o tiene sabor metálico en la boca.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 85.5% nunca tuvieron sabor metálico en la boca; el 7.5% casi nunca tuvieron sabor metálico en la boca.

**Tabla 20. Tuvo o tiene líneas blancas en las uñas.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	147	92,5
	Casi nunca	10	6,3
	Casi siempre	1	,6
	Siempre	1	,6
	Total	159	100,0



**Gráfico 18. Tuvo o tiene líneas blancas en las uñas.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 92.5% nunca tuvieron líneas blancas en las uñas; el 6.3% casi nunca tuvieron líneas blancas en las uñas.



**Tabla 21. Tuvo o tiene manchas en la cara cuello y espalda.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	147	92,5
	Casi nunca	5	3,1
	Algunas veces	3	1,9
	Siempre	4	2,5
	Total	159	100,0

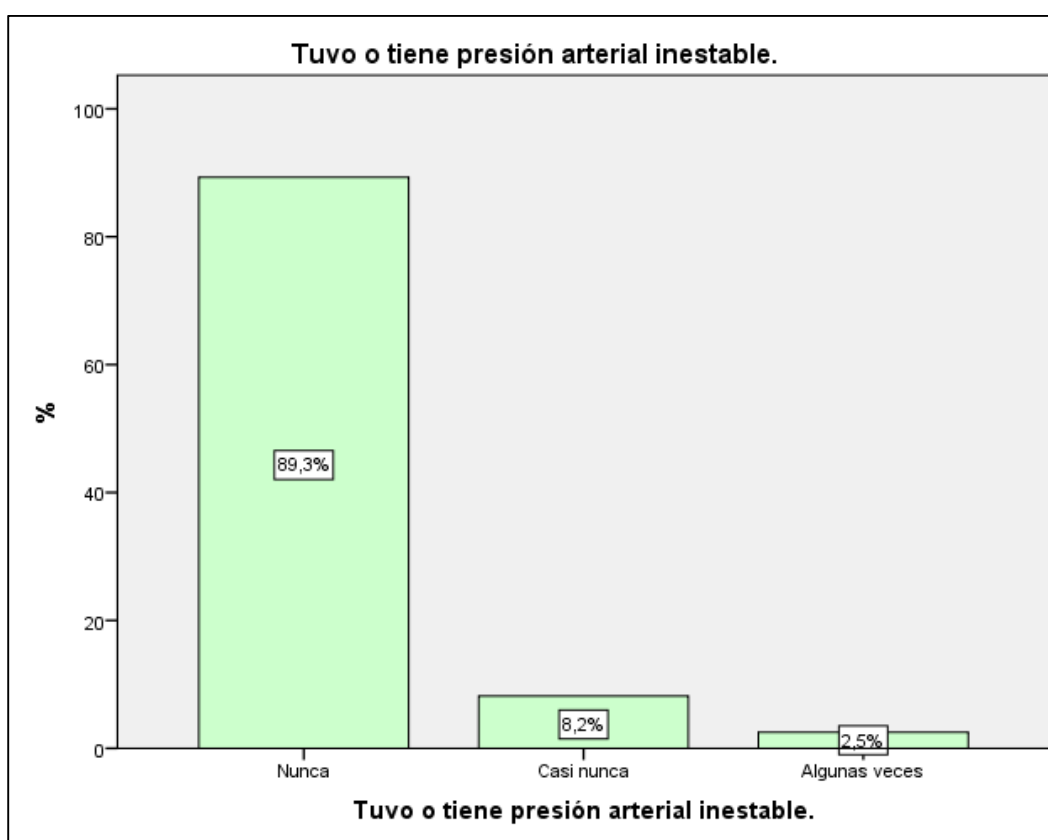


**Gráfico 19. Tuvo o tiene manchas en la cara cuello y espalda.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 92.5% nunca tuvieron manchas en la cara cuello y espalda; el 3.1% casi nunca tuvieron manchas en la cara cuello y espalda.

**Tabla 22. Tuvo o tiene presión arterial inestable.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	142	89,3
	Casi nunca	13	8,2
	Algunas veces	4	2,5
	Total	159	100,0

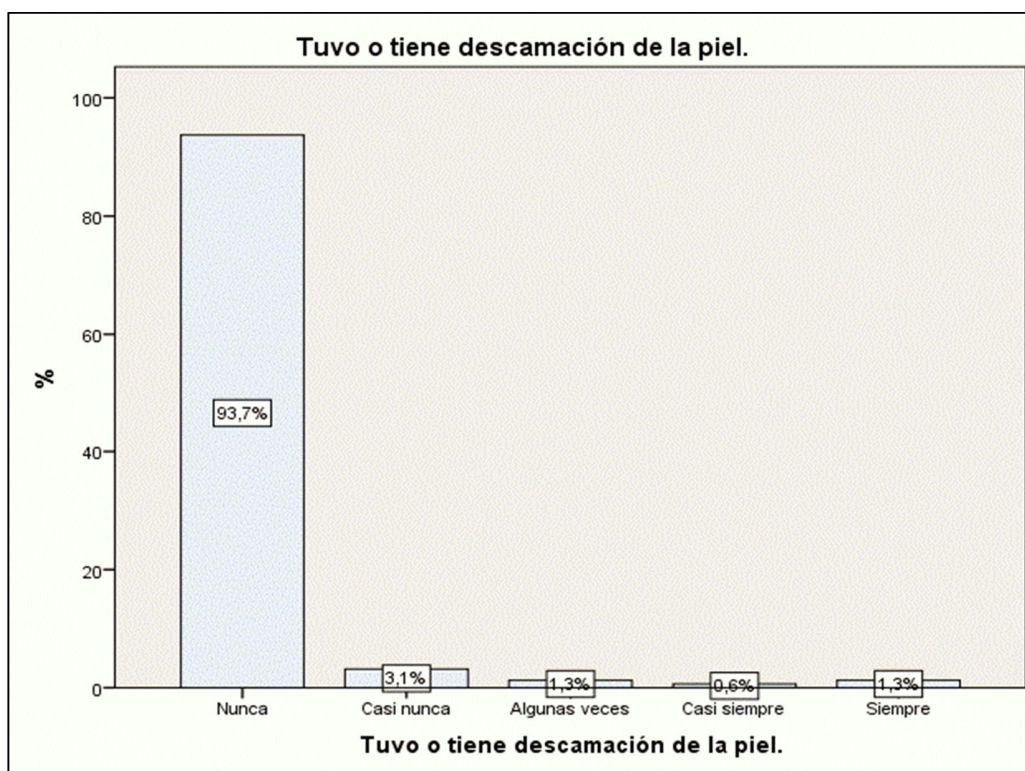


**Gráfico 20. Tuvo o tiene presión arterial inestable.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 92.5% nunca tuvieron manchas en la cara cuello y espalda; el 3.1% casi nunca tuvieron manchas en la cara cuello y espalda.

**Tabla 23. Tuvo o tiene descamación de la piel.**

		Cantidad	Porcentaje
Válid o	Nunca	149	93,7
	Casi nunca	5	3,1
	Algunas veces	2	1,3
	Casi siempre	1	,6
	Siempre	2	1,3
	Total	159	100,0

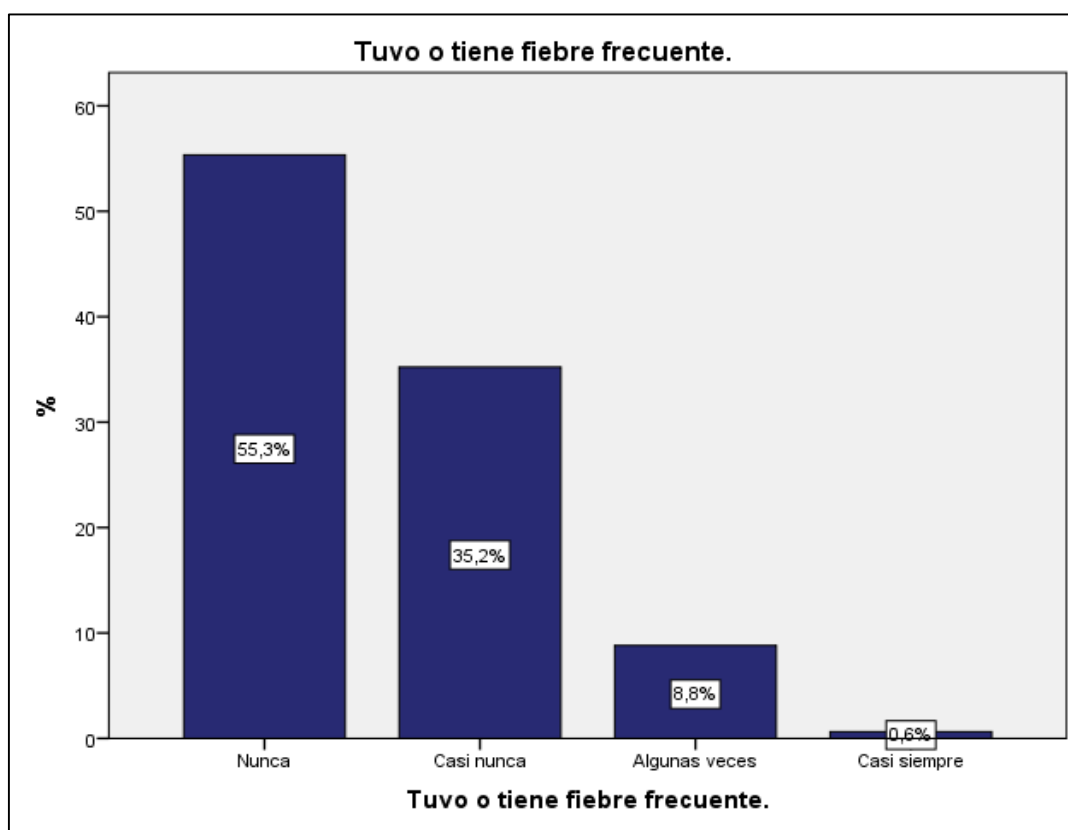


**Gráfico 21. Tuvo o tiene descamación de la piel.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 93.7% nunca tuvieron descamación de la piel; el 3.1% casi nunca tuvieron descamación de la piel.

**Tabla 24. Tuvo o tiene fiebre frecuente.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	88	55,3
	Casi nunca	56	35,2
	Algunas veces	14	8,8
	Casi siempre	1	,6
	Total	159	100,0

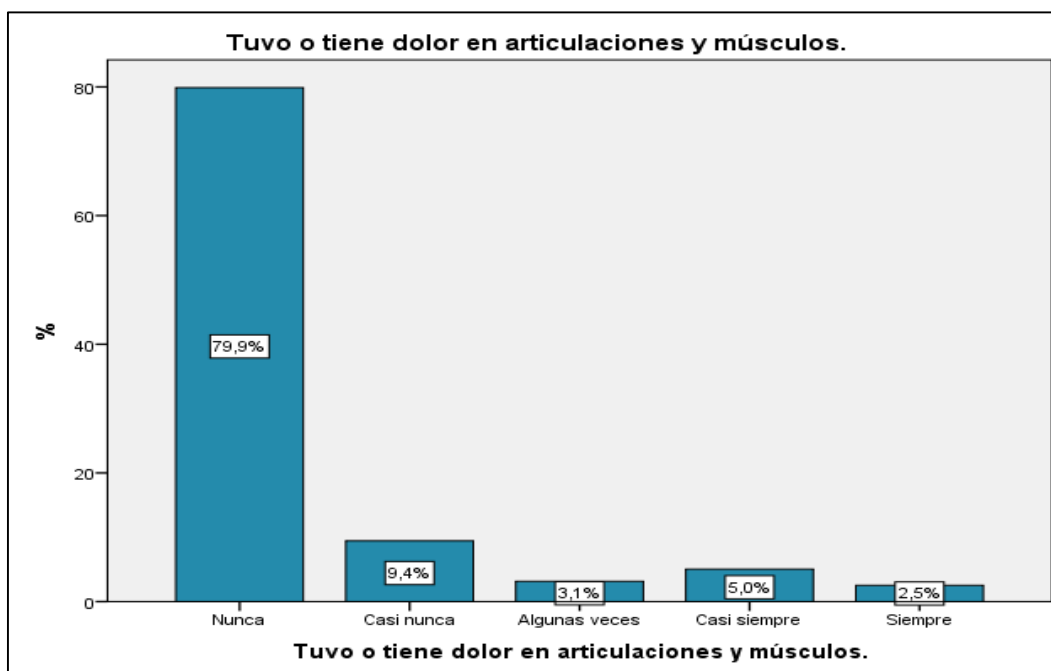


**Gráfico 22. Tuvo o tiene fiebre frecuente.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 55.3% nunca tuvieron fiebre frecuente; el 35.2% casi nunca tuvieron fiebre frecuente.

**Tabla 25. Tuvo o tiene dolor en articulaciones y músculos.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	127	79,9
	Casi nunca	15	9,4
	Algunas veces	5	3,1
	Casi siempre	8	5,0
	Siempre	4	2,5
	Total	159	100,0

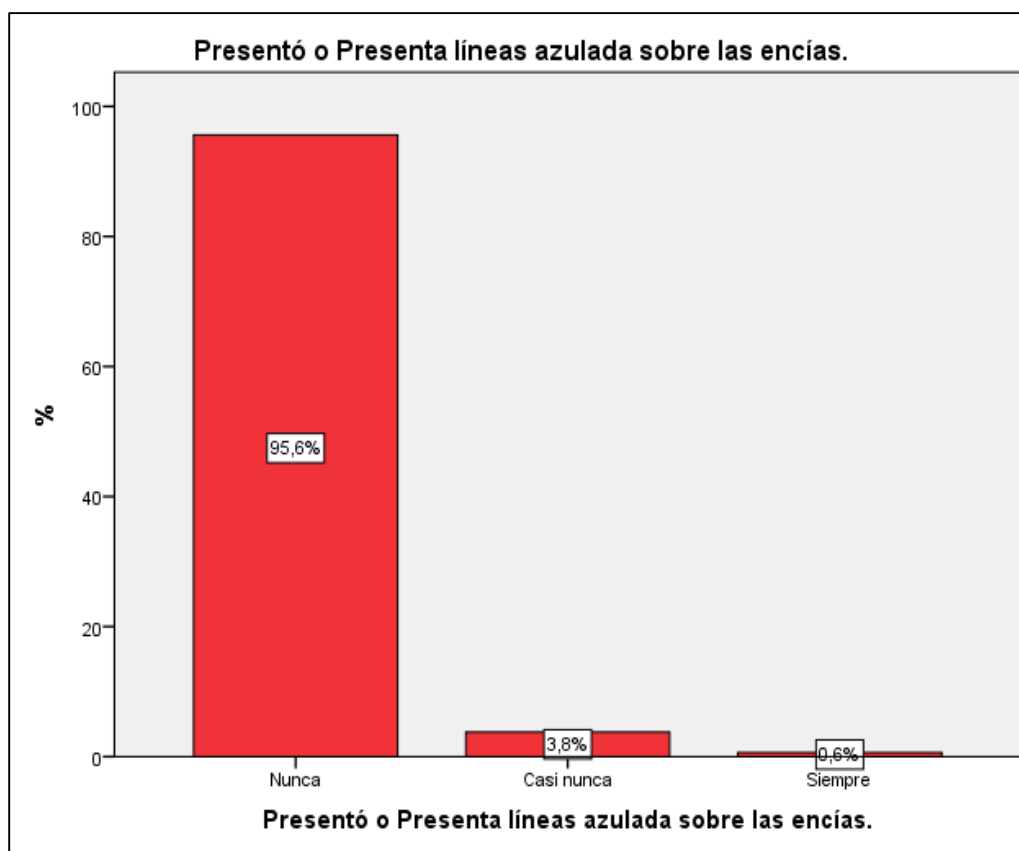


**Gráfico 23. Tuvo o tiene dolor en articulaciones y músculos.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 79.9% nunca tuvieron dolor en articulaciones y músculos; el 9.4% casi nunca tuvieron dolor en articulaciones y músculo.

**Tabla 26. Presentó o Presenta líneas azulada sobre las encías.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	152	95,6
	Casi nunca	6	3,8
	Siempre	1	,6
	Total	159	100,0

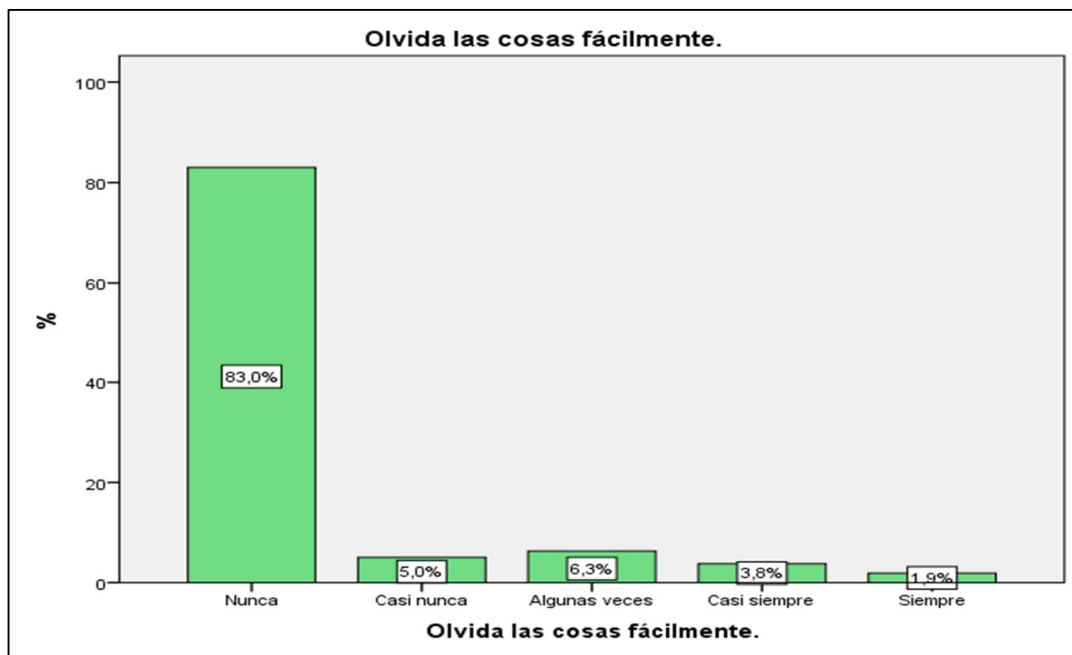


**Gráfico 24. Presentó o Presenta líneas azulada sobre las encías.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 79.9% nunca presentaron o presentan líneas azulada sobre las encías; el 9.4% casi nunca presentan o presentaron líneas azulada sobre las encías.

**Tabla 27. Olvida las cosas fácilmente.**

		Cantidad	Porcentaje
Válido	Nunca	132	83,0
	Casi nunca	8	5,0
	Algunas veces	10	6,3
	Casi siempre	6	3,8
	Siempre	3	1,9
	Total	159	100,0



**Gráfico 25. Olvida las cosas fácilmente.**

**Interpretación:** Del total de encuestados 159 (100%), el 79.9% nunca olvidan las cosas fácilmente; el 9.4% casi nunca olvidan las cosas fácilmente

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 Discusión de resultados

Los resultados del presente estudio muestran que la concentración de arsénico en leche cruda de vaca tiene una media de 0,08mg/Kg y 0,25mg/Kg para plomo. El estudio **De La Cueva F, et al. (2021)**, también determinaron la presencia de Pb y As en leche cruda, todas las muestras analizadas mostraron niveles de plomo, con una media de 0.208 mg/kg y arsénico en dos muestras con una media de 0.00003 mg/kg, sin embargo, las muestras de arsénico estuvieron por debajo del límite permitido por el Codex Alimentarius (0.01 mg/kg) en alimentos en general. De la Cueva F, et al. concluyeron que podría existir un área contaminada con plomo, por lo que se debe realizar seguimiento continuo en leche, y ampliar la investigación a las posibles fuentes de contaminación, como agua potable, agua de regadío, hierbas y alimentos que comen las vacas del lugar<sup>27</sup>. Así mismo nuestros resultados difieren con los de **Su C, et al (2021)** en su estudio midieron concentraciones de arsénico y plomo en leche cruda en consumidores cercanos a las fábricas de cuero en china, teniendo como resultado las siguientes concentraciones de arsénico y plomo en la leche fueron  $0.00043 \pm 0.00021$  y  $0.00286 \pm 0.00096$  mg / L, respectivamente, las concentraciones indicaron que estaban por debajo del umbral o de los límites permitidos<sup>34</sup>. En nuestro estudio las concentraciones de plomo en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay 2020 - 2021 fueron de una media de 0,25mg/Kg. Estos resultados presentan concentraciones mucho más altas que la investigación de **Milão T, et al. (2017)**, quienes concluyeron que las concentraciones de plomo variaron de 0,00212 a 0,03736mg/L. Los resultados indicaron contaminación de plomo en la leche de vaca por esta razón, es necesario realizar análisis rutinarios para cuantificar Pb<sup>28</sup>.

Respecto a las muestras analizadas en plomo el 100% superan los límites máximos permisibles establecidos por la OMS, mientras que del total de muestras analizadas de arsénico el 60% superan los límites máximos permisibles establecidos por la OMS. Nuestros resultados concuerdan con el estudio de **Pena et al. (2018)**, quienes concluyeron que la concentración de cadmio y plomo en la leche está fuera del límite permisibles por las organizaciones internacional como OMS, recomendando fiscalizar



el origen de la polución, como en las hortalizas, verduras, pastos y el agua que es consumida a través de los alimentos del ganado, para asegurar la inocuidad de la leche de vaca<sup>29</sup>. De acuerdo a nuestros resultados el arsénico tiene una media de 0,08mg/Kg superando los límites máximos permisibles en los cuales no concuerda con **Arianejad M, et al. (2015)** quienes evaluaron metales pesados a través de espectrometría de absorción atómica donde las concentraciones de As y Hg en las muestras analizadas estuvieron en los rangos de 0,015 a 0,0259mg/Kg y 0,007 a 0,015mg/Kg respectivamente, encontrándose las concentraciones en su totalidad dentro de los límites permisibles establecidos por el Codex Alimentarius<sup>35</sup>.

En nuestro estudio 86.8% de los encuestados nunca presentaron efectos de salud en relación a los signos y síntomas; el 8.8% casi nunca presentaron efectos, el 3.1% algunas veces, por último 1.3% casi siempre presentaron efectos en la salud. **Mohammadyan M. et al. (2019)** muestran en su estudio porcentajes de efectos más elevados que los nuestros. Indican que la mala calidad de sueño y los problemas de indigestión son producto de la exposición al plomo. La calidad del sueño de los trabajadores se midió mediante el cuestionario del índice de calidad del sueño de Pittsburgh (PSQI) y sus problemas digestivos se registraron en una lista de verificación. Este estudio mostró que el 67,5% de los sujetos tenían mala calidad del sueño, el 92,5% de la población en estudio padecía al menos un trastorno digestivo. Los trastornos digestivos como el hipo (85%) y las náuseas (67%) fueron más comunes entre los trabajadores expuestos al plomo<sup>36</sup>. Así mismo **Castro J, et al. (2021)** en los Andes centrales del Perú, señala que la industria metalúrgica es el principal origen de contaminación por metales pesados, y la concentración de plomo y cadmio en la leche obtenida en esta región supera el nivel máximo permitido, por lo que no es recomendable para el consumo de niños y adolescentes menores de 20 años. La ingesta de plomo a través de esta leche contaminada conlleva a un alto riesgo para la salud de niños y adolescentes, que posiblemente podría desencadenar en una serie de problemas de salud relacionados con su toxicidad<sup>37</sup>. Con respecto al estudio de **Yasotha A, et al. (2021)**, mencionaron que las exposiciones que se realizan en las industrias mineras nos llevan a una posible transmisión de metales pesados a las vacas desde su ámbito de cría (agua, planta), que pueden juntarse y originar posibles efectos

para la salud de los consumidores de leche<sup>38</sup>. Por su parte **Mathee A, et al (2021)**, refirieron que los metales pesados pueden causar efectos muy graves para la salud, el plomo incluye limitaciones en la inteligencia, efectos en la conducta y desarrollo, así como comportamiento agresivo o violento, el arsénico puede causar cambios en la piel, cáncer de piel, vejiga, hígado, pulmones y retrasos en el desarrollo intelectual y físico<sup>19</sup> por su parte **Chen X, et al. (2021)** determinaron que el plomo no sólo causa alteración del comportamiento neuropsiquiátrico de los trabajadores expuestos, sino que también modifica los síntomas gastrointestinales<sup>39</sup>. Así mismo **Caí Z. et al (2019)** relataron que “El arsénico (As) es un contaminante ambiental bien conocido. Se sabe que la exposición crónica a As aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, como aterosclerosis, hipertensión, diabetes y accidente cerebrovascular”<sup>40</sup>. Desde otro punto de vista **Castro N, et al (2021)**, indica que los metales pesados son absorbidos por vacas que ingieren hierbas y forrajes, que se transportan fácilmente a la leche de la vaca a través de la sangre, por ello es importante dar una adecuada alimentación que procedan de lugares libres de contaminación y provengan de granjas inocuas y limpias<sup>41</sup>. En su estudio **Zhou X, et al. (2021)** mencionaron que se necesita más investigaciones para esclarecer la relación entre la polución de la leche cruda por metales pesados y el medio ambiente del rebaño<sup>42</sup>.

Según la encuesta realizada en Huay Huay el 3.1% algunas veces presentaron efectos en la salud y el 1.3% casi siempre presentaron efectos en la salud lo cual representa un porcentaje bajo en efectos sobre la salud, esto puede deberse al tiempo de exposición y cantidad ingerida. **Lisboa T et al. (2019)** mencionan que “La cantidad de metales pesados absorbida en el cuerpo humano puede variar con el tamaño de las partículas, la solubilidad de los compuestos ingeridos y las características de las personas expuestas, como la edad, el sexo, el estado nutricional y la herencia”<sup>43</sup>. Por su parte **Charkiewicz A, et al. (2021)** concluye que el plomo es muy nocivo cuando se absorbe y se acumula en los órganos fundamentales del cuerpo, donde puede provocar una serie de síntomas que varían de individuo a individuo, el tiempo de exposición y la dosis<sup>44</sup>. Según **Mochizuki H. (2019)** los signos y síntomas causados por la polución de metales pesados suelen ser imprecisos. Por lo tanto, para reconocer a los pacientes que perciben problemas de salud causados por arsénico y plomo, se

necesita un enfoque multifacético, que incluya no solo análisis de laboratorios, sino también a médicos y especialistas de múltiples campos<sup>45</sup>. El estudio de **Boudebbouz A. et, al (2021)** refieren que la exposición a metales pesados tiene un efecto positivo en el desarrollo de enfermedades. También la actualización de la información y el seguimiento constante es imprescindible y aconsejable para evaluar los efectos de los metales pesados en estudios futuros<sup>46</sup>.

## 4.2 Conclusiones

- ❖ La concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca están por encima de los valores permitidos por la OMS y, la gran mayoría de los consumidores en el distrito de Huay Huay nunca presentaron efecto en la salud.
- ❖ La concentración media de arsénico en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay 2020 - 2021 es 0,08mg/Kg mayor significativamente que los máximos valores permisibles por la OMS.
- ❖ La concentración media de plomo en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay 2020 – 2021 es 0,25mg/Kg mayor significativamente que los máximos valores permisibles por la OMS.
- ❖ Del total de muestras analizadas, el 100% de plomo y 60% arsénico superan los límites máximos permisibles establecidos por la OMS.
- ❖ El 86.8% de los consumidores de leche de vaca en el distrito Huay Huay 2020 - 2021, nunca presentaron efectos sobre la salud en relación a los signos y síntomas; el 8.8% casi nunca, el 3.1% algunas veces, por último 1.3% casi siempre presentaron efectos sobre la salud.

### 4.3 Recomendaciones

- ❖ Se recomienda analizar más factores sociales y de hábitos que guarden relación con la concentración de plomo y arsénico en los consumidores de leche de vaca en el distrito Huay Huay 2020 - 2021.
- ❖ Ampliar la investigación realizando análisis de sangre en niños y adultos como también en agua y forrajes que se encuentren en la cercanía de las industrias mineras.
- ❖ Realizar un estudio con pobladores que hayan estado expuestos más de un año al arsénico y al plomo para tener resultados más certeros.
- ❖ Fomentar investigaciones o seguir la investigación para fortalecer más los resultados sobre la presencia de plomo y arsénico en diferentes localidades donde viven poblaciones expuestas sobre todo niños que vienen a ser más sensibles, vulnerables y de esta manera crear conciencia en la colectividad, entidades públicas y privadas, empresarios, autoridades para abordar un problema que está asociado con la salud pública y que hoy en día falta ser abordada como una política de salud.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Majumder A, Nayeem A, Islam M, Akter M, Cater G. Revision critica de la contaminación por plomo en Bangladesh. Salud contamina health & pollution [internet] 2021 [28 setiembre 2021] ; 17;11(31) Disponible en : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8383795/>
2. Chen Q, Desmarais T, Costa. Metales y mecanismos de carcinogénesis Annu Rev. pharmacol toxicol [internet] 2019 [28 setiembre 2021] 59;537-554 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6348465/>
3. Rebelo F, Dutra E. Arsénico, plomo, mercurio y cadmio: Toxicidad, niveles de la leche materna y riesgos para los lactantes amamantados. science direct [internet] 2016 [28 setiembre 2021] 151;671-688 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935116304704?via%3Dihub>
4. Bonilla A, Ramírez E. Relación entre los niveles urinarios de cadmio y mercurio y el estado de salud de los pobladores del distrito de huayhuay provincia de Yuli región Junín-Perú [Tesis para optar por el título Profesional de Químico farmacéutico]. Lima: Universidad María Auxiliadora; 2020. P.88.
5. Verduci E, Elios S, Cerrato L, Comberiat P, Calvani M, Palazzo S. et al. Sucedáneos de la leche de vaca para niños: aspectos nutricionales de la leche de diferentes especies de mamíferos, fórmulas especiales y bebidas a base de plantas. nutrients [internet]. 2019 [citado 18 ago 2021]; 11 (8): 01-10. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu11081739>.

6. Hernández D. Calidad de la leche pasteurizada en la Comarca Lagunera con respecto al contenido de Arsénico [tesis para obtener el título de ingeniero en procesos ambientales]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 2018. P.51.
7. González B, Recinos P. Determinación de la concentración de Plomo y Arsénico en agua para consumo animal y en leche cruda en cuatro ganaderías de El Salvador. [Tesis para optar el grado de licenciatura en Química y Farmacia]. El Salvador; Universidad de El Salvador Facultad de Química y Farmacia; 2015. P.87.
8. Martínez L. Soto G. Determinación de plomo en leche cruda de vaca del distrito de IHUARI – HUARAL –Universidad María Auxiliadora [Tesis para optar por el título de Químico farmacéutico]. Perú; Universidad María Auxiliadora; 2019. P.71.
9. Marangoni F, Pellengrino L, Verduci E, Ghiselli A, Bernabei R, Calvani R. Consumo y salud de la leche de vaca: una guía para profesionales de la salud. Rev. Del colegio americano de nutrición [internet]. 2019 [citado 12 abr 2021]; 38 (3): 197-208. Disponible en: doi: 10.1080 / 07315724.2018.1491016.
10. Muhib I, Zaman M, Jakarin N, Mostafizur M, Mashura, Zeenath. Investigation of heavy metal contents in Cow milk samples from area of Dhaka, Bangladesh. Art. International Journal of Food Contamination [internet]. 2016 [citado 11 jun 2021]; 3(16) Disponible en: doi: 10.1186/s40550-016-0039-1.
11. Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [internet] Roma: Portal lácteo; 2021. [citado 21 set 2021] Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>

12. Guetouache M, Guessas B, Medjekal S. Composition and nutritional value of raw milk. Rev. Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research [internet]. 2014 [citado 15 may 2021]; 2(10): 115- 122. Disponible en: <https://doi:10.15739/ibspr.005>.
13. 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. Art. Food Additives & Contaminants: Part B [internet]. 2015 [citado 20 may 2021]; 9(1):33–37. Disponible en: [doi:10.1080/19393210.2015.1114032](https://doi:10.1080/19393210.2015.1114032).
14. Sozanska B. Raw Cow's Milk and Its Protective Effect on Allergies and Asthma. Rev. Nutrients. [internet]. 2019 [citado 26 may 2021]; 11(2):469. Disponible en: <https://doi:10.3390/nu1102046>
15. Ju w, Ayah E, Chonghuai Y, Jian G, Envenenamiento infantil por plomo de productos domésticos en China: un estudio de caso con implicaciones para la práctica, la educación y las políticas. Art. Enfermería salud pública [internet]. 2019 [citado 10 jun 2021]; 36(6):806-812. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6829025/>
16. kumar A, Cabral PM, Ashish K, Aftab A, Gangavarapu S, Raju M, et al. Lead Toxicity: Health Hazards, Influence on Food Chain, and Sustainable Remediation Approaches. Int. J. Environ. Rev. Public Health [internet]. 2020 [citado 15 jun 2021]; 17(7):2179. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph17072179>
17. 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 [internet]. 2017 [citado 25 jun 2021]; 12(6):12. Disponible en: [doi: 10.1371/journal.pone.0179233](https://doi:10.1371/journal.pone.0179233).



18. Daley G, Pretorius C, Ungerer J. Lead Toxicity: An Australian Perspective. Clin Biochem Rev. [internet].2018[citado 28 jun 2021];39(4): 61–98. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6372192/>
19. Mathee A, Kootbodien T, Kapwata T, Naicker N. Concentrations of arsenic and lead in residential garden soil from four Johannesburg neighborhoods. Rev.El Sevier.Investigacion ambiental[internet].2018[citado 29 jun 2021];167.524-527. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.08.012>
20. Shannon H, Laurie RR, Kathrin L, Celia YC, Mark EB. Communicating Arsenic's Risks.Int. J. Environ. Res. Public Health [internet]. 2019[citado 29 jun 2021];16(18).3504. Disponible en:<https://www.mdpi.com/1660-4601/16/18/>
21. Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos CXS 193-1995 Enmenda, 2019. Codex Alimentarius: Normas internacionales de los alimentos[internet].2021[citado 19 jun 2021]; disponible en: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/>
22. 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. [internet].2018[citado 22 jul 2021]; 1;635:308-314. Disponible en: doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.04.138.
23. Tunegová M, Toman R, Tančin V. Heavy metals – environmental contaminants and their occurrence in different types of milk. Slovak J. Anim. Sci. [internet]. 2016[citado 15 jun 2021]; 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)

24. Pacco D. Determinación de metales pesados en leche y pelo de vacas de la cuenca del río Llallimayo melgar – Puno. [tesis para optar el título profesional de médico veterinario y zootecnista]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano;2018. P.83.
25. Velarde S, Jhon A. Determinación de metales pesados en leche de vaca, pasto y agua de la microcuenca del río Llallimayo, Melgar. [tesis para optar el título profesional de médico veterinario y zootecnista]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano;2021. P.87.
26. Sáez V, Lelio A. Presencia de metales pesados en la leche de consumo en el valle de Cajamarca, [tesis Para optar el Grado Académico de doctor en ciencias], Lima: Universidad Nacional de Cajamarca;2019. P.90.
27. De la cueva F, Naranjo A, Puga T B H, Aragón E. Presencia de metales pesados en leche cruda bovina de Machachi. Ecuador: La Granja, revista de ciencias de la vida. [internet].2021[citado 21 abr 2021];33(1):21-30. Disponible en. <https://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.02>
28. Milão T, Peres J, Felsner M, Justi K. Determinación directa de Pb en leche cruda mediante espectrometría de absorción atómica en horno de grafito Brasil.Rev. Elsevier.Química de alimentos [internet].2017[citado 20 may 2021];229(15):729-725.Disponible en. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.143>.
29. Pena S, Posadas D. Detection of Lead and Cadmium in Milk from Holstein Cattle Located in Mexico City. Ec Nutrition. [internet]. 2018[citado 29 jun 2021]; 13 (7): 450-454. Disponible en: <https://www.ecronicon.com/ecnu/pdf/ECNU-13-00481.pdf>.

30. Grenov B, Kim FM. Growth Components of Cow's Milk: Emphasis on Effects in Undernourished Children. *Ati. Alimentations y nutrition* [internet].2018 [citado 12 jun 2021];39(2):45-53.Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0379572118772766>
31. Daley G, Pretorius C, Ungerer J. Lead Toxicity: An Australian Perspective. *Clin Biochem Rev.*[internet].2021[citado 15 jun 2021];39(4):61–98. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6372192/>
32. Senila M, Cadar O, Miu L. Development and validation of a spectrometric method for the determination of Cd and Pb in zeolites and safety evaluation. *MDPI, Moléculas* [internet]. 2020 [28 setiembre 2021];25 (11), 2591.Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/11/2591/htm>
33. Hu B, Chen M, He M, Nan K, Xu Y, Xu C. Chapter Four - Separation Methods Applied to Arsenic Speciation. *Elservier Química analítica integral*[internet]. 2019 [27 setiembre 2021] ;85: 89-144. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166526X19300212>
34. Su C, Liu H, Qu X, Zhou X, Gao Y, Yang H. Heavy metals in raw milk and dietary exposure assessment in the vicinity of leather processing plants. *Springer link.* [internet].2020[citado 15 setiembre 2021]; 199;3303–3311.Dispoible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12011-020-02470-8>
35. Arianejad M, Alizadeh M, Bahrami A, Arefhoseini. Levels of some heavy metals in raw cow's milk from selected milk production sites in Iran: Are there any health concerns? *Health promotion perspect.* [internet].2015[citado 15 jun 2021]; 5(3): 176–182.Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4667257/>
36. Mohammadyan M, Moosazadeh M, Borji A, Khanjani A, Rahimi S. Lead exposure and its effect on sleep quality and digestive problems in soldier workers. *Environmental monitoring and evaluation.* [internet].2019[citado 15 setiembre

- 2021]; 184 (2019). Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-019-7298-2>
37. Castro J, Chirinos D, Rios E, Machuca M, Gonzales E. Dietary risk of milk contaminated with lead and cadmium in areas close to the mining-metallurgical industries in the Central Andes of Peru. *Ecotoxicology and environmental safety*. [internet].2021[citado 20 setiembre 2021];220. Disponible en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651321004942?via%3Dihub>
38. Yasotha A, Dabadé S, Pal V, Sivakumar T. Heavy metal risk assessment in milk from cows raised around industrial areas in India. *Environmental geochemistry and health*. [internet].2020[citado 17 setiembre 2021]; 43;1799–1815. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10653-020-00758-1>
39. Chen X, Wang X, Meng S, Zhang L, Wu L, Cao F. Analysis of neurotransmitters associated with neuropsychiatric status in workers after lead exposure. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. [internet] 2021 [citado 15 oct 2021]; 25:880-889. Disponible en: [https://DOI: 10.26355/eurrev\\_202101\\_24656](https://DOI: 10.26355/eurrev_202101_24656)
40. Caí z, Zhang Y, Zhang Y, Miao X, Li S, Yang H, Ling O. et al. Use of a human umbilical vein endothelial cell and mouse model to investigate the effect of arsenic exposure on vascular endothelial function and the associated role of calpains. *Environmental Health Perspective: investigation*. [internet] 2019 [citado 15 oct 2021]; 127 (7): 77003. Disponible en: <https://doi.org/10.1289/EHP4538>
41. Castro N, Calderon S, Torres M, Silva S, Gonzales F. Heavy metals in blood, milk and urine of cows reared in areas irrigated with sewage. *National Library of Medicine*. [internet].2021[citado 15 setiembre 2021]; 7(4) 06693. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8079447/>

42. Zhou X, Ou X, Zheng N, Su C, Wang J, Soyeyurt H. Large-scale study of the spatial variability within and between lead, arsenic contamination and cadmium from cow's milk in China. *The Sevier Enviromental Sciences*. [internet]. 2019 [citado 15 oct 2021]; 650(2),3054-3061.Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.094>
43. Lisboa T, Sousa K, Santos M, Sousa B, De Jesús, Acamara M, Oliveira M. Lead levels in human blood and the first evidence of environmental exposure to industrial pollutants in the Amazon Environ. Res. Public Health. [internet]. 2019[29 setiembre 2021];16 (17),3047.Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/17/3047>
44. Charkiewicz A, Backstrand J. Lead toxicity and contamination in Poland Int. J. Environ. Public health.[internet] .2020 [citado 15 oct 2021]; 17(12), 4385.Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph17124385>
45. Mochizuki H. Arsenic neurotoxicity in humans. *International Journal of Molecular Sciences*. [internet].2019 [citado 15 oct 2021]; 20(14), 3418.Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms20143418>
46. Boudebbouz A, Boudalia S, Bousbia A, Habila S, Boussadia M, Gueroui Y. Neither-Heavy Metal Veils in Raw Cow's Milk and Risk Assessment for health worldwide: a systematic review. *The Servier: Sciences environment total*[internet].2021 [citado 15 oct 2021]; 751: 141830. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141830>

## **ANEXOS**

**ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos.**

**ANEXO A1:** Ficha de recolección de datos para las concentraciones de arsénico y plomo.

N° de Muestras analizadas	Concentración de arsénico en leche	Concentración de plomo en leche	Observación
Muestra 01			
Muestra 02			
Muestra 03			
Muestra 04			
Muestra 05			
Muestra 06			
Muestra 07			
Muestra 08			
Muestra 09			
Muestra 10			
Muestra 11			
Muestra 12			
Muestra 13			
Muestra 14			
Muestra 15			
Muestra 16			
Muestra 17			
Muestra 18			
Muestra 19			
Muestra 20			

**ANEXO A2: Encuesta.**

**Encuesta de efectos sobre la salud en consumidores de leche cruda de vaca del distrito de Huay Huay región Junín – 2020 - 2021**

La presente encuesta se realizará los pobladores del distrito de Huay Huay, la procedencia de la información se mantendrá en estricta reserva.

**Instrucciones:** Marcar con un aspa (X) la alternativa que usted crea conveniente.

1	2	3	4	5
Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre

**I. DATOS DEMOGRAFICOS:**

1. **Edad:** .....
2. **Sexo:** Femenino: ( )                      Masculino: ( )
3. **Nivel de estudios:** Inicial: ( ) Primaria: ( ) Secundaria: ( ) Superior: ( )

<b>VARIABLE: EFECTOS EN LA SALUD</b>		<b>ESCALA</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>signos y síntomas</b>	1	Presentó o presenta irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe.				
	2	Tuvo o tiene dolor abdominal y diarrea.				
	3	Presentó o presenta estreñimiento, náuseas y vómito.				
	4	Tuvo o tiene dolor de cabeza e insomnio.				
	5	Presentó o Presenta hormigueo en las manos y pies.				
	6	Presentó o Presenta Adormecimiento y calambres musculares.				
	7	Cojea con dolor al caminar.				
	8	Presentó o Presenta perdida del equilibrio al caminar.				
	9	Tuvo o Tiene cansancio o fatiga.				
	10	Tuvo o Tiene pérdida del apetito.				
	11	Siente que ha perdido peso sin que quiera.				
	12	Tuvo o tiene sabor metálico en la boca.				
	13	Tuvo o tiene líneas blancas en las uñas.				
	14	Tuvo o tiene manchas en la cara cuello y espalda.				
	15	Tuvo o tiene presión arterial inestable.				
	16	Tuvo o tiene descamación de la piel.				
	17	Tuvo o tiene fiebre frecuente.				
	18	Tuvo o tiene dolor en articulaciones y músculos.				
	19	Presentó o Presenta líneas azulada sobre las encías.				
	20	Olvida las cosas fácilmente.				



## ANEXO B: Matriz de consistencia

“CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO Y PLOMO EN LECHE CRUDA DE VACA Y EL EFECTO EN LA SALUD DE LOS CONSUMIDORES DEL DISTRITO DE HUAY HUAY REGIÓN JUNÍN 2020 - 2021”					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA
¿Cuál es la concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca y el efecto en la salud de los consumidores del distrito Huay Huay 2020 - 2021?	Determinar la concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca y el efecto en la salud de los consumidores en el distrito de Huay Huay 2020 – 2021.	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	<b>I. TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b>  <b>Descriptiva:</b> porque se analizará las características de las variables en estudio (Concentraciones de plomo y arsénico). Y el efecto en la salud.  <b>Transversal:</b> ya que los datos serán recolectados en un tiempo determinado.  <b>Enfoque:</b> Mixto por que incluye las características de los enfoques cuantitativo y cualitativo.  <b>cuantitativo:</b> porque se medirá las muestras para definir las concentraciones de arsénico y plomo presentes en la leche cruda de vaca.  <b>cualitativo:</b> porque se medirá los efectos sobre la salud de los consumidores de Huay Huay.  <b>II. DISEÑO DE LA INVESTIGACION:</b>  Es experimental porque aborda las variables realizando intervención, se realizaron los análisis para determinar plomo y arsénico en leche cruda de vaca.
PROBLEMAS ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		Concentración de arsénico y plomo en Leche cruda de vaca	Concentración de arsénico y plomo.	
1. ¿Cuál es la concentración de arsénico en leche cruda de vaca en el distrito Huay Huay 2020 - 2021?	1. Determinar la concentración de arsénico en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay 2020 - 2021.	VARIABLE DEPENDIENTE	signos y síntomas	-irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe. - dolor abdominal y diarrea. - estreñimiento, náuseas y vómito. -dolor de cabeza e insomnio.	

<p>2. Cuál es la concentración de plomo en leche cruda de vaca en el distrito Huay Huay 2020 - 2021?</p> <p>3. ¿Qué porcentaje de las muestras analizadas superan los límites máximos permisibles de arsénico y plomo establecidos por la OMS</p> <p>4. ¿Cuál es el efecto sobre la salud en los consumidores de leche cruda de vaca del distrito Huay Huay 2020 – 2021.</p>	<p>2. Determinar la concentración de plomo en leche cruda de vaca en el distrito de Huay Huay 2020 - 2021.</p> <p>3. Evaluar qué porcentaje de las muestras analizadas superan los límites máximos permisibles de arsénico y plomo establecidos por la OMS</p> <p>4. Evaluar el efecto sobre la salud en los consumidores de leche cruda de vaca del distrito Huay Huay 2020 – 2021.</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- hormigueo en las manos y pies.</li> <li>- Adormecimiento y calambres musculares</li> <li>- dolor al caminar.</li> <li>- Pérdida del equilibrio.</li> <li>- cansancio o fatiga.</li> <li>- pérdida del apetito.</li> <li>- perdido peso.</li> <li>- sabor metálico.</li> <li>- líneas de Mee.</li> <li>pigmentación en la cara cuello y espalda.</li> <li>- presión arterial.</li> <li>descamación de la piel.</li> <li>- fiebre, dolor en articulaciones.</li> <li>- ribete de Burton.</li> <li>- olvido.</li> </ul>	<p><b>III. POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACION.</b></p> <p>Población: 100L de leche cruda de vaca del establo y 867 pobladores del distrito de Huay Huay 2020 - 2021.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>4Lml de leche cruda recolectadas de 20 vacas del distrito de Huay Huay.</p> <p>- 159 consumidores de leche de vaca del distrito de Huay Huay 2020 - 2021.</p> <p><b>IV. MÉTODOS:</b></p> <p>método analítico</p> <p><b>TÉCNICA:</b></p> <p>Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito y generador de hidruros.</p> <p>Encuesta.</p> <p><b>lugar de análisis:</b> Laboratorio CICOTOX – Facultad de Farmacia y Bioquímica – UNMSM</p> <p><b>Instrumento:</b></p> <p>questionario validado.</p> <p>Ficha de recolección de datos para arsénico y plomo.</p> <p>guía de procedimiento del Laboratorio CICOTOX – Facultad de Farmacia y Bioquímica – UNMSM</p>
--	--	--	--	---	--

## ANEXO C: Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE							
VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR FINAL	N° ITEM
<p><b>variable independiente</b></p> <p>Concentración de Plomo y arsénico.</p> <p><b>variable dependiente.</b></p> <p>Efectos sobre la salud.</p>	<p>Cuantitativa</p> <p>Cualitativa</p>	<p>Cantidad presente de arsénico y plomo en leche cruda de vaca del distrito de Huay Huay.</p> <p>Cambio que altera la salud del organismo al estar expuesto a una fuente de contaminación. El plomo y el arsénico son dos posibles contaminantes del suelo, en elevadas concentraciones puede conducir a la contaminación del medio ambiente e ingresar a la cadena alimentaria, asociados con efectos graves para la salud que incluyen reducciones en</p>	<p>Cantidad de arsénico y plomo permitidos según Organización Mundial de la Salud.</p> <p>presencia de signos y síntomas que sugieren alarma a la población expuesta a la contaminación de arsénico y plomo en el distrito de Huay Huay.</p>	<p>Límite permisible según la Organización Mundial de la Salud.</p> <p>signos y síntomas</p>	<p>Concentración de plomo Menor o igual a 0,02mg/kg.</p> <p>Concentración de arsénico menor o igual a 0.05mg/kg.</p> <p>-Irritación en la mucosa nasal, faringe y laringe.                      - Dolor abdominal y diarrea.                      - Estreñimiento, náuseas y vómito.                      -Dolor de cabeza e insomnio.                      - Hormigueo en las manos y pies.                      -Adormecimiento y calambres musculares                      - dolor al caminar.                      - Pérdida del equilibrio.                      - cansancio o fatiga.                      - pérdida del apetito.                      -perdido peso.                      - sabor metálico.                      - líneas de Mee.</p>	<p>Concentración de arsénico en leche cruda de vaca.</p> <p>Concentración de plomo en leche cruda de vaca.</p> <p>1-nunca                      2-casi nunca                      3-algunas veces                      4-casi siempre                      5-siempre</p>	<p>signos y síntomas (1 - 20)</p>

		la inteligencia, efectos en el equilibrio y hormigueo en las manos y pies, sabor metálico(plomo), así como cambios en la piel, pigmentación en la cara, presión arterial, anemia y pérdida del apetito y retrasos en el desarrollo (arsénico) <sup>19</sup> .			<ul style="list-style-type: none"><li>- pigmentación en la cara</li><li>- cuello y espalda.</li><li>- presión arterial.</li><li>- descamación de la piel.</li><li>-fiebre, dolor en articulaciones.</li><li>-ribete de Burton.</li><li>-olvida.</li></ul>		
--	--	---	--	--	---	--	--

## **ANEXO D: Consentimiento informado.**

**Título de la Investigación:** Concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca y el efecto de la salud en los consumidores del distrito de Huay Huay región Junín, 2020 – 2021.

**Investigadores principales:** Bethy Domenica Coronel Balcazar  
Marleny Villanueva Tinta

**Sede donde se realizará el estudio:** Distrito de Huay Huay Región Junín.

**Nombre del participante:** \_\_\_\_\_

A usted se le ha invitado a participar en este estudio de investigación. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados.

### 1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Actualmente los metales pesados como el arsénico y el plomo a nivel mundial representan una grave amenaza para la salud humana y el medio ambiente.

La presente investigación planteada se justifica teóricamente ya que ayudará no sólo a esclarecer la problemática causada por la actividad minera, sino que se brindará información científica comprobada de la realidad de la zona en cuanto al contenido de metales pesados que contiene la leche que es una de las principales causas de contaminación ambiental en el distrito de Huay-Huay.

### 2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Determinar la concentración de arsénico y plomo en leche cruda de vaca y el efecto en la salud de los consumidores en el distrito de Huay Huay 2020 – 2021

### 3. BENEFICIOS DEL ESTUDIO

Tiene la posibilidad de conocer los resultados de la investigación por los medios más adecuados y le puede ser de mucha utilidad en su actividad profesional.

### 4. PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

- Se realizó la presentación del entrevistador, y se le brindó la información necesaria del presente estudio de investigación.
- Se le entregó el consentimiento informado para que mediante su firma nos autorice su participación, posteriormente el participante realizó el llenado de la encuesta.

### 5. RIESGO ASOCIADO CON EL ESTUDIO

No existe riesgo por participar en este estudio.

### 6. CONFIDENCIALIDAD

Sus datos e identificación serán mantenidas con estricta reserva y confidencialidad por el grupo de investigadores. Los resultados serán publicados en diferentes revistas médicas, sin evidenciar material que pueda atentar contra su privacidad.

## 7. ACLARACIONES

- Es completamente **voluntaria** su decisión de participar en el estudio.
- En caso de no aceptar la invitación como participante, no habrá ninguna consecuencia desfavorable alguna sobre usted.
- Puede retirarse en el momento que usted lo desee, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, lo cual será respetada en su integridad.
- No tendrá que realizar gasto alguno durante el estudio. No recibirá pago por su participación.
- Para cualquier consulta usted puede comunicarse con: Bethy Domenica Coronel Balcazar, al correo electrónico: [bethy199@hotmail.com](mailto:bethy199@hotmail.com) ; Marleny Villanueva Tinta, al correo electrónico: [marle\\_villanuevat@hotmail.com](mailto:marle_villanuevat@hotmail.com).
- Sí considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación en el estudio, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado dispuesto en este documento.

## 8. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación en forma **voluntaria**. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante: \_\_\_\_\_

Documento de identidad: \_\_\_\_\_

Nombre y apellidos del investigador: \_\_\_\_\_

Firma del investigador: \_\_\_\_\_

Documento de identidad: \_\_\_\_\_

Nombre y apellidos del testigo: \_\_\_\_\_

Firma del testigo: \_\_\_\_\_

Documento de identidad: \_\_\_\_\_

Lima, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2021

## ANEXO E: Documentos obtenidos para desarrollo de la investigación.

ANEXO E1: Carta de autorización.



UNIVERSIDAD MARÍA AUXILIADORA

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

San Juan de Lurigancho 27 de enero del 2022

**CARTA N°25-2022/ EPFYB-UMA**

Sr.  
**CRISANTO AYLAS ARROYO**  
Presidente de la comunidad de Huay Huay  
**Presente. =**

CRISANTO AYLAS ARROYO  
PRESIDENTE  
DNI 21209611

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo en nombre propio y de la Universidad María Auxiliadora, a quien represento en mi calidad de Director de la Escuela de Farmacia y Bioquímica.

Sirva la presente para pedir su autorización a que los bachilleres: VILLANUEVA TINTA, Marleny DNI 44290424 Y CORONEL BALCAZAR, Bethy Domenica, DNI 42788330 puedan recopilar datos para su proyecto de tesis titulado : **"CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO Y PLOMO EN LECHE CRUDA DE VACA Y EL EFECTO DE LA SALUD EN LOS CONSUMIDORES DEL DISTRITO DE HUAY HUAY REGIÓN JUNÍN, 2020 – 2021"**.

Sin otro particular, hago propicio la ocasión para expresarle los sentimientos de mi más alta consideración y estima.

Atentamente,

Dr. Jhonneth Semanego Joaquin  
Director de la Escuela Profesional de  
Farmacia y Bioquímica

Av. Canto Bello 431, San Juan de Lurigancho  
Telf: 389 1212  
www.umaperu.edu.pe

ANEXO E2: Validación del instrumento de recolección de datos.

**Validación de instrumentos de recolección de datos**

UNIVERSIDAD MARÍA AUXILIADORA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE SALUD  
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

**FICHA DE VALIDACIÓN**

Nombre del instrumento de evaluación	Encuesta
Tesistas	Bethy Doménica Coronel Balcázar Marleny Villanueva Tinta
Título de investigación: "CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO Y PLOMO EN LECHE CRUDA DE VACA Y EL EFECTO EN LA SALUD DE LOS CONSUMIDORES DEL DISTRITO DE HUAY HUAY REGIÓN JUNÍN - 2020"	

**I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

PREGUNTAS PARA EL EVALUADOR	Menos de 50	50	60	70	80	90	100
7. ¿En qué porcentaje estima usted que con esta prueba se logrará el objetivo propuesto?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
8. ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
9. ¿Qué porcentaje de los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
10. ¿En qué porcentaje, los ítems de la prueba son de fácil comprensión?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
11. ¿En qué porcentaje los ítems siguen una secuencia lógica?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
12. ¿En qué porcentaje valora usted que con esta prueba se obtendrán datos similares en otras muestras?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)

**II. SUGERENCIAS**

4. ¿Qué ítems considera usted que deberían agregarse  
Ninguno
5. ¿Qué ítems considera usted que podrían eliminarse?  
Ninguno
6. ¿Qué ítems considera usted que deberían reformularse o precisarse mejor?  
Ninguno

Fecha: 03 de julio de 2021

Validado por: Mg. Costilla García Edgard Luis

  
EDGARD LUIS COSTILLA GARCÍA  
QUÍMICO FARMACÉUTICO  
C.O.F.P. 11504



**Validación de instrumentos de recolección de datos**

UNIVERSIDAD MARÍA AUXILIADORA  
 FACULTAD DE CIENCIAS DE SALUD  
 Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

**FICHA DE VALIDACIÓN**

Nombre del instrumento de evaluación	Encuesta
Tesistas	Bethy Doménica Coronel Balcázar Marleny Villanueva Tinta
Título de investigación: "CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO Y PLOMO EN LECHE CRUDA DE VACA Y EL EFECTO EN LA SALUD DE LOS CONSUMIDORES DEL DISTRITO DE HUAY HUAY REGIÓN JUNÍN - 2020"	

**I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

PREGUNTAS PARA EL EVALUADOR	Menos de 50	50	60	70	80	90	100
13. ¿En qué porcentaje estima usted que con esta prueba se logrará el objetivo propuesto?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
14. ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
15. ¿Qué porcentaje de los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
16. ¿En qué porcentaje, los ítems de la prueba son de fácil comprensión?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
17. ¿En qué porcentaje los ítems siguen una secuencia lógica?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)
18. ¿En qué porcentaje valora usted que con esta prueba se obtendrán datos similares en otras muestras?	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(x)

**II. SUGERENCIAS**

7. ¿Qué ítems considera usted que deberían agregarse  
Ninguno
8. ¿Qué ítems considera usted que podrían eliminarse?  
Ninguno
9. ¿Qué ítems considera usted que deberían reformularse o precisarse mejor?  
Ninguno

Fecha: 05 de julio de 2021

Validado por: Mg. Enrique Montánchez Mercado



**Validación de instrumentos de recolección de datos**

UNIVERSIDAD MARÍA AUXILIADORA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE SALUD  
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

**FICHA DE VALIDACIÓN**

Nombre del instrumento de evaluación	Encuesta
Tesistas	Bethy Doménica Coronel Balcázar Marleny Villanueva Tinta
Título de investigación: "CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO Y PLOMO EN LECHE CRUDA DE VACA Y EL EFECTO EN LA SALUD DE LOS CONSUMIDORES DEL DISTRITO DE HUAY HUAY REGIÓN JUNÍN - 2020"	

**I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

PREGUNTAS PARA EL EVALUADOR	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)

**II. SUGERENCIAS**

- ¿Qué ítems considera usted que deberían agregarse?  
Ninguno
- ¿Qué ítems considera usted que podrían eliminarse?  
Ninguno
- ¿Qué ítems considera usted que deberían reformularse o precisarse mejor?  
Ninguno

Fecha: 13 de julio de 2021

Validado por: Mg. Óscar Flores López



Mg. Óscar Flores López  
QUIMICO FARMACEUTICO  
C. O. P. 1978  
DNI. 4119881

## ANEXO F: Certificado de análisis del laboratorio.



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



Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la Gestión Ambiental

**CICOTOX**

Nº	92072	-	92081
----	-------	---	-------

### PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

**SOLICITANTE:** Srta. Marleny Villanueva Tinta y Srta. Bethy Domenica Coronel Balcázar

**TESIS:** Determinación de las concentraciones de Arsénico y Plomo en leche cruda de vaca y el riesgo de salud en los consumidores del Distrito de Huay Huay

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 30 DE ENERO DE 2020 HORA: 11:50 a.m.

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 31 DE JULIO DE 2020 HORA: 09:30 a.m.


**FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS:** 14 DE AGOSTO DE 2020 HORA: 03:20 p.m.

**MÉTODO:** Determinación de Arsénico por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Generador de Hidruros

**OBSERVACIONES:** Muestras agotadas en los análisis.

Nº ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
92072	Leche de vaca 1	Cuantificación de Arsénico	0.036 mg/mL
92073	Leche de vaca 2	Cuantificación de Arsénico	0.024 mg/mL
92074	Leche de vaca 3	Cuantificación de Arsénico	0.039 mg/mL
92075	Leche de vaca 4	Cuantificación de Arsénico	0.028 mg/mL
92076	Leche de vaca 5	Cuantificación de Arsénico	0.117 mg/mL
92077	Leche de vaca 6	Cuantificación de Arsénico	0.047 mg/mL
92078	Leche de vaca 7	Cuantificación de Arsénico	0.070 mg/mL
92079	Leche de vaca 8	Cuantificación de Arsénico	0.050 mg/mL
92080	Leche de vaca 9	Cuantificación de Arsénico	0.023 mg/mL
92081	Leche de vaca 10	Cuantificación de Arsénico	0.131 mg/mL

Lima, 14 de agosto de 2020

  
 Director del CICOTOX  
 Dr. José A. Apóstegui Infantes  
 Esp. Toxicología y Química Legal  
 COFP N° 06538 RNE N° 0240  
 DNI N° 09359857



  
 Analista  
 Q.F. Americo Figueroa Vargas

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

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú  
 Teléfono: (511) 328-7700 / Ap. Postal 4559 - Lima 1  
 E-mail: [cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe](mailto:cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe) <http://farmacia.unmsm.edu.pe>



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



**Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la Gestión Ambiental**  
**CICOTOX**

N°	92082	-	92091
----	-------	---	-------

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO**

**SOLICITANTE:** Srta. Marleny Villanueva Tinta y Srta. Bethy Doménica Coronel Balcázar

**TESIS:** Determinación de las concentraciones de Arsénico y Plomo en leche cruda de vaca y el riesgo de salud en los consumidores del Distrito de Huay Huay

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 30 DE ENERO DE 2020 HORA: 11:50 a.m.

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 31 DE JULIO DE 2020 HORA: 09:30 a.m.

**FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS:** 14 DE AGOSTO DE 2020 HORA: 03:20 p.m.

**MÉTODO:** Determinación de Arsénico por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Generador de Hidruros

**OBSERVACIONES:** Muestras agotadas en los análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
92082	Leche de vaca 11	Cuantificación de Arsénico	0.191 mg/mL
92083	Leche de vaca 12	Cuantificación de Arsénico	0.089 mg/mL
92084	Leche de vaca 13	Cuantificación de Arsénico	0.165 mg/mL
92085	Leche de vaca 14	Cuantificación de Arsénico	0.079 mg/mL
92086	Leche de vaca 15	Cuantificación de Arsénico	0.115 mg/mL
92087	Leche de vaca 16	Cuantificación de Arsénico	0.090 mg/mL
92088	Leche de vaca 17	Cuantificación de Arsénico	0.058 mg/mL
92089	Leche de vaca 18	Cuantificación de Arsénico	0.049 mg/mL
92090	Leche de vaca 19	Cuantificación de Arsénico	0.108 mg/mL
92091	Leche de vaca 20	Cuantificación de Arsénico	0.064 mg/mL

Lima, 14 de agosto de 2020

  
 Director del CICOTOX  
 Dr. José A. Apesteigua Infantes  
 Esp. Toxicología y Química Legal  
 CQFP N° 06538 RNE N° 0240  
 DNI N° 09359857



  
 Analista  
 Q.E. Americo Figueroa Vargas

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

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico – Lima 1 – Perú  
 Teléfono: (511) 328-7700 / Ap. Postal 4559 – Lima 1  
 E-mail: cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>





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



Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la Gestión Ambiental

**CICOTOX**

Nº	92052	-	92061
----	-------	---	-------

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO**

**SOLICITANTE:** Srta. Marieny Villanueva Tinta y Srta. Bethy Doménica Coronel Balcázar

**TESIS:** Determinación de las concentraciones de Arsénico y Plomo en leche cruda de vaca y el riesgo de salud en los consumidores del Distrito de Huay Huay

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 30 DE ENERO DE 2020 **HORA:** 11:50 a.m.

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 31 DE JULIO DE 2020 **HORA:** 09:30 a.m.

**FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS:** 14 DE AGOSTO DE 2020 **HORA:** 03:20 p.m.

**MÉTODO:** Determinación de Plomo por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Horno de Grafito.

**OBSERVACIONES:** Muestras agotadas en los análisis.

Nº ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
92052	Leche de vaca 1	Cuantificación de Plomo	0.234 mg/Kg
92053	Leche de vaca 2	Cuantificación de Plomo	0.118 mg/Kg
92054	Leche de vaca 3	Cuantificación de Plomo	0.127 mg/Kg
92055	Leche de vaca 4	Cuantificación de Plomo	0.138 mg/Kg
92056	Leche de vaca 5	Cuantificación de Plomo	0.243mg/Kg
92057	Leche de vaca 6	Cuantificación de Plomo	0.141 mg/Kg
92058	Leche de vaca 7	Cuantificación de Plomo	0.516 mg/Kg
92059	Leche de vaca 8	Cuantificación de Plomo	0.189 mg/Kg
92060	Leche de vaca 9	Cuantificación de Plomo	0.153 mg/Kg
92061	Leche de vaca 10	Cuantificación de Plomo	0.184 mg/Kg

Lima, 14 de agosto de 2020

Director del CICOTOX  
 Dr. José A. Apesteguía Infantes  
 Esp. Toxicología y Química Legal  
 CQFP N° 06538 RNE N° 0240  
 DNI N° 09359857



Analista  
 Q.F. Americo Figueroa Vargas

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

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico – Lima 1 – Perú  
 Teléfono: (511) 328-7700 / Ap. Postal 4559 – Lima 1  
 E-mail: cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>



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



**Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la Gestión Ambiental**  
**CICOTOX**

Nº 92062 - 92071

**PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO**

**SOLICITANTE:** Srta. Marleny Villanueva Linta y Srta. Bethy Domenica Coronel Balcazar  
**TESIS:** Determinación de las concentraciones de Arsénico y Plomo en leche cruda de vaca y el riesgo de salud en los consumidores del Distrito de Huay Huay  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 30 DE ENERO DE 2020 HORA: 11:50 a.m.  
**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 31 DE JULIO DE 2020 HORA: 09:30 a.m.  
**FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS:** 14 DE AGOSTO DE 2020 HORA: 03:20 p.m.

**MÉTODO:** Determinación de Plomo por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Horno de Grafito.  
**OBSERVACIONES:** Muestras agotadas en los análisis.

Nº ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
92062	Leche de vaca 11	Cuantificación de Plomo	0.168mg/Kg
92063	Leche de vaca 12	Cuantificación de Plomo	0.154 mg/Kg
92064	Leche de vaca 13	Cuantificación de Plomo	0.148 mg/Kg
92065	Leche de vaca 14	Cuantificación de Plomo	0.528mg/Kg
92066	Leche de vaca 15	Cuantificación de Plomo	0.124 mg/Kg
92067	Leche de vaca 16	Cuantificación de Plomo	0.142 mg/Kg
92068	Leche de vaca 17	Cuantificación de Plomo	0.661 mg/Kg
92069	Leche de vaca 18	Cuantificación de Plomo	0.136 mg/Kg
92070	Leche de vaca 19	Cuantificación de Plomo	0.795 mg/Kg
92071	Leche de vaca 20	Cuantificación de Plomo	0.121 mg/Kg

Lima, 14 de agosto de 2020

Director de CICOTOX  
 Dr. José A. Apóstegua Infantes  
 Esp. Toxicología y Química Legal  
 CQFP N° 06538 RNE N° 0240  
 DNI N° 09359857



Analista  
 Q.F. Americo Figueroa Vargas

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

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú  
 Teléfono: (511) 328-7700 / Ap. Postal 4559 - Lima 1  
 E-mail: cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe http://farmacia.unmsm.edu.pe

## ANEXO G: Evidencias fotográficas del trabajo de campo

**Figura 1.** Panel fotográfico de visita al establo de Huay Huay, 16-01-2020.



**Figura 1. A:** Vista exterior del establo de Huay Huay, 16-01-2020.



**Figura 1. B:** Vista interior del establo de Huay Huay, 16-01-2020.



**Figura 2.** Panel fotográfico de la recolección de la muestra, 29-01-2020.



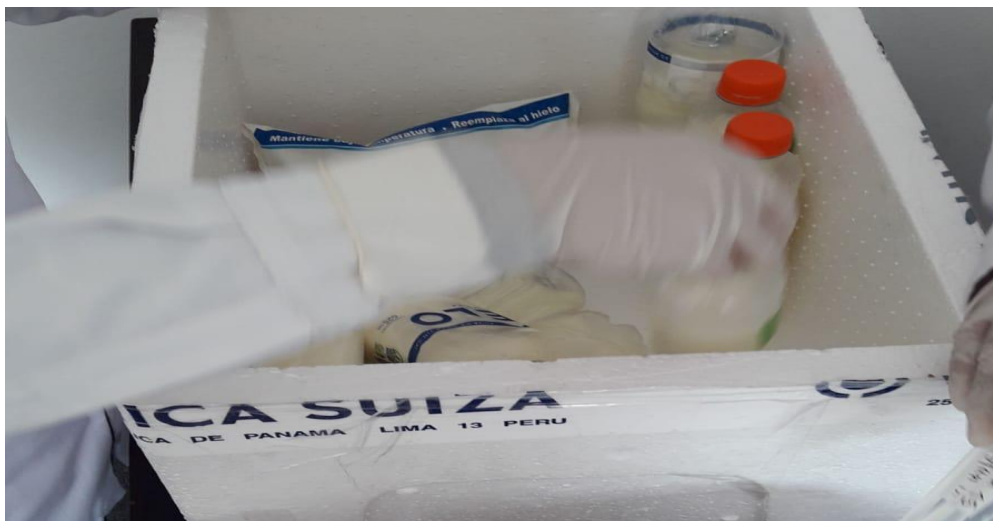
**Figura 2. A:** Proceso de ordeño en el establo, 29-01-2020.



**Figura 2. B:** Recolección de las muestras en frascos de polietileno, 29-01-2020.



**Figura 3.** Panel fotográfico de acondicionamiento de las muestras para el Traslado a Lima, 29-01-2020.



**Figura 3. A:** Acondicionamiento de las muestras en una caja de tecnopor con hielo en gel, 29-01-2020.



**Figura 3. B:** Embalaje de las muestras para el traslado a Lima a una temperatura entre 2°C a 8°C, 29-01-2020.

**Figura 4.** Panel fotográfico de los tubos de (polietileno de alta densidad) para ser trasladados al laboratorio, 30-01-2020.



**Figura 4. A:** Rotulación de los tubos de polietileno, 30-01-2020.



**Figura 4. B:** Colocación de las muestras en tubos de polietileno, 30-01-2020.

**Figura 5.** Panel fotográfico de aplicación de la encuesta a los pobladores de Huay Huay, 12-09-2021.

