



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

“NIVELES DE PLOMO Y MERCURIO EN LA LECHE Y PLASMA SANGUINEO EN ALPACAS DE LA COMUNIDAD DE PATACOLLANA DISTRITO CONDOROMA – CUSCO”

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
SALUD PÚBLICA	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	

3. Duración del proyecto (meses)

Periodo de 12 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	☐
Multidisciplinario	☐
Director de tesis pregrado	☐

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Málaga Apaza Julio
Escuela Profesional	Medicina Veterinaria y Zootecnia
Celular	989575230
Correo Electrónico	jmalaga@unap.edu.pe
Apellidos y Nombres	Condemayta Condemayta Zacarías
Escuela Profesional	Medicina Veterinaria y Zootecnia
Celular	951108166
Correo Electrónico	zcondemayta@unap.edu.pe

I. Título

NIVELES DE PLOMO Y MERCURIO EN LA LECHE Y PLASMA SANGUINEO EN ALPACAS DE LA COMUNIDAD DE PATACOLLANA DISTRITO CONDOROMA – CUSCO

II. Resumen del Proyecto de Tesis

La contaminación de los alimentos por metales pesados es uno de los temas de mayor importancia a nivel mundial, debido a que estos metales no son biodegradables y tienden a bioacumularse en los tejidos de animales, estableciéndose una cadena acumulativa que eleva peligrosamente su contaminación, lo que constituye un riesgo para la salud humana. El estudio tiene con el objetivo de determinar los niveles de concentración de plomo y mercurio en pasto, plasma sanguíneo y leche en alpacas de la Comunidad de Patacollana Distrito del Distrito de Condoroma Cusco. Para lo cual se utilizará un total de 68 muestras; 10 de pasto, 12 de suero sanguíneo (Tuis y adultos) y 12 de leche de



(primíparas y múltiparas) debidamente identificados para medir los metales pesados mencionados. Metodología: Estas muestras serán analizadas en el laboratorio de la Unidad de Servicios de Análisis Químicos (USAQ) de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de la Ciudad de Lima. Los datos serán digitados en Microsoft Excel y analizados mediante análisis de variancia para cada factor en sus dos niveles como tuis y adultos y el contraste de promedios a través de la prueba de t Student. Los resultados a ser obtenidos van a significar un valioso aporte para la seguridad alimentaria y principalmente para la salud humana; además contribuirán a prevenir el flujo de la cadena trófica de los alimentos que se expone como riesgo en salud pública, y así asegurar una vida saludable.

III. Palabras claves (Keywords)

Alpacas metales pesados, suero sanguíneo, leche.

IV. Justificación del proyecto

Los metales pesados y otros tóxicos amenazan cada vez más nuestra salud. En estudios recientes se ha comprobado que hoy en día tenemos de 400 a 1000 veces más plomo en los huesos que hace 400 años. Esto tiene graves efectos en el cerebro y en la evolución mental de los niños, especialmente en el desarrollo de la inteligencia. Está demostrado que, los metales como el plomo, el cadmio, el arsénico o el mercurio, además de ejercer efectos tóxicos, pueden transferirse y ser un factor de riesgo de intoxicación en la salud pública. Algunos efectos negativos en humanos, pueden ser dañinos a nivel del sistema nervioso, en la función hepática y renal, en el sistema músculo-esquelético, alteraciones mutagénicas, efectos carcinogénicos e inmunológicos, específicamente en las poblaciones infantil y senil, que son los grupos de edad más sensibles a dichos efectos (Saiful Islama *et. al.* 2015).

Los metales como el plomo, el cadmio, el arsénico o el mercurio, además de ejercer efectos tóxicos, pueden transferirse y ser un factor de riesgo de intoxicación en la salud pública. Algunos efectos negativos sobre los animales y el hombre, pueden ser tales como daños a nivel del sistema nervioso, en la función hepática y renal, en el sistema músculo-esquelético, en la función reproductiva, alteraciones mutagénicas, efectos carcinogénicos e inmunológicos, específicamente en los infantes y adultos seniles, que representan las poblaciones más sensibles a dichos efectos (OMS, 2015).

Durante el tiempo los humanos han utilizado diversos materiales con la finalidad de generar ingreso económico sin considerar que en las actividades realizadas han producido contaminación y que tienen riesgo para la salud humana básicamente los metales pesados como el plomo y mercurio, además de ejercer efectos tóxicos, transferirse mediante la cadena alimenticia y convertirse en factor de riesgo en la salud pública; causando efectos negativos sobre el hombre y los animales, tales como daños a nivel del sistema nervioso central, alteraciones en ADN y cromosomas, reacciones alérgicas, irritaciones de la piel y en la función hepática y renal, en el sistema músculo-esquelético, en la función reproductiva, alteraciones mutagénicas, alteraciones en la hemoglobina y el hematocrito, efectos carcinogénicos e inmunológicos, específicamente en los infantes y adultos mayores a 60 años, que representan las poblaciones más sensibles a dichos efectos. El uso generalizado de metales pesados y metaloides como el Pb en actividades humanas ha traído como consecuencia la contaminación del medio ambiente y graves problemas de salud pública. El Pb una vez ingerido, se distribuye en el organismo acumulándose en diversos tejidos: cerebro, hígado, riñones y huesos, generando



143.000 muertes al año y 600.000 casos de discapacidad intelectual en niños (OMS, 2014).

El agua es un factor que puede convertirse en un vehículo para la adquisición de diversas enfermedades en el ser humano. Actualmente, existen descritas más de 20 enfermedades en las que el agua actúa directa o indirectamente en su aparición, algunas de ellas con alto impacto en términos de morbilidad y mortalidad. Aproximadamente el 80% de las enfermedades y más de la tercera parte de las defunciones en países en desarrollo son causadas por el consumo de agua contaminada. Una de las conclusiones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada en Río de Janeiro en 1992, estipula que en promedio la décima parte del tiempo productivo de cada persona se pierde debido a estas enfermedades (Boletín del Comité Sectorial de Agua y Saneamiento, 1999). Por ello, existe una preocupación mundial por la exposición del hombre a compuestos y sustancias químicas que ponen en riesgo la salud. Entre estos riesgos destaca la exposición a arsénico, por aguas de consumo y secundariamente por vía inhalatoria (Álvarez, et al. 2001).

Los Investigadores de la Facultad de Veterinaria de León y de Santiago de Compostela España en los últimos años realizaron monitoreo de carne y leche procedentes de ganado bovino y ovino de las comunidades autónomas de Castilla y León, Asturias y Galicia. En las muestras de leche de las vacas recogidas en diferentes granjas de la provincia de León presentaron una concentración media de plomo de 4.34 mg/kg, de aluminio 192.16 mg/kg, cromo 69.28 mg/kg, níquel 45.11 mg/kg, molibdeno 45.20 mg/kg, hierro 300 mg/kg, manganeso 31.82 mg/kg y cobre 63.51 mg/kg. Mientras los elementos como el mercurio, arsénico, plomo y cadmio en las muestras de leche, tanto individuales, como del tanque, registraron concentraciones por debajo del límite de detección (Monroya M., et. al. 2014).

Los sistemas de producción de camélidos domésticos en la zona (sorocca) Comunidad de Patacollana es practicada bajo un sistema tradicional, que no tienen implementadas medidas de prevención para evitar contaminaciones en el ecosistema. En este contexto las autoridades de Región Cuco, SENASA, o de la Municipalidad Provincial de Espinar, deben intervenir en forma de alianza estratégica para un adecuado manejo en la actividad de producción de camélidos, y entre ellos se destaca la carne, viseras, que son alimentos de mayor consumo por la población. El presente trabajo de investigación pretende contribuir al conocimiento científico de los niveles de dos metales pesados y sentar las bases sobre la situación real de algunos contaminantes, en el agua, pasto, leche y suero sanguíneo dispuesta para el consumo humano en los mercados de abasto en las ciudades de Arequipa.

V. Antecedentes del proyecto

5.1. MARCO TEÓRICO

5.1.1. Plomo

Según la determinación de metales pesados como cromo (Cr), cadmio (Cd) y plomo (Pb), en sedimentos superficiales de la cuenca baja del río Coata, arteria fluvial afluente del lago Titicaca en Perú, en 2017, muestras de cinco puntos estratégicos encontraron concentraciones de 4.10 mg/kg Cr, 0.10 mg/kg Cd, y 3.75 mg/kg Pb, y 28.42 mg/kg Cr, 0.70 mg/kg Cd, y 16.50 mg/kg Pb, respectivamente. Algunos valores mínimos hallados superan los mínimos aceptables establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo del Ministerio del Ambiente del Perú. Las posibles causas de la contaminación detectada son la acción antrópica con impacto en las aguas residuales de la ciudad de Juliaca, Perú (Quispe, G. et al 2017).



El plomo es un metal que se encuentra bastante distribuido en la naturaleza. El hombre ha hecho uso de él desde hace 6 000 años, así los antiguos egipcios utilizaban compuestos de plomo como pigmentos, cosméticos y para la fabricación de estatuillas. La primera civilización que utilizó el plomo a gran escala fue Roma para fabricar tuberías del acueducto, en aleaciones con estaño para fabricar vajillas y como pigmento blanco (Moreno, 2003).

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

El plomo es un metal que se encuentra bastante distribuido en la naturaleza. El hombre ha hecho uso de él desde hace 6 000 años, así los antiguos egipcios utilizaban compuestos de plomo como pigmentos, cosméticos y para la fabricación de estatuillas. La primera civilización que utilizó el plomo a gran escala fue Roma para fabricar tuberías del acueducto, en aleaciones con estaño para fabricar vajillas y como pigmento blanco (Moreno, 2003).

5.1.2. Mercurio

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

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

La erosión y arrastre con escorrentía superficial pueden contribuir a la movilización de mercurio, además muestra una clara tendencia a la bioconcentración y magnificación, tanto en forma inorgánica como especialmente orgánica; como derivados del metil y fenilmercurio. Esta tendencia se ha encontrado en numerosas especies acuáticas de agua dulce y marina. Por ejemplo, el factor de bioconcentración de mercurio inorgánico y de metilmercurio en trucha arcoíris (*Salmo gairdneri*) es 1 800 mg/kg y 11 000mg/kg respectivamente, para una exposición de 60 días de duración. Para la ostra americana (*Crassostrea virginica*), en su parte comestible, es de 10 000 mg/kg y 40 000 mg/kg para ambas formas de mercurio, también con una exposición a 60 días. Asimismo, se ha comprobado la bioconcentración de mercurio en hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*, *Lepistanuda* y *Lepistarhacodes*) y en macrófitas acuáticas (Moreno, 2003).

Los estudios realizados en otras especies vegetales muestran que apenas se



produce translocación del mercurio a la parte aérea de la planta. Incluso en muestras a las que se le había aplicado fangos con alto contenido de mercurio durante largos periodos de tiempo (20 a 24 años) se queda el 80-100% del mercurio aplicado con el fango había permanecido en los 15 cm. Superficiales del terreno (ATSDR, 1999).

5.2. ANTECEDENTES

Tabla 1: Niveles permisibles de los metales pesados en diferentes productos

METALES	CARNE: Bovinos, ovinos, cerdos y aves (mg/kg)	RIÑÓN: Bovino, ovinos y cerdo (mg/kg)	HIGADO: Bovino, ovinos y cerdo (mg/kg)
MERCURIO	1,00 (carne de pescado)		
CADMIO	0,05	1,00	0,50
ARSENICO	0,05	2,50	1,25
PLOMO	0,10	0,50	0,50

Fuente: D. Alberto Alonso Díaz CATICE de Valencia, secretaria de Estado de Comercio (2017).

En el informe final integrado de monitoreo sanitario ambiental participativo de la provincia de Espinar (2013). reporto concentración de plomo en musculo de alpacas de 0.086 ug/g mientras la concentración de mercurio no encontrado. En el mismo documento citan la interpretación por Gutiérrez, J. (2013), menciona que los seres vivos tienen en su composición diversos elementos y sustancias químicas entre ellos los metales pesados como mercurio, arsénico, plomo magnesio y talio provenientes de dieta y del ambiente.

El estudio muestra la primera serie de datos sobre la concentración de mercurio en el tejido muscular de pejerrey (*Basilichthys bonariensis*), el carachi (*Orestias*) y 2 tipos de bagre indígena (*Trichomycterus*). Los niveles de mercurio en el pejerrey incrementaron con el tamaño de los peces, aunque esta relación era menos evidente para el carachi menor. El pejerrey y carachi son importantes peces comestibles para los residentes locales. Un muestreo del Río Ramis que es el mayor afluente al Lago Titicaca - se llevó a cabo en un intento de determinar si las emisiones de mercurio de la minería artesanal del oro, podrían ser una fuente importante de contaminación de Hg al Lago Titicaca. Aunque las concentraciones muy elevadas de Hg y otros metales pesados se documentaron en los arroyos de cabecera cerca de los centros mineros de La Rinconada y Cecilia, la cantidad de Hg en el Lago Titicaca podría atribuirse a la minería de la cuenca Ramis que estaba por debajo del límite cuantificable en julio 2002. Esto no disminuye la amenaza localizada a la exposición al mercurio para los propios mineros de oro artesanales, así como sus familias. Se recomiendan más estudios de la dinámica de mercurio en el Lago Titicaca, así como en los ríos que desembocan en el lago. Es probable que la mayor parte del transporte cuesta abajo de Hg y otros metales traza de los centros mineros de cabecera se produce como sedimento en suspensión durante los períodos estacionales de alto flujo (Christopher H. y col., 2006).

El informe de inspección del río Ramis afirma que la ganadería en la cuenca de este río, es una de las actividades principales que desarrolla su población rural. En la zona alta (Crucero, San Antón) las familias se dedican a la crianza de camélidos sudamericanos (llamas y alpacas) así mismo, se observó bastante crianza de ovinos criollos. En la zona alta los animales en el río Crucero que está contaminado por lodos y metales pesados. En la zona intermedia la población ha dado énfasis en la crianza de vacunos, esto ha impulsado a los ganaderos a utilizar el agua del río con



el propósito de mejorar la alimentación del ganado. Es por ello que se impulsó la formación de una represa de nombre Progreso en la misma que hoy se almacena aguas contaminadas por lodos y metales pesados. En esta zona intermedia se riegan pastos cultivados con alfalfa, reygras, dactilis y trébol; por otro lado, el cultivo de la vena con propósitos para la alimentación del ganado, se halla bastante extendido (Flores, 2008).

Ferrero – Mayhua, (2009) y Cabrera (2013.), la contaminación hídrica es causada por la actividad minera informal ubicada en los alrededores del distrito de Ananea, causando connotación de los canales y tomas de riego incidiendo negativamente en la producción agropecuaria y deteriorando la calidad del agua del río de la cuenca del río Ramis, y consiguientemente la calidad de los productos agropecuarios y ello coadyuva a una disminución en los ingresos económicos de los productores agropecuarios ubicados en la parte media y baja de la sub cuenca, y por ende no permite el desarrollo ni económico ni social de los pobladores involucrados, empobreciéndolos, puesto que ya viven en extrema pobreza.

Martínez, M., (2009), los estudios realizados en el Río Magdalena (Colombia), y sus afluentes, para determinar sus concentraciones de mercurio muestran que existe una relación directa entre las altas concentraciones en peces con la cercanía a las zonas con influencia directa de vertimientos de aguas de minería aurífera, encontrándose valores críticos en la Región de la Mojama y zona del noroeste antioqueño, zonas donde casi todas las muestras presentaron valores superiores a la norma de 0,5 µg/g de mercurio.

En comunidades ribereñas al Orinoco (Venezuela), se colectaron y analizaron un total de 23 muestras de cabello, especialmente de indios Piaroas, encontrando valores de mercurio $16,6 \pm 3,4$ µg/g lo que fue atribuido a la polución ambiental causada por la actividad artesanal minera en oro en la selva amazónica, (Martínez *et al.*, 2009).

Investigadores en metales tóxicos, encontraron que el mercurio y algunos compuestos inorgánicos de mercurio pueden ser medidos con bacterias anaerobias en el lodo del fondo de los lagos y también por los peces y mamíferos. Al estudiar los efectos ecológicos del mercurio, se demostró que las aves y los mamíferos que se alimentan de los peces están más expuestos al mercurio que otros animales de los ecosistemas acuáticos. (<http://www.epa.gob/mercury/about-español.htm>, 2009).

Investigadores de la Facultad de Veterinaria de León y de Santiago de Compostela España en los últimos años realizaron monitoreo de carne y leche procedentes de ganado bovino y ovino de las Comunidades Autónomas de Castilla y León, Asturias y Galicia. En las muestras de leche de las vacas recogidas en diferentes granjas de la provincia de León presentaron una concentración media de plomo de 4.34 mg/kg, de aluminio de 192.16 mg/kg, de cromo de 69.28 mg/kg, de níquel de 45.11 mg/kg, de molibdeno de 45.20 mg/kg, de zinc de 4860 mg/kg, de hierro de 300 mg/kg, de manganeso de 31.82 mg/kg y de cobre de 63.51 mg/kg. Mientras los elementos como el mercurio, el arsénico y el cadmio en las muestras de leche, tanto individuales como de tanque, registraron concentraciones por debajo del límite de detección por la metodología empleada. Los diferentes metales pesados analizados estuvieron dentro de los rangos señalados por otras investigaciones, por ello el riesgo para la salud del consumidor de leche de vaca procedente de explotaciones de la provincia de León es muy bajo, aunque no nulo (Gonzales-Montaña, 2009).

En Colombia es conocido que la erosión y lixiviación de suelos por la tala indiscriminada de bosques en cuencas de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge, Atrato y Orinoco, la minería del oro, carbón, y la explotación petrolera, las



actividades agropecuarias intensivas y la creciente actividad industrial de las grandes capitales, así como las actividades portuarias, han comenzado a generar problemas ambientales muy diversos con aumentos de los niveles de metales. Se calcula que en 20 años la colonización solo en la cuenca del río Magdalena ha destruido 3,5 millones de hectáreas de bosques, lo que ha generado el transporte de sedimentos hasta alcanzar las 133 000 TM/año y, en varias estaciones de los principales ríos, la concentración de metales pesados (cadmio, hierro, mercurio, plomo, zinc) supera los niveles permitidos en aguas naturales.

5.3. AGUA

El agua es un factor que puede convertirse en un vehículo para la adquisición de diversas enfermedades en el ser humano. Actualmente, existen descritas más de 20 enfermedades en las que el agua actúa directa o indirectamente en su aparición, algunas de ellas con alto impacto en términos de morbilidad y mortalidad. Aproximadamente el 80% de las enfermedades y más de la tercera parte de las defunciones en países en desarrollo son causadas por el consumo de agua contaminada. Una de las conclusiones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada en Río de Janeiro en 1992, estipula que en promedio la décima parte del tiempo productivo de cada persona se pierde debido a estas enfermedades (Boletín del Comité Sectorial de Agua y Saneamiento, 1999). Por ello, existe una preocupación mundial por la exposición del hombre a compuestos y sustancias químicas que ponen en riesgo la salud. Entre estos riesgos destaca la exposición a arsénico, por aguas de consumo y secundariamente por vía inhalatoria (Álvarez, et al. 2001).

5.4. PASTOS NATURALES

La escases de pastos en los altos Andes de la Región Cusco es evidente, debido a la presencia frecuente de granizadas e intensa y persistente precipitación pluvial en época de lluvia, y heladas durante la época seca, que causan muerte de animales y los pastizales naturales manifiestan síntomas típicos de deterioro en cantidad y calidad debido además, al sobrepastoreo que da lugar a suelos sin adecuada cobertura vegetal, dando lugar a la invasión de especies no deseables (Flores y Malpartida, 1998).

El pastizal natural es la suma total de las especies vegetales que desarrollan en una determinada área; estas pueden constituir bosques monte bajo, chaparral o pajonal en el caso de la puna altoandina. La vegetación se encuentra en equilibrio con el ambiente como es el caso del ichu que por acción del hombre (quema de pastizal) o de los animales domésticos (sobre pastoreo) puede ser alterado (Tovar O., 2002). El sobrepastoreo es una de las principales causas para la reducción de la cobertura vegetal, donde el número de animales sobrepasa la soportabilidad por unidad de área y cuando el suelo es susceptible a la erosión, en condiciones de escases de agua. Si se toma en cuenta que el animal come selectivamente unas especies vegetales más que otras, la capacidad de recuperación del pastizal se debilita, puesto que, surge una nueva composición botánica, pudiendo invadir inclusive especies indeseables dando lugar a la disminución de especies decrecientes (Olivares, 1998). Los problemas en los pastizales naturales son frecuentemente provocados por actividades antrópicas sumado a los efectos del cambio climático que ocasiona la pérdida de especies palatables y disminuye la disponibilidad de pastos para ovinos, vacunos y alpacas, contribuyendo a la escases de la cobertura vegetal, incremento de la erosión, compactación de los suelos por efecto del pisoteo de los animales, disminución de la infiltración y retención del agua debido a la falta de materia orgánica y actividad microbiana. Además, el sobrepastoreo produce desequilibrio entre la capacidad de carga de



una asociación de especies vegetales y la carga animal a la que es sometida durante largo periodo, que no permite la pronta recuperación del pastizal debido además al manejo inapropiado por parte del productor, por mantener su capital pecuario (Rivera et. al., 2013).

Estos problemas generalmente están relacionados con el comportamiento del tiempo atmosférico que varía día a día y comprende variables como precipitación pluvial, granizadas, humedad, radiación solar, temperatura y viento. Entonces, se entiende por clima como el promedio de las observaciones del estado atmosférico durante, por lo menos, 30 años en una zona del territorio y las variaciones que se van dando tienen gran influencia en el desarrollo de los pastizales, (Shine et. al. 2005)

VI. Hipótesis del trabajo

Hipótesis general

Los niveles de metales pesados en la leche y suero sanguíneo en alpacas de la Comunidad de Patacollana Condoroma– de la Provincia de Espinar – Región Cusco, superan los valores permisibles.

Hipótesis específicos

Las concentraciones de mercurio y plomo en el suero sanguíneo de alpacas jóvenes y adultos son diferentes en la Comunidad de Patacollana Distrito de Condoroma Espinar – Cusco.

Las concentraciones de mercurio y plomo en la leche de alpacas primeras y multíparas difieren en la Comunidad de Patacollana Distrito de Condoroma Espinar – Cusco.

VII. Objetivo general

Determinar los niveles de concentración de plomo y mercurio en suero sanguíneo y leche en alpacas en la Comunidad de Patacollana Distrito de Condoroma Espinar – Cusco.

VIII. Objetivos específicos

Determinar los niveles de concentración de mercurio y plomo en el suero sanguíneo en alpacas jóvenes y adultos en la Comunidad de Patacollana Distrito de Condoroma Espinar – Cusco.

Determinar los niveles de concentración de mercurio y plomo en la leche de alpacas primíparas y multíparas en la Comunidad de Patacollana Distrito de Condoroma Espinar – Cusco.

IX. Metodología de investigación

9.1 Tamaño muestral

Se muestreará total 24 muestras (12 muestras de suero sanguíneo, 12 muestras de leche, para lo cual se utilizó el método de muestreo por conveniencia y en cada muestra se determinará niveles de plomo y mercurio en alpacas.

Tabla 2: Distribución de las muestras para el estudio

Lugares de estudio	Suero sanguíneo	Leche de alpacas
--------------------	-----------------	------------------



comunidad	Jóvenes	Adultos	Primípara	Múltipara
Cantidad	6	6	6	6
N° de metales	2	2	2	2
Totales de lecturas	12	12	12	12

Procedimiento para el muestreo.
Obtención de muestra de leche

- Coordinación con los productores de la comunidad de Patacollana Distrito de Condoroma, provincia de Espinar – Cusco.
- Muestreo de leche en alpacas primíparas y múltiparas de rebaños que tiene influencia directa de la empresa minera.
- Obtención de 100 ml de muestra de leche obtenidas de las edades primíparas y de múltiparas.
- Las muestras serán conservadas en envase con identificación y rotuladas con su identificación del lugar y las edades de los animales.
- Las muestras serán colocadas en una caja de Tecnopor con hielo
- Posteriormente serán trasladado a la Ciudad de Arequipa para su envío al Laboratorio de la Facultad de Química de la Universidad Mayor San Marcos de la ciudad de Lima (Vía aérea).

Obtención de muestra de suero sanguíneo

- a). Las muestras de sangre (7.0 ml) se obtendrá en tubos vacutainer obtenidas de yugular de las alpacas.
- se almacenarán a 4 °C aproximadamente para ser remitidos al laboratorio de Unidad de Servicios de Análisis Químicos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de la Ciudad de Lima.
- Procesamiento del análisis de las muestras mediante la técnica de Absorción Atómica con Horno de Grafito.
- Lectura de datos.
- Procesamiento y análisis de información según modelo planteado

Técnicas de laboratorio

Para la valoración de los metales pesados (Mercurio, y plomo), presentes en las muestras se procesarán según las técnicas utilizadas en el Laboratorio de Unidad de Servicios de Análisis Químicos (USAQ) de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor San Marcos (UNMSM) –Lima, mediante Absorción Atómica con horno de grafito.

El límite de detección varía para cada elemento siendo del orden de 0,1 ppm para el Pb, 0,1 ppm para el Hg y 0,01 ppm para el As, respectivamente. Las muestras se analizarán por duplicado.

Para realizar las curvas de calibración se emplearán estándares certificados por la casa comercial Hoechst-Fisher Scientific, USAQ, Lima. Las curvas de calibración se realizarán con estándares multi elemento con concentraciones de 0.01, 0.1 y 0.2 ppm para los diferentes metales; los niveles de recuperación de los diferentes metales estarán en el orden entre el 88,9% y el 99%. El resto de productos químicos presentan grado reactivo adecuado.

Preparación de la muestra

Se procederá a pesar, para el caso de suero sanguíneo y leche se medirá en ml esterilizados precipitado limpios y secos aproximadamente 1g, se procede a llevar a digestión ácida con 20mL de ácido nítrico, una vez la solución haya aclarado, se llevará a sequedad, se deja enfriar, se disuelve en agua, se filtra y se lleva en una fiole a un volumen de 50mL con agua desionizada.

Medición

Se encenderá el equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-6800, así como



también el horno de grafito 6FA-EX7 con inyector automático (autosampler) y la computadora, se colocará la lámpara de cátodo hueco de plomo. Siguiendo el procedimiento de operación del horno de grafito GFA-600, se verificará la calibración del instrumento, asegurando el alineamiento del autosampler antes de iniciar la corrida analítica. Usando el control manual del brazo muestreador, se hará balancear el brazo sobre el tubo de grafito, sin tocar el borde del hueco.

Luego se colocará en el autosampler, el estándar de trabajo de 20 µg/L, blanco reactivo y las muestras a los viales previamente identificados y enumerados correspondientemente. Programar la calibración automática y chequear la curva de calibración.

Recojo de datos

La lectura de medidas de las variables como niveles de mercurio, y plomo (datos) en pasto, suero sanguíneo y leche en alpacas de la microcuenca Sorocca Pataccollana Condoroma y posterior al proceso en el laboratorio de la Unidad de Servicios de Análisis Químico de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) – Lima, serán registrados en la ficha de recolección de información.

MÉTODO ESTADÍSTICO

Los datos cuantitativos continuos de las variables (niveles de mercurio y plomo en pastos, suero sanguíneo y leche serán analizados mediante diseño completamente al azar bajo arreglo factorial de 2x2x2, donde los tratamientos serán los 2 lugares de estudio con cuatro repeticiones por tratamiento y serán interpretados mediante medidas de tendencia central y dispersión, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente: $Y_{ijk} = \mu + A_i + E_{ijk}$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta (Niveles de plomo y mercurio)

μ = Media poblacional

A_i = Efecto de i-ésimo edad y estado reproductivo.

E_{ijk} = Efecto del error no controlable.

Para determinar los niveles de mercurio y plomo en suero sanguíneo (jóvenes y adultos), leche en (primíparas y multíparas) se utilizará la “t” de Student de independencia entre las diferencia o discrepancia de medias.

X. Referencias

Autoridad Autónoma de Majes. (12 de mayo de 2017). Zonificación Ecológica. Recuperado el 10 de agosto de 2018, de <https://www.autodema.gob.pe/zonificacion-ecologica/>.

ASTORGA, J., CARI A., VILCATOMA L., ALCANTARA A., ZAMALLOA W., CALSIN A., OLARTE U., TELLO E., SUPO F. Y JULIO HUANCA. 2010. Implicancias sociales y económicas de la contaminación de la Cuenca hidrográfica del Río Ramis. Oficina Universitaria de Investigación. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.

ATSDR (Agency for toxic substances and disease control). 1999. Toxicological profile for cadmium, Department of Health and Human Services, Public Health Service.

CABRERA P. G. 2013. Evaluación del Impacto Ambiental en la Minería de la Rinconada – Ananea. Monografía. UPG – FM – UNAS. [cabreracano@hotmail.com](mailto:cabreracono@hotmail.com)

CHRISTOPHER H. GAMMONSA, DARELL G. SLOTTONB, BUTCH GERBRANDTA, WILLIS GRAMAJEA, COURTNEY A. YOUNGA, RICHARD L. MCNEARNYA, EUGENIO CÁMAC, RUBÉN CALDERON, HENRY TAPIA. 2006. Las concentraciones de mercurio de peces, el agua del



- río, y los sedimentos en la cuenca del río Ramis-Lago Titicaca, Perú Volumen 368, Temas 2-3, el 15 de septiembre de 2006, páginas 637-648
- EEC, Comisión de las Comunidades Europeas. 2006. Reglamento (CE) 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea. p. 20.
- FERRERO – MAYHUA, F. P. 2009. Contaminación de la Cuenca del Río Ramis – Puno – Perú. 2009. www.poferro@yahoo.com
- FLORES, A Y MALPARTIDA, E. 1998. Manejo de Praderas Nativas y Pasturas en la Región Andina del Perú. Banco Agrario. Fondo del Libro. Tomo II. Lima-Perú.
- GONZALES - MONTAÑA JR. 2009. Metales pesados en carne y leche y certificación para la Unión Europea. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 22(3): p. 305-10.
- GONZÁLEZ MONTAÑA JR, SENIS E, GUTIÉRREZ A, PRIETO F. 2012. Cadmium and lead in bovine milk in the mining area of the Caudal River (Spain). Environmental Monitoring and Assessment. 184(7): p. 4029-34.
- GUTIERREZ- CHAVEZ AJ. 2009. Concentración de metales pesados en leche cruda de vaca en la Provincia de León. Tesis Doctoral.
- IARC. International Agency for Research on Cancer.. IARC. 1987. International Agency for Research on Cancer. 1987. Lyon. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans Lyon.
- INEI. Censo Agropecuario 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú.
- MARTÍNEZ A. M., FERNANDO VILLAFANE F., Y JAIRO ARNULFO LÓPEZ S. 2009. Intoxicación Aguda con Plomo en Bovinos. Reporte de caso. Centro de Diagnóstico ICA-Armenia. Colombia. www.produccion-animal.com.ar
- MÉNDEZ BATÁN J. 2002. Metales pesados en alimentación animal.. Anaporc. Revista de Porcinocultura. 22(223): p. 88-95.
- MÉNDEZ GT, M. RLDyPS. 2000. Impacto del riego con aguas contaminadas, evaluado a través de presencia de metales pesados en suelos.. Terra. 18: p. 277-84.
- MORENO MD. 2003. Toxicología ambiental. Evaluación de riesgo para la salud humana.. 1st ed. Madrid: McGraw Hil.
- MONROYA M., MACEDA-VEIGAB A., Y ADOLFO DE SOSTOA. 2014. La concentración de metales en agua, sedimentos y cuatro especies de peces del lago Titicaca revela una preocupación ambiental a gran escala. Investigación Artículo Original Ciencias del medio ambiente total, Volumen 487. Páginas 233-244.
- MUÑOZ O., D. VÉLEZ AND R. MONTORO. 1999. Optimization of the solubilization, extraction and determination of inorganic arsenic (AsIII+AsV) in seafood products by acid digestion, solvent extraction and hydride generation atomic absorption spectrometry. Analyst. 124: 601-607.
- NRC. National Research Council of The United States (USA). NRC. 2001. National Research Council of The United States (USA). Arsenic in drinking water update. National Academy Press.
- [NOM](#) (Norma Oficial Mexicana) 004-ZOO. 1994. Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos, y porcinos. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo. Modificación de la Norma Oficial Mexicana.



- OMS. Reglamento Sanitario Internacional. 2005. Disponible en: <http://www.who.int/csr/ihr/es/index.html>. Acceso 20/04/2015.
- OMS. Inorganic Mercury. [Documento]. Geneva: WHO; 1991 [Disponible en www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad50.pdf, visitada el 20 de marzo del 2015].
- OMS. 1998. Heavy metals. IPCS. Geneva: WHO. Environmental Health Criteria. p. 462.
- OLIVARES A. 1988. Experiencias de investigación en pradera nativa en un Ecosistema frágil. P 265- 291, en primera Reunión Nacional en Praderas nativas de Bolivia. PAC, CORDEOR. Oruro, Bolivia.
- QUISPE, R. QUISPE, G. BETANCUR, H. 2017. Concentración de metales pesados, cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú. UNA Puno Perú.
- RIVERA, C. AND S. GRACIELA PEREIRA. 2013. "Entre el riesgo climático y las transformaciones productivas: la agricultura bajo riego como forma de adaptación en Río Segundo, Córdoba, Argentina." Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía 2013(82): 52- 65.
- RODRÍGUEZ H., SÁNCHEZ E., RODRÍGUEZ M., VIDALES J. A., CONTRERAS, KARIM ACUÑA ASKAR, MARTÍNEZ G., Y JUAN CARLOS RODRÍGUEZ O. 2005. Metales pesados en leche cruda de bovinos. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. E-mail: hrodrigu10@yahoo.com.mx
- SAIFUL ISLAMA, KAWSER AHMEDC, HABIBULLAH-AL-MAMUNB, Y MOHAMMAD RAKNUZZAMANB. 2015. La concentración, la fuente y el potencial riesgo para la salud humana de metales pesados en los alimentos de consumo habitual en Bangladesh. Ecotoxicología y Seguridad Ambiental Volumen 122. páginas 462-469.
- SHINE, K.; FUGLESTVEDT, J.; HAILEMARIAM, K.; STUBER, N. 2005. Alternatives to the global warming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases. Climatic Change 68: 281-302.
- TOVAR O. OSCANO A L. 2002. Guía para la identificación de pastos naturales altoandinos de mayor importancia ganadera. Instituto de Montaña. Diseño e Impresión Tarea Gráfica Educativa. 27, 28, 30, 32. Huaraz, Perú.
- VERÓNICA DE SOUZA, M., WERNER DE SOUZA V., MOTA B., BRAGANSA R. Y FERREIRA M. 2009. Pesados Metales em amostras biológicas de bovinos. Departamento de Veterinaria. Universidad Federal de Vicosa. Ciencia Rural Santa María. Brasil.
- UNDERWOOD EJ, F. SN. 2003. Los minerales en la nutrición del ganado.. 3rd ed. Zaragoza : Acribia. (<http://www.epa.gov/mercury/about-español.htm>, 2009).

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Los resultados de los niveles de metales pesados, en la comunidad de Pataccollana del distrito de Condoroma existe la planta procesadora de minerales de la empresa minera Antonio Raymondi SAC; nos permitirán socializar con los productores alpaqueros de la zona, con la finalidad de planificar acciones preventivas y contribuir en la buena salud de la población animal y humanos.

XII. Impactos esperados

- i. Impactos en Ciencia y Tecnología



El conocimiento generado se sumará en la acumulación de la ciencia de la salud pública y se aplicará como tecnología aplicada para dar solución a la problemática de la contaminación con metales pesados.

ii. Impactos económicos

Al implementar vigilancia epidemiológica, acompañado con medidas de biorremediación, se evitará incremento de costos de producción de la actividad; y con ello se obtendrá mejores ingresos económicos y así mantener la seguridad alimentaria de los criadores.

iii. Impactos sociales

Con la aplicación de técnicas en el proceso de descontaminación ambiental se observará el cambio de actitud de los criadores sobre el proceso de la crianza de alpacas.

iv. Impactos ambientales

El estudio no posee efectos negativos en el medio ambiente, ya que no se utilizarán insumos de impacto negativo a largo plazo.

XIII. Recursos necesarios

Para Análisis de metales pesados.

Reactivos:

Estándar certificado de plomo de 1000 mg/L

Estándar certificado de arsénico de 1000mg/L

Estándar certificado de cadmio de 1000mg/L

Estándar certificado de mercurio de 1000 mg/L

Ácido nítrico, HNO_3 concentrado ultrapuro, para preparación de estándares.

Ácido nítrico, HNO_3 concentrado para análisis de trazas, para la digestión de las muestras.

Diluyente, Ácido nítrico, 0.2 %: Medir 2 mL de ácido nítrico concentrado ultrapuro y llevar a una fiola de 1 litro, enrasar a la marca con agua ultrapura.

Agua desionizada

Materiales

Fiolas de 10 mL, 25 mL y 100 mL clase A

Pipetas de 5 mL y 10 mL, clase A

Probetas de 10 mL

Vasos de precipitados

Papel de filtrado de celulosa Whatman Nro. 40.

Embudos de líquidos.

Tubos vacutainer

Jeringas agujas hipodérmicas

Equipos

Equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-7000

Horno de grafito GFA-EX7

Inyector automático, Autosampler ASC-6100

Computadora

Plancha térmica

Balón de Argón, 99.999% de pureza

Balanza analítica

Material biológico

Muestra de leche y suero sanguíneo

Material de Oficina

Laptop

Cámara fotográfica



Papel Bond
Lápiz de color
Lapicero.

XIV. Localización del proyecto

El Distrito de Condoroma geográficamente está ubicado, en el sur del departamento de Cusco, a una altitud de 4,670 m.s.n.m, vertiente de cuenca de Caylloma, ubicación UTM-WGS84. Latitud Sur: 10°04'53" Longitud Oeste 71°08'45". Tiene un área total de 70.076 Km² y un perímetro de 36,495 km. (FAO 2010). Actualmente Condoroma está constituida por la Comunidad de Condoroma conformada por 5 anexos como son: Patacollana, Chañi, Pampacollana, Alcasana y Alto Yungarasi, cada anexo tiene su propia organización con miras de desmembramiento como comunidad independiente para su gestión territorial (Plano de la Comunidad por Gobierno Regional de Cusco 2010).

La actividad fundamental de las familias del distrito de Condoroma es la crianza de alpacas mientras las llamas y ovinos como complementario. El ingreso económico es por venta de fibra y carne por las particularidades determinantes según la zona donde la fibra constituye mayor potencialidad económica en la comercialización a la industria textil.

En la zona de estudio que es la Comunidad de Patacollana existe la planta procesadora de minerales de la empresa minera Antonio Raymondi SAC; donde las áreas de pastizales de alpacas tienen influencia directa por la vertiente de agua de origen de los nevados de Machullacta Condoroma continuando hacia Machukoya, Antonio Raymondi y áreas de bofedales de la zona de estudio y posteriormente confluye a la represa Condoroma y que está dentro de la cuenca hidrográfica Camaná (Autoridad Autónoma de Majes, 2017).

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Meses del año 2021-2022															
	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	
Visita al lugar de estudio	X															
Revisión de bibliografía		X														
Elaboración del Proyecto de investigación		X	X													
Análisis del proyecto de investigación			X													
Identificación de alpacas para el estudio				X	X	X	X									
Proceso de muestreo				X	X	X	X									
Análisis de muestras en laboratorio de la Facultad de Química de la UNMSM Lima							X	X	X							
Procesamiento de información										X	X	X				
Redacción del informe										X	X	X				
Presentación del Informe												X	X	X		

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Análisis de muestras de suero sanguíneo	Unid.	68.00	12	816.00
Análisis de muestras de leche de alpacas	Unid.	68.00	12	816.00
Materiales	Unid.	200.00	06	1200.00
Materiales de oficina	Unid.	400.00	01	400.00
Combustible	Galones	15.00	30	450.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Personal de apoyo	Días	50.00	20	1000.00
Imprevistos				500.00
Total				5,282.00