

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS

DETERMINAR LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Mercurio y Plomo) EN LECHE DE VACAS EN PRODUCCIÓN DE LA COMUNIDAD HUISA CCOLLANA DE LA CUENCA DE RIO CCAÑPIA - ESPINAR – CUSCO

PRESENTADO POR:

BACH: OLGER KEVIN KCANA PUMA

Para optar el Título Profesional de MEDICO VETERINARIO

ASESOR:

MSc Leoncio Mamani Machaca

CUSCO – PERU

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada:.....
DETERMINAR LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE METALES PESADOS (MERCURIO Y
Plomo) EN LECHE DE VACAS EN PRODUCCION DE LA COMUNIDAD HUISA COLLANA
DE LA CUENCA DE RIO CCAÑIPIA - ESPINAR - CUSCO

presentado por: OLGER KEVIN KCANA PUMA con DNI Nro.: 74097389 presentado
por: con DNI Nro.: para optar el
título profesional/grado académico de MEDICO VETERINARIO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la**
UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o
título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 10 de Julio de 2024.....


M. Sc. Leoncio Mamani Macchaca
CMVP 2398

Firma
Post firma M. Sc. Leoncio Mamani Macchaca

Nro. de DNI 01214919

ORCID del Asesor 0000-0002-1857-8295

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:354373805

NOMBRE DEL TRABAJO

**DETERMINAR LOS NIVELES DE CONCEN
TRACIÓN DE METALES PESADOS (Merc
urio y Plomo) EN LECHE DE VACAS DE P**

AUTOR

OLGER KEVIN KCANA PUMA

RECUENTO DE PALÁBRAS

15654 Words

RECUENTO DE CARACTERES

82245 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

80 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.7MB

FECHA DE ENTREGA

May 12, 2024 10:19 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 12, 2024 10:20 PM GMT-5**● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



M. S. Olger Kevin Kcana Puma
CMUP 2398

DEDICATORIA

A Dios:

Tu amor y cariño no tienen fin, me permitiste cumplir una de mis metas más en la vida, que es Resultado de tu ayuda y la fuerza que me das.

A mi esposa:

A mi esposa Yenny Cáceres Cárdenas quienes, con valentía, dedicación, amor, tolerancia, ayuda, apoyo moral y financiero, han sido parte Fundamental en la culminación de mi carrera profesional

A mis padres:

Andrés Gerardo y María, y mis Suegros Holger Samuel y Lidia por ser ejemplos de valor y trabajo, por sus palabras de aliento que no me dejan decaer que me permiten seguir adelante, ser perseverante y cumplir con mis ideales y metas. Este trabajo ejecutado con todo mi esfuerzo y cariño es de ustedes, gracias Dios les bendiga.

A mis queridos hermanos:

A mis hermanos Denvert y Hilder por ser ejemplo de superación y dedicación para seguir adelante, mi cuñada y mi queridos Sobrinos kenedin, Maycol y Antony los cuales con su cariño me supieron impulsar para alcanzar mi meta y mi sueño anhelado.

A toda mi familia:

Que supieron darme el apoyo necesario para cumplir esta meta.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme permitido vivir hasta este día, haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino, por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad

- ❖ A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco por ser alma mater de mi formación profesional.
- ❖ A la Escuela profesional de Medicina Veterinaria UNSAAC, a los docentes que me brindaron sus sabios conocimientos y enseñanzas durante mi formación profesional.
- ❖ Mi más sincero agradecimiento al Director de tesis: Msc LEONCIO MAMANI MACHACA, promotor del presente trabajo de investigación, por su orientación y colaboración durante el desarrollo del trabajo de tesis.
- ❖ Al Dr. JULIO MALAGA APAZA por su apoyo relativo y Comprensión desinteresada durante el inicio de mi tesis.
- ❖ A todos mis amigos, por brindarme su soporte, y su acompañamiento durante los años de mi formación profesional.
- ❖ Finalmente, mi profundo agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera ayudaron para la realización del presente trabajo de tesis

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.	ii
ÍNDICE GENERAL.	iii
ÍNDICE DE TABLAS.	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.	viii
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.1. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.	4
1.1.1. Identificación del problema objeto de investigación.	4
1.1.2. Planteamiento del problema.	5
1.2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.	5
1.2.1. Objetivos.	5
1.2.2. Objetivos generales.	5
1.2.3. Objetivos específicos.	6
1.3 Justificación.	6
1.4. HIPOTESIS.	8
1.4.1. Hipótesis general.	8
1.4.2. Hipótesis específicas.	8.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. CONCEPTOS RELACIONADOS AL TEMA DE INVESTIGACIÓN.	9
2.1.2. La leche	
2.1.2. La leche como alimento humano.	9
2.1.3. La leche como alimento del ternero.	9
2.1.4. Propiedades químicas de la leche.	10
2.1.5. Calidad de leche.	11
2.2. METALES PESADOS.	12
2.2.1. Origen de los metales pesados en los sistemas acuáticos.	13
2.2.2. Principales fuentes de contaminación y generación de metales pesados. .	14
2.2.3. Los efectos de la contaminación por metales pesados en la salud.	15
2.2.4. Los efectos de los metales pesados sobre el medio ambiente.	16
2.2.5. Metales pesados y sus implicaciones en la calidad del suelo.	16
2.3. PRINCIPALES METALES PESADOS.	17
2.3.1. Mercurio.	17
2.3.2. Contenido máximo de metales pesados.	19
2.3.3. Espectrofotometría de absorción atómica por la técnica de horno.	20
de grafito	
2.3.4. Plomo.	20
2.3.5. Toxicocinética del Pb.	22
2.3.6. Toxicodinámica del Pb.	26
2.3.7. Efectos sobre la salud por exposición a Pb.	27

2.4. ANTECEDENTES.	27
2.4.1. Antecedentes a nivel Internacional y Nacional.	27
2.4.2. Antecedentes a nivel regional.	31

CAPITULO III

MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Lugar y ubicación del estudio.	34
3.1.1. Extensión, altitud y localización.	34
3.1.2. Ubicación geográfica.	34
3.1.3. Extensión, altitud y localización.	34
3.2. MATERIALES.	35
3.2.1. Tamaño de muestra.	35
3.3. PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO.	36
3.3.1. Criterios de selección.	36
3.4. Materiales para la toma de muestra.	37
3.4.1. Materiales de campo para obtención de muestra.	37
3.5. Materiales, reactivos, equipos de laboratorio equipos e instrumentos.	37
3.6. Determinación de Arsénico por Espectroscopia de Absorción Atómica.	38
por la Técnica de Horno de Grafito	
3.7. DISEÑO ESTADISTICO.	39

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LECHE EN VACAS. ...	40
EN PRODUCCIÓN EN LAS COMUNIDAD DE HUISA COLLANA	

DE LA CUENCA DE RIO CCAÑIPIA ESPINAR – CUSCO.

4.1.1. PLOMO.....	40
4.1.2. Niveles de plomo en leche en vacas en producción.	40
4.2. MERCURIO	44
4.2.1. Niveles de mercurio en leche en vacas en producción.	44

CAPITULO V

CONCLUSIONES.	47
VI. RECOMENDACIONES.	48
BIBLIOGRAFIA.	49
ANEXOS.	55

ÍNDICE DE ACRONIMOS

OMS:	: Organización Mundial de la Salud
SENASA	: Servicio Nacional de Sanidad Agraria
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
NRC	: Consejo Nacional de Investigación
EPA:	Protección medio ambiental de Estados Unidos
µg/kg	: microgramos por kilogramo
mg/kg	: miligramo por kilogramo
mg/L	: miligramo por litro
µg/L	: microgramo por litro
U.E.	: Unión Europea
Hg.	: Mercurio
Pb.	: Plomo
L.M. P	: Límite Máximo Permisible
PPM	: Partes por millón
UNMSM	: Universidad Nacional Mayor de San Marcos
USAQ	: Unidad de Servicios de Análisis Químicos

RESUMEN

La contaminación por metales pesados en los alimentos para consumo humano, es uno de los temas de importancia a nivel mundial y principalmente en la zona de la provincia de Espinar, debido que los metales no son degradables y tienden a bioacumularse en los tejidos y sub productos de los animales, generando cadena acumulativa porque tiene densidad relativamente alta y es tóxico en concentraciones altas, si estas superan el límite máximo permisible se considera un factor de riesgo para la salud humana. El objetivo de este estudio fue determinar la concentración de metales pesados en leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa Ccollana de la Cuenca de Rio Ccañipia Espinar – Cusco. Se colectaron un total de 48 muestras de leche, debidamente identificados, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de la Unidad de Servicios de Análisis Químicos (USAQ) Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de la Ciudad de Lima, mediante la técnica de absorción atómica con horno de grafito. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar. Los resultados de las concentraciones de metales pesados en promedio en leche fueron: plomo 0.033 ± 0.015 mg/L en vacas de primer parto; 0.034 ± 0.017 mg/L en vacas de segundo parto; 0.035 ± 0.014 mg/L en vacas de tercer parto; mientras que las concentraciones de mercurio en leche fueron: 0.034 ± 0.018 mg/L en vacas de primer parto, 0.023 ± 0.013 mg/L en vacas de segundo parto y 0.030 ± 0.013 mg/L en leche de vacas de tercer parto. Los resultados encontrados en este estudio indican que la concentración de metales pesados en leche de vacas alimentadas con pastos regados con aguas de la cuenca de rio Ccañipía Espinar superan los límites máximos permisibles.

Palabras Clave: *Leche, mercurio, plomo, vaca*

ABSTRACT

Contamination by heavy metals in food for human consumption is one of the important issues worldwide and mainly in the area of the Espinar province, because these metals are not degradable and tend to bioaccumulate in tissues and by-products of animals, generating a cumulative chain because it has a relatively high density and is toxic in high concentrations; if these exceed the maximum permissible limit, it is considered a risk factor for human health. The objective of this study was to determine the concentration of heavy metals in milk from cows in production of the Huisa CCollana community of the Ccañipia Espinar River Basin - Cusco. A total of 48 milk samples were collected, duly identified, which were analyzed in the laboratory of the Chemical Analysis Services Unit (USAQ) Faculty of Chemical Engineering of the Universidad Nacional Mayor de San Marcos in the City of Lima, using the technique of atomic absorption with graphite furnace. The data obtained were analyzed using a completely randomized design. The results of the concentrations of heavy metals on average in milk were: lead 0.033 ± 0.015 mg/L in first calving cows; 0.034 ± 0.017 mg/L in second calving cows and 0.035 ± 0.014 mg/L of milk in third calving cows; while the concentrations of mercury in milk were: 0.034 ± 0.018 mg/L in first calving cows, 0.023 ± 0.013 mg/L in second calving cows and 0.030 ± 0.013 mg/L in milk from third calving cows. The results found in this study indicate that the concentration of heavy metals in milk from cows fed with pastures irrigated with water from the Ccañipía Espinar River basin exceeds the maximum permissible limits.

Keywords: *Milk, cow, mercury, lead*

INTRODUCCION

La contaminación ambiental con metales pesados es evidencia científica suficiente de que la contaminación del suelo puede repercutir directamente en la cadena trófica (suelo, agua, aire, plantas), donde los animales pueden acumular en sus tejidos, órganos, y posteriormente pasar a sus producciones (carne, huevos y leche), posteriormente llegarán a los humanos como elementos finales de la cadena trófica alimenticia; posibilitando graves problemas de salud (González, 2009).

Los metales pesados como el plomo, el cadmio, el arsénico o el mercurio pueden ejercer efectos tóxicos, pueden transferirse y ser un factor de riesgo de intoxicación en la salud pública (Oskarsson et al. 1992), además de ejercer. Algunos efectos negativos sobre los animales y en el humano, pueden generar daños a nivel del sistema nervioso, en la función hepática y renal, en el sistema músculo-esquelético, en la función reproductiva, alteraciones mutagénicas, efectos carcinogénicos e inmunológicos, específicamente en los infantes y adultos seniles, que representan las poblaciones más sensibles a dichos efectos (OMS, 2005).

La presencia de metales pesados en alimentos y en productos lácteos, constituye un tema de actualidad debido a la contaminación de la cadena trófica involucrada y a los daños que ocasiona en la salud, la exposición crónica de estos metales en alimentos, que por lo regular se presenta en forma asintomática (Rodríguez, 2003). Los metales pesados el plomo, cadmio y mercurio, además de ejercer efectos tóxicos, pueden transferirse por cadena trófica por constituir riesgo en la salud pública; causando efectos negativos sobre los animales y el hombre, alteraciones mutagénicas, efectos carcinogénicos e inmunológicos, específicamente

en los infantes y adultos mayores a 60 años, que representan las poblaciones más sensibles a dichos efectos; el uso generalizado del Pb en actividades humanas ha generado como consecuencia la contaminación del medio ambiente y graves problemas de salud pública (OMS, 2014).

El Pb después de haber ingerido, se distribuye en el organismo acumulándose en diversos tejidos: cerebro, hígado, riñones y huesos, generando 143.000 muertes al año y 600.000 casos de discapacidad intelectual en niños (OMS, 2014). En animales las sustancias mercuriales inorgánicas provocan coagulación de mucosa digestiva y gastroenteritis, si los animales sobreviven habrá lesiones en riñón (nefrosis), el colon (colitis) y la boca (estomatitis), alteración de la función renal, presión sanguínea, ritmo cardíaco y digestivo; además, de la misma manera afecta la fertilidad generando el índice de abortos y alteraciones en fetos y recién nacidos; la inhalación de altas concentraciones de mercurio puede provocar bronquitis corrosiva y neumonías agudas que causan la muerte; la exposición crónica ocasiona daños al sistema nervioso central (Aquino, 2003).

En actualidad, se observa la expansión de la minería en el ámbito donde se desarrolla el sector agropecuario, viene siendo contaminado por metales pesados a través de los ríos y el agua de estos son utilizados en el riego para la producción de pastos cultivados, y así mediante cadena trófica y la salud humana se encuentra en riesgo. El distrito de Yauri - Espinar se proyecta como cuenca lechera para mejorar e incrementar la producción de leche y este producto es fuente principal de ingresos económicos de las familias para la seguridad alimentaria. En este ámbito se encuentran importantes recursos

como agua, suelo, y biota, en donde se pastorea el ganado vacuno, son precisamente en esta potencialidad son los que están bioacumulando cantidades de metales liberados por la actividad minera y aguas residuales vertidos al Rio Ccañipia, que son factores que influyen en la contaminación ambiental.

En las Comunidades de la cuenca de Ccañipia Espinar, se encuentra la mayor cantidad de productores de vacunos donde existe la producción de leche y sus derivados que son destinados para los mercados de los departamentos de Lima Arequipa, Cusco y otros mercados locales de la provincia de Espinar que es comercializados a través de la empresa PLACME y otros de manera directa hacia los consumidores. Pero en la zona no existe trabajos de investigación relacionados con la presencia de metales pesados en leche en vacunos, por consiguiente, el presente trabajo tuvo por objetivo de determinar la concentración de metales pesados en leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa Ccollana de la Cuenca de Rio Ccañipia Espinar – Cusco.

CAPITULO I

1.1. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Identificación del problema objeto de investigación.

La propagación de los metales pesados en la cadena alimenticia, constituye un riesgo serio para el medio ambiente, salud de plantas, animales y humanos por ser neurotóxicos, porque son sustancias con una gran estabilidad química ante los procesos de biodegradación y no son metabolizados y generan bioacumulación y biomagnificación de su concentración en la red trófica (Navarro F. 2005 y Kabata A. 2000). Dentro de los metales que representan serios problemas medioambientales, se encuentran el mercurio (Hg), molibdeno (Mo), plomo (Pb), cadmio (Cd), talio (Tl), vanadio (V) y algunos metaloides como selenio (Se) y arsénico (As) (Minkina, *et al.*, 2014)

Su concentración puede acumularse en el suelo por la exposición por periodos largos a la contaminación, por cuanto no son degradados, los metales como el plomo y arsénico pueden ocasionar alteraciones a nivel del sistema nervioso central por su neurotoxicidad y alteraciones citogenéticas e inmunológicas en el sistema reproductor (ATSDR, 2007). La presencia de plomo en la leche representa un peligro, porque cuanto puede causar enfermedades en animales y humanos si sobrepasa el límite máximo permitido en la leche de 0.02 mg x kilogramo de leche ó 0.002 mg/dl (Codex, 1995).

La contaminación de las praderas nativas y/ó pastos cultivados por metales pesados son generados por el uso de la irrigación con aguas de los ríos provienen de las cabeceras, los cuales son contaminados por filtraciones de los relaves mineros provenientes de minas

cercanas a la cuenca del río Ccañipia, los cuales entran en la cadena trófica alimentaria; en los pastos naturales y cultivados que son irrigados con aguas del río Ccañipia y se encuentran en riesgo de bioacumulación en el organismo de los animales y constituye un factor de riesgo para los humanos por el consumo de carne y/o productos lácteos.

El presente estudio de investigación se determinará la presencia de metales (plomo y mercurio) en leche en la comunidad de Huisa Ccollana de la cuenca del río Ccañipia, los cuales no debieran superar los límites máximos permisibles en la leche, ya que en el tiempo esto se convertiría en un riesgo y problema en la salud pública de los consumidores de leche y derivados lácteos provenientes de esta comunidad de la cuenca de río Ccañipia

1.1.2. Planteamiento del problema

¿Cuál será los niveles de concentración de plomo y mercurio en leche de vacas en producción de la Comunidad Huisa ccollana de la cuenca del río Ccañipia Yauri - Espinar?

1.2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

1.2.1. Objetivos

1.2.2. Objetivos generales

Determinar la concentración de metales pesados en leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa CCollana de la Cuenca de Río Ccañipia Espinar – Cusco.

1.2.3. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de plomo (mg/L) en la leche de vacas en producción en la comunidad Huisa Ccollana de la cuenca del Rio Ccañipia, según número de parto.
- Determinar los niveles de mercurio (mg/L) en la leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa Ccollana de la cuenca del Rio Ccañipia, según número de parto.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los resultados nos permitirán planificar la vigilancia de estos metales y así evitar que la contaminación no afecte a la cadena trófica alimentaria; ya que los criadores de vacunos de leche en la comunidad de, Huisa Ccollana, del Distrito Yauri, Provincia Espinar, donde la actividad principal es la crianza de vacunos de leche lo cual constituye como principal ingreso económico del productor. Si el producto refleja contaminación, disminuye la cadena de valor, ya que la leche es un alimento de gran valor nutricional, con un contenido de aminoácidos, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales, bajo contenido de gérmenes patógenos, de células somáticas, con ausencia de cuerpos extraños y con sabor y olor normal; la leche es una fuente excelente de la mayoría de minerales requeridos para el crecimiento del lactante y para el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto (Parra y col, 2003).

La presencia de plomo en la leche representa un peligro, ya que puede causar diferentes enfermedades en animales y humanos si es que sobrepasa el límite máximo

permitido en la leche de 0.02 mg x kilogramo de leche ó 0.002 mg/dl., (Codex, 1995). A pesar de su importancia en la salud pública, se requiere estudios acerca del papel que la leche de vaca juega como vehículo para el plomo, así como también un enfoque más detallado de los posibles vehículos que hacen que esta se contamine desde el suelo hasta que llega a la mesa de los consumidores y su consecuente importancia en la intoxicación por este metal, no solo de esta sino también de otros; ya que en estudios realizados en la leche pasteurizada se han encontrado niveles mayores a los límites permisibles según la legislación nacional e internacional (Nava, *et al.*, 2011).

Los metales pesados se caracterizan por su alta masa atómica y su toxicidad para los organismos vivos, causan contaminación ambiental y atmosférica y pueden ser letales para los humanos y volverse fuertemente tóxico al mezclarse con diferentes elementos ambientales, como el agua, el suelo y el aire y los seres humanos, otros organismos vivos están expuestos a través de la cadena alimentaria (Mitra, *et al.*, 2022).

El plomo, cadmio y mercurio, que son generan efectos tóxicos, pueden transferirse mediante la cadena trófica y ser un factor de riesgo en la salud pública; causando efectos negativos sobre la salud de los huéspedes, tales como daños a nivel del sistema nervioso central, en la función hepática y renal, en el sistema músculo-esquelético, en la función reproductiva, alteraciones muta génicas, efectos carcinogénicos e inmunológicos, específicamente en los infantes y adultos mayores a 60 años que representan las poblaciones más sensibles a dichos efectos; el uso generalizado del Pb en actividades humanas ha traído como consecuencia la contaminación del medio ambiente y graves problemas de salud pública; el plomo una vez ingerido, se distribuye en el organismo acumulándose en diversos

tejidos: cerebro, hígado, riñones y huesos, generando 143.000 muertes al año y 600.000 casos de discapacidad intelectual en niños (OMS, 2014).

1.4. HIPOTESIS

1.4.1. Hipótesis general

La concentración de metales pesados en la leche de las vacas en la comunidad Huisa Ccollana de la cuenca del río Ccañipia – distrito Yauri-Espinar, superan los límites máximos permisibles establecidos según la Organización Mundial de la Salud (OMS)

1.4.2. Hipótesis específicas

- El nivel de concentración de plomo en la leche de vacas en producción de la comunidad Huisa Ccollana son superiores a los límites máximos permisibles según normas de la organización Mundial de salud (OMS).
- Los niveles de concentración de mercurio en la leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa Ccollana – distrito Yauri-Espinar, son superiores a los límites máximos permisibles establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Conceptos relacionados al tema de investigación

2.1.2. La leche

Según (FAO, 2005) la leche es producto de la secreción mamaria, obtenido por uno o varios ordeños, sin adición o sustracción alguna. La leche se considera un alimento básico (tan difícil de percibir en la excesiva dispersión alimentaria actual) y equilibrado, que proporciona un elevado contenido de nutrientes en relación al contenido calórico; es decir, una excelente densidad nutricional, lo que es de especial importancia en grupos vulnerables de la población, como el caso de la población mayor o en las etapas de crecimiento exponencial rápido y anabólico (Press, 2011),

2.1.2. La leche como alimento humano

La leche es alimento de valor nutricional, con un contenido de aminoácidos, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales, y bajo contenido de gérmenes patógenos, de células somáticas, con ausencia de cuerpos extraños y con sabor y olor normales; la leche es fuente excelente de la mayoría de minerales requeridos para el crecimiento del lactante y para el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto (Parra y col, 2003).

2.1.3. La leche como alimento del ternero

La leche posee inmunoglobulinas que el ternero requiere para adquirir inmunidad frente a los organismos infecciosos (virus, bacterias, etc.); la concentración de inmunoglobulinas en el calostro es un factor muy importante para asegurar un nivel adecuado de inmunoglobulinas séricas, en el ternero recién nacido; el calostro debe ser suministrado al

ternero lo más pronto posible después del nacimiento, su capacidad de absorción decrece casi a cero a las 36 horas de edad; las inmunoglobulinas son estables en el torrente circulatorio del ternero por 60 días, otorgando protección, hasta que el sistema inmune es funcional; el calostro puede almacenarse congelado para dárselo a otros terneros (Wattiaux, 2003).

2.1.4. Propiedades químicas de la leche

La leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenidos a partir de uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinados al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior (FAO, 2008).

Existen varios factores que influyen en la composición de la leche, tales como, la genética, la raza, la etapa de lactancia, el número de parto, la dieta (cantidades de granos o forrajes), el estado nutricional de la vaca y la época de parto (Jenkis, 2006).

Tabla1. Composición nutricional de la leche entera

Componentes	Entera
Agua, %	88.30
Proteína, %	3.20
Grasa %	3.20
Cenizas, %	0.70
Carbohidratos. %	4.50
Energía, Kcal/100 g	60
Colesterol, mg/100 g	10.00
Ácidos grasos, % total saturados	64.90
Monoinsaturados	28.30
Poliinsaturados	6.80

Fuente: (Jenkis. 2006)

a. Agua

La leche contiene entre 86 y 90% de agua, el resto está integrado por sólidos disueltos o sólidos totales. Es el agua el disolvente de los compuestos solubles como son las vitaminas hidrosolubles, la lactosa y los minerales; el agua no es un componente nutricional, pero determina muchas de las características fisicoquímicas de la leche y sus derivados, (viscosidad, propiedades termodinámicas, etc.); y es un factor clave en el crecimiento microbiano, palatabilidad, vida de anaquel de leche y derivados y punto de congelación de la leche (Roos, 2002).

b. Sólidos totales

Existe una diferencia en la producción promedio de sólidos totales entre razas lecheras, indicando que la raza Jersey produce leche con 14.5% de ST, la raza Holstein con 11.93%, la raza Suiza con 13.41% y las vacas de razas Cebuínas leche con 13.5% de ST (Gasque, 2001).

2.1.5. Calidad de leche

La calidad es determinada por las características físico-químicas y bacteriológicas que determinan la composición de los productos; la leche de buena calidad debe reunir las siguientes características: adecuada composición (contenidos de proteína, grasa, sólidos totales, minerales y vitaminas), no contener un número excesivo de microorganismos (<50.000 UFC/ml), estar libre de libre de sustancias extrañas (calostro, sedimentos) y de residuos químicos e inhibidores (antibióticos, pesticidas y otros), ausencia de cuerpos extraños y de agentes patógenos (brucelosis, tuberculosis, paratuberculosis y salmonella,

entre otros), y poseer adecuadas características organolépticas (sabor y olor normales) (Cabrera y col., 2003; Cotrino y Gaviria, 2003).

La calidad de la leche depende de las condiciones climáticas y de los factores fisiológicos normales de los animales que la producen, de factores genéticos, de la nutrición y salud de las vacas, de las condiciones en que se ordeña y del manejo dado al producto hasta llegar al consumidor, la calidad de la leche puede estar afectada igualmente por el contenido de residuos de origen químico (Parra y col, 2003).

2.2. METALES PESADOS

Los metales pesados son tóxicos ambientales peligrosos, sus características más comunes son: persistencia, por bioacumulación, biotransformación y elevada toxicidad, lo cual hace que se encuentren en los ecosistemas por largos periodos, su degradación natural es difícil, se define a los metales pesados como elementos de elevado peso atómico, potencialmente tóxicos, que se emplean en procesos industriales, tales como el cadmio (Cd), el cobre (Cu), el plomo (Pb), el mercurio (Hg) y el níquel (Ni) que, incluso en bajas concentraciones, pueden ser nocivos para las plantas y los animales; se denomina metales pesados a aquellos elementos químicos que poseen un peso atómico comprendido entre 63.55 (Cu) y 200.59 (Hg), y que presentan un peso específico superior a 4 (g cm⁻³); cabe destacar que en esta categoría entran prácticamente todos los elementos metálicos de interés económico, por tanto, de interés minero (Wittmann, 1981).

La detección de metales tóxicos en los alimentos ha cobrado importancia debido a su toxicidad y a su capacidad de bioacumulación en el organismo; su presencia en los

productos de origen animal es el paso previo para el consumo y depósito en los humanos como último eslabón de la cadena alimenticia; en el caso de los rumiantes la entrada de estos metales pesados puede iniciarse con los pastos consumidos y que en muchas ocasiones tienen su origen en la actividad industrial desarrollada en las áreas donde los animales son criados (González, 2009).

2.2.1. Origen de los metales pesados en los sistemas acuáticos

A. Origen natural

El contenido en elementos metálicos de un suelo libre de interferencias humanas, depende en primer lugar de la composición de la roca madre originaria y de los procesos erosivos sufridos por los materiales que conforman el mismo una alta concentración de metales puede resultar en ciertos casos de su material geológico sin que haya sufrido una contaminación; la acción de los factores medioambientales sobre las rocas y los suelos derivados de ellas son los determinantes de las diferentes concentraciones basales de metales pesados en los sistemas fluviales aguas, sedimentos y biota (Adriano, 1986).

B. Origen antropogénico

Se entiende por contaminación de origen antropogénico a la intervención humana en el ciclo biogeoquímico de los metales pesados. Actualmente es difícil encontrar una actividad industrial o un producto manufacturado en los que no intervenga algún metal pesado. Los principales orígenes antropogénicos de metales pesados pueden ser agrupados de acuerdo a las principales actividades económicas que se realizan en las poblaciones locales que dependen e inciden directamente en la salud del río: agropecuario (agrícola, ganadero,

acuícola), industriales (extracción forestal, bancos de materiales) y doméstico (Wittmann, 1981).

C. Origen agropecuario

Los metales pesados en las aguas continentales son los causados por la lixiviación de los terrenos de cultivo en los que se ha producido una acumulación previa de dichos elementos debido al uso o abuso de pesticidas, fertilizantes y desechos orgánicos susceptibles de ser utilizados como abono; el empleo sistemático de fertilizantes, biocidas, y abonos orgánicos son el principal foco de contaminación difusa de los suelos, así como la eliminación incontrolada de los envases de dichos productos, que generalmente son depositados en vertederos para residuos no peligrosos o abandonados en los campos, los metales presentes en los terrenos alcanzan los cursos de agua no sólo directamente al ser lixiviados por la escorrentía superficial (aguas de riego y tormentas), sino también indirectamente al infiltrarse desde acuíferos previamente contaminados (Eróstegui, 2009).

Los contaminantes de origen ganadero son los debidos a los desechos de los animales y a los que proceden del lavado de establos y granjas, la concentración de metales en dichos materiales es variable y depende del tipo de ganado del que se trate, de la edad del animal, tipo de establo e incluso del manejo de los desechos (Adriano, 1986).

2.2.2. Principales fuentes de contaminación y generación de metales pesados

Hay que seguir el proceso natural, es decir donde están distribuidos y donde están concentrados, el más importante por su abundancia es el plomo que está presente en las cañerías de plomo, que actualmente ya no se usan y han sido reemplazadas por el plástico,

sin embargo, muchas de las instalaciones de la ciudad tienen todavía cañerías de plomo, entonces el agua al pasar por la cañería de plomo va desprendiendo partículas y poco a poco va contaminando, esa es una fuente; otra fuente es la pintura de plomo que se usa en las artesanías, especialmente en utensilios de cocina, entonces, al momento de comer, se desprende el plomo de la pintura y se introduce al organismo; una tercera fuente es la gasolina que antes se la usaba con plomo ahora ya está eliminado (Erostegui, 2009)

2.2.3. Los efectos de la contaminación por metales pesados en la salud

Cada metal y cada elemento químico contaminante tienen el mecanismo de acción y lugar de acumulación preferido. El metal más conocido es el plomo que afecta varios sistemas, como en el sistema nervioso llega a dañar a las neuronas especialmente las del cerebro.

El plomo afecta también a la médula ósea y riñón específicamente en sistema tubular de las nefronas, Otro metal pesado es el cadmio que también afecta al riñón y otro que no es exactamente un metal, pero es un contaminante es el arsénico que tienen efecto directo en las mitocondrias. Los daños en sí son muy diversos dependiendo de cada metal, pero en general se puede decir que hay lesión celular.

La intoxicación por plomo puede simular otras enfermedades, como por ejemplo la esclerosis, que es una enfermedad incurable muy complicada en cuanto a sus síntomas, y la intoxicación por plomo puede simular y afectar al sistema nervioso con la misma sintomatología, como parestesias, parestias, fatiga, etc. y puede producir en general una disfunción, luego algo importante del plomo es que se lo ha relacionado últimamente con la generación de conductas antisociales y también hay una relación con retardo mental y pérdida

de habilidades cognitivas, en cuanto al riñón, los metales pesados a la larga van a producir daño renal, que puede llegar hasta una insuficiencia renal (Erostequi, 2009).

2.2.4. Los efectos de los metales pesados sobre el medio ambiente

Los efectos de los metales pesados son graves básicamente cambia la alcalinidad del suelo, dependiendo de nivel de concentración; también contaminan el agua y los cultivos, en este si es una cantidad excesiva de plomo se pueden producir algunas alteraciones en las plantas, también degrada el suelo, lo cual disminuye su productividad, si la contaminación es excesiva, puede llegar a producir desertificación; a nivel de los ríos y lagos, también afecta principalmente la fauna; el problema de la contaminación del medio ambiente por metales pesados, su efecto es silencioso, no se ve, y cuando nos damos cuenta del daño que producen, ya es tarde y sobre todo que son peligrosos para la salud, se están tomando medidas, aunque la intoxicación por plomo puede simular otras enfermedades, como la esclerosis (Eróstegui, 2009).

2.2.5. Metales pesados y sus implicaciones en la calidad del suelo

Las diferentes actividades realizadas por la sociedad han provocado y continúa provocando cambios sobre el medio ambiente debido por diversas actividades como (industria, agricultura, construcción, etc.) llevan a cabo la explotación de recursos, ejerciendo una presión clara sobre casi todos los ecosistemas con los que entran en contacto directo o indirecto (aire, agua, suelo); llegados a este punto, los organismos pertinentes mediante los canales adecuados, deben ser capaces de ofertar a las correspondientes administraciones (estatales, regionales y locales), la información precisa para que sea factible conseguir una sostenibilidad del medio ambiente, haciendo compatible la explotación de determinados

recursos con la mencionada sostenibilidad; todo lo expuesto se puede expresar mediante un conjunto de indicadores de sostenibilidad, los cuales estarán marcados por índices de presión estado, respuestas (García y col., 2010)

2.3. PRINCIPALES METALES PESADOS

2.3.1. Mercurio

El mercurio es uno de los metales pesados que se conoce y utiliza desde la antigüedad; la muestra de mercurio líquido más antigua de que se tiene noticias se encontró en una tumba egipcia en Kurna y data de 1 600 a.C; en China e India también se conocía el mercurio en la misma época (Moreno, 2003).

El mercurio de la forma química en que se encuentre presenta de tres estados de oxidación: mercurio elemental, compuestos mercuriosos y compuestos mercúricos; por otra parte, las tres sales de mercurio se encuentran frecuentemente en las aguas de los ríos; además de estas formas inorgánicas el mercurio también se encuentra en compuestos orgánicos entre los que destaca por sus efectos toxicológicos y ambientales el metilmercurio, y este último, puede provocar alteraciones elementales es el único metal líquido al que se le conocen múltiples efectos tóxicos dependiendo del desarrollo normal del cerebro de los lactantes e incluso en altas concentraciones puede causar modificaciones neurológicas en los adultos (Méndez, 2002).

a) Toxicidad de Mercurio

El mercurio puede ingresar al organismo por las siguientes vías: inhalatoria, oral y dérmica, la vía oral es la principal fuente de ingreso y se absorben del 90 al 95% en el tracto

gastrointestinal; la toxicidad del mercurio se encuentra directamente relacionada a su unión covalente con los grupos sulfhidrilos (SH) también tiene afinidad a los grupos carboxilos, amidas, aminas, lo que contribuye a su toxicidad a nivel de la membrana citoplasmática esta posee grupos sulfhidrilos que son esenciales para las propiedades normales de permeabilidad y transporte, inhibe enzimas esenciales como las catalasas plasmáticas, asimismo afecta la homeostasis del ion calcio, incluso en exposiciones a corto plazo (menores a 24 horas) produciendo muerte neuronal (Moreno, 2003).

b) Toxicodinamia del Mercurio

Los efectos tóxicos del mercurio, inorgánico y orgánico, se deben a que en su forma se unen a los constituyentes orgánicos celulares ricos en grupos sulfhidrilos y afectan a diversos sistemas metabólicos y enzimáticos de la célula y de su pared. La acción tóxica del mercurio sobre los sistemas enzimáticos ocurre porque precipita las proteínas sintetizadas por la célula, principalmente las neuronas, y porque inhibe los grupos de varias enzimas esenciales, en estado iónico, se fija a los grupos celulares ricos en radicales sulfhídrido, altera varios sistemas metabólicos y enzimáticos de la célula y su pared, e inhibe la síntesis de proteínas en la mitocondria y afecta su función energética; en el riñón disminuye la actividad de las fosfatasas alcalinas de los túbulos (Valdivia, 2005).

Proximal y altera el transporte de potasio y la ATPasa en la membrana; en el sistema enzimático inhibe enzimas esenciales: por todo esto, el mercurio puede causar lesión celular en cualquier tejido donde se acumule en concentración suficiente, en varios órganos, incluido el riñón, y al igual que el cadmio, cobre y zinc, el mercurio induce la formación de metalotioneína, un receptor proteico de peso molecular bajo, y se une a ella saturando sus

propios receptores. Cuando por la gran cantidad de tóxico presente la metalotioneína se forma en exceso, causa alteraciones orgánicas en el mismo sitio de su producción, el metilmercurio provoca una disminución de los anticuerpos humorales; se ha observado que puede producirse un estímulo de la respuesta inmunitaria inicialmente tras cortas exposiciones, también puede fijarse sobre los ácidos desoxirribonucleicos con desnaturalización o asociaciones reversibles a la adenina y timina, lo cual podría explicar las aberraciones cromosómicas y anomalías congénitas observadas durante las intoxicaciones alimentarias con metilmercurio (Valdivia, 2005).

2.3.2. Contenido máximo de metales pesados

Tabla 2. Contenido máximo de metales pesados según la Unión Europea.

Metales	Carne de vacunos, Ovinos, cerdos y aves (mg/dL)	Riñón de vacunos, Ovinos y cerdos (mg/dL)	Hígado de vacunos, Ovinos y cerdos (mg/dL)
Mercurio	1.0		
Cadmio	0.05	1.0	0.5
Arsénico	0.05	2.5	1.25
Plomo	0.10	0.5	0.5

Fuente: (Unión Europea, 2006).

Tabla 3. Contenido máximo de metales pesados (Cadmio, Mercurio, Plomo) en leche y pelo según la Unión Europea

Indicador	Contenido máximo (mg / Kg	
Metales pesados (Pb, Hg y Cd) en la leche	PLOMO	0,02
	MERCURIO	0.005

Fuente: Unión Europea

2.3.3. Espectrofotometría de absorción atómica por la técnica de horno de grafito

Es una de las formas de EAA de mayor sensibilidad (permite detectar concentraciones hasta 1000 inferiores que las detectables con llama), siendo por tanto muy útil en el análisis de ultra trazas: otra gran ventaja es que se requiere muy poca cantidad de muestra (pocos microlitros, normalmente); la energía requerida para la atomización es obtenida aplicando una diferencia de potencial eléctrico a través de un tubo de grafito dentro del cual ha sido colocada la muestra; el tubo está alineado con la luz procedente de la lámpara espectral, así, el vapor atómico generado por la muestra cuando el horno está encendido, absorberá luz proveniente de la lámpara del elemento a determinar (Kastenmayer, 1995).

En este caso, la señal de absorción es transitoria, en forma de pico, de tal modo que se eleva la concentración y posteriormente cae a medida que los átomos difunden fuera del horno, en el proceso de atomización existen 4 etapas esenciales:

- Secado: permite eliminar el disolvente o diluyente
- Mineralización o Calcinación: destruye la matriz orgánica
- Atomización: consigue llevar los átomos al estado fundamental
- Barrido o limpieza: elimina los restos que puedan quedar en el tubo

(Kastenmayer, 1995).

2.3.4. Plomo

El plomo es un metal que se encuentra distribuido en la naturaleza, el hombre ha hecho uso de este metal desde hace 6,000 años, así los antiguos egipcios utilizaban compuestos de plomo como pigmentos, cosméticos y para la fabricación de estatuillas: la primera civilización que utilizó el plomo a gran escala fue Roma para fabricar tuberías del

acueducto, en aleaciones con estaño para fabricar vajillas y como Pigmento blanco (Moreno, 2003).

La absorción de plomo puede constituir grave riesgo para la salud pública, puede provocar retraso del desarrollo mental e intelectual de los niños y causar hipertensión y enfermedades cardiovasculares en los adultos; en los diez últimos años los contenidos de plomo de los productos alimenticios se redujeron, porque aumentó la sensibilización ante el problema sanitario que puede representar el plomo y por los esfuerzos realizados para reducir la emisión de plomo en su origen; en el dictamen de 19 de junio de 1992 el SCF establecía que el contenido medio de plomo en los productos alimenticios no debe ser causa de alarma, pero que debe de proseguirse la monitorización a largo plazo con el objetivo de continuar reduciendo los contenidos medios de plomo en los productos alimenticios (EEC, 2006).

a) Toxicidad

El plomo se absorbe por vía digestiva, respiratoria e incluso por la piel, del total del plomo (Pb) ingerido por vía gastrointestinal es absorbido entre el 10 y 15% en adultos, el 50% en niños, la absorción de plomo aumenta cuando el aporte de minerales y proteínas en la dieta es inadecuado, así aquellos con deficiencia de hierro, calcio o zinc están en mayor riesgo de toxicidad, el calcio de la dieta inhibe completamente el transporte activo del plomo intestinal, la neuropatía por plomo se produce por toxicidad de las neuronas motrices hasta anterior de la medula espinal o degeneración de las terminaciones axónicas y el recubrimiento de la mielina (Moreno, 2003).

El plomo es un neurotóxico periférico y central interfiere la liberación de la acetilcolina, la síntesis consecuente de acetilcolina, la adenil-ciclasa del SNC e inhibe a la

enzima del glóbulo rojo delta aminolevulinico dehidratasa, la vida media del plomo en sangre es aproximadamente 30 días. se distribuye en todos los tejidos teniendo afinidad por el sistema nervioso central, en especial por el que se encuentra en desarrollo, se acumula principalmente en los huesos donde puede permanecer hasta 20 años donde puede ser removido como sucede en la lactancia, originando niveles de plomo en la leche materna (Moreno, 2003).

La espectroscopia es una ciencia que estudia las interacciones que suceden entre la radiación y la materia. Estudia la energía radiante o flujo que es transmitido absorbido o reflejado por una superficie, como una función de la longitud de onda, este método permite llevar a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo de entre 70 y 80 elementos, los límites de detección de estos elementos son de una parte por mil millones, en la espectroscopia de absorción atómica es necesario llevar a la muestra a un estado de vapor atómico, este proceso conocido como atomización, consiste en volatilizar la muestra y descomponerla en sus átomos y quizás en algunos iones gaseosos, para la atomización de las muestras que se van a analizar por espectroscopia de absorción atómica se utiliza principalmente la atomización a la flama y la atomización en horno (Guillen, 2012).

2.3.5. Toxicocinética del Pb

El grado de absorción de Pb en el tracto gastrointestinal depende de varios factores, un factor es la forma química en la que se encuentra el Pb; los compuestos orgánicos como tetraetilo de Pb se absorben fácilmente en el tracto gastrointestinal (> 90%) y finalmente se acumulan en el hueso, y en menor medida en el riñón, músculo, sistema nervioso central y el hígado, en circunstancias normales en el adulto, los compuestos inorgánicos de Pb se

absorben en poca proporción en el tracto digestivo (5-10%) (Shibamoto,1993; Nordberg, 2007).

La absorción de Pb inorgánico en los bebés y los niños es mucho mayor, sin embargo, con estimaciones en el rango de 40-50%; el Pb absorbido se excreta principalmente en la orina (75%) y las heces (16%); la deficiencia de Fe también afecta a la absorción de Pb en el tracto gastrointestinal, la disminución de la ingesta de Zn también da a lugar a un aumento de la absorción gastrointestinal y un aumento de la toxicidad del Pb (Shibamoto,1993; Nordberg, 2007).

Absorción

La absorción es diferente dependiendo del tipo de sal de la cual se está hablando, al igual que su distribución; como es el caso de compuestos como óxidos, sales o compuestos orgánicos como el tetraetil y tetrametilo de Pb (Córdoba, 2006). Sus principales vías de ingreso son la aérea y la oral; teniendo en cuenta que la entrada por vía dérmica es relativamente efectiva como barrera a la entrada del toxico; teniendo en cuenta que los compuestos orgánicos de este metal pueden absorberse en niveles realmente peligrosos como es el caso del tetraetil de plomo con una dosis mortal de 700 mg/kg en conejos, siendo esta dosis seis veces mayor que por vía oral (Córdoba, 2006; Ramírez, 2005).

Por Inhalación

El Pb puede ser inhalado en forma de aerosol; el patrón de deposición de Pb inhalado en el tracto respiratorio depende del tamaño de partícula; las partículas con un diámetro > 5 μm se depositan principalmente en la parte superior y medias de las vías respiratorias, estas

partículas son absorbidas desde el tracto gastrointestinal cuando son inhaladas por la boca con un tamaño en el intervalo 0,01-5 μm , 10 a 60% se depositan en la vía alveolar y en el caso de partículas inhaladas a través de la nariz la fracción absorbida es mucho más baja; la tasa de absorción depende de la solubilidad de las especies químicas de Pb (Valdivia 2005). El grado de absorción por vía respiratoria es directamente afectado por el tamaño de la partícula tóxica (menor a 5 μm) así como por el volumen y la frecuencia respiratoria (Valdivia, 2005; Ramírez, 2005).

Por ingestión:

El Pb se absorbe en el tracto gastrointestinal, aproximadamente hasta un 60%, en las comidas, por las sales de Pb solubles aproximadamente un 8% son absorbidas, después de la ingestión de Pb, éste se absorbe activamente, dependiendo de la forma, tamaño, tránsito gastrointestinal, estado nutricional y la edad; hay mayor absorción de plomo si la partícula es pequeña, si hay deficiencia de hierro y/o calcio, si hay gran ingesta de grasa ó inadecuada ingesta de calorías, si el estómago está vacío y si se es niño, ya que en ellos la absorción de plomo es de 30 a 50 % mientras que en el adulto es de 10%, una ingesta baja en Fe se ha asociado con un aumento de absorción de Pb (Valdivia, 2005).

Distribución

Posterior a su absorción el plomo se distribuye en compartimentos (hueso, sangre y tejidos blandos), inicialmente circula en sangre unido a los glóbulos rojos (un 95% unido a eritrocitos; posteriormente se distribuye en tejidos blandos (hígado, riñón, medula ósea y sistema nervioso central); pasado entre uno y dos meses se difunde a los huesos donde permanece inerte y no toxico (Valdivia, 2005).

En sangre: El Pb absorbido es transportado por la sangre y distribuido en un 90% a hueso y el restante a tejidos blandos, hígado y riñón, atraviesa fácilmente la barrera placentaria y trae también efectos deletéreos en el feto, la vida media del Pb en el organismo es variable, según el lugar en donde se encuentra; de 3 a 4 semanas si el metal se encuentra en sangre; de 4 semanas si se depositó en tejidos blandos y de 20 a 27 años si está en tejido óseo (Arroyave, 2008).

Dentro de la sangre está presente en los eritrocitos, dejando sólo una fracción de menos de 1 al 5 % libre en el plasma; las altas concentraciones de Pb en sangre de la fracción de Pb en plasma aumentan. La razón de la unión de Pb en los eritrocitos parece ser la alta afinidad del Pb por la deshidratasa ácido δ -aminolevulínico, una enzima presente en todas las células, incluyendo los eritrocitos, es la segunda enzima en la vía hemo; es una enzima de 250-kDa, que contiene cuatro sitios activos, cisteínas reactivas, y dos tipos diferentes de sitios de unión a Zn, el Pb puede reemplazar algo de Zn (Ramírez, 2005).

Eliminación

El Pb se excreta del cuerpo, principalmente a través de la orina y las heces; también hay otras rutas de menor de eliminación, por orina en un 76% y en heces 16%, siendo claramente la vía urinaria la más relevante, se menciona que existe filtración glomerular y un relativo grado de reabsorción tubular; igualmente que en los niños la vía de eliminación gastrointestinal es tan relevante como la vía urinaria (Córdoba, 2006; Nordberg, 2007). En exposiciones bajas, la excreción en las heces es aproximadamente la mitad que en la orina, a niveles más altos probablemente menos (Nordberg, 2007).

Riñones: La excreción en la orina se produce a través filtración glomerular, aunque la filtración es, probablemente, seguida por la reabsorción tubular parcial. Hay un ritmo circadiano en la tasa de excreción urinaria del Pb, con una disminución durante la noche. Por otra parte, la tasa de excreción se ve afectada por el flujo urinario, el Pb también se excreta a través de la bilis y jugo pancreático. Posiblemente, la excreción en la bilis es en la forma de un complejo Pb-glutatión; el Pb en cierta medida es excretado en la saliva y el sudor, se excreta en cantidades muy mínimas como en las en las uñas y el pelo El Pb también se incorpora en el semen, la placenta, el feto y la leche (Ramírez, 2005).

2.3.6. Toxicodinámica del Pb

Debido a que el Pb no tiene función biológica en ningún organismo vivo; genera daños y efectos adversos en la salud cuando se tienen niveles de este metal en cualquiera de los sistemas anteriormente mencionados (González *et al.*, 2009).

El mecanismo de acción está dado por la afinidad del Pb por los grupos sulfhídrido principalmente por las enzimas dependientes de zinc, inicialmente el Pb interfiere con el metabolismo del Ca cuando este está en concentraciones bajas, el Pb reemplaza el Ca comportándose como segundo mensajero intracelular, alterando la distribución de Ca en los compartimientos dentro de la celula; activa la proteinquinasa C, se une a la calmodulina e inhibe la bomba de Na-K-ATPasa, lo que aumenta el Ca intracelular (Valdivia, 2005).

2.3.7. Efectos sobre la salud por exposición a Pb

Los síntomas de la intoxicación aguda por Pb son dolor de cabeza, irritabilidad, dolor

abdominal y síntomas relacionados con el sistema nervioso, también se puede presentar encefalopatía que se caracteriza por la falta de sueño e inquietud, los niños pueden ser afectados por alteraciones del comportamiento, aprendizaje y dificultades de concentración (Valdivia, 2005).

En casos graves de encefalopatía, la persona afectada puede sufrir de psicosis aguda, confusión y disminución de la consciencia. Las personas que han sido expuestas al Pb durante mucho tiempo pueden sufrir de deterioro de la memoria, tiempo de reacción prolongado y disminución de la capacidad de entender. las personas con niveles promedio de Pb en sangre menores de 3 mmol/L pueden mostrar signos de síntomas nerviosos periféricos con menor velocidad de conducción nerviosa y la reducción de la sensibilidad cutánea. Si la neuropatía es severa la lesión puede ser permanente; en los casos menos graves, el signo más evidente de la intoxicación por Pb es la perturbación de la síntesis de la hemoglobina; la exposición al Pb a largo plazo puede llevar a anemia, investigaciones recientes han demostrado que la exposición al Pb de bajo nivel a largo plazo en los niños también puede llevar a la disminución de la capacidad intelectual (Valdivia, 2005).

2.4. ANTECEDENTES

2.4.1. Antecedentes a nivel Internacional y Nacional

Según los estudios por López, (2021), en su investigación de determinación de concentración de arsénico, cadmio, cobre, mercurio y plomo en leche de bovino, y su absorción y bioacumulación de ciertos metales y los posibles efectos negativos en salud del ser humano; para el análisis de bioacumulación se nomino a dos grupos, “recursos naturales” (agua, pasto y suelo) y “leche de bovino”. Los resultados encontrados fueron con

concentración más elevada en recursos naturales en el suelo; con 0.206 ppm de Pb, 0.508 ppm de As, 0.375 ppm de Cd, 0.790 ppm de Cu y 0.042 ppm de Hg; mientras la concentración en leche de bovino fue de plomo (0.210 ppm) y arsénico (0.435 ppm); para el caso de bioacumulación se produjo en Pb, As, Cd, Cu y Hg de los recursos naturales, respecto a la leche de bovino; y respecto al consumo de leche de bovino contaminada puede provocar anemia, alteración al sistema nervioso central, enfermedades cardiovasculares, gastrointestinales y cáncer (López, 2021).

En el estudio realizado por Bernal, (2019) sobre niveles de metales pesados en los hatos lecheros del valle de Oxapampa – Pasco Perú; donde el objetivo fue determinar el contenido de los metales pesados (As, Cd, Cu, Hg, y Pb) en los hatos lecheros del Valle de Oxapampa – Pasco. Se tomó muestras de leche, agua, suelo y pasto en los distritos de Oxapampa, Chontabamba y Huancabamba; en una población de 150 vacas de trece hatos lecheros, la metodología adoptada fue según (Londoño 2014), el estudio realizado fue transversal, cuyas mediciones fueron por procesados en espectroscopia de absorción atómica y en quintuplicado, la leche presento la concentración de Pb promedio de 0.0576 mg kg⁻¹, Arsénico 0.0437 mg kg⁻¹; Cadmio 0.00035 mg kg⁻¹; Cobre 0.0511 mg kg⁻¹; Mercurio 0.00264 mg kg⁻¹; valores parcialmente encontrados dentro de los límites máximos permitidos por la norma internacional y peruana; sin embargo, el nivel de Pb en la leche y agua en el distrito de Oxapampa se encuentra por encima de la normativa internacional y peruana impactando negativamente en la salud pública de la región central del país.

Mendoza & Medina, (2013) indican en la tesis de pregrado de la universidad de WIENER de la facultad farmacia y bioquímica, que realizaron la investigación con el

objetivo de determinar la presencia de plomo y de cadmio en leche cruda de bovino de establos lecheros del distrito de Chancay, provincia de Huaral; para el estudio realizaron en 30 muestras de leche cruda en cinco establos lecheros, en donde han sido analizados por el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito, los resultados que encontraron sobre la concentración promedio de plomo de 0,0186 mg/kg, que alcanza al límite establecido por la OMS (0,02 mg/kg). Sin embargo, las concentraciones de plomo en 10 de las 30 muestras (33,3 %) superan el límite establecido.

Ayala & Romero, (2013), en el Centro de Investigaciones Químicas y Tecnológicas, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Técnica de Machala, investigaron la determinación de presencia de arsénico y mercurio en la leche que se comercializa; las muestras de leche fueron recolectadas de vacas de la zona y del mercado del cantón Arenillas, para ser analizadas mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Generación de Vapor de Hidruros, previa digestión según normativa EPA y AWWA; los resultados encontrados para el mercurio se exceden en 2,2 veces la norma establecida por la (Norma Técnica Ecuatoriana NTE 0009: 2008) de 0,005 mg/kg en su media.

En el estudio de determinar la bio acumulación que se da entre el pasto y la leche de vacas en diferentes zonas del distrito de Chugur impactadas por pasivos mineros, para ello se recolectó muestras de pasto y leche en 11 puntos que abarcan las zonas afectadas por dichos pasivos para poder obtener concentraciones de Al, As, Cd, Co, Cr, Sr, Pb, Ni y Zn, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la relación entre las concentraciones de metales en pasto y leche, según sus resultados indican que las concentraciones obtenidas superan los valores umbrales en algunas estaciones, la parte alta

del distrito de Chugur es la que acoge mayor concentración de metales pesados (Pajares & Vargas, 2018).

los Metales pesados en leche de vacas alimentadas con alfalfa producida en suelos irrigados con aguas residuales en Puebla y Tlaxcala, México”. donde el objetivo fue determinar la presencia de Cd, Pb, Ni y As, en la cadena alimentaria de la leche de vaca, con alfalfa que es irrigados con aguas residuales de procedencia industrial, doméstica y agrícola (Moreno, 2018).

En el estudio de muestra de suelo y alfalfa de 16 sitios ubicados en cuatro zonas; las muestras de leche se colectaron de 160 vacas, correspondiendo a 40 vacas de cuatro hatos diferentes por zona, todo en dos épocas del año y por triplicado, se calculó el factor de bioacumulación (BCF), el factor de translocación (TF) y el valor de transferencia de los metales de la planta a la leche; las plantas tuvieron un BCF 1 en orden decreciente quedó de la siguiente manera: Zn; Cu; Ni; Pb y Cr, lo que muestra la existencia de gran movilidad de los metales dentro de la planta (Moreno, 2018), en la leche tuvo un contenido de Pb en un rango de 0.039 ± 0.02 a 0.059 ± 0.05 mg kg⁻¹, valores por arriba del límite internacional permitido, sin embargo, los niveles de Pb y As fueron inferiores a los valores permisibles por la (Norma Oficial Mexicana, 1994). se concluye que la alfalfa es una planta acumuladora y resistente a los metales pesados, y cuando es cultivada en suelos contaminados, se convierte en un medio importante para la transferencia de metales pesados a los animales y son eliminados a través de la leche (Moreno, 2018).

Según Medina y col, (2013) determino los niveles de plomo en leche de bovino en el Cantón departamento de La Libertad, el Salvador, donde el objetivo fue determinar la presencia de plomo en leche en bovino y agua, para lo cual muestreo en tres ganaderías, situadas en el radio de contaminación con plomo de 1,500 metros declarada por el Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente (MARN) y tres ganaderías situadas fuera del radio de contaminación; calculando los resultados con el lector de absorción atómica.

Los niveles de plomo presentes en las muestras de leche de las tres ganaderías dentro del radio de contaminación demuestran que la ganadería 1, presenta los niveles más altos conteniendo hasta 2,254mg/litro de plomo y de las tres ganaderías fuera del radio de contaminación; la ganadería 4 presento valores de 0.820mg/litro, por lo que se indica que existen niveles de plomo en leche con valores no permitidos en los sitios dentro y fuera del radio de contaminación (4,100 metros), los altos niveles de plomo en el agua fueron en fuera del radio de contaminación, han afectado el manto freático encontrando hasta 7.16mg/litro de agua a 33 metros de profundidad y dentro del radio se encontró 0.720mg/litro se demostró que existe una relación entre las muestras de leche y agua en cuanto a la presencia y ausencia de plomo (Medina y col, 2013).

2.4.2. Antecedentes a nivel regional

En el estudio de la calidad fisicoquímica, bacteriológica y metales pesados del río Cañipía para riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Espinar – Cusco; donde el objetivo fue determinar los parámetros del agua de dureza, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, hierro, conductividad eléctrica, pH, plomo, arsénico, mercurio, coliformes totales y termotolerantes del río Cañipía con fines de riego de vegetales y bebida para

animales , los resultados fueron: plomo entre 0.009 y 0.013 mg/l, arsénico entre 0.0076 y 0.0151 mg/l, mercurio en todas las muestras 0.00041 mg/l, coliformes totales entre 22.33 y 467.67 NMP/100ml y coliformes termotolerantes entre 3 y 9.67 NMP/100ml, se concluye que el agua del río Cañipía, no cumple con las normas ECA para agua categoría 3, en razón de que los parámetros alcalinidad, cloruros, **sulfatos**, conductividad, pH, plomo, arsénico, coliformes totales y termotolerantes superan las normas establecidas para el riego de vegetales y bebida de animales (Chullo, 2021).

En el estudio de determinar los metales pesados: mercurio, plomo, cadmio en la leche de vacas alimentadas con pastos regado con aguas del río Llallimayo, Melgar – Puno, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Unidad de Servicios de Análisis Químicos (USAQ), de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, los resultados de nivel de concentración de plomo en la leche fue 0.0256 mg/kg; mercurio 0.0022 mg/kg y cadmio 0.0012 mg/kg de leche; con los cuales concluye, que la concentración de metales pesados en leche, alimentadas con pastos regados con aguas del río Llallimayo superan los límites máximos permisibles (Pacco, 2018).

En estudio de metales pesados de las muestras de agua y seis muestras de leche a través de la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, para el análisis estadístico aplicó correlación de rangos o de Spearman, en la leche los valores promedio de mercurio fue de 0.0028mg/l, el cual no supera el límite máximo permisible (0.005mg/kg fijado por la norma técnica ecuatoriana) y Plomo con concentraciones promedio de 0.21mg/l supera el límite máximo permisible (0.020mg/kg, fijado por Codex alimentarius y la Unión Europea)

y cadmio con promedio de 0.0037 mg/l el cual no supera el límite máximo permisible de 0.010mg/kg fijado por la norma técnica de Rumania (Chata, 2015).

En el estudio realizado por Bárcena, (2011) de la presencia de metales esenciales en la leche de ganado bovino de la microcuenca de Umachiri, donde el estudio realizado fue metales en leche cruda de bovinos en 15 establos ubicados en el ámbito de la "cuenca lechera de Umachiri", Región Puno, Se determinó metales esenciales (Ca, Mg, Na, k, Cu, Fe, Mn y Zn), tóxicos (Pb, As, Cd y Cr) y otros (Ag, Al, B, Ba, Be, Co, Mo, Ni, Se, Sn, Tl y V), mediante el método USEPA 200.7, el nivel de plomo en la leche cruda, excede hasta en 638 veces el límite máximo permisible de (0,020 mg/kg, fijado por la Comisión Codex y la Unión Europea); además, el Cobre (0,05 mg/kg) que es superado en 300 veces, y el Hierro (0,2 mg/kg) en más de 40 veces, de la misma manera, las concentraciones de metales en leche sobrepasan a los niveles permisibles, el Arsénico se halla en una proporción de 38 veces por encima de sus niveles normales, el Cadmio en 45, el Cromo en 40, el Zinc en 11, estos y otros elementos tóxicos, actualmente, se encuentran a niveles que representan un riesgo toxicológico en el consumo de leche.

CAPITULO III

MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Lugar y ubicación del estudio:

3.1.1. Ubicación Geográfica

Región	:	Cusco
Provincia	:	Espinar
Distrito	:	Yauri
Comunidad	:	Huisa Ccollana

3.1.2. Ubicación geográfica

La comunidad de Huisa Ccollana se ubica en la provincia de Espinar, se localiza a una **Altitud de 3,950 m.s.n.mn** en Sur de la Región del Cusco, entre las Latitudes: Sur de 14° 40` 20” y 15° 20` 00” y Longitudes Oeste de 70° 56` 58” y 71° 54` 45”, su superficie, abarca una extensión de 5,311.09 km², constituye parte de las estribaciones altiplánicas de la cordillera de Vilcanota y de la cadena montañosa del Huanzo, con territorios que se encuentran en altitudes que varían entre los 3,840 a 5,175 m.s.n.m (Subgrupo de Medio Ambiente de la Mesa de Diálogo de Espinar, febrero 2013).
<https://www.districto.pe/districto-espinar.html>.

3.1.3. Extensión, altitud y localización:

Espinar es una provincia del departamento de cusco donde los límites son:

Norte	:	Con la provincia de Canas,
Este	:	Con la Región Puno,

- Sur** : Con la Región Arequipa
Oeste : Con la provincia de Chumbivilcas.

La comunidad de Huisa Ccollana, se ubica en la parte oeste del distrito de Espinar, el área de intervención del proyecto de investigación se encuentra ubicada en la parte Sur Oeste del Distrito de Espinar, Provincia de Espinar y Departamento del Cusco. Norte: comunidad de Huisa, Este: comunidad de Anta Ccollana Sur: comunidad e Marquiri Oeste: comunidad Huarca.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Tamaño de muestra

Para determinación la cantidad de animales en el estudio se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia conformado según número de partos de las vacas. En el presente trabajo de investigación se determinó un total de 24 vacas de la raza *Brown swiss* como muestra, elegidas completamente al azar, vacas que se encuentran en producción, pertenecientes a los criadores de la cuenca Ccañipía

Tabla 4: Distribución de vacas en producción para el estudio

No de muestras para análisis	No de partos			Total, de muestras según partos
	Vacas del Primer parto	Vacas del Segundo parto	Vacas del Tercer parto a mas	
Mercurio	8	8	8	24
Plomo	8	8	8	24
Total, de muestras según partos	16	16	16	48

3.3. PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO

Las muestras de leche se recogieron en botellas de polipropileno de (500 ml) de los pezones de las vacas durante el primer ordeño a primeras horas del día, los cuales se almacenaron aproximadamente a una temperatura de 4 °C, para luego remitidos a laboratorio de Unidad de Servicios de Análisis Químicos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de la Ciudad de Lima para su respectivo análisis laboratorio.

3.3.1. Criterios de selección

Criterios de inclusión

- ❖ Vacas alimentadas con pastos naturales y/o cultivados regados con aguas provenientes del río Ccañipia

Criterios de exclusión

- ❖ Vacas no alimentadas con pastos naturales y/o cultivados regados con aguas provenientes del río Ccañipia.

3.4. Materiales para la toma de muestra

3.4.1. Materiales de campo para obtención de muestra

- Botellas de plástico de 500ml limpios y estériles.
- Bolsas de plástico herméticos
- Caja de tecno por
- Hielo
- Gel
- Guantes

3.5. Materiales, reactivos, equipos de laboratorio equipos e instrumentos

Materiales

- ❖ Fiolas de 10 mL, 25 mL y 100 mL clase A
- ❖ Pipetas de 5 mL y 10 mL, clase A
- ❖ Probetas de 10 mL
- ❖ Vasos de precipitados
- ❖ Papel de filtrado de celulosa Whatman Nro. 40.
- ❖ Embudo de líquidos.

Reactivos

- ❖ Standard certificado de Pb, Hg y Cd
- ❖ Ácido nítrico suprapur de 65^a 70%
- ❖ Agua ionizada
- ❖ Solución de disolución de HNO suprapur al 1%v/v

Equipos

- ❖ Equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-6800
- ❖ Horno de grafito GFA-EX7
- ❖ Inyector automático, Autosampler ASC-6100
- ❖ Computadora
- ❖ Plancha térmica, Marca CAT Modelo H30/45
- ❖ Balón de Argón, 99.999% de pureza
- ❖ Balanza analítica SHIMADZU AUW120 d: 0.1mg

3.6. Determinación de Plomo y mercurio por Espectroscopia de Absorción Atómica por la Técnica de Horno de Grafito.

Las 48 muestras de leche de vacunos fueron analizadas en el laboratorio de Unidad de Servicios de Análisis Químicos en la Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de la Ciudad de Lima, este método de ensayo establece la metodología para el análisis total mediante espectroscopia de absorción atómica. Este método, es aplicable para la determinación del contenido de plomo y mercurio según lo establecido en la norma (NCh 409/1 – Of, 2005).

Esta normativa técnica se usa para determinar plomo y mercurio en leche, aguas y efluentes industriales en el rango de 0.001mg/L a 0.05mg/L, es posible determinar mayores o menores concentraciones por dilución o concentración de la muestra respectivamente.

Preparación de las muestras de leche:

- Se agito bien la muestra de leche y se procedió a pesar en un crisol limpio y seco Con

- la ayuda de una pipeta Pasteur de plástico de 10 mL se pesó 25 gr de leche.
- Se llevó a la estufa a una temperatura de HNO₃: a 2N en una plancha de calentamiento hasta lograr la deshidratación. 40°C hasta lograr la sequedad.
 - Luego se llevó a digestión acida con 10ml
 - Seguidamente, se colocó a la mufla 400°C por 8 horas hasta que se haga cenizas, retirar de la mufla y dejar enfriar.
 - Posteriormente se agregó 10 mL de HNO₃ a 2N y se puso a la plancha de calentamiento hasta lograr la deshidratación y por 8 horas más poner nuevamente a la mufla a 400°C.
 - Luego se enfrió, para posteriormente disolver en agua y filtrar con un filtro Whatman Nro. 40 en una fiola de 25 mL y enrazar con agua desionizada.
 - Se preparó simultáneamente un blanco digerido sustituyendo la muestra por agua ultra pura y realizar la digestión como se ha descrito anteriormente.

3.7. DISEÑO ESTADISTICO

Los datos fueron analizados mediante el software estadístico de SAS, versión 9.4, Los datos fueron procesados con diseño completamente al azar; y posteriormente fue interpretada utilizando medidas de tendencia central y de dispersión; cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable respuesta (Niveles de metales)

μ = Efecto de la media poblacional

δ_i = Efecto del i – ésimo número de parto de las vacas (1,2 y 3)

E_{ijk} = Error experimental.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LECHE EN VACAS EN PRODUCCIÓN EN LAS COMUNIDAD DE HUISA CCOLLANA DE LA CUENCA DE RIO CCAÑIPIA ESPINAR – CUSCO.

4.1.1. PLOMO

4.1.2. Niveles de plomo en leche en vacas en producción

Los resultados de niveles de concentración de plomo en leche en vacunos en producción en la Comunidad de Huisa Ccollana Espinar según estado reproductivo de primero al tercer parto indican que no existe diferencia significativa estadística entre los promedios de nivel de concentración de plomo ($\alpha \geq 0.05$) (ANVA anexo 3), según prueba de significancia de Duncan con mayor nivel de concentración se encuentra los vacunos de tercer parto, en segunda ubicación los de segundo parto y con menor concentración los de primer parto (tabla 5).

Tabla 5: Niveles de concentración de plomo (mg/L) en leche de vacas en producción

Edad y estado reproductivo de vacas	n	Promedio \pm D.S.	Niveles de plomo (mg/L)	
			Mínimo	Máximo
Primer parto	8	0.033 ^a \pm 0.015	0.01	0.05
Segundo parto	8	0.034 ^a \pm 0.017	0.01	0.06
Tercer parto	8	0.035 ^a \pm 0.014	0.01	0.06

^a Letras similares indican que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$)

En la tabla 5, se observa concentraciones de plomo en la leche de las vacas en la Comunidad de Huisacollana Espinar se encontró en promedio de: $0.033^a \pm 0.015$, $0.034^a \pm 0.017$ y $0.035^a \pm 0.014$ mg/L en vacunos de primer, segundo y tercer parto respectivamente. Los promedios encontrados en el presente estudio superan a los límites estándares de permisibilidad de la Unión Europea (CE, 2006) y (Codex y OMS, 1995) donde el nivel de concentración de plomo no debe superar el nivel máximo de 0.02 mg/kg en leche normal de animales mamíferos. Los niveles superiores de plomo encontrados en el presente estudio se atribuyen a que los animales podrían adquirir mediante el consumo de pastos y bebida de agua que contenga el metal por la actividad minera de Antapacay.

Por otro lado, según López y Vásquez, (2021) en el estudio de determinación de concentración de plomo en leche en vacunos en Cajamarca reportó la concentración de plomo en leche de bovino (0.210 ppm), lo que significa que es bastante elevado en relación al presente estudio posiblemente al consumo de pastos y agua con acceso a los afluentes de la actividad minera.

Según reporte de Pacco, (2018) indica concentración de plomo 0.0256 mg/kg en leche de vacunos, mientras en la investigación realizada por (Moreno, 2018), en metales pesados en leche de vacas alimentadas con alfalfa producida en suelos irrigados con aguas residuales en Puebla y Toxacla, México, indica la concentración de plomo en elche fue 0.039, siendo un valor superior al límite internacional permitido, y es mucho mayor a lo obtenido en nuestro estudio y además supera el límite máximo permisible establecido por la Unión Europea; esta diferencia es debido al tiempo de consumo de pastizales irrigadas con las aguas residuales de procedencia industrial.

Según estudio de Chata, (2015) en la cuenca del río Coata, reportó el promedio de concentración de plomo 0.21mg/l, el cual superan el límite máximo permisible fijados por (Codex 1995 y UE, 2006), en comparación al estudio que realizamos estos datos son menores al que obtuvimos, dicha diferencia puede ser debido a que el Pb ingerido por la vía oral por las vacas es absorbido cuando hay deficiencia de proteínas y micronutrientes como el hierro, calcio y zinc, el cual sería la causa de la concentración de este metal en la leche de vaca.

En el estudio realizado por Bernal, (2019) en valle de Oxapampa Pasco determino nivel de concentración de Pb en leche de vacunos promedio de 0.0576 mg, que es muy superior a las normas de nivel máximo permisible de U. y de ODEX, de igual manera es superior a los niveles encontrados en el presente estudio.

Por otro según Condori, (2020) en el estudio de los niveles de concentración de plomo y arsénico en leche y pelos de vacas en la cuenca lechera del valle de Moquegua reporto nivel de concentración de 0.2867 ± 0.082 mg de plomo/ litro de leche, igualmente, según (Bárcena, 2011) en la cuenca Llallimayo Umachiri – Puno, determino concentraciones de plomo en leche 638 veces superior al límite máximo permisible, es decir a 0.020 mg/kg de leche, la elevada concentración de debería a la actividad minera ARASI SAC, que está ubicado en la cabera de la cuenca Llallimayo, en el distrito de Ocuvi, dichos resultados son superiores en relación al presente estudio debido al acceso de agua y riego son provenientes de la actividad minera.

Según reporte de Condori, (2020) en el estudio de niveles de plomo en leche y pelo de vacas menciona niveles de concentración de plomo en vacas del valle de Moquegua de 0.2867 ± 0.082 mg de plomo/ litro de leche; dicho resultado es superior al presente estudio y según las normas técnicas internacionales debido al acceso prolongado a sitios de pastizales y riego con agua provenientes de la actividad minera, dichos resultados son superiores en comparación al presente estudio lo que se atribuye la zona de influencia a la actividad minera y el consumo de agua de los animales son provenientes de la actividad minera.

En el estudio de contenido de algunos metales pesados de leche y productos lácteos en distrito de Karnal de Haryana India, reportó nivel de concentración de plomo de 3.16 - 13.89 ppb (Singh *et al.*, 2019), y (Talir *et al.*, 2016) en análisis de distribución de metales pesados en suelo, forraje, sangre y leche en diferentes estaciones en Khizerabad, Sargodha, Pakistán reportó concentración de Pb entre 0.3 a 0.8 mg/L-1. Dichos resultados; dichos resultados son inferiores en relación al presente estudio, posiblemente a la zona de acceso de agua y pastizales de los animales en zonas industriales.

Mientras en el estudio de efectos ambientales sobre el contenido de algunos elementos en las leches de camella y oveja en las regiones de Qassim y Riadh en Reino de Arabia Saudita, determino concentración de Pb 0.59 ppm en leche de camello, y en ovinos 0.88 ppm (Soltan, *et al.*, 2017). Dichos resultados tienen similitudes de niveles de concentraciones y de la misma manera son superiores a las normas internacionales de (UE. 2016), debido que los estudios realizado se encuentran en zonas que tienen áreas de la industria y actividad minera. Los resultados de los autores mencionados son superiores a los límites máximos

permisibles de UE y del presente estudio debido al área de influencia de los animales a la zona industrial.

4.2. MERCURIO

4.2.1. Niveles de mercurio en leche en vacas en producción

Los resultados de niveles de concentración de mercurio en leche en vacunos en producción en la Comunidad de Huisa Ccollana Espinar según estado reproductivo del primero al tercer parto indican que existen diferencia significativa estadística entre los promedios de nivel de concentración de mercurio según número de partos ($\alpha \geq 0.05$) (ANVA anexo 2), los promedios con mayor nivel de concentración se encuentra los vacunos de primer parto, en segunda lugar se encuentran los de tercer parto y con menor concentración se encuentra los de segundo parto, entre diferencia de medias en la prueba de Duncan que no existen diferencias estadísticamente (tabla 6).

Tabla 6: Niveles de concentración de mercurio (mg/L) en leche de vacas en producción

Edad y estado reproductivo de vacas	n	Promedio \pm D.S.	Niveles de plomo (mg/L)	
			Mínimo	Máximo
Primer parto	8	0.034 ^a \pm 0.018	0.01	0.04
Segundo parto	8	0.023 ^a \pm 0.013	0.01	0.05
Tercer parto	8	0.030 ^a \pm 0.013	0.01	0.04

^a Letras similares indican que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$) en prueba de Duncan

En la tabla 6 se observa la concentración de mercurio en leche de vacas en la comunidad de Huisacollana Espinar, donde se encontró en promedio de: $0.034^a \pm 0.018$, $0.023^a \pm 0.013$ y $0.030^a \pm 0.013$ mg/L en vacunos de primer, tercero y segundo parto respectivamente. Los promedios de nivel de concentración encontrados en el presente estudio superan a los límites estándares de permisibilidad según reglamento de la comisión Unión Europea (CE, 2018) donde indica el nivel de concentración de mercurio no debe superar el nivel máximo de 0.005 mg/kg en leche de vaca; los niveles de concentración de metales pesados en el presente estudio son superiores en relación al reglamento de UE, donde los animales han adquirido posiblemente por el consumo de pastos y bebida de agua que contenga el metal por la actividad minera de Antapacay.

Según estudios de Bernal, (2019) sobre niveles de metales pesados en hatos lecheros de valle de Oxapampa – Pasco reporto nivel de concentración promedio de 0.00254 mg/L de mercurio en la leche de vacunos. Dichos resultados son menores en relación al presente estudio posiblemente a la zona de pastoreo y área de influencia de la actividad minera. Por otro lado, según (López, A. 2021), reportó concentración de mercurio de 0.016 mg/L en leche en vacunos en Cajamarca.

En el estudio por Pacco, (2018) reportó mercurio de 0.0022 mg/kg en leche de vacunos en las comunidades de del distrito de Llalli Umachiri – Puno, dichos resultados son menores en relación al presente estudio, de la misma manera no superan los límites máximos permisibles según los estándares de la Unión Europea, quien indica que los valores de mercurio no deben ser mayores a 0.005 mg/kg de leche, sin embargo, los resultados de los estudios mencionados son menores en relación al presente estudio debido que pertenecen a

diferentes zonas y exposición al grado de riego y área de influencia de la actividad minera.

En el estudio realizado por Chata, (2015), en la cuenca del río Coata, Puno, reporta el promedio de concentración de Mercurio 0.0028 mg/l, de la misma manera no supera los límites la norma técnica ecuatoriana para muestras de leche; con respecto a nuestra investigación es menor a lo obtenido por esta investigadora el cual no supera el límite máximo permisible, dichos resultados en la leche por que el mercurio es uno de los metales que ingresa al organismo a través de los alimentos se absorbe del 90 al 95% en el tracto gastrointestinal es hidrosolubles y liposoluble lo que contribuiría en su almacenamiento en los tejidos del animal y el hombre, por lo cual su liberación es muy lenta. Por otro según (Moreno, 2018) en Puebla - México reporta concentraciones de mercurio en leche de 0.0039 mg/kg, el cual no supera los límites máximos permisibles y es menor en relación al presente estudio posiblemente al acceso a diferentes áreas de influencia de la actividad minera.

En el estudio de niveles de metales pesados en los hatos lecheros del valle de Oxapampa Pasco en 150 vacas de trece hatos determino concentración de Hg promedio de 0.00264 mg kg⁻¹ (Bernal y Rubén, 2019). Dichos resultados son inferiores en relación al presente estudio debido a la zona de acceso directa y área de influencia que están expuestas cada zona; por otro lado, en el estudio de contenido de algunos metales pesados en 30 muestras de leche y productos lácteos en distrito de Karnal de Haryana India reportó nivel de concentración de mercurio de 3.34 -10.68 ppb (Singh, *et al.*, 2019). Dichos resultados son inferiores en relación al presente estudio, debido que son diferentes las zonas de acceso a la zona industrial.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- En la comunidad de Huisa Ccollana de la Cuenca de Rio Ccañipia Espinar – Cusco, en muestras de leche de vacas alimentados con pastos regados con agua, se encontró niveles de concentración de plomo en promedio de 0.033 ± 0.015 mg/L en vacas de primer parto; 0.034 ± 0.017 mg/L en segundo parto y 0.035 ± 0.014 mg/L en tercer parto; los valores superan los niveles máximos permisibles internacionales.

- En la comunidad de Huisa Ccollana de la Cuenca de Rio Ccañipia Espinar – Cusco, en muestras de leche de vacas alimentados con pastos regados con agua, se encontró niveles de mercurio en promedio de 0.034 ± 0.018 mg/L en vacas de primer parto, 0.023 ± 0.013 mg/L en segundo parto y 0.030 ± 0.013 mg/L en tercer parto; los valores superan los niveles máximos establecidos por normas internacionales.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar investigaciones del análisis de suelo, forraje, flora acuática, análisis de sangre y también realizar análisis de metales pesados en carne de vacunos en la cuenca del río Ccañipia.

- Las instituciones encargadas de vigilar la salud y las oficinas de medio ambiente deben tener estrategias de vigilancia e implementar medidas de Mitigación de metales pesados en la cadena trófica sobre derivados de la producción de leche.

- Se debe implementar más investigaciones en zonas que no tienen área de influencia de la actividad minera y abordar el tema, de la misma manera deben reunirse con los productores antes de tomar decisiones y con otras entidades comprendidas en la materia para que de esta manera puedan solucionar los problemas que aquejan a los pobladores de estas zonas donde se realiza la actividad minera.

- Realizar investigaciones de niveles de metales pesados en los productos de derivados de la leche y su correlación en los humanos.

BIBLIOGRAFIA

- Adriano, D. (1986). Trace elements in the terrestrial environment. Springer Verlag. New York: Springer Verlag
- Aquino, E. (2003). “Contaminación por mercurio y cianuro en el Distrito Minero de Ananea-Puno”. Tercer Congreso Internacional de Medio Ambiente en Minería y Metalurgia. Crea ediciones graficas E.I.R.L. Perú.
- Arroyave, J. (2008). Guías para el manejo de Urgencias Toxicológicas. Ministerio de la Protección Social. Imprenta Nacional de Colombia. p 26063.
- Ayala, J., & Romero, H. (2013). Presence of heavy metals (arsenic and mercury) in cow’s milk at southern ecuador. *la granja,17(1)*, 36-43.
- ATSDR, (2007). Resumen de salud pública Plomo. División de toxicología y Medicina Ambiental. Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. www.atsdr.cdc.gov/es/
- Bárcena L R. (2011). Determinación de Metales Tóxicos en la Leche de Ganado. Gestión en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Universidad Nacional Del Altiplano.
- Bernal, A. (2019). Niveles de metales pesados en los hatos lecheros del valle de Oxapampa – Pasco Huancayo. Tesis post grado Unidad de post grado Universidad Nacional del Centro Huancayo Perú
- Chata, A. (2015). presencia de metales pesado (Hg,As,Pb y Cd) en hagua y leche en la cuenca del rio Ccoata 2015. *tesis para optar el título profesional en licenciada en Nutricion Humana.* Universidad Nacional de Altiplano, Puno.

- Chullo, G. (2021). calidad fisicoquímica, bacteriológica y metales pesados del río Cañipía para riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de espinar – cusco. Tesis Biología Universidad Nacional del Altiplano – Puno.
- Castro, G. (2018). Metales pesados en leche de vacas alimentadas con alfalfa producida en suelos irrigados con aguas residuales en Puebla y Tlaxcala, México. *Rev. mex. de cienc. pecuarias*.
- Cabrera, M. y col. (2003). Cómo obtener leche de buena calidad. Obtenido en la Red Mundial en 27/11/2017. www.turipana.org.co/leche.htm - 52k
- Codex. (1995). Codex standard for contaminants and toxins in food and feed. codex stan.
- CE, Comisión de las Comunidades Europeas. 2006. Reglamento (CE) 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea. p. 20.
- Córdoba D. (2006). Plomo. En Córdoba D Henao S. Toxicología. (pp 340-344). Editorial Manual Moderno.
- Condori, R. (2020). Niveles de plomo y arsénico en leche y pelo de vacas de la cuenca del valle de Moquegua. Tesis UNA PUNO. Perú
- Erostegui, C. P. (2009). Contaminación por metales pesados. *revista científica ciencia médica*, 45-46.
- FAO. (2008). Código de principios referentes a la leche y los productos lácteos. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/w2198s/W2198S11.htm>.
- García J, Méndez J, Pásaro E, Laffon B. (2010). Genotoxic effects of lead: An updated review. *Environment International* 36:623–636.
- Gasque, G. y. (2001). Zootecnia en Bovinos Productores de Leche. Obtenido de UNAM:

<http://fmvzenlinea.fmvz.unam.mx/login/index.php>.

Gonzales, R. (2009). Metales pesados en carne y leche de vacunos y certificación para la Unión Europea. Revista Colombiana de Ciencias Agropecuarias. Universidad de León, España. Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co>. 22:3.

Guillen Paredes, R. y Medina Matus, S. A. (2012). Determinación de plomo en leche de ganado bovino en el cantón Sitio del niño, municipio de San Juan Opico, El Salvador. Tesis de Ingeniería no publicada, Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómica. Departamento de Medicina Veterinaria, San salvador, El Salvador.

Jenkis, T. a. (2006). Major advances in nutrition: impact on milk composition. Journal of Dairy Science 89: 1302 - 1310.

Kastenmayer P. (1995) Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Depósito de Documentos de la FAO, Departamento de Agricultura.

Nava Ruiz, C. & M. Mendez-Armeta; (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio) 16, 140-147 (2017a). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio) 16, 140-147 (2017b). Neurotoxic effects of heavy metals cadmiun, lead arsenic and talium. 16, 140-147.

López, A. Vásquez, G. 2021 “Determinación de la concentración de arsénico, cadmio, cobre, mercurio y plomo en leche de bovino Cajamarca. Tesis Universidad privada del norte Perú.

Medina, M. Y COL (2013). Determinación de plomo en leche de ganado bovino en el Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad, El Salvador.

- Mendoza, y. g., & Medina, C. (2013). Determinación de plomo y cadmio por espectrofotometría de absorción atómica en la leche cruda de bovino en establos lecheros del distrito de chancay- huaral,2013. (*tesis para optar el título profesional*). universidad wiener, Lima.
- Méndez Batán J. (2002). Metales pesados en alimentación animal. Anaporc. Revista de Porcinocultura. 22(223): p. 88-95.
- Minkina, T., et al. (2014). Compuestos de metales pesados en un suelo de Zona tecnológica para indicar su estado ecológico, Rusia: Southern Federal University.
- Mitra, S., Chakraborty, A. J., Tareq, A. M., Emran, T. Bin, Nainu, F., Khusro, A., Idris, A. M., Khandaker, M. U., Osman, H., Alhumaydhi, F. A., & Simal-Gandara, J. (2022). Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3), 101865.
- Moreno, M. (2003). *Toxicología ambiental. Evaluación de riesgo para la salud Humana*. Madrid: McGraw Hil (1er ed).
- Moreno, R. (2018). Metales pesados en leche de vacas alimentadas con alfalfa producida en suelos irrigados con aguas residuales en Puebla y Tlaxcala, México. SciELO México <http://www.scielo.org.mx> › pdf › rmcp › 2448-66.
- NOM (Norma Oficial Mexicana) 004-ZOO. (1994). Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos, y porcinos. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo. Modificación de la Norma Oficial Mexicana.
- NCh 409/1 – Of. 2005., 27 de junio del 2006 1 (2005).

- Nordberg G.F., Fowler.B.A., Nordberg M. (2007). Inhalation Handbook on the toxicology of metals. San Diego, California. Academic Press Inc.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. 2005. Reglamento Sanitario Internacional (RSI). Ginebra: Disponible en: <http://www.who.int/csr/ihr/es/index.html>. Acceso, diciembre, 2009.
- Oskarsson, A; Jorhem, L; Sundberg, J; Nilsson, N. G; Albanus, L. 1992. Lead poisoning in cattle—transfer of lead to milk. *Science of the Total Environment*, 111(2), 83-94
- Pacco, D. (2018). Determinación de metales pesados en la leche y pelo de vaca en la cuenca del río Llallimayo Melgar- Puno. *Tesis para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista*. Universidad Nacional del Antiplano, Puno.
- Pajares, G., & Vargas, J. (2018). “Bioacumulación de metales pesados en leche vacuna producto de la ingesta de pastos impactados por pasivos mineros en el distrito de Chugur en el año 2017”. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental*. universidad privada del norte, Cajamarca.
- Parra, M. H. y Col. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche, problemática y estrategia para su control. Manual técnico CORPOICA, Colombia.
- Parra, M. H., & Col. (2003). *Los residuos de medicamentos en la leche, problemaica y estrategia para su control*. Colombia: Manual tecnico CORPOICA, Colombia.
- Press; (2011) Institute of Medicine of the National Academies.Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for calcium and vitamin D. Washington: National Academies.
- Ramírez A. (2005). El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. Anales de la Facultad de Medicina.

- Rodríguez, M. (2003). Determinación de presencia y concentración de metales pesados en leche bronca. Tesis de Licenciatura. Ingeniero en industrias Alimentarias. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Roos, Y. (2002). Agua en productos lácteos. En: Enciclopedia de Ciencias Lácteas. Oxford, Gran Bretaña: J.W.,P.F. Fox and H. Roginski.
- Shibamoto T., Bjeldanes L.E. (1993) Introduction to food toxicology. San Diego, California, USA. Academic Press Inc.
- Singh, M. (2019). Assessment of contamination of milk and milk products with heavy metals. <https://doi.org/10.33785/IJDS.2019.v72i06.005>.
- Soltan ME., *et al.* (2017) "Effect of the environmental factors on some element contents in camel and sheep milks: A comparative study between Qassim and Riyadh regions, KSA". *International Research Journal of Public and Environmental Health* 4.8 (2017): 184-192.
- Tahir, Munawar, Abbas c, M.A. Tahir, Nazir, Iqbal b, Kanwal, Hassan y Younas 2016. Estudio comparativo de distribución de metales pesados en suelo, forraje, sangre y leche journal homepage: www.elsevier.com/locate/chnaes.
- Valdivia Melinda M. (2005) Intoxicación por plomo. Rev. Soc. Per. Med. Inter.
- Veisseyre, R. (1980) Lactancia Técnica. Editorial Acribia. 2da. Edic. España
- Wittmann, G. (1981). Toxic Metals. Berlin: Springer-Verlag. *Toxic metals*, Metal Pollution in the Aquatic.
- Wattiaux, M. Lactancia y Ordeño. Capítulo (2003). 19: Composición de la leche y valor nutricional Obtenido en www.babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/html/ch19/lactation_spn_ch19.html - 40k

ANEXOS

Anexo 1. Información de la investigación en vacas de la comunidad de Huisa Collana – Espinar - Cusco.

Resultados de análisis de laboratorio: Niveles de Plomo en la leche de vacunos



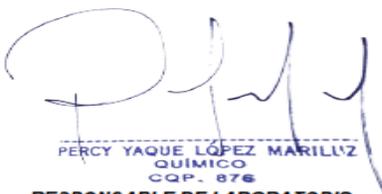
INFORME DE ENSAYO	N° 076-2022
--------------------------	--------------------

Cliente	OLGE KEVIN KCANA PUMA
Dirección del cliente	Barrio 2 de Mayo Calle Laramani
Referencia USAQ	076
Denominación de la muestra	LECHE DE VACA
Fecha de recepción	10/02/2022
Fecha de análisis	11/02/2022
Fecha de emisión de informe	21/02/2022
Características de muestra.	Muestras líquidas

Referencia USAQ	Determinación o Parámetro	Especificación	Resultado	Unidades
076-01	Plomo	N° 01	0.04	ppm
076-02	Plomo	N° 02	0.01	ppm
076-03	Plomo	N° 03	0.05	ppm
076-04	Plomo	N° 04	0.03	ppm
076-05	Plomo	N° 05	0.05	ppm
076-06	Plomo	N° 06	0.02	ppm
076-07	Plomo	N° 07	0.04	ppm
076-08	Plomo	N° 08	0.02	ppm
076-09	Plomo	N° 09	0.06	ppm
076-10	Plomo	N° 10	0.04	ppm
076-11	Plomo	N° 11	0.02	ppm
076-12	Plomo	N° 12	0.04	ppm

Limites de detección y Métodos

Determinación o parámetro	Limite de detección	Método
Plomo	0.002 ppm	USAQ-ME-04 AAS


 PERCY YAQUE LÓPEZ MARILLUZ
 QUÍMICO
 CQP. 876
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Resultados de Análisis de laboratorio. Niveles de Plomo en leche de vacunos



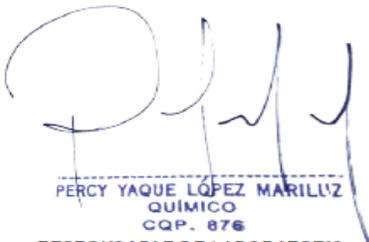
INFORME DE ENSAYO	N° 076-2022
--------------------------	--------------------

Cliente	OLGE KEVIN KCANA PUMA
Dirección del cliente	Barrio 2 de Mayo Calle Laramani
Referencia USAQ	076
Denominación de la muestra	LECHE DE VACA
Fecha de recepción	10/02/2022
Fecha de análisis	11/02/2022
Fecha de emisión de informe	21/02/2022
Características de muestra.	Muestras líquidas

Referencia USAQ	Determinación o Parámetro	Especificación	Resultado	Unidades
076-13	Plomo	N° 13	0.03	ppm
076-14	Plomo	N° 14	0.01	ppm
076-15	Plomo	N° 15	0.05	ppm
076-16	Plomo	N° 16	0.02	ppm
076-17	Plomo	N° 17	0.04	ppm
076-18	Plomo	N° 18	0.03	ppm
076-19	Plomo	N° 19	0.03	ppm
076-20	Plomo	N° 20	0.01	ppm
076-21	Plomo	N° 21	0.03	ppm
076-22	Plomo	N° 22	0.04	ppm
076-23	Plomo	N° 23	0.06	ppm
076-24	Plomo	N° 24	0.04	ppm

Limites de detección y Métodos

Determinación o parámetro	Límite de detección	Método
Plomo	0.002 ppm	USAQ-ME-04 AAS


 PERCY YAQUE LOPEZ MARILUZ
 QUÍMICO
 CQP. 876
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Resultados de análisis de laboratorio: Niveles de mercurio en leche de vacunos

	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS	
---	---	---

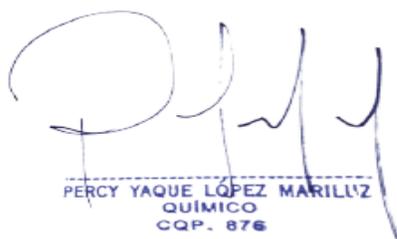
INFORME DE ENSAYO	Nº 077-2022
--------------------------	--------------------

Cliente	OLGE KEVIN KCANA PUMA
Dirección del cliente	Barrio 2 de Mayo Calle Laramani
Referencia USAQ	077
Denominación de la muestra	LECHE DE VACA
Fecha de recepción	10/02/2022
Fecha de análisis	11/02/2022
Fecha de emisión de informe	21/02/2022
Características de muestra.	Muestras líquidas

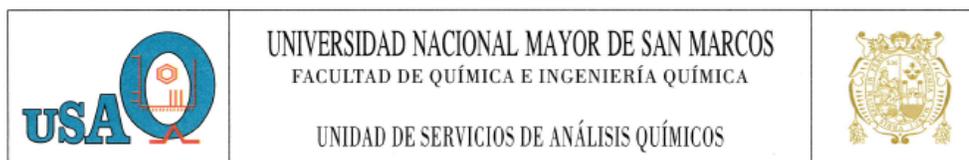
Referencia USAQ	Determinación o Parámetro	Especificación	Resultado	Unidades
074-01	Mercurio	N° 01	0.05	ppm
074-02	Mercurio	N° 02	0.01	ppm
074-03	Mercurio	N° 03	0.05	ppm
074-04	Mercurio	N° 04	0.01	ppm
074-05	Mercurio	N° 05	0.05	ppm
074-06	Mercurio	N° 06	0.02	ppm
074-07	Mercurio	N° 07	0.03	ppm
074-08	Mercurio	N° 08	0.05	ppm
074-09	Mercurio	N° 09	0.02	ppm
074-10	Mercurio	N° 10	0.02	ppm
074-11	Mercurio	N° 11	0.02	ppm
074-12	Mercurio	N° 12	0.05	ppm

Limites de detección y Métodos

Determinación o parámetro	Límite de detección	Método
Mercurio	0.001 ppm	USAQ-ME-04 AAS


 PERCY YAQUE LÓPEZ MARILUZ
 QUÍMICO
 CQP. 876
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Resultados de Análisis de Laboratorio. Niveles de mercurio en la leche de vacunos



INFORME DE ENSAYO

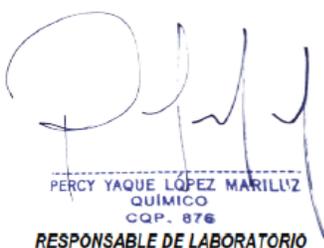
N° 077-2022

Cliente	OLGE KEVIN KCANA PUMA
Dirección del cliente	Barrio 2 de Mayo Calle Laramani
Referencia USAQ	077
Denominación de la muestra	LECHE DE VACA
Fecha de recepción	10/02/2022
Fecha de análisis	11/02/2022
Fecha de emisión de informe	21/02/2022
Características de muestra.	Muestras líquidas

Referencia USAQ	Determinación o Parámetro	Especificación	Resultado	Unidades
074-13	Mercurio	N° 13	0.03	ppm
074-14	Mercurio	N° 14	0.01	ppm
074-15	Mercurio	N° 15	0.02	ppm
074-16	Mercurio	N° 16	0.01	ppm
074-17	Mercurio	N° 17	0.02	ppm
074-18	Mercurio	N° 18	0.04	ppm
074-19	Mercurio	N° 19	0.01	ppm
074-20	Mercurio	N° 20	0.03	ppm
074-21	Mercurio	N° 21	0.03	ppm
074-22	Mercurio	N° 22	0.05	ppm
074-23	Mercurio	N° 23	0.02	ppm
074-24	Mercurio	N° 24	0.04	ppm

Límites de detección y Métodos

Determinación o parámetro	Límite de detección	Método
Mercurio	0.001 ppm	USAQ-ME-04 AAS


 PERCY YAQUE LÓPEZ MARILUZ
 QUÍMICO
 CQP. 876
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Anexo 2. Análisis de variancia de las variables.

PLOMO

Niveles de plomo en leche								
1 parto		2do parto			3er parto			
N°	ppm	N°	ppm	N°	ppm	N°	ppm	
1	0.04	1	9	0.06	1	17	0.04	
2	0.01	2	10	0.04	2	18	0.03	
3	0.05	3	11	0.02	3	19	0.03	
4	0.03	4	12	0.04	4	20	0.01	
5	0.05	5	13	0.03	5	21	0.03	
6	0.02	6	14	0.01	6	22	0.04	
7	0.04	7	15	0.05	7	23	0.06	
8	0.02	8	16	0.02	8	24	0.04	
				0.03			0.03	
Promd	0.033			4			5	
Mínimo	0.01			0.01			0.01	
Máximo	0.05			0.06			0.06	
				0.01			0.01	
DE	0.015			7			4	
				0.49			0.40	
CV	0.458			9			4	

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.000025	0.0000125	0.05	0.9484
Error	21	0.0049375	0.00023512		
Total, corregido	23	0.0049625			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PLOMO Media
0.005038	45.43287	0.015334	0.03375

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	2	0.000025	0.0000125	0.05	0.9484

Alpha	0.05	
Grados de error de libertad	21	
Error de cuadrado medio	0.000235	
Número de medias	2	3
Rango crítico	0.01594	0.01674

**Medias con la misma letra
no son significativamente
diferentes.**

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	0.035	8	3
A	0.03375	8	2
A	0.0325	8	1

Análisis de variancia de las variables.

MERCURIO

Niveles de mercurio en leche									
	1 parto		2do parto			3er parto			
	N°	ppm	N°	ppm	N°	ppm	N°	ppm	
	1	0.05	1	9	0.02		1	17	0.02
	2	0.01	2	10	0.02		2	18	0.04
	3	0.05	3	11	0.02		3	19	0.01
	4	0.01	4	12	0.05		4	20	0.03
	5	0.05	5	13	0.03		5	21	0.03
	6	0.02	6	14	0.01		6	22	0.05
	7	0.03	7	15	0.02		7	23	0.02
	8	0.05	8	16	0.01		8	24	0.04
Promd		0.034			0.023				0.03
Mínimo		0.01			0.01				0.01
Máximo		0.04			0.05				0.04
DE		0.018			0.013				0.013
CV		0.547			0.57				0.436
		54.72			56.97				43.64

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.000525	0.0002625	1.16	0.3317
Error	21	0.0047375	0.0002256		
Total, corregido	23	0.0052625			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	MERCURIO Media
0.099762	52.24288	0.01502	0.02875

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	2	0.000525	0.0002625	1.16	0.3317

Alpha	0.05
Grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	0.000226
Número de medias	2
Rango crítico	0.01562

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	0.033750	8	1
A	0.030000	8	3
A	0.022500	8	2

Figura. Distribución de mercurio en leche de vacunos

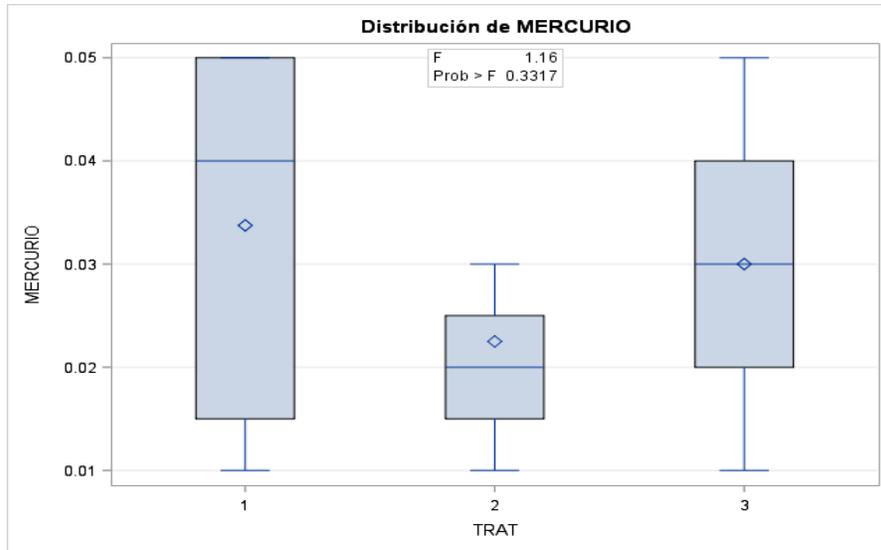
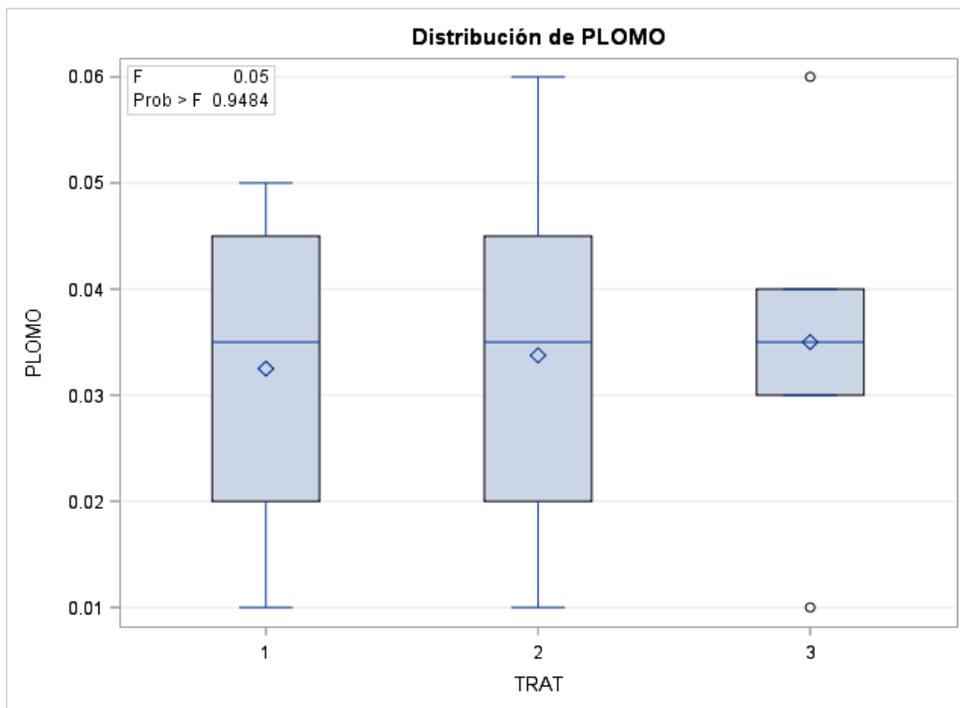


Figura. Distribución de mercurio en leche de plomo



ANEXO 3.

FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN



Figura 1. lavado y secado de los pezones de la vaca



Figura 2. sujeción antes del ordeño de la vaca



Figura 3. ordeño de la vaca en un recipiente limpio

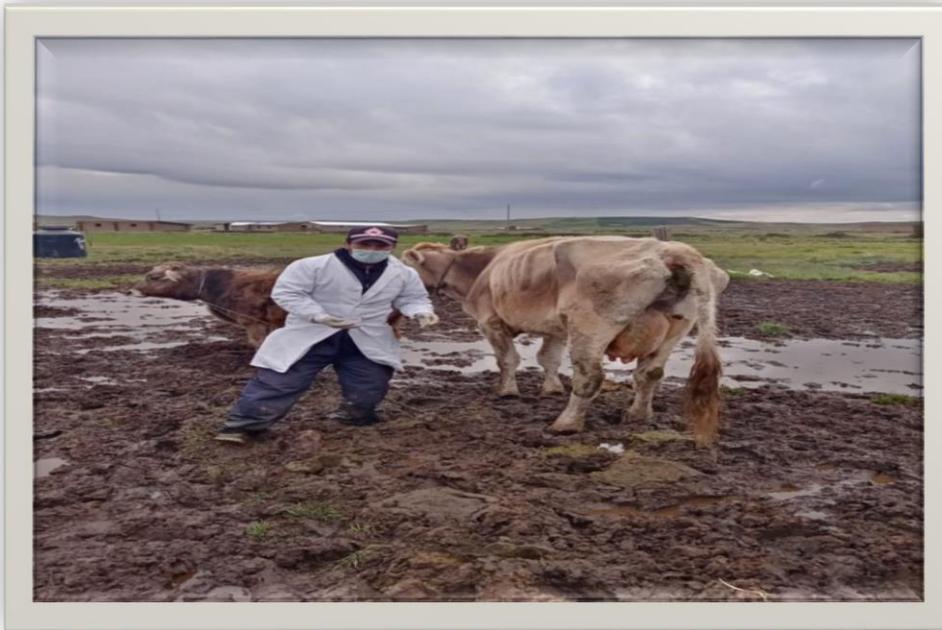


Figura 4. recolección de muestra en un recipiente



Figura 5. identificación de muestras y almacenado en un cooler



Figura 6. almacenado del total de muestra y rotulado para el envío al laboratorio

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador Escala	Instrumento	Fuente
¿Cuáles serán los niveles de plomo y mercurio en la leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa CCollana de la cuenca del río Ccañipia Yauri Espinar?	Determinar los niveles de metales pesados en la leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa CCollana de la Cuenca de Río Ccañipia Espinar– Cusco.	La cantidad de metales pesados presentes en la leche de las vacas, sobrepasan los límites máximos permisibles establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la comunidad de Huisa CCollana – distrito Yauri- Espinar	Independiente: N° de parto Dependiente: Niveles de Plomo Niveles de Mercurio	1°, 2° y 3° a mas Mg/Lt de leche Mg/Lt de leche	Registro de producción Equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-6800 Horno de grafito	Laboratorio de Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima
¿Cuáles serán los niveles de plomo en la leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa CCollana de la cuenca del río Ccañipia Yauri Espinar?	Determinar los niveles de plomo en la leche de vacas en producción de la comunidad Huisa CCollana de la cuenca del Río Ccañipia, según número de parto.	Los niveles de plomo en las leches de las vacas sobrepasan los límites máximos permisibles establecidas por la Organización Mundial de la Salud en comunidad de Huisa CCollana – distrito Yauri- Espinar	Independiente: N° de parto Dependiente: Niveles de Plomo	1°, 2° y 3° a mas Mg de Pb/Lt de leche	Registro de producción Equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-6800 Horno de grafito	Laboratorio de Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima

<p>¿Cuáles serán los niveles de mercurio en la leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa CCollana de la cuenca del rio Ccañipia Yauri - Espinar?</p>	<p>Determinar los niveles de mercurio en la leche de vacas en producción de la comunidad de Huisa CCollana de la cuenca del Rio Ccañipia, según número de parto.</p>	<p>Los niveles de mercurio en la leche de las vacas sobrepasan los límites máximos permisibles establecidas por la Organización Mundial de la Salud en comunidad de Huisa CCollana – distrito Yauri- Espinar</p>	<p>Independiente: N° de parto</p> <p>Dependiente: Niveles de Mercurio</p>	<p>1°, 2° y 3° a mas</p> <p>Mg de Hg/Lt de leche</p>	<p>Registro de producción</p> <p>Equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-6800 Horno de grafito</p>	<p>Laboratorio de Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima</p>
--	--	--	---	--	--	---