



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“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**

**Autores:**

Pajares Vásquez, Geoffrey Junior  
Vargas Castillejos, Juan Manuel

**Asesor:**

Ing. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca – Perú  
2018

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO 1.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	1
1.3. Justificación.....	1
1.4. Limitaciones.....	2
1.5. Objetivos.....	2
1.5.1. Objetivo general.....	2
1.5.2. Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO 2.MARCO TEÓRICO.....	2
2.1. Antecedentes.....	2
2.2. Bases teóricas.....	5
2.3. Hipótesis.....	13
CAPÍTULO 3.METODOLOGÍA.....	14
3.1. Operacionalización de variables.....	14
3.2. Diseño de investigación.....	15
3.3. Unidad de estudio.....	15
3.4. Población.....	15
3.5. Muestra.....	15
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.7. Métodos y procedimientos de análisis de datos.....	16
CAPÍTULO 4.RESULTADOS.....	18
4.1. Resultados del laboratorio regional del agua.....	18
4.2. Resultados del análisis estadístico.....	20
4.3. Resultados de factor de bioacumulación.....	30
CAPÍTULO 5.DISCUSIÓN.....	40
5.1. Discusión de resultados.....	40
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1 Concentración de metales pesados en leche cruda .....	3
TABLA N°2 Comparacion de metales con valores umbrales en leche cruda de bovino.....	4
TABLA N°3 Variable independiente.....	14
TABLA N°4 Variable dependiente .....	14
TABLA N°5 Especies pascícolas .....	17
TABLA N°6 Resultados de laboratorio para pastos .....	18
TABLA N°7 Resultados de laboratorio para leche.....	19
TABLA N°8 Coeficiente de correlación para aluminio .....	20
TABLA N°9 Coeficiente de correlación para arsénico .....	21
TABLA N°10 Coeficiente de correlación para cadmio.....	22
TABLA N°11 Coeficiente de correlación para cobalto .....	23
TABLA N°12 Coeficiente de correlación para cromo .....	24
TABLA N°13 Coeficiente de correlación para cobre .....	25
TABLA N°14 Coeficiente de correlación para estroncio .....	26
TABLA N°15 Coeficiente de correlación para níquel.....	27
TABLA N°16 Coeficiente de correlación para plomo .....	28
TABLA N°17 Coeficiente de correlación para zinc .....	29
TABLA N°18 Estación de monitoreo de agua QCOLO-1 .....	110
TABLA N°19 Pasivos mineros en cajamarca.....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1 Curvas de concentración de aluminio en pasto .....	40
FIGURA N°2 Curvas de concentración de aluminio en leche.....	40
FIGURA N°3 Curvas de concentración de arsénico en pasto .....	41
FIGURA N°4 Curvas de concentración de arsénico en leche.....	41
FIGURA N°5 Curvas de concentración de cadmio en pasto.....	42
FIGURA N°6 Curvas de concentración de cadmio en leche.....	42
FIGURA N°7 Curvas de concentración de cobre en pasto .....	43
FIGURA N°8 Curvas de concentración de cobre en leche.....	43
FIGURA N°9 Curvas de concentración de cromo en pasto .....	44
FIGURA N°10 Curvas de concentración de cromo en leche.....	44
FIGURA N°11 Curvas de concentración de níquel en pasto.....	45
FIGURA N°12 Curvas de concentración de níquel en leche.....	45
FIGURA N°13 Curvas de concentración de plomo en pasto .....	46
FIGURA N°14 Curvas de concentración de plomo en leche.....	46
FIGURA N°15 Curvas de concentración de zinc en pasto .....	47
FIGURA N°16 Curvas de concentración de zinc en leche.....	47
FIGURA N°17 Muestreo de pastos.....	73
FIGURA N°18 Muestreo de leche.....	74
FIGURA N°19 PM – Socavón .....	112
FIGURA N°20 PM -- Botadero.....	112
FIGURA N°21 PM – Socavón.....	112
FIGURA N°22 PM – Tajo.....	113
FIGURA N°23 PM – Desmonte.....	113
FIGURA N°24 PM – Plataforma.....	113
FIGURA N°25 PM – Desmonte.....	114
FIGURA N°26 PM – Socavón.....	114
FIGURA N°27 PM – Desmonte.....	114

## RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de bioacumulación que se da entre el pasto y la leche vacuna 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. El factor de bioacumulación en las estaciones del Tacamache, Seca, Ninabamba y Gradadas baja para el zinc es alta, de la misma manera también es alta para Ninabamba en cobalto, en algunas estaciones para ciertos metales como es el caso del cadmio y níquel no se pudo determinar el nivel de bioacumulación, ya que los resultados obtenidos están por debajo de los límites de detección. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar si la relación entre las concentraciones de metales en pasto y leche. Se identificó 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. Se recomendó que se debería plantear una propuesta de cierre de pasivos mineros usando especies de pasto que no sean atractivos para los animales, de esta manera evitaremos que se dé un traspaso de metales pesados entre la planta y el animal. Así mismo el Ministerio de Salud debería hacer un control y vigilancia de metales pesados en muestras de sangre dentro del distrito, para poder identificar en qué estado se encuentra la salud de la población especialmente en niños, ya que la leche que se produce es uno de los alimentos que más consumen.

### PALABRAS CLAVE

Bioacumulación, correlación, coeficiente.

## ABSTRACT

The objective of this research study was to determine the level of bioaccumulation that occurs between grass and milk in different areas of the Chugur district impacted by mining liabilities, for which samples of grass and milk were collected in 11 points covering the areas affected by these liabilities to obtain concentrations of Al, As, Cd, Co, Cr, Sr, Pb, Ni and Zn. The factor of bioaccumulation in the stations of the Tacamache, Seca, Ninabamba and low grades for zinc is high, in the same way it is also high for Ninamaba in cobalt, in some stations for certain metals such as the case of cadmium and nickel is not could determine the level of bioaccumulation, since the results obtained are below the limits of detection. The Pearson correlation coefficient was used to determine if the relationship between the concentrations of metals in grass and milk is strong or weak. It was identified that the concentrations obtained exceed the threshold values in some stations. The upper part of the Chugur district is the one with the highest concentration of heavy metals. It was recommended that a proposal to close mining liabilities using grass species that are not attractive to animals should be proposed, in this way we will avoid a heavy metal transfer between the plant and the animal. Likewise, the Ministry of Health should control and monitor heavy metals in blood samples within the district, in order to identify the state of health of the population, especially in children, since the milk produced is one of the the foods that consume the most.

### KEYWORDS

Bioaccumulation, correlation, coefficient.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Alimentos Vacunos. (2015). Obtenido de Alimentos Vacunos:  
<http://banrepcultural.org/sites/default/files/lablaa/ciencias/sena/ganaderia/alimentacion5/ganaderia8-5.pdf>
- ANA. (2015). Plan de gestión de recursos hídricos. Cajamarca.
- Biosalud. (2017). Biosalud . Obtenido de Biosalud day hospital:  
<http://biosalud.org/blog/intoxicacion-por-metales-pesados/>
- Bryan Garcés. (2015). Bioacumulación.
- Contaminacion Ambiental. (2010).
- Cruz, E. (24 de Mayo de 2015). RUMBO MINERO. Obtenido de RUMBO MINERO:  
<http://www.rumbominero.com/revista/informes/mineria-subterranea-apostando-por-la-innovacion-y-tecnologias/>
- Culturalia., E. (14 de Febrero de 2013). Obtenido de  
<https://edukavital.blogspot.pe/2013/02/pasto.html>
- Dpto de Ecología de la universidad de Alcalá, A.J. Hernandez y J. Pastor. (2010). Incidencia Conjunta de Metales Pesados de Vacuno ubicados en el entorno de una Mina abandonada en la sierra de Guadarrama. 8.
- Ecoagricultor. (2016). Obtenido de Ecoagricultor: <http://www.ecoagricultor.com/los-efectos-de-los-metales-pesados-en-la-salud-y-como-eliminarlos/>
- Ecología. (26 de Octubre de 2010). Obtenido de Ecología:  
<http://thpyecologia.blogspot.pe/2010/10/ciclo-trofico.html>
- Ecoticias. (19 de Mayo de 2016). Obtenido de <http://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/115317/bioacumulacion-toxicos>
- EnciclopediaSalud. (16 de Febrero de 2016). Obtenido de EnciclopediaSalud:  
<http://www.encyclopediasalud.com/definiciones/leche>
- Gonzales, R. (01 de ABRIL de 2012). TWENERGY. Obtenido de TWENERGY:  
<https://twenergy.com/a/que-es-la-contaminacion-ambiental-456>
- Grufides. (09 de MARZO de 2015). Obtenido de <http://www.grufides.org/content/mapa-de-pasivos-ambientales-mineros-hualgayoc-chugur>
- Grufides. (14 de Febrero de 2017). Obtenido de <http://www.grufides.org/blog/la-miner-convierte-cajamarca-en-el-primero-lugar-con-m-s-pasivos-ambientales-en-el>
- Hugo González . (22 de Febrero de 2016). METALES CONTAMINAN PASTOS. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*.
- Humberto Rodriguez. (2005). Metales Pesados en Leche Cruda de Bovino. 7.



- Humbreto Rodriguez. (Octubre de 2015). *Metales Pesados en Leche Cruda de Bovino*. Obtenido de Metales Pesados en Leche Cruda de Bovino.:  
<http://www.respyn.uanl.mx/vi/4/articulos/metales.html>
- Hustick, L. M. (13 de Junio de 2017). *HORTALIZAS*. Obtenido de HORTALIZAS:  
<http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/presentacion-virtual-detalla-los-riesgos-de-la-bioacumulacion-de-metales-pesados/>
- José Gonzales . (Septiembre de 2010). Metales Pesados en Leche y Certificación para la Unión Europea. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*.
- José Ibarz. (2017 de Abril de 2017). *EcuRed*. Obtenido de EcuRed:  
[https://www.ecured.cu/Metales\\_pesados](https://www.ecured.cu/Metales_pesados)
- LeyN°28271. (Noviembre de 2015). *Pasivos Ambientales Mineros en el Perú*. Obtenido de  
<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/12/PRESENTACION-3-MINEM-PERU.pdf>
- Montano, Y. (2013). Determinación del factor de bioconcentración y traslocación de metales pesados en el *Juncus articus* Willd., de áreas contaminadas con el pasivo ambiental minero Alianza.
- Perú, E. (2016). Obtenido de <http://www.enperu.org/cajamarca/2016/11/29/distrito-chugur-provincia-hualgayoc-cajamarca/>
- Planet, J. T. (11 de Febrero de 2012). *Minería a cielo Abierto*. Obtenido de Minería a cielo Abierto:  
<https://www.facebook.com/notes/%C3%BAnetealplaneta-jointheplanet/miner%C3%ADa-a-cielo-abierto-irreparable-impacto-ambiental-para-el-planeta-y-sus-habi/321391421246853/>
- Quijano, D. C. (20 de junio de 2010). *Cajamarca - Contaminación minera*. Obtenido de Cajamarca - contaminación minera: <http://demi-kdsss.blogspot.pe/2010/06/cajamarca-contaminacion-minera.html>
- Sanchez, S. (2015). Obtenido de <http://www.grufides.org/blog/la-miner-convierte-cajamarca-en-el-primero-lugar-con-m-s-pasivos-ambientales-en-el>
- Universidad de Alcalá. (2010). Incidencia Conjunta de Metales Pesados de Vacuno ubicados en el entorno de una Mina abandonada en la sierra de Guadarrama. 8.