

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICION HUMANA**



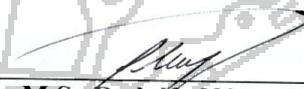
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICION HUMANA

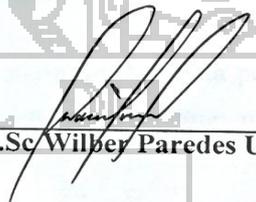
“PRESENCIA DE METALES PESADOS (Hg, As, Pb y Cd) EN AGUA Y LECHE  
EN LA CUENCA DEL RIO COATA 2015”

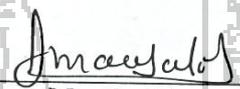
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN  
NUTRICIÓN HUMANA

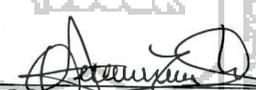
PRESENTADO POR LA BACH. AYDE CHATA QUENTA

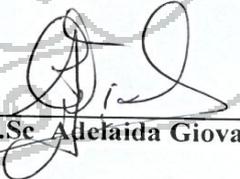
APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE :   
M.Sc. Rodolfo Núñez Postigo

PRIMER MIEMBRO :   
M.Sc. Wilber Paredes Ugarte

SEGUNDO MIEMBRO :   
Dra. Martha Yucra Sotomayor

DIRECTOR DE TESIS :   
M.Sc. Arturo Zaira Churata

ASESOR DE TESIS :   
M.Sc. Adelaida Giovanna Viza Salas

PERÚ - PUNO

2015

Área: Nutrición clínica

Tema: Contaminación de alimentos con metales pesados



## AGRADECIMIENTOS

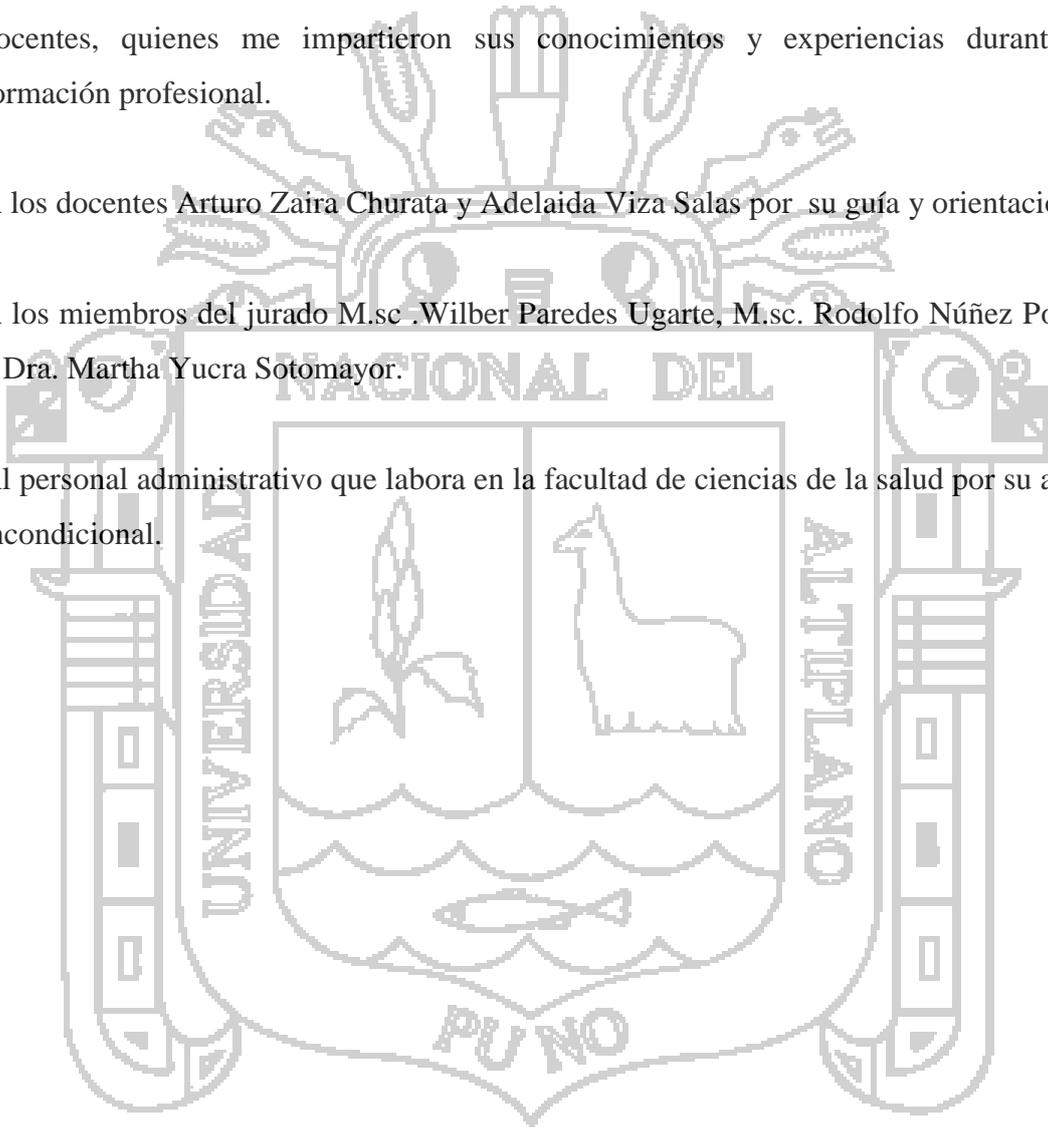
A la Universidad Nacional del Altiplano, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A la Facultad Ciencias de la salud, Escuela Profesional de Nutrición Humana, a los docentes, quienes me impartieron sus conocimientos y experiencias durante mi formación profesional.

A los docentes Arturo Zaira Churata y Adelaida Viza Salas por su guía y orientación

A los miembros del jurado M.sc. Wilber Paredes Ugarte, M.sc. Rodolfo Núñez Postigo y Dra. Martha Yucra Sotomayor.

Al personal administrativo que labora en la facultad de ciencias de la salud por su apoyo incondicional.



**INDICE**

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCION.....	3
<b>CAPITULO I</b>	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.3 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	6
<b>CAPITULO II</b>	
MARCO TEORICO	
2.1 MARCO TEÓRICO.....	8
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.3 HIPÓTESIS .....	22
2.4 OBJETIVOS.....	22
<b>CAPITULO III</b>	
METODOLOGIA	
3.1 TIPO DE ESTUDIO .....	23
3.2 POBLACIÓN .....	23
3.3 TAMAÑO DE MUESTRA .....	23
3.4 VARIABLES.....	23
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	24
3.6 RECOLECCION DE DATOS .....	24
3.7 ANALISIS ESTADISTICO .....	27
<b>CAPITULO IV</b>	
CARACTERIZACION DEL AREA DE INVESTIGACION	
4.1 AMBITO DE ESTUDIO.....	29
<b>CAPITULO V</b>	
RESULTADOS Y DISCUSION	
5.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
5.2 CONCLUSIONES.....	41
5.3 RECOMENDACIONES .....	42

**INDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO N°1</b> COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE DIFERENTES ESPECIES	19
<b>CUADRO N°2</b> RELACIÓN DE METALES PESADOS (Hg, As, Pb Y Cd) EN AGUA Y LECHE .....	40

**INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA N°2</b> ESQUEMA TÍPICO DE UN ESPECTRÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON LLAMA .....	18
<b>FIGURA N°3</b> FUENTES DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS QUE PUEDEN LLEGAR A LA LECHE BOVINO Y EXCRETARSE EN LA LECHE.	20
<b>FIGURA N°4</b> MAPA DE LA PROVINCIA DE PUNO .....	29
<b>FIGURA N°5</b> UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA COATA.....	30
<b>FIGURA N°6</b> ÁREA DE INVESTIGACIÓN .....	31

**INDICE DE GRAFICOS**

<b>GRAFICO N°1</b> CONTENIDO DE MERCURIO EN AGUA DEL RÍO COATA ...	32
<b>GRAFICO N°3</b> CONTENIDO DE ARSÉNICO EN AGUA DEL RÍO COATA ....	33
<b>GRAFICO N°4</b> CONTENIDO DE PLOMO EN AGUA DEL RÍO COATA .....	34
<b>GRAFICO N°5</b> CONTENIDO DE CADMIO EN AGUA DEL RÍO COATA .....	35
<b>GRAFICO N°6</b> CONTENIDO DE MERCURIO EN LA LECHE DE LA CUENCA COATA .....	36
<b>GRAFICO N°7</b> CONTENIDO DE ARSÉNICO EN LA LECHE DE LA CUENCA COATA .....	37
<b>GRAFICO N°8</b> CONTENIDO DE PLÓMO EN LA LECHE DE LA CUENCA COATA .....	38
<b>GRAFICO N°9</b> CONTENIDO DE CADMIO EN LA LECHE DE LA CUENCA COATA .....	39

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “**Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche en la cuenca del rio Coata 2015**” el objetivo fue determinar la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del rio Coata 2015. El tipo de estudio fue de tipo trasversal, el método que se aplicó fue EPA por espectrofotometría de absorción atómica-llama, se analizó seis muestras de agua y seis muestras de leche a través de la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, para la prueba de hipótesis se aplicó correlación de rangos o de Spearman.

Las concentraciones de mercurio en agua fueron inferiores a 0.00020mg/l, la concentración promedio de arsénico fue 0.048mg/l, en el caso del plomo la concentración promedio fue de 0.014mg/l y en el análisis de cadmio los resultados fueron inferiores a 0.00050mg/l ninguno de los metales pesados analizadas en muestras de agua superan los estándares nacionales de calidad ambiental para bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el ministerio del ambiente Peruano.

En el análisis de 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) mientras que en el caso del arsénico se obtuvo un promedio de 0.43mg/l supera el límite máximo permisible (0.015mg/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 (0.010mg/kg fijado por la norma técnica de Rumana).

Para la relación de metales pesados mercurio, plomo y cadmio en agua y leche se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna y para la relación de arsénico en agua y leche se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

**PALABRAS CLAVE:**Mercurio, Arsénico, Plomo, Cadmio, agua,leche,cuenca Coata.

## ABSTRAC

This paper titled "Presence of heavy metals (Hg, As, Pb and Cd) in water and milk in the river basin Coata 2015" The objective was to determine the relationship of heavy metals (Hg, As, Pb and Cd) Water and Milk River Basin Coata 2015. The type of study was cross-type, the method applied was EPA by absorption spectrophotometry atomic-called six water samples and six samples of milk analyzed through the technique of non probabilistic convenience sampling, testing hypotheses for rank correlation or Spearman was applied.

Mercury concentrations in water were below 0.00020mg / l, the average arsenic concentration was 0.048mg / l, in the case of the average lead concentration was 0.014mg / l for cadmium analysis results were lower than 0.00050 mg / l none of the analyzed heavy metals in the water samples exceeded the national environmental quality standards for drinking and irrigating animal oil consumption established by the Peruvian ministry of environment.

In the analysis of milk average mercury values was 0.0028mg / l which does not exceed the maximum permissible limit (0.005mg / kg set by the Ecuadorian technical standard), while in the case of arsenic an average of 0.43 was obtained mg / l exceeds the maximum allowable limit (0.015 / kg set by the Ecuadorian technical standard) and with average lead concentrations of 0.21mg / l exceeds the maximum allowable limit (0.020mg / kg, set by the Codex Alimentarius and the European Union) and cadmium averaging 0.0037 mg / l which does not exceed the maximum permissible limit (0.010mg / kg set by the Romanian technical standard).

For the relation of heavy metals mercury, lead and cadmium in water and milk the null hypothesis is accepted and alternates and to the relationship of arsenic in water and milk the alternative hypothesis is accepted and the null hypothesis is rejected hypothesis is rejected.

**KEYWORDS:** mercury, arsenic, lead, cadmium, water, milk Coata basin.

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el incremento de la minería, del sector industrial, así como el incremento de las poblaciones ubicadas en las proximidades de los ríos, ha dado lugar a la contaminación de muchos cursos fluviales, incluyendo diversas áreas del litoral, entre los contaminantes de interés para la humanidad son los metales pesados debido a que la presencia de estos en el ambiente tiene efectos negativos en la salud del hombre, de los animales y de los cultivos agrícolas.

El distrito de Coata se proyecta como cuenca lechera es una zona donde se produce leche y es la única fuente de ingresos económicos a las familias que proveen parte del producto lácteo a la zona sur del Perú y es consumido por el poblador de la zona, en este área se encuentran importantes recursos como agua, suelo, y biota, en donde se pastorea el ganado vacuno, son precisamente estos recursos los que están bioacumulando cantidades de metales liberados por la actividad minera y aguas residuales vertidos al río Coata, de las que se alimentan el ganado como los bovinos de los que se obtienen productos lácteos.

Una intoxicación crónica a mercurio tiene efectos neurológicos tales como ataques de pánico, ansiedad y están relacionados con la criminalidad, la intoxicación crónica por arsénico produce hiperqueratosis de la planta de los pies y palma de las manos una exposición mayor a cinco años se considera como precursor de cáncer a la piel, vejiga y pulmón, una intoxicación crónica a plomo tiene efectos neurológicos tales como la degeneración de las terminaciones axónicas y en el recubrimiento de la mielina, problemas con el aprendizaje, hipertensión arterial y una intoxicación crónica a cadmio produce insuficiencia renal aguda y crónica se asocian con cáncer de riñón y testículos sin embargo los mecanismos no están tan claros.

El contenido de la presente investigación está dividido en cinco capítulos. Capítulo I planteamiento del problema, formulación del problema y antecedentes de la investigación. Capítulo II: Marco teórico, marco conceptual, hipótesis de la investigación y objetivos, capítulo; III: Metodología; en el capítulo IV: Caracterización del área de investigación y finalmente el Capítulo V: Resultados, conclusiones y recomendaciones. Con la investigación se da a conocer la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata,

## CAPITULO I

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cuenca del río Coata es una fuente de agua utilizada para bebida de animales en donde se vierten aguas de:

La actividad minera, extractiva unidad minera el cofre - Consorcio de Ingenieros Ejecutores Mineros S.A. (CIEMSA). Se halla en operación desde hace varios años en la cabecera de la cuenca del río Coata, probablemente haya generado un desplazamiento de contaminantes metálicos a través del cauce de las aguas de los ríos que nacen en las partes altas. Los mismos que abastecen al sistema hídrico del lago Titicaca.(21)

También se vierten aguas residuales domésticas de los distritos de Paratía, Palca, Vila Vila, Lampa, Cabanillas, Cabanilla y vertimiento de aguas sin tratamiento del colapso de la laguna de oxidación de la ciudad de Juliaca se estima que el río recibe 600 litros por segundo de aguas residuales.(21)

Estudios realizados por el proyecto especial binacional del lago Titicaca (PELT) en el 2008 en la vertiente al lago de dicha cuenca se determinó presencia de mercurio, arsénico, plomo y cadmio.(22)

En la cuenca del río Coata se encuentran importantes recursos, suelo, agua y biota donde el agua es un recurso fundamental para la bebida del ganado vacuno. En dicha cuenca se vierten aguas de la actividad minera, industrial y vertimiento de aguas residuales probablemente se encuentren metales pesados donde se estarían desplazándose en el agua incorporándose en la cadena trófica de las que se alimentan especies de ganado como los bovinos de los que se obtienen productos lácteos y cárnicos los cuales en concentraciones no permisibles causan daños puntuales a la salud de personas.

El distrito de Coata se proyecta como futura cuenca lechera, en la actualidad provee leche a la población habitante de la zona altiplánica y a las principales plantas de procesamiento de productos lácteos del distrito, el producto lácteo es comercializado en principales mercados del sur del país.(23)

En donde la región Puno se encuentra entre las siete regiones con mayor producción de leche entera fresca representando (5.3%) de la producción nacional. de los cuales los

niños de la región consumen 90 litros de leche por persona cada año, siendo éste uno de los productos más importantes en la canasta familiar.(24)

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata 2015?

### Interrogantes específicos

¿Existirán metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua de la cuenca del río Coata 2015?

¿Existirán metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en leche de la cuenca del río Coata 2015?

¿Cuál es la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata 2015?



### 1.3 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

#### 1.3.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ayala J. y Romero H. (2013) investigación titulada: “presencia de metales pesados (arsénico y mercurio) en leche de vaca al sur de Ecuador”

El presente trabajo fue desarrollado en el Cantón Arenillas, provincia de El Oro, al sur de Ecuador. El objetivo de este consistió en determinar la presencia de arsénico y mercurio en la leche que se comercializa y que es obtenida del ganado vacuno existente en el lugar. Las muestras de leche fueron recolectadas de vacas lecheras de la zona y del mercado del cantón Arenillas. Luego fueron analizadas mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Generación de Vapor de Hidruros, previa digestión según normativa EPA y AWWA. Los resultados muestran que para el caso del mercurio se excede en 2,2 veces la norma establecida por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE 0009:2008 de 0,005 mg/kg en su media; mientras que en el caso del arsénico, aunque si se encontró presencia de este metal, no sobrepasó en ningún caso el valor de 0,015 mg/kg que es el límite permitido por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE 0009:2008.(17)

Medina S.A, Guillen R. y Medina O.R. (2013) investigación titulada: “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.” El objetivo de este consistió en determinar la presencia de plomo en leche de ganado bovino y agua habiendo muestreado ambos fluidos 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 aprecia 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 fue 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.(20)

### 1.3.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Bárcena N.R. (2011) investigación titulada: “determinación de metales tóxicos en leche de ganado bovino en el ámbito de la microcuenca lechera de Umachiri, región Puno”.El objetivo consistió determinar niveles de metales tóxicos en leche de ganado bovino de la microcuenca lechera de Umachiri.

Se utilizó La espectrofotometría de emisión atómica - plasma acoplado inductivamente (ICP - AES) es un método moderno, simple y exacto, que se usó para la determinación de metales en leche cruda de bovinos en 15 establos ubicados en el ámbito de la "cuenca lechera de Umachiri", Región Puno, en muestras colectadas en botellas de polipropileno que posteriormente fueron sometidas a digestión neumática. 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, hallándose que determinados elementos ligados a depósitos auríferos epidermales; se encuentran en proporciones exorbitantes. En el caso de Plomo, su presencia en leche cruda, excede hasta en 638 veces el límite máximo permisible (0,020 mg/kg, fijado por la Comisión Codex y la Unión Europea); además, el Cobre (0,05 mg/kg) 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 rebasan en varias veces a sus concentraciones normales: 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, etc. Estos y otros elementos tóxicos, actualmente, se encuentran a niveles que representan un riesgo toxicológico en el consumo de leche.(16)

## CAPITULO II

### 2.1 MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1 METALES PESADOS

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 ( $\text{g cm}^{-3}$ ). Cabe destacar que en esta categoría entran prácticamente todos los elementos metálicos de interés económico, por tanto, de interés minero.(9)

##### 2.1.1.1 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).(31)

###### 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.(31)

#### 2.1.2 MERCURIO

El mercurio o azogue es un metal líquido blanco plateado, volátil a temperatura ambiente debido a su alta presión de vapor, convirtiéndolo en un contaminante óptimo por su capacidad para generar reacciones químicas en las que pueden participar

microorganismos que lo utilizan en sus procesos energéticos, incorporándolas al medio ambiente en una transición de compuestos inorgánicos a orgánicos todas las formas de Hg se transforman en metil mercurio  $Hg^{2+}$  en el agua por reacción con  $O_2$  el metil mercurio es hidrosoluble y liposoluble.(32)

El mercurio es usado ampliamente en amalgamas de mercurio, el promedio, cada dentista produce alrededor de un kilogramo de residuos de mercurio cada año los cuales dejan fluir por el desagüe al alcantarillado municipal, utilizado en la explotación de depósitos de oro donde se pierde cerca de un gramo de mercurio en el medio ambiente por cada gramo de oro producido también contienen los termómetros, en vacunas como preservantes, cosméticos, fungicidas, insecticidas, productos de limpieza, industria del papel, preservantes de semillas, pilas, baterías, computadoras y componentes electrónicos diversos, lámparas fluorescentes.(9)

En los programas de desintoxicación se emplean alimentos con sustancias con afinidad al mercurio (alimentos ricos en azufre) sin embargo, en casos de intoxicación severa se tiene que recurrir a la hemodiálisis.(10)

### **Toxicidad**

El mercurio puede ingresar al organismo por las siguientes vías: inhalatoria, oral y dérmica. La vía oral es la principal vía de exposición ya que se absorben del 90 al 95% en el tracto gastrointestinal.(11)

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.(9)

Inhibe enzimas esenciales como las catalasas plasmáticas, asimismo afecta la homeostasis del ión calcio, incluso en exposiciones a corto plazo (menores a 24 horas) produciendo muerte neuronal.(33)

### **A. Intoxicación aguda**

La exposición de corto plazo a altos niveles de vapores de mercurio elemental puede causar efectos tales como, náuseas, vómito, diarrea, aumento de la presión sanguínea, reacciones alérgicas en la piel e irritación de los ojos.(11)

## **B. Intoxicación crónica**

Afecta el desarrollo neurológico del feto y provocando abortos, retraso mental o deficiencia neurótica con apariencia normal, deficiencia cardíaca, los niños presentan problemas de aprendizaje o de comportamiento “síndrome del bebé tranquilo” siendo susceptibles a menores niveles de mercurio en comparación a los adultos e incluyen alteraciones como ataques de pánico, ansiedad, trastornos de la memoria, insomnio, anorexia, fatiga, disfunción cognitiva y motora aumenta la susceptibilidad humana a las enfermedades infecciosas.(10)(11)

### **2.1.3 ARSENICO**

El Arsénico es un metaloide de olor aliáceo se obtiene como subproducto en la producción de metales como cobre y plomo. Tiene la capacidad de formar componentes orgánicos e inorgánicos en el medio ambiente y el cuerpo humano el arsénico inorgánico tiene mayor toxicidad.(12)

El arsénico se utiliza industrialmente como agente de aleación, para el procesamiento de vidrio, pigmentos textiles, papel, adhesivos metálicos, protectores de la madera y municiones, el arsénico se emplea asimismo en los procesos de curtido de pieles y en grado más limitado en la fabricación de plaguicidas, aditivos para piensos y productos farmacéuticos(9)

El arsénico produce sus efectos tóxicos a través de la generación de radicales libres, por lo que se recomienda alimentos ricos en antioxidantes.(12)

#### **Toxicidad**

El arsénico se absorbe por vía digestiva, respiratoria e incluso por la piel la vía oral es la principal ruta de exposición del arsénico, por ingesta de agua o alimentos en el organismo humano, los compuestos absorbidos se almacena principalmente en hígado, bazo, pulmón, piel y tejido nervioso, se fijan a los grupos sulfhidrilo de las proteínas tisulares e inhibe diversos mecanismos enzimáticos, en particular la fosforilación oxidativa, los compuestos arsenicales son muy tóxicos, el arsénico se incorpora a las uñas, cabello y piel uniéndose a los grupos Sulfhidrilos de la queratina, siendo estos tomados como biomarcadores de intoxicación por arsénico particularmente en estado trivalente la arsina afecta a los hematíes al inhibir el glutatión, produciendo hemólisis, atraviesa la barrera hematoencefálica, asimismo atraviesa la barrera placentaria dando lugar a recién nacidos de bajo peso, con malformaciones o toxicidad fetal.(9)

### **A. Intoxicación aguda**

Los síntomas y signos inmediatos de intoxicación aguda por arsénico incluyen vómitos, dolor abdominal y diarrea. Seguidamente, aparecen otros efectos como entumecimiento u hormigueo en las manos y los pies o calambres musculares y en casos extremos la muerte.(12)

### **B. Intoxicación crónica**

Los primeros síntomas de la exposición prolongada a altos niveles de arsénico inorgánico (través del consumo de agua y alimentos contaminados) se observan generalmente en la piel e incluyen cambios de pigmentación, lesiones cutáneas, callosidades en las palmas de las manos y las plantas de los pies (hiperqueratosis). Estos efectos se producen tras una exposición mínima de aproximadamente cinco años y pueden ser precursores de cáncer de piel además de cáncer de piel una exposición prolongada al arsénico también puede causar cáncer de vejiga y de pulmón. El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) ha clasificado el arsénico como cancerígenos para los seres humanos.(34)

Entre los demás efectos perjudiciales para la salud que se pueden asociar a la ingesta prolongada de arsénico destacan problemas relacionados con la neurotoxicidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares. En China (Provincia de Taiwán), la exposición al arsénico se ha vinculado a la «enfermedad del pie negro», una afección grave de los vasos sanguíneos que causa gangrena. Sin embargo, esta enfermedad no se ha observado en otras partes del mundo; es posible que la malnutrición contribuya a su desarrollo.(34)

#### **2.1.4 PLOMO**

El plomo es un metal gris azulado maleable y dúctil su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública.(13)

Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de reciclaje, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo en fabricación de baterías de plomo, sin embargo este metal también se utiliza en muchos otros productos, como material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes, artículos de joyería y juguetes, así como en

algunos productos cosméticos. También puede contener plomo el agua potable canalizada a través de tuberías de plomo o con soldadura a base de este metal.(7)

### **Toxicidad**

El plomo se absorbe por vía digestiva, respiratoria e incluso por la piel. Sólo un porcentaje del total del 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.(13)

La neuropatía por plomo se produce por toxicidad de las neuronas motrices del asta anterior de la medula espinal o degeneración de las terminaciones axónicas y el recubrimiento de la mielina. 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 deshidratasa.(19)

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.(9)

#### **A. Intoxicación aguda**

Una exposición intensa a altas concentraciones durante un tiempo corto, produce una intoxicación aguda vómitos, dolor abdominal, anorexia y estreñimiento anemia hemolítica.(13)

#### **B. Intoxicación crónica**

La exposición por plomo habitualmente es crónica (exposiciones de meses a años) las manifestaciones clínicas de la exposición crónica por plomo son polimorfos y abarcan prácticamente todos los órganos y sistemas, en particular el sistema nervioso central y periférico, hemopoyético y renal.

El plomo atraviesa la barrera placentaria, afecta la viabilidad del feto y su desarrollo ocasionando aborto, niños con bajo peso al nacer y partos prematuros, las manifestaciones neurológicas en la infancia pueden tener efectos permanentes e irreversibles en el sistema nervioso, con retraso del desarrollo psicomotor (áreas

cognitiva o intelectual, motora gruesa y fina, lenguaje y social) Puede observarse disminución en la agudeza auditiva que contribuye a los problemas de aprendizaje o alteraciones conductuales.

Los adultos también presentan efectos sobre el sistema nervioso central que se manifiestan con cambios conductuales sutiles, fatiga y problemas de concentración.(13)

### 2.1.5 CADMIO

El cadmio es un metal pesado de color plateado se genera como sub producto de zinc, plomo y cobre.(14)

Es utilizado en la industria para proteger contra la corrosión el fierro y el acero (galvanizado con cadmio), para aleaciones especiales. El sulfito de cadmio (amarillo) y el selenito de cadmio (rojo) se utilizan como componentes de pinturas para colorear cerámica y plásticos. Los plásticos y cerámicas de color intenso rojo y amarillo contienen cadmio. En la agricultura forma parte de fertilizantes fosforados y de pesticidas, uno de los principales usos del cadmio es como electrodo en las pilas nicad (niquel-cadmio) utilizadas en calculadoras y dispositivos similares contiene 5 gramos de cadmio, el cadmio y sus compuestos son vertidos a las aguas a través de los relaves mineros y desagües de las industrias. El cadmio absorbido con los alimentos, produce descalcificación de los huesos e insuficiencia renal es uno de los mayores agentes tóxicos asociado a contaminación ambiental e industrial.(9)(35)

#### **Toxicidad**

El cadmio puede ingresar al organismo por las siguientes vías: inhalatoria, oral y dérmica. Por vía inhalatoria, la vía oral es la vía de mayor toxicidad, se da por ingesta de agua y alimentos contaminados, pese a una baja absorción entre 5 a 20% en un adulto, los niños son los más afectados, esta se ve aumentada considerablemente cuando hay deficiencias de calcio, proteínas, hierro y zinc.(14)

Una vez absorbido, el cadmio pasa al torrente sanguíneo, entre el 90-95% se fija a la hemoglobina y a la metalotioneina, una proteína de bajo peso molecular rica en grupos sulfhidrilos (SH) sintetizada en el hígado donde se almacena sin embargo progresivamente se traslada al riñón asimismo el cadmio atraviesa fácilmente la barrera

placentaria, induce la síntesis de metalotioneína y forma el complejo que se acumulará progresivamente en la placenta durante el embarazo. (14)

#### **A. Intoxicación aguda**

Diarrea, náuseas, vómitos en ocasiones sanguinolentos, en las primeras horas después del consumo, sabor metálico, mialgias, cefaleas y salivación, insuficiencia renal aguda y alteraciones de la función hepática, acidosis metabólica.(14)

#### **B. Intoxicación crónica**

Alteraciones renales, aparecen luego de un periodo de exposición de 10 a 20 años a una dosis baja a moderada, caracterizada con una proteinuria. inicialmente la proteinuria es de bajo peso molecular beta-2 microglobulina y luego pasa a ser una proteinuria de alto peso molecular (albúmina), asimismo existe glucosuria, aminoaciduria, fosfaturia y calciuria, llegando a producir osteomalacia, en forma de fisuras óseas simétricas que aparecen sobre todo en el cuello del fémur, afectando especialmente a las mujeres, después de la menopausia, alteraciones cardiovasculares.(36)

Es considerado un carcinogénico, sin embargo los mecanismos no están del todo claros se asocia a cáncer de riñón y testículos, está asociado con pérdida de peso, coloración amarilla de los dientes (cuello) e incremento de caries dental, anemia microcítica hipocrómica que no responde al tratamiento.(19)

### **2.1.6 AGUA**

El agua es un líquido compuesto de oxígeno(O) e hidrógeno (H<sub>2</sub>) su fórmula es H<sub>2</sub>O tiene disueltos diversos minerales y materia orgánica que le dan color, olor y sabor peculiares, se presentan en estado líquido, gaseoso (vapor atmosférico =nubes) sólidos hielo.(1)

Un 71% de la superficie de la tierra es agua, de las cuales el 97% del volumen se encuentra en los océanos sólo aproximadamente 3% de toda el agua del mundo es agua dulce, y 0.003% del volumen total del agua de la tierra está disponible.(2)

En donde la agricultura y la ganadería son los mayores consumidores de agua (92%) del agua disponible, mientras que a población consume 6%, la industria 1% y otro tanto la minería.(3)

### **i. Calidad del agua de bebida para animales**

La calidad del agua de bebida para los animales es tan importante como la cantidad de agua para el consumo humano.(4)

La calidad de agua afecta de manera directa el consumo de alimento ya que el agua de baja calidad normalmente resulta en su menor consumo de agua y en consecuencia, un consumo de alimento y una producción más baja. Las sustancias que reducen el buen sabor del agua incluyen varias sales, a valores altos de consumo, estas sales pueden ser tóxicos. Las sustancias que pueden ser tóxicos sin tener mucho efecto en el buen sabor incluyen los nitratos, el fluoruro y las sales de algunos metales pesados.(4)

Otros contaminantes que pueden afectar el buen sabor o ser tóxicos incluyen microorganismos patógenos(bacterias, protozoarios, hongos),algas, hidrocarburos y otras sustancias oleosas, plaguicidas y muchos productos químicos industriales contamina las fuentes de agua.(4)

### **ii. Importancia del consumo agua para las vacas lecheras**

Las vacas en lactación el nutriente que requiere en mayor cantidad es el agua. La leche contiene cerca de 13% de sólidos y 87%de agua. Dedicar tiempo a asegurar la disponibilidad de cantidades adecuadas de agua apetecible de buena calidad, debe ser el primer paso para establecer o evaluar un programa alimentario.(4)

El consumo esperado de agua en un clima templado de vacas lecheras es de 38-110 litros/día.(4)

El agua de mala calidad es riesgo potencial para el animal son los efectos negativos directamente relacionados sobre la salud del animal, efecto sobre la productividad que se espera de ese animal y efecto sobre la salubridad de los derivados producidos destinados al consumo humano muchos contaminantes pueden sufrir importantes fenómenos de bioconcentración en los productos animales (carne y leche) constituyendo una fuente muy importante de exposición del ser humano.(25)

La transferencia de elementos tóxicos desde matrices ambientales a la cadena agroalimentaria está recibiendo cada vez mayor atención a nivel mundial debido a la presión ejercida por los consumidores que exigen mayor calidad de los productos.(18)

## 2.1.7 RÍOS

Los ríos son sistemas naturales de importancia para el planeta, que debido al transporte y circulación cíclica del agua, permiten la existencia de los seres vivos, el crecimiento económico y el desarrollo social de una región o un país.(26)

### 2.1.7.1 Agua y contaminación

Durante el siglo xx, el incremento de la minería, del sector industrial, así como el incremento de las poblaciones ubicadas en las proximidades de los ríos, ha dado lugar a la contaminación de muchos cursos fluviales a lo largo y ancho de país, incluyendo diversas áreas del litoral. La contaminación del agua se produce en forma directa, a través de acequias, ductos y desagües el destino de la mayor parte de las emisiones son los ríos y el mar se calcula que el 86% de los vertimientos domésticos no reciben ningún tipo de tratamiento en el Perú.(3)

#### i. Contaminación de ríos un riesgo para la salud humana

El riesgo para la salud de la población es más preocupante en las áreas periurbanas en las partes medias de las cuencas, donde la contaminación del agua es especialmente preocupante. Algunos poblados del sector pobre de estas zonas toman agua de los ríos o canales de riego, que son abastecidos con agua de los ríos. Esta población se encuentra expuesta a los residuos y contaminantes químicos, físicos y microbiológicos sobre todo los niños sufren de enfermedades diarreicas y muchos metales pesados son cancerígenos a largo plazo.(27)

La contaminación de agua (ríos, lagos y mares) es producida, principalmente, por cuatro vías: vertimiento de aguas servidas, basura, relaves mineros, y de producto químicos.

#### a) Vertimiento de aguas servidas

La mayor parte de los centros urbanos vierten directamente los desagües (aguas negras o servidas) a los ríos, a los lagos y al mar. Este problema es generalizado los desagües contiene excrementos, detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas.(1)

#### b) Vertimiento de basuras y desmonte en las aguas

Es costumbre generalizada el vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, los ríos y los lagos, sin ningún cuidado y en forma absolutamente desordenada. Este problema se produce especialmente cerca de las ciudades e industrias. La basura

contiene plásticos vidrios, latas y restos orgánicos, que no se descomponen o al descomponerse producen sustancias toxicas.(1)

#### **c) Vertimiento de relaves mineros**

Esta forma de contaminación de las aguas es muy difundida y los responsables son los centros mineros. Los relaves mineros contienen fierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias sumamente tóxicas para las plantas, animales y el ser humano. El otro caso es los lavaderos de oro, por el vertimiento de mercurio en las aguas de ríos y quebradas.(1)

#### **d) Vertimiento de productos químicos y desechos industriales**

Consiste en la deposición de productos diversos (abonos, petróleo, aceite, ácidos, soda, aguas de formación o profundas, etc.) provenientes de las actividades industriales, en las de industrias diversas (curtiembres, textilerías).(1)

#### **iii. Toma de muestra para parámetros físico químicos en agua**

Las muestras deben ser tomadas en recipientes de plástico polipropileno directamente del cuerpo de agua. Antes se debe realizar el enjuague del frasco con un poco de muestra, agitar y desechar el agua de lavado corriente abajo. Este procedimiento tiene por finalidad la eliminación de posibles sustancias existentes en el interior del frasco que pudieran alterar los resultados. Tener en cuenta que las muestras se toman en contra corriente y colocando el frasco con un ángulo apropiado para el ingreso de agua. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie para obtener 500ml de muestra y luego preservar; así mismo mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.(28)

#### **iv. Espectrofotometría de Absorción Atómica**

La Absorción Atómica es una técnica capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos de la tabla periódica. Sus campos de aplicación son, por tanto, muy diversos. Este método se puede aplicar para la determinación de ciertos metales tales como: antimonio, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, oro, plomo, níquel, entre otros. Se emplea en el análisis de aguas, análisis de suelos, bioquímica, toxicología, medicina, industria farmacéutica, industria alimenticia, industria petroquímica, etc. Este método consiste en la medición de las especies atómicas por su absorción a una longitud de onda particular. La especie atómica se logra por atomización de la muestra, siendo los distintos procedimientos utilizados para llegar al

estado fundamental del átomo lo que diferencia las técnicas y accesorios utilizados. La técnica de atomización más usada es la de Absorción Atómica con flama o llama, que nebuliza la muestra y luego la disemina en forma de aerosol dentro de una llama de aire acetileno u óxido nitroso-acetileno. (42)

FIGURA N°1 Esquema típico de un espectrómetro de absorción atómica con flama

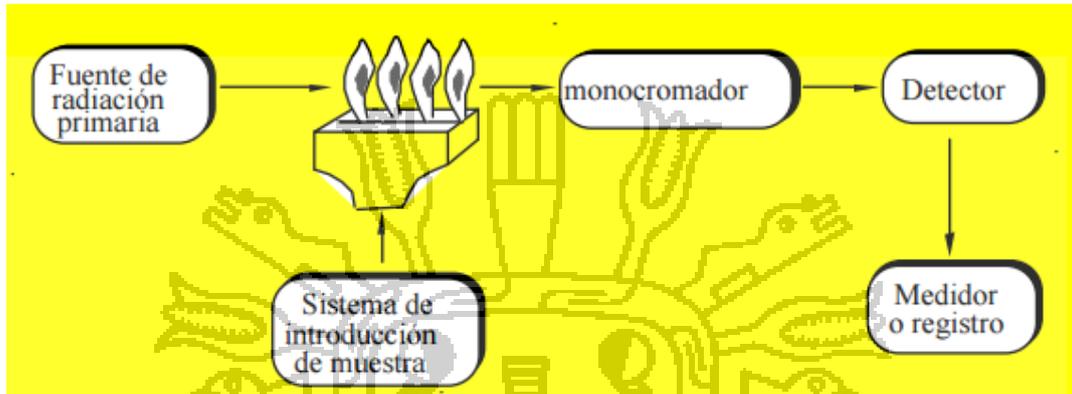


Figura N°1. Componentes básicos de un espectrofotómetro de absorción atómica.

### 2.1.8 LECHE

La leche es un líquido secretado por las glándulas mamarias, producto integro, no alterado ni adulterado y sin calostros, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras mamíferas, domesticas, sanas y bien alimentadas.(5)

La confirmación de esta imagen nutritiva está en el uso extensivo que tienen la leche y sus derivados, como parte de la dieta diaria de los pueblos de los países desarrollados. A consecuencia de esto, estas sociedades gozan casi de una completa carencia de enfermedades nutricionales, entre bebés, niños y adultos jóvenes. En contraste, una elevada proporción de los habitantes de las zonas en desarrollo, especialmente bebés y niños, que tienen un suministro primitivo o inexistente de leche, sufren deficiencias nutricionales.(6)

#### 2.1.8.1 Propiedades químicas de la leche

La Leche es el alimento más completo para el ser humano, por sus incomparables características nutricionales. Contiene proteínas, diversas vitaminas y minerales imprescindibles para la nutrición humana y es la fuente por excelencia de calcio.

##### a. Agua

Es un fluido bastante complejo, formado por a 87% de agua y 13% de sólidos o materia seca total.(7)

### b. Sólidos totales

Está formada por los compuestos sólidos de la leche: Proteínas de la leche, cada 100g de leche fresca de vaca aporta 3.1g de proteínas, carbohidratos de la leche en 100 g en leche fresca se encuentra 4.9 g de lactosa, los lípidos de la leche está representado por 98% de triglicéridos y 2% de fosfolípidos esfingolipidos y colesterol. Minerales de la leche contiene distintos minerales pero destaca el calcio que en 100g nos aporta 106 mg de calcio, 3 vasos de leche cubren el requerimiento de calcio en la mayoría de edades. Otra ventaja es que pocos alimentos aportan cantidades tan elevadas de este mineral y además de buena asimilación, otros minerales que aporta en cantidades significativas son fósforo, magnesio, potasio y zinc y entre las vitaminas de la leche destacan las del complejo B (tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico) también aporta vitamina A (retinol) y vitamina D. Estas últimas son vitaminas solubles en grasa de tal manera que al ser descremadas estas vitaminas se eliminan. Sin embargo la industria las enriquece agregándoles ambas vitaminas.(7)(8)

En el Cuadro N°1 Se muestra la composición media de los diferentes tipos de leche, incluida también la mujer (leche materna). como se aprecia, existen diferencias apreciables de composición. La leche materna es más rica en hidratos de carbono que las demás siendo pobre en proteínas .la más rica en calorías es la leche de oveja, debido a su alto contenido en grasa.

**CUADRO N°1**

**Composición de la leche de diferentes especies (en tanto por ciento)**

	humana	Vaca	Oveja	Cabra
<b>Lactosa</b>	6,3-6,4	4,9-5,2	4,1-4,3	4,6-4,7
<b>Grasas</b>	3,7-3,8	3,1-3,7	7,8-8,0	4,0-4,1
<b>Caseína</b>	0,8-0,9	2,8-2,9	4,1-4,2	2,8-3,0
<b>Albumina</b>	1,2-1,3	0,5-0,6	0,9-1,0	0,8-0,9
<b>Sales</b>	0,3-0,4	0,7-0,1	0,9-1,1	0,8-1,0
<b>Agua</b>	87,5-87,6	87,2-87,3	80,7-80,9	86,6-86,8
<b>Extractó seco</b>	12,4-12,,5	12,7-12,8	18,1-18,2	13,3-13,4

**Fuente:** Madrid A.(2013)“ciencia y tecnología de los alimentos”

FIGURA N°2 Fuentes de los contaminantes químicos que pueden llegar a la leche bovino y excretarse en la leche.

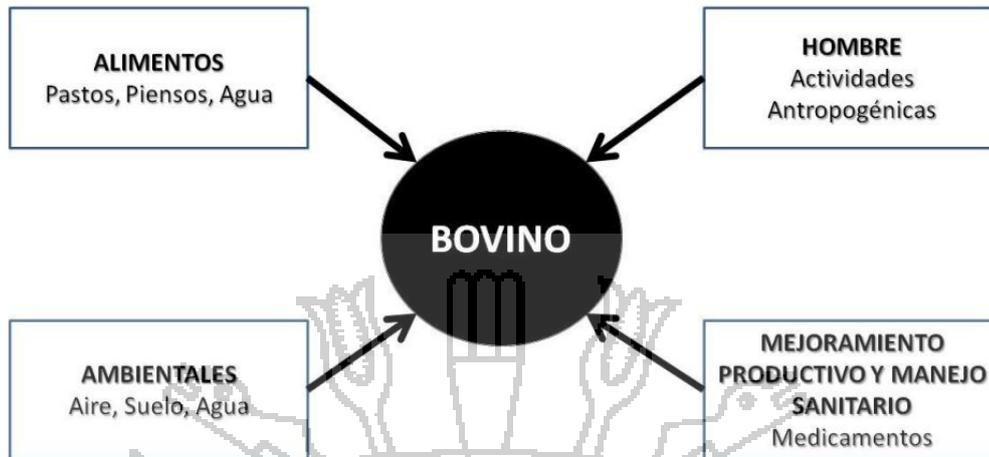


FIGURA 02 -Fuentes S.L. y Moreno E. (2011) identificación de riesgos químicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia

### c. Toma de muestras de leche

Previa limpieza de la ubre y de los pezones, posteriormente se colocan los guantes y se desechan los primeros chorros del ordeño manual y se tomaron 500 ml de leche en recipiente de polipropileno rotulados y conservados a 4°C.(29)(30)

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

1. **Agua.-**El agua es un líquido compuesto de oxígeno(O) e hidrógeno ( $H_2$ ) su fórmula es  $H_2O$  tiene disueltos diversos minerales y materias orgánicas que le dan color, olor y sabor peculiares, se presentan en estado líquido, gaseoso (vapor atmosférico =nubes) y sólido hielo.(1)
2. **Ríos.-** Los ríos son sistemas naturales de importancia para el planeta, que debido al transporte y circulación cíclica del agua, permiten la existencia de los seres vivos, el crecimiento económico y el desarrollo social de una región o un país.(26)
3. **Leche.-**La leche es un líquido secretado por las glándulas mamarias, producto íntegro, no alterado ni adulterado y sin calostro, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras mamíferas ,domesticas, sanas y bien alimentadas.(5)
4. **Metal pesado.-** Se denominan 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.(9)
5. **Mercurio.-** El mercurio o azogue es un metal líquido blanco plateado, volátil a temperatura ambiente.(32)
6. **Arsénico.-** El Arsénico es un metaloide de olor alíaceo se obtiene como subproducto en la producción de metales como cobre y plomo (12)
7. **Plomo.-** Es un metal gris azulado maleable y dúctil (13)
8. **Cadmio.-** El cadmio es un metal pesado de color plateado se genera como subproducto de zinc, plomo y cobre. (14)
9. **Cadena trófica.-**Cadena trófica (del griego *throphe*: alimentación) es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos (36)
10. **Cuenca.-**La cuenca hidrográfica es un área de la superficie terrestre cuyo desagüe superficial confluye en un río principal. (21)
11. **Contaminación del agua.-**El agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso al que se la hubiera destinado, en su estado natural.(34)

### 2.3 HIPÓTESIS

Existe relación entre metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata 2015.

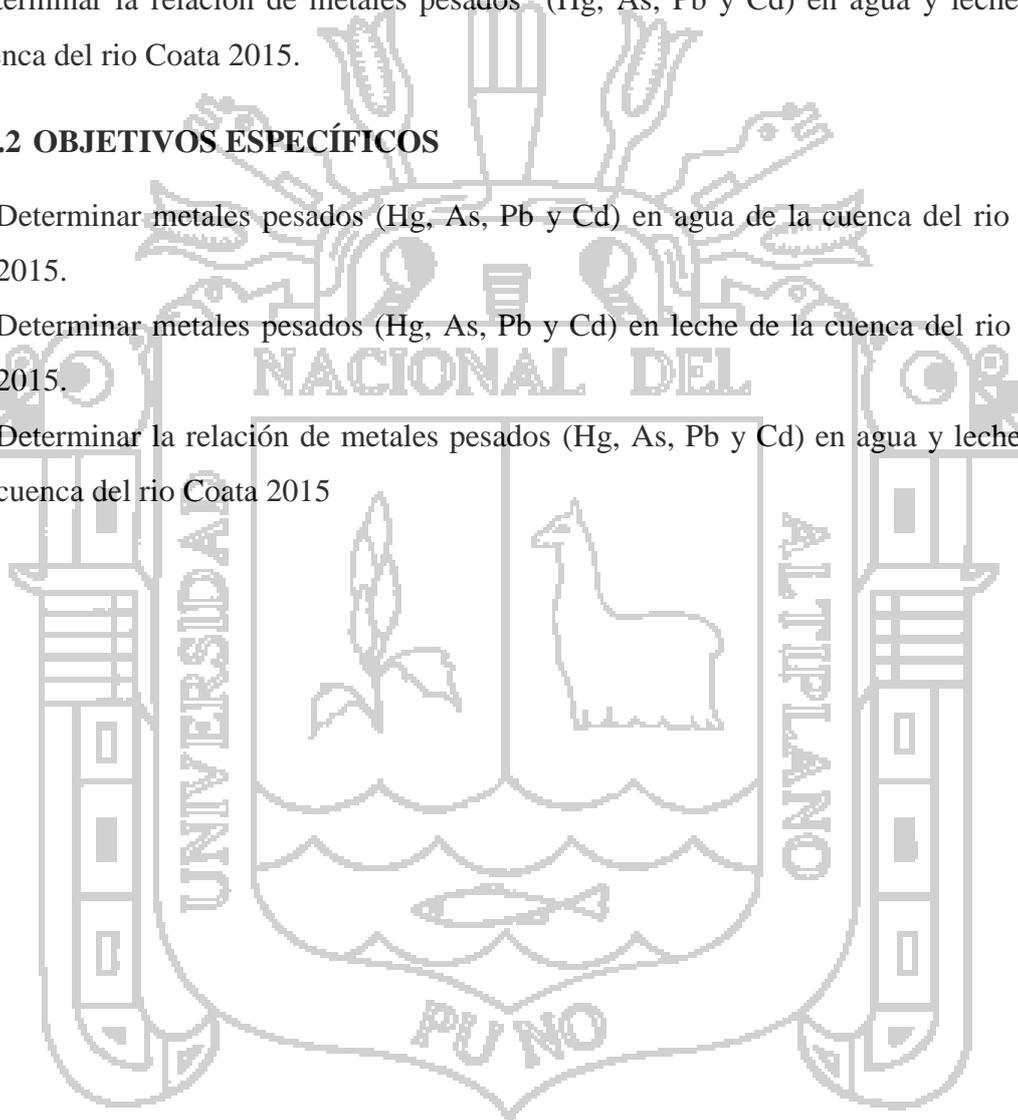
### 2.4 OBJETIVOS

#### 2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata 2015.

#### 2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua de la cuenca del río Coata 2015.
- Determinar metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en leche de la cuenca del río Coata 2015.
- Determinar la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata 2015



## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación es de tipo transversal por que se describe la particularidad y la magnitud del problema, donde las variables se evalúan en un periodo específico, analizan datos obtenidos en un momento dado.

#### 3.2 POBLACIÓN

La población está constituida por once comunidades del distrito de Coata

#### 3.3 TAMAÑO DE MUESTRA

Para la selección de la muestra se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, conformado por seis comunidades.

**TAMAÑO DE MUESTRA**

COMUNIDAD	NUMERO DE MUESTRAS DE AGUA	NUMERO DE MUESTRAS DE LECHE
Carata	1	1
Sucasco	1	1
Llucco	1	1
Jochi San Francisco	1	1
Llachahui	1	1
Santiago de Saraza	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN

##### Criterios de inclusión

- ❖ Comunidades cercanas a las riveras del río Coata
- ❖ Comunidades en donde la única fuente de agua utilizado como bebida del ganado es agua del río Coata

#### 3.4 VARIABLES

##### • Variable independiente

Metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en el agua

##### • Variable dependiente

Metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en la leche

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	INDICADOR	ÍNDICE	
		Nivel permisible para bebidas de animales mg/l (menor o igual)	No permisible para bebidas de animales mg/l (mayor o igual)
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Metales pesados (Hg,As, Pb y Cd) en el agua	Mercurio	0.001	0.0011
	Arsénico	0.1	0.11
	Plomo	0.05	0.051
	Cadmio	0.01	0.011
VARIABLE	INDICADOR	Nivel permisible en leche mg/kg (menor o igual)	No permisible en leche mg/ kg (mayor o igual)
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Metales pesados (Hg,As, Pb y Cd) en la leche	Mercurio	0.005	0.0051
	Arsénico	0.015	0.0151
	Plomo	0.02	0.021
	Cadmio	0.01	0.011

\*Norma técnica Ecuatoriana (Hg)

\*Norma técnica Ecuatoriana (As)

\*Codex Alimentarius (Pb)

\*Norma técnica Rumania (Cd)

### 3.6 RECOLECCION DE DATOS

#### 1.1 PARA EL ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN AGUA

##### A. Método

La metodología que se utilizó fue instrumental para arsénico EPA206.2, cadmio EPA213.2, mercurio EPA245.1 y para plomo EPA239.2

##### B. Técnica

Se utilizó la técnica espectrofotometría de absorción atómica-llama

### ❖ Procedimiento de toma de muestras

Las muestras fueron tomadas en recipientes de plástico polipropileno directamente del cuerpo de agua antes se realizó un enjuague del recipiente con un poco de muestra, se agito y se desechó posteriormente se tomó 500ml se codifico y se preservó en caja protectora de plástico a 4 °C aproximadamente, posteriormente fueron trasladados al laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Mayor de San Andrés La Paz Bolivia.

Código de muestras

A-1llachahui

A-2Santiago de Soraza

A-3Carata

A-4 Sucasco

A-5Lluco

A-6Jochi san Francisco

### ❖ Procedimiento para el tratamiento de muestras

La solución de referencia 1641dHg,As,Pb y Cd(4.0 µg/l) se pipetea una alícuota de 1ml de la solución a un matraz aforado de 100ml, para obtener una concentración de 16.013µg/l para aforarse a 100ml con una solución de dilución hasta la marca de aforo del matraz, se tapa y se agita vigorosamente hasta homogenizar la solución posteriormente las muestras fueron filtradas con un membrana de 0.45µm para la cual se utilizó el equipo de filtración, obteniéndose entre 100 y 200ml de muestra, la misma fue estabilizada con HNO<sub>3</sub>suprapur al 1%v/v y luego es conservado en refrigeración aproximadamente a 4°C hasta su lectura.

### Instrumento y materiales

- Formato de recolección de datos (ANEXO N°3)
- Frascos de polipropileno
- Pipetas volumétricas o micropipetas graduadas de 1.5 y 10ml
- Piceta
- Matraces aforados 25,50 y 100ml

### Equipo

- Absorción atómica PerkinElmer, modelo 3110
- Quemador de calentamiento programado a 100°C
- Celda de cuarzo
- lámpara

**Reactivos**

- Patrón de(Hg,As,Pb y Cd)
- Standard referencia material(SRM)1641d
- Ácido nítrico suprapur de 65<sup>a</sup> 70%
- Agua milli-Q
- Solución de disolución de HNO<sub>3</sub>suprapur al 1% v/v
- SnCl<sub>2</sub> 1.1% EN 3% de HCl
- 3%(v/v) de HCl

**1.2. PARA EL ANALISIS DE METALES PESADOS EN LECHE****A. Método**

La metodología que se utilizó fue instrumental, para arsénico Microware Reaction System/EPA206.2, cadmio Microware Reaction System/EPA 213.2, mercurio Microware Reaction System /EPA EPA245.1, plomo Microware Reaction System /EPA 239.2

**B. Técnica**

La técnica que se utilizó fue espectrofotometría de absorción atómica-llama

**❖ Procedimiento de recolección de muestras**

Previa limpieza de la ubre y de los pezones posteriormente se colocaron los guantes y se realizó el ordeño manual desechando los primeros chorros y se tomó 500 ml de leche en recipiente de polipropileno rotulados y conservados a 4°C, posteriormente fueron trasladados al laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Mayor de San Andrés La Paz Bolivia.

Código de muestras de leche

- L-1 Llachahui
- L-2 Santiago de Soraza
- L-3 Carata
- L-4 Sucasco
- L-5 Lluco
- L-6 Jochi san Francisco

**❖ Procedimiento del tratamiento las muestras**

La solución de referencia SPS ww 1 Batch N°108 de Hg, As, Pb y Cd (100 ug/l) se pipetea una alícuota de 5ml de la solución de referencia, a un matraz aforado de 10ml, para obtener una concentración de 50ug/para aforarse a 10ml con una solución de

dilución (0.2%  $\text{HNO}_3$  v/v) hasta la marca de aforo del matraz, se tapa y se agita vigorosamente hasta homogenizar la solución.

Preparación de muestra: las muestras líquidas, fueron filtradas con una membrana de 0.45  $\mu\text{m}$  para la cual se utilizó el equipo de filtración, obteniéndose entre 100 y 200 ml de muestra, la misma fue estabilizada con  $\text{HNO}_3$  suprapur al 0.2% v/v y luego es conservado en refrigeración a 4°C hasta su lectura en el equipo.

### **Instrumentos y equipos**

#### **Instrumento**

- Ficha de recolección de agua (ANEXO N°3)
- Recipientes de polipropileno
- Pipetas volumétricas o micropipetas graduadas de 1.5 y 10 ml
- Piceta
- Matraces aforados 25, 50 y 100 ml

#### **Equipo**

- Absorción atómica Perkin Elmer, modelo 3110
- Horno microondas multiware 3000-Anton
- Lámpara EDL (As, Pb, Cd)
- Grafito longitudinales
- Lámpara de Hg

#### **Reactivos**

- Solución de referencia Pb, As, Cd, Hg (SPS-WW1 Batcha N°108)
- Ácido nítrico suprapur
- Modificador : sodio  $\text{NH}_2\text{H}_2\text{PO}_4$  1%
- Agua milli-Q
- Solución de dilución de  $\text{HNO}_3$  suprapur 0.2% v/v

## **3.7 ANALISIS ESTADISTICO**

### **3.7.1 PRUEBA ESTADISTICA**

La prueba estadística que se aplicó fue coeficiente de correlación de rangos o de Spearman mide el grado de asociación entre dos variables cuantitativas que siguen una tendencia creciente o decreciente.

### 3.7.2 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

#### a) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

#### b) Valor crítico

Se rechaza la hipótesis nula si  $Z_c \leq -1.96$  o  $Z_c \geq 1.96$

#### c) Prueba estadística

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$Z_c = r_s \sqrt{n - 1}$$

#### En donde

$r_s$  = coeficiente de correlación de Spearman

$d^2$  = diferencias existentes entre los rangos de las dos variables, elevadas al cuadrado

$n$  = tamaño de la muestra expresada en parejas de rango de dos variables

$s$  = sumatoria

#### d) Hipótesis

**H<sub>a</sub>**: Existe relación entre metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata 2015.

**H<sub>0</sub>**: No Existe relación entre metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata 2015.

#### e) Decisión

Si  $Z_c \leq -1.96$  o  $Z_c \geq 1.96$  entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

## CAPITULO IV

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 4.1 AMBITO DE ESTUDIO

## 4.1.1 UBICACION POLITICA

El presente trabajo de investigación se realizó en:

Región : Puno

Provincia : Puno

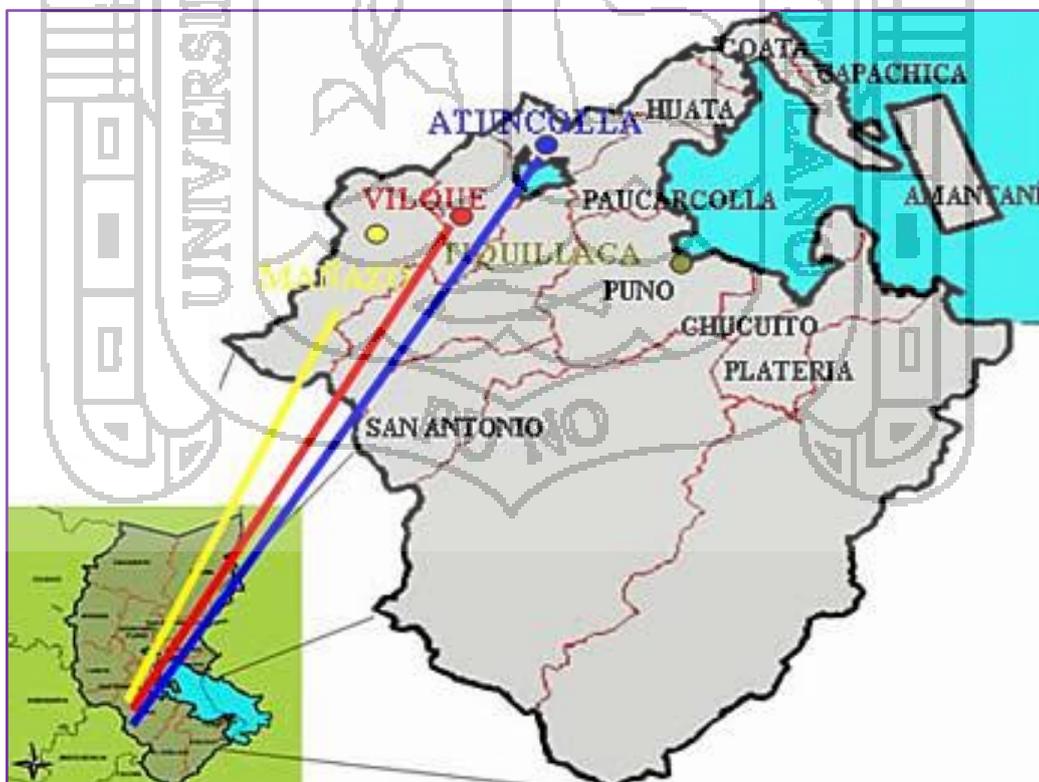
Distrito : Coata

## 4.1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA:

El distrito de Coata limita por el norte con Pusi (Huancané) por el sur por Huata y lago Titicaca, por el oeste con Huata y Caracoto por el este con Capachica

Ubicado en el altiplano a una altura de 3 821 m. s.n. m. con latitud sur  $15^{\circ}34'16''$  longitud oeste  $69^{\circ}57'01''$ .

FIGURA N°3 Mapa de la provincia de Puno



Fuente: Centro de investigación educación y desarrollo

#### 4.1.3 UBICACIÓN POLÍTICA DE LA CUENCA COATA

La cuenca del río Coata ocupa las superficies de las provincias de San Román, Lampa y parte de las provincias de Puno y Huancané el 24.30% de área de la cuenca se ubica en San Román, el 74.98% en Lampa y el 0.52% en Puno y 0.20% en Huancané.(29)

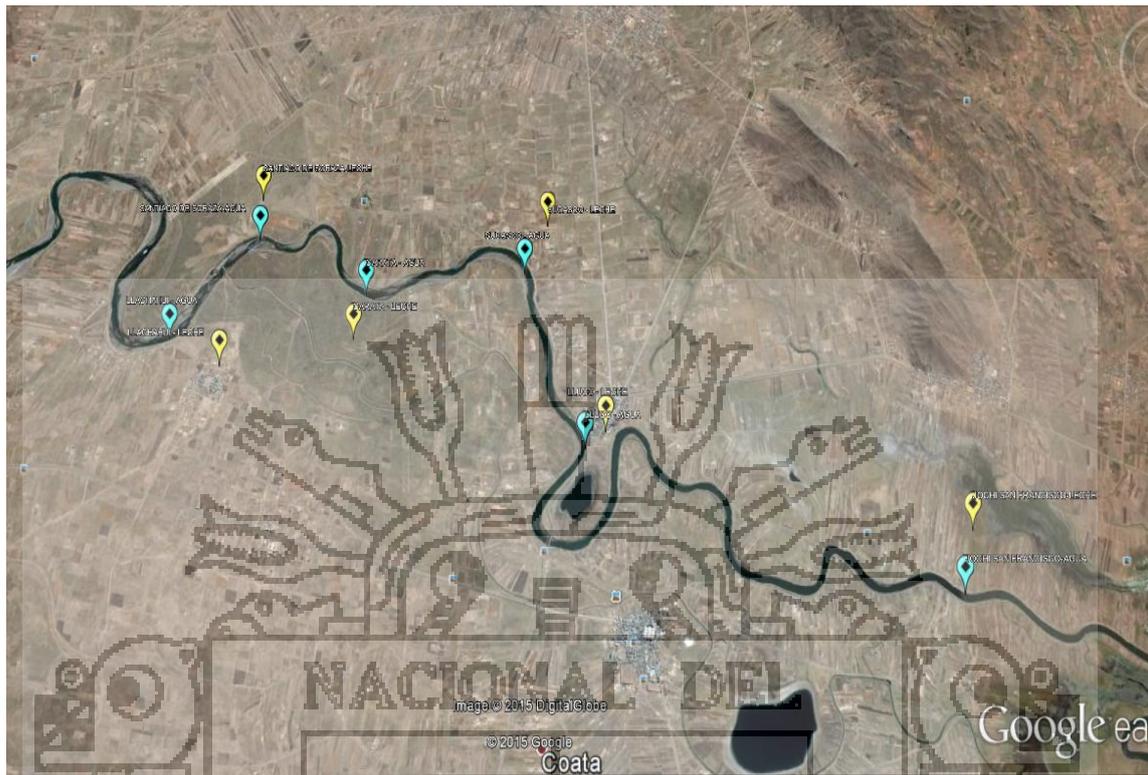
#### 4.1.4 UBICACIÓN GEOGRAFÍA DE LA CUENCA COATA

Límites hidrográficos: Norte Cuenca Ramis. Sur Cuenca Ilpa y cuenca Alto Tambo. Este Lago Titicaca. Oeste Cuenca Chili y cuenca Colca Sigwas.(29)

**FIGURA N° 4. Ubicación geográfica de la cuenca Coata**



**Fuente:** Google Maps

**FIGURA N°5 Área de investigación**

Fuente: Google Maps

#### 4.1.5 POBLACIÓN Y CONDICIÓN DE POBREZA

El distrito de Coata cuenta con una población de 8 034 habitantes y la población infantil representada por 802 niños menores de 5 años, total de pobres 89.8 % y no pobre 10.2%(40)

#### 4.1.6 DESARROLLO ECONOMICO

La producción lechera constituye de manera significativa al ingreso de los hogares del distrito de Coata donde la producción ganadera se realiza a nivel de pequeños productores.

## CAPITULO V

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 METALES PESADOS (Hg, As, Pb y Cd) EN AGUA DE LA CUENCA DEL RIO COATA

**GRAFICO N° 1** Contenido de mercurio en agua del río Coata

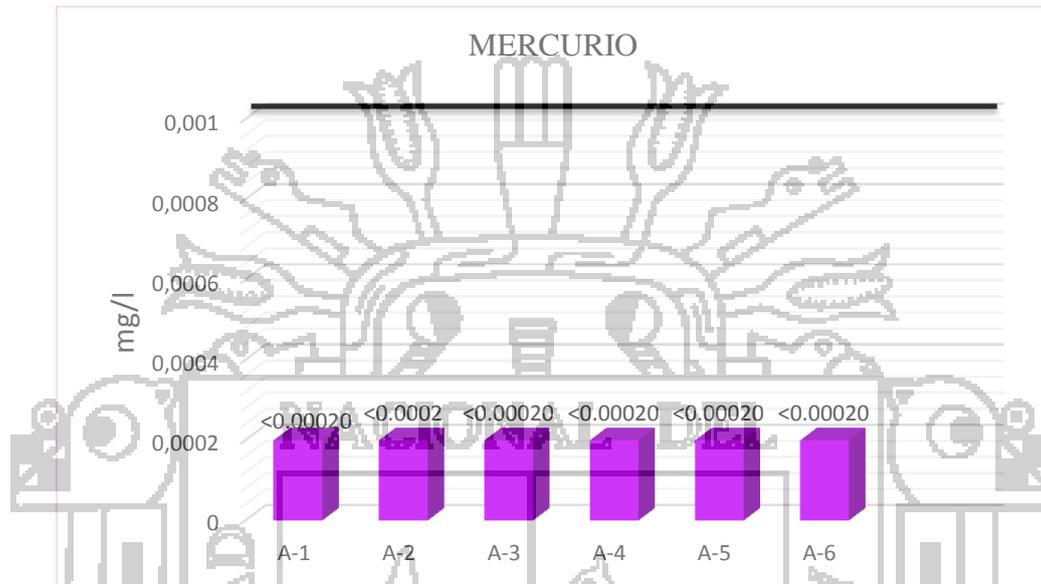


Grafico N°1 Resultados del análisis de mercurio en agua

El grafico N°1 Muestra los resultados obtenidos del análisis de mercurio en agua se obtuvo valores inferiores a 0.0002 mg/l por presentar concentraciones mínimas cumplen los estándares nacionales de calidad ambiental para agua de bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo.

Se estima que alrededor del 30% del mercurio es de origen natural el 70% deriva de la actividad humana, principalmente de la minería ya que por cada gramo de oro producido se utiliza aproximadamente un gramo de mercurio, la incineración de productos urbanos y médicos, también por el vertimiento de amalgamas dentales a las aguas municipales. Son vertidos al agua en su forma elemental menos toxica y por acciones bacteriológicas son liberados en agua como metil-mercurio siendo su forma más toxica.

Según estudios realizados en Ecuador en el 2013 las concentraciones de mercurio en agua del rio son de 0.006mg/l superando la norma técnica para bebida de animales de donde los animales bovinos beben agua (5)

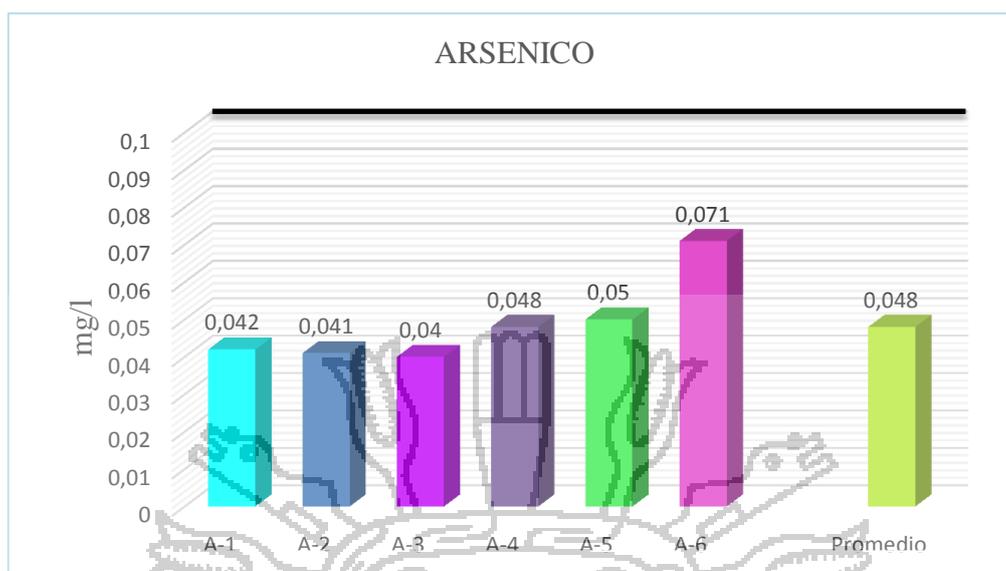
**GRAFICO N° 2. Contenido de arsénico en agua del río Coata**

Gráfico N°2 Resultados del análisis de arsénico en agua

El gráfico N°2. Se muestra los valores obtenidos de arsénico en agua del río Coata las concentraciones de arsénico varían entre el valor máximo 0.071mg/l y mínimo de 0.040mg/l. con un promedio de 0.048mg/l. Sin embargo podemos decir que los valores máximos no sobrepasan los límites de estándares nacionales de calidad ambiental para agua de bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el ministerio del medio ambiente peruano.

Su presencia en el agua es debido a la contaminación natural como la meteorización de minerales y principalmente es de origen antropogénica ya que el arsénico es un subproducto que se genera a partir de la producción de plomo que precisamente la minera que se encuentra en la cabecera del río Coata se dedica a la extracción de plomo, también su presencia es debido al vertimiento de aguas residuales de la ciudad de Juliaca donde se vierten aguas de la utilizados en el proceso de curtido de pieles, pigmentos textiles, protectores de madera entre otros.

Resultados similares fueron encontradas por la oficina de investigación universitaria de la Universidad Nacional del Altiplano en el 2010 en la subcuenta de Ayaviri en donde se halla en operaciones la minera ARASI S.A.C. los valores encontrados fueron como mínimo 0.010mg/l y como máximo 0.08mg/l de donde los bovinos beben agua (40)

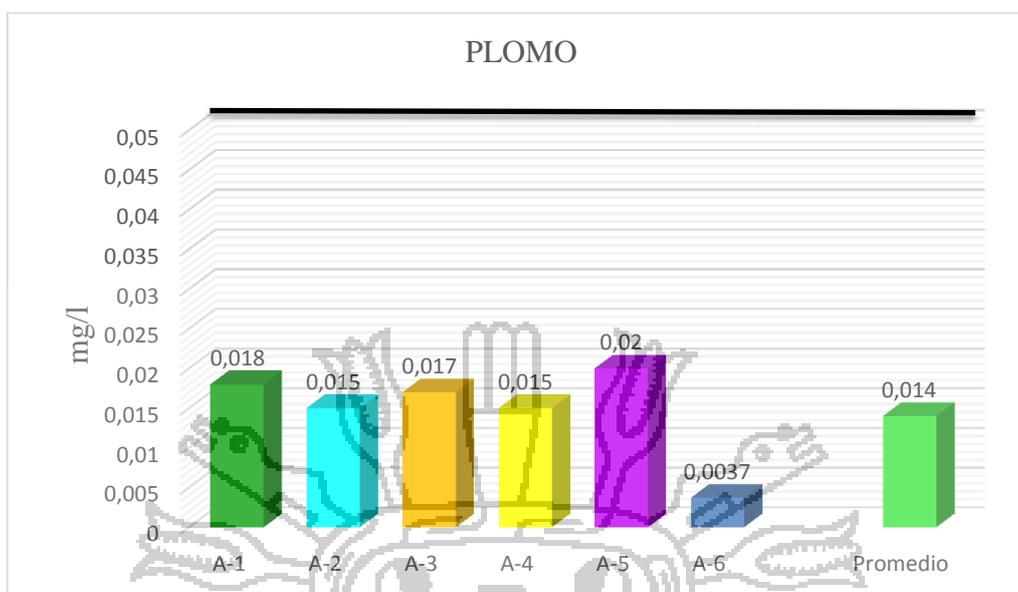
**GRAFICO N°3. Contenido de plomo en agua del río Coata**

Gráfico N°3 Resultados del análisis de plomo en agua

El gráfico N°3 Muestra la concentración de plomo en agua, en donde los valores fluctúan entre el valor máximo 0.02mg/l y mínimo de 0.0037 mg/l. y un promedio de 0.014mg/l.

Ninguna de las muestras superan los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el ministerio del medio ambiente, estos resultados nos indicarían que el agua es apto para por presentar cantidades mínimas a las permisibles.

Su presencia en el agua es de origen natural como antropogenica ya que la minera que se encuentra en la cabecera opera hace más de 15 años en donde se dedica a la extracción de plomo y otros metales, también existe otras fuentes de contaminación como el uso de pinturas y gasolina con plomo la fábrica de baterías con plomo y del vertimiento de aguas residuales de la ciudad de Juliaca

Investigaciones realizadas en El Salvador en el 2013 dentro del radio de contaminación por la fábrica 1500 m, se encontraron valores de 0.727mg/l en agua y fuera del radio de contaminación se encontró valores de 7.16mg/l donde es utilizado para la bebida del ganado vacuno (6)

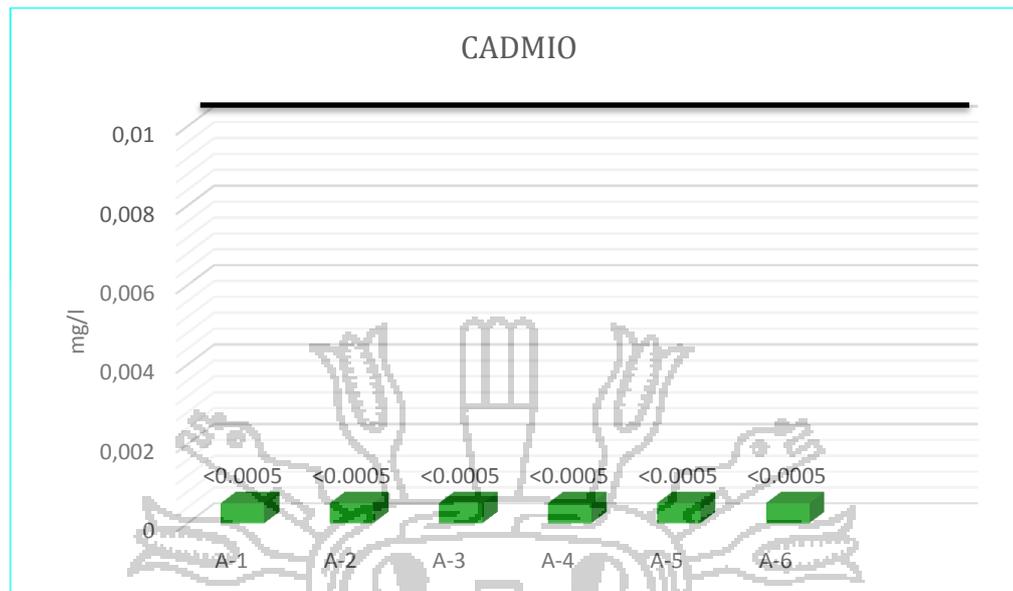
**GRAFICO N°4. Contenido de cadmio en agua del río Coata**


Gráfico N°4 Resultados del análisis de cadmio en agua

El gráfico N°4 Muestra los resultados del análisis de cadmio, los valores encontrados fueron inferiores a 0,00050 mg/l.

Podemos decir que los resultados obtenidos no sobrepasan los límites de estándares nacionales de calidad ambiental para agua de bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el ministerio del medio ambiente peruano.

Su presencia en agua es principalmente por la contaminación humana se genera como sub producto de zinc, plomo y cobre precisamente la minera que se encuentra en la cabecera de la de la cueca Coata se dedica a la explotación de plomo y zinc también es utilizado en la industria como componentes de pinturas para colorear cerámica y plásticos, uno de los principales usos del cadmio es en las pilas nicad (niquel-cadmio) utilizadas en calculadoras y dispositivos similares contiene 5 gramos de cadmio y una pila contamina aproximadamente 3000 l de agua.

Estudios realizados por la Autoridad Nacional del Agua en el 2012 subcuenca Ayaviri donde en la cabecera se encuentra la mina ARASI S.A.C las concentraciones de cadmio en agua son <0.0005mg/l de donde los bovinos beben agua (41)

## 5.2 METALES PESADOS (Hg, As, Pb Y Cd) EN LECHE DE LA CUENCA DEL RIO COATA 2015.

**GRAFICO N°5. Contenido de mercurio en la leche de la cuenca Coata**

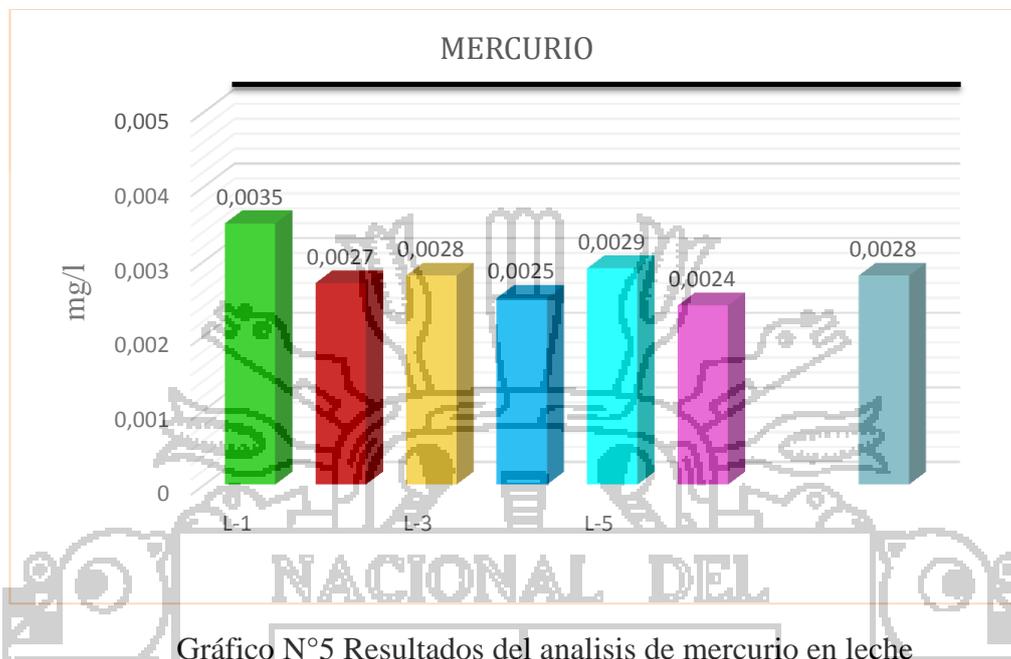


Gráfico N°5 Resultados del analisis de mercurio en leche

El grafico N°5 Muestra el contenido de mercurio en la leche se observa que el valor máximo obtenido es 0.0035mg/l y como valor mínimo 0.0024mg/l y un promedio de 0.0028 por presentar mínimas cantidades no supera la norma técnica Ecuatoriana para muestras de leche.

El mercurio orgánico 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 su intoxicación crónica se manifiesta principalmente por su neurotoxicidad con apariencia normal, síndrome del bebe tranquilo, trastornos de ansiedad pánico y está relacionado a la criminalidad entre otros.

Investigaciones realizadas por Ayala J. y Romero H. (2013) en Ecuador muestras analizadas de mercurio y arsénico de leche expandidas en el mercado y recolectadas del lugar de procedencia se encontraron mercurio que sobrepaso 2.2 veces la norma técnica y encontraron arsénico en donde ningún muestra supera los límites establecidos. (5)

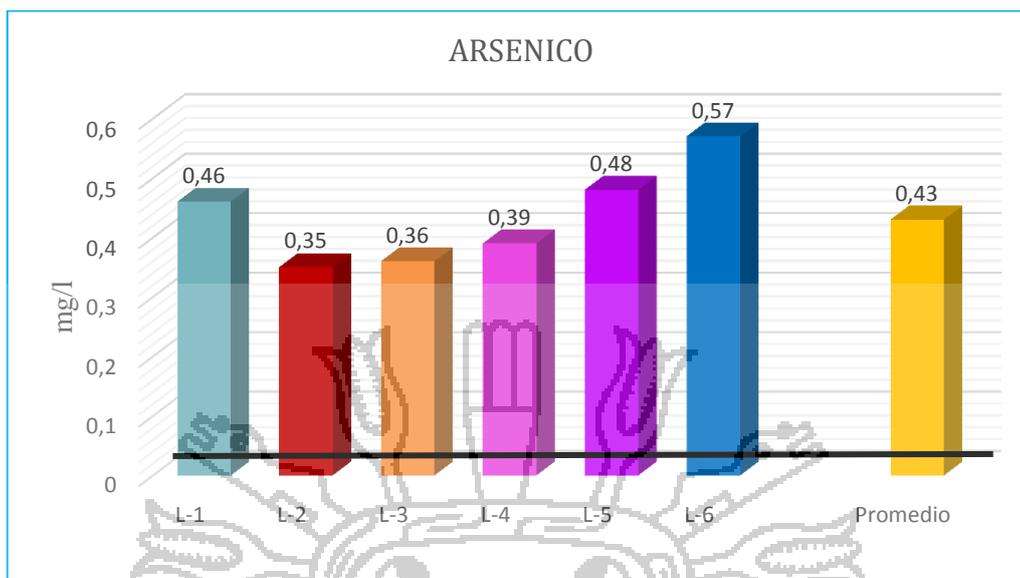
**GRAFICO N°6. Contenido de arsénico en la leche de la cuenca Coata**

Gráfico N°6 Resultados del análisis de arsénico en leche

El gráfico N°6. Muestra el contenido de arsénico en muestras de leche de la cuenca Coata los resultados obtenidos fluctúan en valores máximo 0.57 mg/l y mínimo 0.35 mg/l y un promedio de 0.43 mg/l todas las muestras superan la norma técnica Ecuatoriana establecida para arsénico que es de 0.015 mg/kg.

La vía oral es la principal ruta de exposición crónica al arsénico, por ingesta de agua o alimentos contaminados. Una intoxicación crónica al metaloide inorgánico se manifiesta con hiperqueratosis principalmente en la palma de las manos y planta de los pies y una explosión mayor a 5 años son precursores de cáncer a la piel y vejiga también están relacionados con la neurotoxicidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares.

Los pobladores de las comunidades habitantes en las riveras del río Coata estarían consumiendo leche con presencia de arsénico inorgánico, es probable que esté generando efectos en la salud sin manifestar signos ni síntomas.

Investigaciones realizadas por Bárcena N.R. en el 2011 en la microcuenca Umachiri en la provincia de Melgar en donde se encuentra operación la minera ARASI S.A.C. se encontraron valores que superan hasta 38 veces de arsénico en la leche. (7)

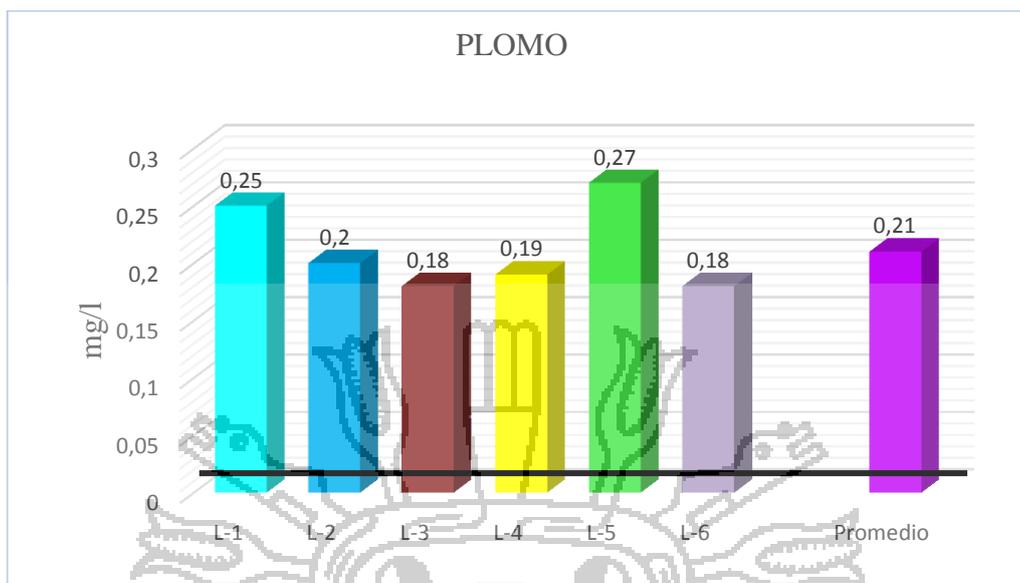
**GRAFICO N°7. Contenido de plomo en la leche de la cuenca Coata**

Gráfico N°7 Muestra los resultados del analisis de plomo en leche

El grafico N°7 Muestra el contenido de plomo en muestras leche los valores encontrados fluctúan entre 0.18 mg/l y 0.27mg/l con un promedio de 0.21mg/l. Todas las muestras superan el límite máximo permisible fijados por la comisión codex y la Unión Europea.

Porcentaje del total del Pb ingerido por vía gastrointestinal es absorbido entre el 10 y 15% en adultos, el 50% en niños, mayor es la absorción cuando hay deficiencia de proteínas y micronutrientes como el hierro, calcio y zinc y los efectos se manifiestan principalmente por su neurotoxicidad retraso del desarrollo psicomotor (áreas cognitiva o intelectual, motora gruesa y fina, lenguaje y social) y anemia hemolítica.

Los pobladores de las comunidades que habitan en las riberas del rio Coata principalmente los niños que consumen el producto lácteo, están expuestos al plomo una intoxicación crónica tiene efectos neurotóxicos y anemia hemolítica.

Investigaciones realizados por Bárcena N.R. 2011 en la cuenca Umachiri de la escuela de posgrado se encontraron valores encontrados de plomo en la leche superan en 638 veces. En dicha cuenca se encuentra en operación la minera ARASI S.A.C. (7)

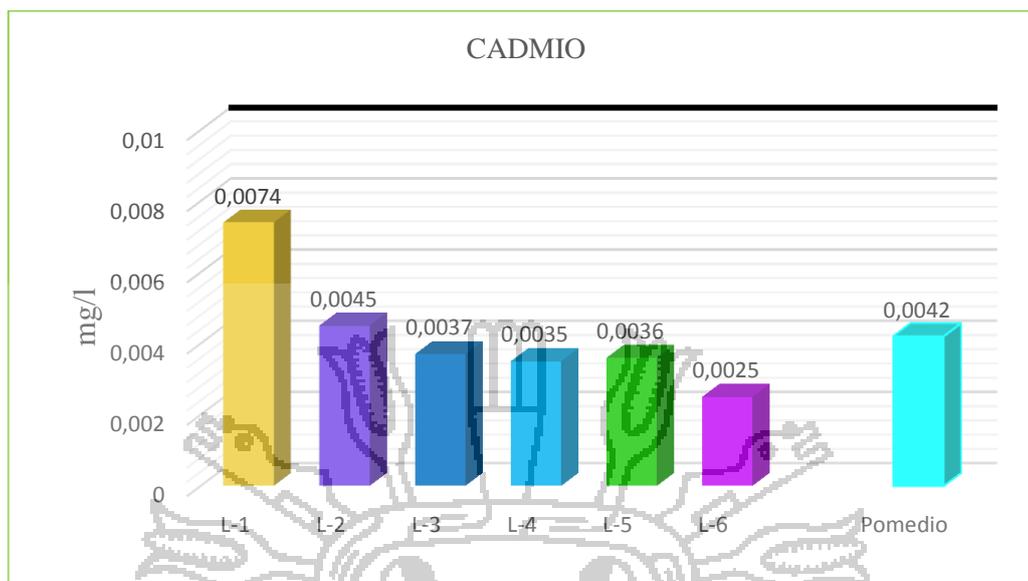
**GRAFICO N°8. Contenido de cadmio en la leche de la cuenca Coata**

Gráfico N°8 Resultados del analisis de cadmio en leche

El gráfico N°8 Muestra el contenido de cadmio en las muestras de leche de la cuenca Coata los valores encontrados de fluctúan entre valor máximo 0.0074 mg/l y mínimo 0.0029mg/l y con un promedio de 0.0037 mg/ninguna muestra supera la norma técnica establecida por Rumania

Una intoxicación crónica se da principalmente por ingesta de agua y alimentos contaminados, pese a una baja absorción entre 5 a 20% , los niños son los más afectados, esta se ve aumentada considerablemente cuando hay deficiencias de calcio, proteínas, hierro y zinc.

Una exposición crónica a cadmio de 10 a 20 años en concentraciones bajas podría producir insuficiencia renal aguda y crónica y es considerado un carcinogénico, sin embargo los mecanismos no están del todo claros se asocia a cáncer de riñón y testículos

Investigaciones realizadas por Bárcena N.R en el 2011. De la escuela de posgrado en la microcuenca Umachiri en la provincia de Melgar en donde en la cabecera se encuentra en operaciones la minera ARASI S.A.C en el análisis de la leche se encontraron valores que superan hasta 48 veces la presencia de cadmio en la leche. (7)

### 5.3 RELACIÓN DE METALES PESADOS (Hg, As, Pb Y Cd) EN AGUA Y LECHE DE LA CUENCA DEL RIO COATA 2015.

CUADRO N°1

#### RELACIÓN DE METALES PESADOS (Hg, As, Pb Y Cd) EN AGUA Y LECHE

METALES	Z <sub>c</sub>	DECISIÓN
Mercurio	Z <sub>c</sub> =1.0102	Aceptar Ho y rechazar H1
Arsénico	Z <sub>c</sub> =1.9812	Rechazar Ho y aceptar H1
Plomo	Z <sub>c</sub> =1.6435	Aceptar Ho y rechazar H1
Cadmio	Z <sub>c</sub> =1.0501	Aceptar Ho y rechazar H1

Se rechaza la hipótesis nula si  $Z_c \leq -1.96$  o  $Z_c \geq 1.96$

Cuadro N°1 Muestra la relación de la presencia de metales (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata. Para la relación de mercurio en agua y leche  $Z_c=1.0102$  es menor que 1.96 por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna y se concluye que no existe relación entre la presencia de mercurio en agua y la presencia de mercurio en leche. La relación de arsénico en agua y leche  $Z_c=1.9812$  es mayor que 1.96 por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe relación entre la presencia de arsénico en agua y arsénico en leche. Para la relación de plomo en agua y leche  $Z_c=1.6435$  es menor que 1.96 se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna y se concluye que no existe relación entre plomo en agua y plomo en leche. Para la relación de cadmio en agua y leche  $Z_c=1.0501$  es menor que 1.96 se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna y se concluye que no existe relación entre cadmio en agua y cadmio en leche.

El agua no es la única vía de contaminación de la cadena trófica su presencia de elementos químicos tales como el mercurio, plomo y cadmio en la leche se podría considerar como un indicador indirecto de las condiciones ambientales locales o periféricos donde se localiza el ganado.

#### 5.4 CONCLUSIONES

En las muestras de agua la presencia de mercurio fue inferiores a 0.00020mg/l, la concentración promedio de arsénico fue 0.048mg/l, en el caso del plomo la concentración promedio fue de 0.014mg/l y en el análisis de cadmio los resultados fueron inferiores a 0.00050mg/l. las muestras analizadas no superan los estándares nacionales de calidad ambiental para bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el ministerio del ambiente Peruano.

En el análisis de la leche las concentraciones 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) mientras que en el caso del arsénico se obtuvo un promedio de 0.43mg/l supera el límite máximo permisible (0.015mg/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 (0.010mg/kg fijado por la norma técnica de Rumana).

Para la relación de metales pesados mercurio, plomo y cadmio en agua y leche se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna y se concluye que no existe relación y para la relación de arsénico en agua y leche se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

## 5.5 RECOMENDACIONES

- Brindar educación alimentaria para mejorar la tolerancia a metales tóxicos que son ingeridos en la alimentación.
- Extender las investigaciones se el análisis de suelo aire, forraje y flora acuática también en viseras y musculo.
- Tomando como referencias investigaciones realizadas en el Perú para establecer normas técnicas para metales pesados en leche tomando en cuenta características de la población como susceptibilidad, nutrición, clima, ingresos económicos y tipo de educación de los individuos.



## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

1. Brack A, Mendiola C. Ecología del Perú. 3ed. Lima: Bruno; 2010.
2. Tyler G, Miller J R. Introducción a la Ciencia Ambiental. 5ed. Madrid España. Thomson; 2002.
3. Alegre M, Bernex N, Carrasco A, Pozo H. El Medio Ambiente en el Perú. 1a ed. Lima: Mantaro S.A.; 2001.
4. Church D C, Pond W G, Pond K R. Nutrición y Alimentación de animales. 2ed. México: editorial Limusa; 2006.
5. Madrid A, Estere E, Cenzano J M. Ciencia y tecnología de los alimentos. 1ra ed Madrid España: editorial Service point; 2013.
6. Magariños, H. Producción Higiéfica de la Leche cruda. Rev. Guatemala, 2001; 6(1).
7. Badui S. Química de los Alimentos. México : Gerencia editorial educación superior 5ta edición, 2013.
8. Tablas peruanas de Composición de Alimentos Lima 2008.
9. Baird C, Cann M. Química Ambiental. 5ed. Buenos Aires: editorial Revete; 2014.
10. Álvarez J, Sotero V, Brack A, Ipenza C. Minería aurífera y contaminación con mercurio (CENSOPAS). Lima : Editorial Súper Gráfica E.I.R.L, 2011.
11. Ministerio de Salud Guía de práctica para el diagnóstico de la intoxicación por mercurio. Lima 2013.
12. Ministerio de salud. Guía de Práctica clínica para el diagnóstico de arsénico. Lima 2011.
13. Ministerio de Salud, guía de práctica clínica para manejo de pacientes con intoxicación con Plomo. Lima : s.n., 2007.
14. Ministerio de Salud Guía de práctica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por cadmio. Lima : s.n., 2013.
15. Portugal T R, Ariza J E, Cornejo D A, et al Estudio integral de la contaminación de la cuenca Ramis Puno 2010.

### TESIS

16. Barcena L R. Determinación de Metales Tóxicos en la Leche de Ganado. [tesis maestría] Puno: Gestión en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Universidad Nacional del Altiplano; 2011.

**ARTICULOS**

17. Ayala J, Romero H. Presencia de metales pesado(Arsnico y Mercurio)en leche de vaca al sur del Ecuador. Rev. la granja. 2013;17(1). [http://lagranja.ups.edu.ec/documents/1317427/3854707/Ayala\\_Leche.pdf](http://lagranja.ups.edu.ec/documents/1317427/3854707/Ayala_Leche.pdf). [En línea] 2013. [Citado el: 10 de Junio de 2015.]

18. Carrera A, Fernández C. Problemática del arsénico en la llanura sudeste de la provincia de Córdoba.Rev.Argentinaciolo,2007:9(1).<http://www.redalyc.org/pdf/1791/179120699007.pdf>. [En línea] [Citado el: 24 de Mayo de 2015.]

19. Ruíz C, Marisela Méndez M.Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio,plomo, arsénico y talio). <http://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2011/ane113f.pdf>. [En línea] Arch Neurocién (Mex), 2011. [Citado el: 20 de Julio de 2015.]

20.Medina.A.GuillenR, Medina O.R.[www.academia.edu/4241433/Bioma\\_Abril\\_2013](http://www.academia.edu/4241433/Bioma_Abril_2013). [En línea] Abril de 2013. [Citado el: 22 de Agosto de 2015.]

**PAGINA WEB**

21. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestion de Medio Ambiente. <http://regionpuno.gob.pe/descargas/planes/actualizacion-pdrc-2021/ejes-tematicos/ambiental/2012-diagnostico-ambiental-regional.pdf>. [En línea] 2013. [Citado el: 12 de Junio de 2015.]

22.Proyecto Especial Binacional del Lago Titicaca (PELT). <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea31s/oea31s.pdf>. [En línea] 2008. [Citado el: 18 de Julio de 2015.]

23. Álvarez , R. Programa Desarrollo Rural Integral (PRADER).Correo.2014 Julio 16.pag.4.

24. Velasco M. Noticiero. Radio Pachamama, Puno : 850 AM, 29 de Noviembre de 2014.

25. Hernández D, Soler F, Martinne K. Calidad Fisico Quimico del agua de bebida.[www.eweb.unex.es/eweb/toxicologia/.../Calidad%20agua%20bebida.pdf](http://www.eweb.unex.es/eweb/toxicologia/.../Calidad%20agua%20bebida.pdf). [En línea] octubre de 2005. [Citado el: 25 de Junio de 2015.]

26. Mendoza M. Vegetacion riverena indicador de la salud del rio. [http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2559/1/Mendoza\\_Carino\\_M\\_DC\\_Hidrociencias\\_2014.pdf](http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2559/1/Mendoza_Carino_M_DC_Hidrociencias_2014.pdf). [En línea] 2014. [Citado el: 18 de Junio de 2015.]

27. Contaminación de los ríos de Lima. [http://www.aquafondo.org.pe/pdf/aprendemas/4.\\_La\\_contaminacion\\_de\\_los\\_rios\\_de\\_Lima.pdf](http://www.aquafondo.org.pe/pdf/aprendemas/4._La_contaminacion_de_los_rios_de_Lima.pdf). [En línea] [Citado el: 25 de Junio de 2015.]

28. Autoridad Nacional del Agua. [http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm\\_Files/Publicaciones/Varios/2011-PROTOCOLO-ANAPeru.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/2011-PROTOCOLO-ANAPeru.pdf). [En línea] 2012. [Citado el: 13 de Junio de 2015.]

29. Ministerio de Salud , procedimientos para la recepcion de alimentos y bebidas de consumo humana. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1594.pdf>. [En línea] 2011.

30. Ortiz S, Chang A, Acoata R. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) <http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/PRO-UCDSA-06-Recoleccion-y-envio-de-especimenes.pdf>. [En línea] 2008. [Citado el: 9 de Julio de 2015.]
31. Rojas C M. Contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro. Rev. 2005;10(2). [http://www.conanp.gob.mx/contenido\\_2/pdf/cedoc\\_2013/Rojas\\_Mayorquin\\_Citlalli\\_Micaela-Estudio\\_de\\_la\\_contaminacion.pdf](http://www.conanp.gob.mx/contenido_2/pdf/cedoc_2013/Rojas_Mayorquin_Citlalli_Micaela-Estudio_de_la_contaminacion.pdf). [En línea] [Citado el: 15 de Junio de 2015.]
32. Osoreo F, Grández A, Fernández J L. Mercurio y salud en Madre de Dios, Perú. [En línea] 20 de Febrero de 2010. [Citado el: 23 de Julio de 2015.]
33. Dirección General de Salud Ambiental (MINSA). [www.ins.gob.pe/images/s/revista/pdf/Revista\\_251.pdf](http://www.ins.gob.pe/images/s/revista/pdf/Revista_251.pdf). [En línea] 2006. [Citado el: 24 de Julio de 2015.]
34. Organización mundial de la Salud. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/>. [En línea] 2012. [Citado el: 13 de Junio de 2015.]
35. Gonzalez C. [http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/analisis-aplicado-a-la-ingenieria-quimica/contenidos/course\\_files/Tema\\_5.pdf](http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/analisis-aplicado-a-la-ingenieria-quimica/contenidos/course_files/Tema_5.pdf). [En línea] [Citado el: 3 de Agosto de 2015.]
36. Higuera P, Oyarzun R. [http://www.uclm.es/users/higuera/mga/Tema08/Minerales\\_salud\\_1\\_4.htm](http://www.uclm.es/users/higuera/mga/Tema08/Minerales_salud_1_4.htm). [En línea] [Citado el: 6 de Junio de 2015.]
37. Martínez C. Relaciones tróficas e interacciones entre especies. [laanunciataikerkereta.com/trabajos/plancton/cadena.pdf](http://www.ianigla.org.ar/trabajos/plancton/cadena.pdf). [En línea] [Citado el: 15 de Junio de 2015.]
38. Bermúdez M. <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>. [En línea] 01 de enero de 2010. [Citado el: 10 de agosto de 2015.]
39. [file:///C:/Documents%20and%20Settings/LEONIC/Mis%20documentos/Downloads/estudio\\_hidrologico\\_lampa%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/LEONIC/Mis%20documentos/Downloads/estudio_hidrologico_lampa%20(1).pdf). Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). [En línea] 2007.
40. Instituto Nacional De Estadística E Informática. [http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1056/libro.pdf](http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1056/libro.pdf). [En línea] 11 de Diciembre de 2011. [Citado el: 8 de Julio de 2015.]
41. [file:///C:/Users/Panda/Downloads/MONITOREO - CALIDAD %20 AGUA %20 AYAVIRI-PUCAR %20 \(1\).pdf](file:///C:/Users/Panda/Downloads/MONITOREO%20-%20CALIDAD%20AGUA%20AYAVIRI-PUCAR%20(1).pdf). [En línea] 18 de Setiembre de 2012. [Citado el: 18 de octubre de 2015.]
42. Agencia de Protección Ambiental (EPA) [http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/upload/Cromo-VI-enelaguapotable\\_QAs.pdf](http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/upload/Cromo-VI-enelaguapotable_QAs.pdf) [En línea] Setiembre de 2009. [Citado el: 18 de octubre de 2015.]



## ANEXO N°1

## ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

## Decreto supremo N°002-2008 Ministerio del ambiente

## Categoría III: riego de vegetales y bebida para animales

- I. Abastecimiento doméstico con simple desinfección
- II. Abastecimiento doméstico con tratamiento convencional
- III. Riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales
- IV. Zonas recreativas de contacto primario (baños y similares)

PARAMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
<b>Fisicoquímicos</b>		
Conductividad eléctrica	(Us/cm)	<=5000
Demanda bioquímica de oxígeno	m/l	<=15
Demanda química de oxígeno	m/l	40
Fluoruro	m/l	2
Nitratos(NO3-N)	m/l	50
Nitritos(NO2-N)	m/l	1
Oxígeno disuelto	m/l	>5
PH	unidades de PH	6.5-8.4
Sulfatos	m/l	500
Sulfuros	m/l	0.05
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	m/l	5
Arsénico	m/l	0.1
Berilio	m/l	0.1
Boro	m/l	5
cadmio	m/l	0.01
Cianuro WAD	m/l	0.1
Cobalto	m/l	1
Cobre	m/l	0.5
Cromo(6+)	m/l	1
Hierro	m/l	1
Litio	m/l	2.5
Magnesio	m/l	150
Manganeso	m/l	0.2
Mercurio	m/l	0.001
Níquel	m/l	0.2
Plata	m/l	0.05
Plomo	m/l	0.05

## ANEXO N°2

## CONTENIDOS MAXIMOS EN METALES PESADOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

## REVISIÓN UNION EUROPEA. AGOSTO 2014

## PLOMO

PRODUCTO	Contenido máximo (mg / Kg peso fresco)
Leche cruda (2), leche tratada térmicamente y leche para la fabricación de productos lácteos	0,020
Preparados para lactantes y preparados de continuación (3) (4)	0,020
Carne (excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral (2)	0,10
Despojos de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral (2)	0,50
Carne de pescado (5) (6)	0,30
Crustáceos (7): carne de los apéndices y del abdomen (17). En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (Brachyura y Anomura), la carne de los apéndices.	0,50
Moluscos bivalvos (7)	1,5
Cefalópodos (sin vísceras)	1,0
Leguminosas verdes (8), cereales y legumbres secas	0,20

## LEGISLACIÓN BRASILEÑA DE METALES PESADOS

## ARSENICO

ALIMENTO	TOLERANCIA EN PPM
Bebidas alcohólicas fermentadas	0,10
Bebidas alcohólicas fermento-destiladas	0,10
Refrescos	0,20
Zumos de frutas y jarabes naturales	0,20
Grasas vegetales	0,10
Grasas y emulsiones refinadas	0,10
Grasas hidrogenadas	0,10
Azúcares	1
Caramelos	1
Cereales y productos a base de cereales	1
Helados comestibles	1
Huevos y ovoproductos	1
Leche líquida, lista para el consumo	0,10
Miel	1
Pescado y productos de la pesca	1
Productos de cacao y derivados	1

ANEXO N°3

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tipo de muestra .....

Código de muestra .....

Lugar del muestreo .....

Fecha del muestreo.....

Código de muestra		Hg mg/l	As mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	
Muestras de agua	A-1	A1	<0.0002	0.042	0.018	<0.0005
	A-1					
	A-1					
	A-2	A2	<0.0002	0.041	0.015	<0.0005
	A-2					
	A-3	A3	<0.0002	0.04	0.017	<0.0005
	A-3					
	A-4	A4	<0.0002	0.048	0.015	<0.0005
	A-4					
	A-5	A5	<0.0002	0.05	0.02	<0.0005
	A-5					
	A-5					
A-6	A6	<0.0002	0.071	0.0037	<0.0005	
A-6						
Muestras de leche	L-1	L1	0.0035	0.46	0.25	0.0074
	L-1					
	L-1					
	L-2	L2	0.0027	0.35	0.2	0.0045
	L-2					
	L-3	L3	0.0028	0.36	0.18	0.0037
	L-3					
	L-4	L4	0.0025	0.39	0.19	0.0035
	L-4					
	L-4					
	L-5	L5	0.0029	0.48	0.27	0.0036
	L-5					
L-5						
L-6	L6	0.0024	0.57	0.18	0.0025	
L-6						

**ANEXO N° 4****CONSENTIMIENTO INFORMADO****TÍTULO DEL PROYECTO**

“presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche en la cuenca del río Coata 2015.”

**INVESTIGADOR PRINCIPAL**

Ayde Chata Quenta

**LUGAR DONDE SE DESARROLLARA EL ESTUDIO**

Cuenca del río Coata

**JUSTIFICACION DEL ESTUDIO**

La región puno se encuentra entre las siete regiones con mayor producción de leche entera fresca representando (5.3%) de la producción nacional. de los cuales los niños de la región consumen 90 litros de leche cada año, siendo éste uno de los productos más importantes en la canasta familiar.

Los niños y la población que consume el producto lácteo probablemente están expuestos a estos metales a falta de disposiciones reglamentarias más específicas en cuanto al contenido de metales pesados, también por sus altos costo que implicaría el análisis. Donde su presencia probablemente esté en los parámetros no permisibles para consumo humano debido a la contaminación ambiental de la cuenca del río Coata que viene en aumento por inadecuadas prácticas de la minería informal, inadecuado tratamiento de aguas residuales y el crecimiento poblacional, donde se desplazarían en el agua incorporándose en la cadena trófica lo que podría traer como efecto daños irreversibles ambientales y efectos adversos a la salud de la población que consuma este tipo de alimento.

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

Determinar la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del río Coata 2015.

**ANEXO N°5**  
**IMAGEN N°1**  
**RECOLECCIÓN DE MUESTRAS**



**IMAGEN N°2**  
**VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL RIO COATA**

