

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**EFFECTOS TOXICOS DE LOS METALES PESADOS SOBRE LA FLORA,
FAUNA Y LA SALUD HUMANA EN EL PERÚ
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

PRESENTADO POR:

Bach. ADOLFO HERMOGENES CHOQUE JOSEC

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**EFFECTOS TOXICOS DE LOS METALES PESADOS SOBRE
LA FLORA, FAUNA Y LA SALUD HUMANA EN EL PERÚ.**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADO POR:

ADOLFO HERMOGENES CHOQUE JOSEC

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

APROBADO POR:

PRESIDENTE

:


M.Sc HENRY ARNALDO TAPIA VALENCIA

PRIMER MIEMBRO

:


ING. ESTEBAN AQUINO ALANOCA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mtro. ANIBAL SUCARI LEON

TEMA: Seguridad ocupacional en minería

ÁREA: Ingeniería de minas

FECHA DE SUSTENTACION: 14 de noviembre del 2019

DEDICATORIA

Dedico a mis queridos padres quienes son Leoncio y Teodora y siempre me apoyaron incondicionalmente.

También dedico a mis hermanas y hermanos que me dieron la mano en todo momento, en las buenas y en los malos momentos, y que siempre estuvieron conmigo.

Por último, dedico a mis amigos de la universidad y en especial con quienes compartí conocimientos en las aulas de escuela profesional de ingeniería de minas

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mis queridos padres, y en especial a mis hermanos y amigos de la universidad y día a día hemos estudiado y puesto ganas en todas las asignaturas de la carrera de ingeniería de minas.

Agradecer a mis docentes de la facultad de ingeniería de minas, que fueron parte de mi formación académica-profesional, quienes me dieron a saber todo mis dudas e inquietudes y tener claro mis conocimientos para mi vida profesional.

A la universidad nacional del altiplano, mi alma mater que me dio saber en sus claustros aulas, y formaron mi persona hecho y derecho que me servirá en mi desenvolvimiento profesional.

TRABAJO DE INVESTIGACION MODALIDAD ARTICULO CIENTIFICO

ÌNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
TÍTULO	9
RESUMEN.....	9
PALABRAS CLAVE.....	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. MATERIALES Y METODOS	13
3. PROCEDIMIENTO	23
4. RESULTADOS	26
DISCUSIONES	28
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFÍA.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Datos de la curva de calibración para el cadmio	22
Figura N° 2 Datos de la curva de calibración para el plomo	22
Figura N° 3 Adsorción atómica A. A S.	25
Figura N° 4 Balanza analítica	25
Figura N° 5 Balanza analítica	26
Figura N° 6 Contenido de mercurio en agua	26
Figura N° 7 Contenido de arsénico en agua	26
Figura N° 8 Contenido de plomo en agua.	27
Figura N° 9 Contenido de cadmio en agua.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Acceso donde se realizó la investigación.....	13
Tabla N° 2 Cuadro de temperaturas del poblado de La Rinconada.....	14
Tabla N° 3 Datos de la curva de calibración para el cadmio.....	21
Tabla N° 4 Datos de la curva de calibración para el plomo.	22
Tabla N° 5 Niveles tóxicos de los metales	23
Tabla N° 6 Nivel permisible para bebidas de animales.....	23
Tabla N° 7 Límites máximos permisibles de concentración de metales pesados (Hg, As, Cd y Pb) en agua, suelo y alimentos de consumo.	23

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

Hg	mercurio
Pb	plomo
Cd	cadmio
Fe	hierro
CU	cobre
Al	aluminio
As	arsénico
Mg	miligramos
L	litro
Ph	potencial hidrógeno
W	oeste
Kn	kilómetros
Min	minutos
°C	grados centígrados
F	grados Fahrenheit
SH	grupos sulfhídricos
BEIs	índice de exposición biológica
G	gramo
Cm	centímetros
CIIC	Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer
MI	mililitro
PPM	partes por millón
LMP	límites máximos permisibles
SAC	sociedad anónima cerrada
ECA	estándares de calidad ambiental
ANA	autoridad nacional del agua

Efectos toxicos de los metales pesados sobre la flora, fauna y la salud humana en el Perú

Toxic effects of heavy metals on flora, fauna and human health in Peru

Adolfo Hermógenes, Choque-Josec

choqueee.fim@gmail.com (051) 935593038

Facultad de Ingeniería de Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional del Altiplano - Puno.

Av. Sequicentenario N^a 1051.

RESUMEN

En el Perú, país de diversidad geográfica, geológica y etnocultural existe una variedad de actividades productivas, la contaminación por metales pesados es una de las preocupaciones ambientales más importantes en el Perú y en el mundo, debido a que causa efectos adversos en los seres vivos, en nuestro país este tipo de contaminación, relacionada con la minería, ha estado en el centro de los principales problemas de salud humana, causando conflictos socioambientales debido a la generación de sustancias tóxicas que afectan a la ganadería y el ecosistema por acciones inadecuadas en la operación y cierre de mina, en el distrito de Ananea, centro poblado de rinconada. Esta investigación se realizó con el objetivo de determinar el contenido de metales pesados sobre la flora, fauna, y contribuir al estudio de problemas por metales pesados en el país. El método de investigación es descriptivo y argumentativo. 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. La solubilidad de metales pesados en agua de mar está controlada por varios factores como pH, temperatura, salinidad, naturaleza de los aniones, etc.

PALABRAS CLAVE: Mercurio, Arsénico, Cadmio, Plomo, bio-acumulación.

ABSTRACT

In Peru, a country of geographical, geological and ethnocultural diversity there is a variety of productive activities, heavy metal pollution is one of the most important environmental concerns in Peru and in the world, because it causes adverse effects on living things. In our country, this type of pollution, related to mining, has been at the center of the main human health problems, causing socio-environmental conflicts due to the generation of toxic substances that affect agriculture and the ecosystem due to inappropriate actions in the region. Operation and closure of a mine, in the district of Ananea, a populated center of Rinconada. This research was carried out with the objective of determining the content of heavy metals on the flora, slaughter, and contributing to the study of problems caused by heavy metals in the country. The research method is descriptive and argumentative. Mercury concentrations in water were below 0.00020 mg / l, the average arsenic concentration was 0.048 mg / l, in the case of lead the average concentration was 0.014 mg / l and in the cadmium analysis the results were below 0.00050 mg / l. None of the heavy metals analyzed in water samples exceed the national environmental quality standards for animal drinking and irrigation of raw consumption vegetables established by the Peruvian Ministry of Environment. The solubility of heavy metals in seawater is controlled by several factors such as pH, temperature, salinity, nature of the anions, etc.

KEY WORDS: Mercury, Arsenic, Cadmium, Lead, bio-accumulation.

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, país de diversidad geográfica, geológica y etnocultural existe una variedad de actividades productivas, extractivas y de servicios que actúan de manera formal y cuentan con certificación y compromisos ambientales adquiridos con el estado. Pero también existen actividades informales cuyos

En el país aún no se han eliminado o minimizado en forma eficiente las barreras físicas y/o económicas que impiden el acceso de la población vulnerable a metales pesados y arsénico al agua segura. La participación de la población en lo referente a la aceptabilidad de las instalaciones, servicios y calidad del agua es limitada al igual que su opinión muchas veces está basada en información no científica. De igual modo hay poca participación en la selección de alternativas apropiadas para la remoción de metales pesados y arsénico, acompañamiento en la implementación de medidas, cooperación minera Ananea S. A. asistencia técnica, y supervisa a las contratas mineras nanvar. También es escasa la participación en los procedimientos de documentación y comunicación social. de cumplimiento de normas que aseguren que no se afectará la salud de los consumidores. Por otro lado, el país carece de estudios específicos de riesgos de exposición, epidemiológicos y toxicológicos que evidencien de manera científica los efectos reales y potenciales de los contaminantes presentes en el agua de consumo, también carece de programas de

vertimientos de agentes contaminantes y desechos deterioran la calidad de los recursos hídricos, es así que vertimientos formales e informales, pasivos ambientales y otros focos de contaminación vierten al ambiente elementos tóxicos como el plomo, mercurio, cadmio, arsénico. (Chata-Quenta, 2015)

programas con enfoques integrales y acciones conjuntas articuladas de forma intra e intersectorial que permitan la prevención y mitigación de la morbilidad, discapacidad y mortalidad De las personas expuestas e intoxicadas por contaminación con metales pesados y arsénico, mercurio, plomo y cadmio en zonas en riesgo y lugares afectados. Aunque se han hecho algunos esfuerzos y llevado a cabo algunas iniciativas de estudios e investigaciones prácticamente casi toda la información robusta sobre los efectos de la ingestión crónica de metales pesados en la salud pública es procedente de países desarrollados. Llegamos a la conclusión de que la contaminación por metales pesados es bastante toxico para el consumo humano y animal, y los afectados son primeramente la población que vive en la zona, seguidamente los animales ya que no tienen que comer, porque no hay plantas, agua limpia permisible.

Antecedentes

Según tesis de chata Quenta Ayde 2015 menciona que: Brindar educación alimentaria para mejorar la tolerancia a metales tóxicos que son ingeridos en la alimentación.

Según la tesis de Bachiller Fredy Luciano Cárdenas Ramos, menciona que: Realizar estudios de distribución y concentración de las comunidades de flora y fauna.

Según tesis de Jean Zapata-Valladolid, (2019) menciona que: Las concentraciones de metales pesados absorbidos por las plantas dependen de factores como el pH y la conductividad eléctrica del suelo que altera su disponibilidad, además; cada planta desarrolla estrategias de tolerancia y selectividad de metales propios de cada especie.

Según tesis de Medina S.A, Guillen R. y Medina O.R. (2013) menciona que: Determinación de plomo en leche de ganado bovino en el Cantón Sitio del Niño, Municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad.

Según tesis de Laura Nayhua Gamarra (2016) responsable del Área de Vigilancia Epidemiológica de Riesgos Ambientales Centro nacional de epidemiología, prevención y control, metales pesados y contaminación ambiental retos para la prevención y control.

Según tesis de Bárcena N.R. (2011), menciona que: El objetivo consistió determinar niveles

de metales tóxicos en leche de ganado bovino de la microcuenca lechera de Umachiri.

Según tesis de Rosalía Karina Huancané Pusari (2014), menciona que: la identificación histopatológica de lesiones inducidas por bioacumulación de metales pesados en branquias, hígado y músculo de trucha arcoíris, área de influencia minera, Cajamarca-Perú.

Según tesis de Fernando Osoreo (2014) Plenge diagnóstico de salud ambiental humana en la provincia de espinar-cusco. el gobierno actúa solamente de forma reactiva, es decir, cumple únicamente con su trabajo habitual.

Según estudio de Ministerio de Salud. Establecen la Estrategia Sanitaria Nacional de Atención a Personas Afectadas por Contaminación con Metales Pesados y Otras Sustancias Químicas. Lima (Perú): Ministerio de Salud; 2008. Resolución Ministerial N° 425-2008-MINSA

Según tesis de Fredy Luciano Cárdenas, (2017), menciona que: la bioacumulación en moluscos gasterópodos marinos por arsénico, cadmio, cobre, mercurio y plomo en el área natural protegida punta coles, Ilo-Moquegua”.

Según estudios realizados en Ecuador en el 2013 las concentraciones de mercurio en agua del río son de 0.006mg/l superando la norma técnica para bebida de animales de donde los animales bovinos beben agua.(Chata-Quenta, 2015)0 La importancia de la investigación es describir la concentración de los metales

pesados sobre la flora, fauna y son tóxicos para la alimentación de los seres vivos.

Se plantea como hipótesis, Es posible controlar y reducir la concentración de los metales pesados en la corteza terrestre, y cuidar nuestro medio ambiente.

El objetivo de trabajo fue. Describir la evidencia y presencia de los metales pesados sobre la flora, fauna y los efectos tóxicos en los seres vivos.

2. MATERIALES Y METODOS

Ubicación geográfica de la zona de estudio

La Rinconada, perteneciente al distrito de Ananea, provincia de San Antonio De Putina, departamento de Puno. Situada en la zona más alta de la cordillera sur – oriental, a una altitud comprendida entre 4800 a 5200 m s. n. m. donde su área abarca gran parte del flanco occidental del nevado de Ananea.

Coordenadas UTM: San Andrés

- ✓ Norte : 8383701
- ✓ Este : 452135
- ✓ Latitud : 14°40'36 W
- ✓ Longitud : 69°32' 1.9 W
- ✓ Altitud : 5200 m.s.n.m.

Accesibilidad

El acceso a la región aurífera de La Rinconada se realiza por vía terrestre a partir de puno a la ciudad de Juliaca en dirección a la provincia de Huancané por la vía Juliaca – San Antonio de

Putina – Ananea – Rinconada, donde el tiempo promedio de viaje es de 03 horas y más media hora del poblado a la unidad minera que hace en caminata.

La distancia total de recorrido es de 213km desde puno a la mina y un tiempo viaje promedio estimado de 3h y 30 min a una velocidad promedio de 90km/hora.

Tabla N° 1 Acceso donde se realizó la investigación

DE	A	K	TIEMPO	VIA
		M		
puno	Juliaca	45	45min	Pista
Juliaca	Desvió	45	45min	pista
	Huancané			
desvió	patina	45	45min	pista
	Huancané			
patina	Ananea	63	60min	pista
Ananea	rinconada	15	15	trocha
total		213	3h,30min	

clima y vegetación

En el poblado de La Rinconada en cuanto al clima, es bastante frígida que se caracteriza por intensas nevadas y heladas, donde la temperatura desciende hasta 18°C bajo cero en las noches y de día se registra hasta los 20°C con días soleados en ocasiones. En la estación de verano hay precipitaciones de lluvia, granizo y nieve, haciendo un clima desfavorable para la población que habita en este poblado.

Tabla N° 2 Cuadro de temperaturas del poblado de La Rinconada.

Temperatura	Temporada helada	Temporada viento	Temporada nevada
Promedio	6°C	9°C	12°C
máximo	20°C	17°C	18°C
mínimo	-27°C	-15°C	-13°C

En el territorio peruano entre los agentes contaminantes identificados tenemos: el plomo, mercurio, aluminio, arsénico, magnesio, manganeso, hierro y cobre (R.M. N° R.M. N° 525-2005/MINSA). En el Perú, el costo anual ligado a la exposición por plomo está comprendido entre 800 millones de nuevos soles y 1200 millones de nuevos soles (Larsem, Bjorn y Elena Strukova. Reporte final, Banco Mundial: Reporte del Análisis Ambiental de Perú, 2005). (Zapata-Valladolid, 2019)

Metal

Metal es el elemento químico caracterizado por una fuerte conductividad térmica y eléctrica, brillo peculiar (metálico), aptitud para la deformación y una marcada tendencia a formar cationes. Los metales se encuentran de forma natural en el medio ambiente, son aportados a los suelos y al ciclo hidrológico durante la erosión de rocas ígneas y metamórficas por la acción atmosférica física y química. Algunos metales son naturalmente abundantes y tienen altas concentraciones de fondo (Al, Fe), otros metales son más raros y tienen bajas concentraciones de fondo (Hg, Cd, Ag y Se)³. (Cardenas-Ramos, 2017)

Efecto Contaminante de los Metales

La solubilidad de los metales pesados en el agua de mar es interesante para estimar la concentración de los metales disueltos, las rutas de la toma biológica de los metales por los organismos marinos, su bioacumulación y su toxicidad. La solubilidad de metales pesados en agua de mar está controlada por varios factores como pH, temperatura, salinidad, naturaleza de los aniones, etc. Los metales pesados (en forma particulada o soluble) existentes en los océanos finalmente van a parar a los fondos marinos, los cationes metálicos solubles son precipitados por aniones como sulfato, cloruro, fluoruro, bicarbonatos/carbonatos.

Elementos Químicos Tóxico

Como resultado de la actividad humana, principalmente industrial, minero-metalúrgica y agrícola, se vierten al medio ambiente elementos metálicos, tanto orgánicos como inorgánicos, con diferentes niveles de concentración, causando deterioro al medio marino y dulceacuícola y afectando potencialmente a la biota marina a través de procesos de bioacumulación de elementos tóxicos para el consumo humano. (Metales & Bioacumulables, 1992).

Mercurio

Elemento químico, símbolo Hg, número atómico 80 y peso atómico 200.59, es un líquido blanco plateado a temperatura ambiente (punto de fusión -38.4 °C o -37.46 °F); ebulle a

357°C (675.05 °F) a presión atmosférica. Es un metal noble, soluble únicamente en soluciones oxidantes. El mercurio sólido es tan suave como el plomo. (Huancare-Pusari, 2014).

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. 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, aminos, lo que contribuye a su toxicidad a nivel de la membrana citoplasmática esta posee grupos sulfhidrilos que son esenciales para las propiedades normales de permeabilidad y transporte. Inhibe enzimas esenciales como las catalasas plasmáticas, asimismo afecta la homeostasis del calcio, incluso en exposiciones a corto plazo (menores a 24 horas) produciendo muerte neuronal. (Chata-Quenta, 2015).

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. (Chata-Quenta, A. 2015)

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. (Chata-Quenta, 2015)

Efectos del Mercurio sobre la salud. El Mercurio no es encontrado de forma natural en los alimentos, pero este puede aparecer en la comida, así como ser expandido en las cadenas alimentarias por pequeños organismos que son consumidos por los humanos, por ejemplo, a través de los peces. Las concentraciones de Mercurio en los peces usualmente exceden en gran medida las concentraciones en el agua donde viven. Los productos de la cría de ganado pueden también contener eminentes cantidades de Mercurio. El Mercurio no es comúnmente encontrado en plantas, pero este puede entrar en los cuerpos humanos a través de vegetales y otros cultivos, cuando sprays que contienen Mercurio son aplicados en la agricultura. “(Cardenas-Ramos, 2017)”

El Mercurio tiene un número de efectos sobre los humanos, que pueden ser todos simplificados en las siguientes principalmente:

- Daño al sistema nervioso.
- Daño a las funciones del cerebro.
- Daño al ADN y cromosomas.
- Reacciones alérgicas, irritación de la piel, cansancio, y dolor de cabeza.
- Efectos negativos en la reproducción, daño en el esperma, defectos de nacimientos y abortos.

CADMIO

La principal fuente de contaminación de cadmio en el ser humano es la ingesta de vegetales contaminados con este metal (Norvell et al. 2000). El cadmio es biopersistente, y una vez absorbido por la materia orgánica sigue siendo residente por muchos años, aunque suele ser excretado eventualmente. En seres humanos la exposición a largo plazo causa diversas patologías como difusión renal o enfermedades obstructoras en el pulmón. También puede producir efectos sobre el tejido óseo (osteoporosis). El cadmio no tiene ninguna función fisiológica conocida en los vegetales y el principal síntoma de contaminación de cadmio es la disminución del crecimiento de las plantas, dependiendo de la sensibilidad de la especie, también es posible la aparición de otros síntomas como atrofia y clorosis, hojas arrugadas y con coloración marrón-rojiza. (Ferguson, 1990). La concentración de cadmio no es la misma en las diferentes partes de la

planta. Generalmente la secuencia es: raíces > tallos > hojas > frutas > semillas (Cardenas-Ramos, 2017).

El cadmio ingresa al organismo vía respiratoria y gastrointestinal. En sangre, el 70% está en los hematíes. Se acumula en riñones e hígado y ya se ha determinado su carácter carcinógeno. Su monitorización biológica mide niveles en sangre, Cd-S y en orina, Cd-U; ambos dan información complementaria. El Cd-S actual refleja exposición en meses precedentes; pero, medido después del cese de exposición refleja carga corporal. El Cd-U refleja exposición actual o reciente. En esta fase, refleja exposición reciente y carga corporal. Otros índices de exposición biológica (BEIs) importantes son: lisozima, proteína ligada al retinol y beta 2 microglobulina. (Cardenas-Ramos, 2017).

Toxicidad

Una vez absorbido, el cadmio pasa al torrente sanguíneo, entre el 90-95% se fija a la hemoglobina y a la metalotioneína, una proteína de bajo peso molecular rica en grupos sulfidrilos (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. (Chata-Quenta, 2015).

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. (Chata-Quenta, 2015)

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. 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. (Chata-Quenta, 2015).

PLOMO

Entre los metales más pesados, el plomo es el más abundante en la corteza terrestre, de color blanco azulado y alta densidad (11,35 g/cm³).

En general, el plomo se encuentra en todas las rocas de la corteza terrestre; el mineral más común es la galena y carece de valor biológico, es decir, no es requerido para el funcionamiento de los seres vivos. (Zapata-Valladolid, 2019)

Toxicidad

El plomo no es esencial para el crecimiento de las plantas; sin embargo, está omnipresente en los sistemas de suelo y agua de las plantas, tendiendo a acumularse cerca de la superficie del suelo. Las plantas con raíces poco profundas están expuestas a concentraciones relativamente más altas que los cultivos con raíces más profundas (Walsh et al., 1975; John, 1975 citado en Acevedo E. et al., 2005). La adsorción y solubilidad 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. La neuropatía por plomo se produce por toxicidad de las neuronas motrices de la 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. (Chata-Quenta, 2015)

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. de este metal en el suelo va incrementándose al disminuir el pH de los suelos. (Zapata-Valladolid, 2019)

Intoxicación aguda

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

El plomo puede reducir la productividad de la vegetación debido a que degrada el suelo, consiguiendo efectos negativos en la fauna. Los altos niveles de la exposición pueden dar lugar a efectos bioquímicos tóxico. (Chata-Quenta, 2015)

Intoxicación crónica

La exposición por plomo habitualmente es crónica, 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, hemopoyetico y renal s en los seres humanos que causan problemas en la síntesis de la hemoglobina. (Zapata-Valladolid, 2019)

Arsénico

Elemento químico, cuyo símbolo es As y su número atómico, El arsénico se encuentra distribuido ampliamente en la naturaleza (cerca de 5×10^{-4} % de la corteza terrestre). Es uno de los 22 elementos conocidos que se componen de un solo nucleído estable, ^{75}As ; el peso atómico es de 74.922. Se conocen otros 17 nucleídos radiactivos de As. Existen tres alótropos o modificaciones polimórficas del arsénico. La forma a cúbica de color amarillo se obtiene por condensación del vapor a muy bajas temperaturas. La b polimórfica negra, que es isoestructural con el fósforo negro. Ambas revierten a la forma más estable, la l, gris o metálica, del arsénico romboédrico, al calentarlas o por exposición a la luz. La forma metálica es un conductor térmico y eléctrico moderado, quebradizo, fácil de romper y de baja ductibilidad (Cardenas-Ramos, 2017)

El arsénico elemental tiene pocos usos. Es uno de los pocos minerales disponibles con un 99.9999 + % de pureza. En el estado sólido se ha empleado ampliamente en los materiales láser GaAs y como agente acelerador en la

manufactura de varios aparatos. (Guzman-Morales, Ambar, 2019).

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. (Londoño-franco, Londoño-muñoz, & Moños-García, 2016)

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. (Castro-de-esparza, 2016).

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 es posible que la malnutrición contribuya a su desarrollo. (Chata-Quenta, 2015)

Efectos ambientales del Arsénico

El Arsénico es un componente que es extremadamente duro de convertir en productos soluble en agua o volátil. En realidad, el Arsénico es naturalmente específicamente un compuesto móvil, básicamente significa que grandes concentraciones no aparecen probablemente en un sitio específico. Esto es una buena cosa, pero el punto negativo es que

la contaminación por Arsénico llega a ser un tema amplio debido al fácil esparcimiento de este. El Arsénico no se puede movilizar fácilmente cuando este es inmóvil. Debido a las actividades humanas, mayormente a través de la minería y la fundición, naturalmente el Arsénico inmóvil se ha movilizó también y puede ahora ser encontrado en muchos lugares donde ellos no existían de forma natural. “(Cardenas-Ramos, 2017)”.

Efectos del Arsénico sobre la salud,

el Arsénico es uno de los más tóxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de Arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al Arsénico a través de la comida, agua y aire. La exposición puede también ocurrir a través del contacto con la piel con suelo o agua que contenga Arsénico (Cardenas-Ramos, 2017)

La exposición al Arsénico inorgánico puede causar varios efectos sobre la salud, como es irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel, e irritación de los pulmones. Es sugerido que la toma de significantes cantidades de Arsénico inorgánico puede intensificar las posibilidades de desarrollar cáncer, especialmente las posibilidades de desarrollo de cáncer de piel, pulmón, hígado, linfa. A exposiciones muy

altas de Arsénico inorgánico puede causar infertilidad y abortos en mujeres, puede causar perturbación de la piel, pérdida de la resistencia a infecciones, perturbación en el corazón y daño del cerebro tanto en hombres como en mujeres. Finalmente, el Arsénico inorgánico puede dañar el ADN. El Arsénico orgánico no puede causar cáncer, ni tampoco daño al ADN. Pero exposiciones a dosis elevadas puede causar ciertos efectos sobre la salud humana, como es lesión de nervios y dolores de estómago (Cardenas-Ramos, 2017).

Algunas plantas tienen la capacidad de absorber metales pesados e integrarlos en algunos órganos sin perjudicar su fisiología. Las plantas silvestres tienen una gran habilidad de supervivencia y pueden desarrollar una gran cantidad de biomasa independiente de la relación con el clima y las condiciones del suelo (Tlustos et al., 2006 citado en C., Avelino, 2013). La flora de zonas andinas ha sido poco estudiada, y merecen una mayor investigación por su elevada diversidad y abundancia de depósitos minerales metálicos de estas regiones, existen grandes posibilidades de descubrir nuevas especies que absorban metales pesados y contribuir en la revegetación del ambiente. (Zapata-Valladolid, 2019)

Fauna cercana a la mina cerrada

La fauna mantiene una relación directa con la distribución de la flora, el agua y el clima. La fauna de la zona ofrece características muy

especiales; pues en ella se encuentran especies endémicas y animales andinos. (Guzman-Morales, Ambar, 2019)

Las especies de importancia comercial como ganado caprino y aves de corral se encuentran muy distantes del área cercana a la mina; sin embargo, según los campesinos hubo una elevada tasa de mortandad en relación al ganado vacuno debido a que los animales beben agua de las quebradas que bajan contaminadas por el relave de la mina. (Castro-de-esparza, 2016).

Los principales elementos tóxicos que se encontraron en el estómago de los vacunos muertos fueron molibdeno y una pequeña cantidad de sulfato de cobre. El molibdeno, el plomo y el cobre son tres elementos provenientes de los minerales como la molibdenita (MoS₂), la galena (PbS) y la calcopirita (CuS₂Fe) respectivamente, que fueron explotados en esta mina. (Huancare-Pusari, 2014)

Selección de especies vegetales a analizar

La selección de plantas es la primera operación que se realiza para determinar la concentración de metales pesados en materia vegetal, según el diagrama de operaciones elaborado por el autor. En el diagrama se diseña la secuencia de operaciones que se llevaron a cabo durante la parte experimental. Diagrama de operaciones para determinar la concentración de metales pesados en materia vegetal.

En relación a los biomarcadores de exposición crónica a arsénico, se describe que los niveles de As en sangre, en orina, en uñas y cabello son biomarcadores de exposición ideales. Los efectos tóxicos del cadmio están relacionados a la dosis ingerida. El daño tubular renal es probablemente el efecto más crítico en la salud por la exposición al cadmio, tanto en la población general como en personas con exposición ocupacional.

Curva de calibración de cadmio

Esta curva de calibración representativa ayuda a obtener un valor real de la concentración de cadmio, libre de cualquier interferencia por otros componentes, debido a que las mediciones anteriores están por debajo del límite de detección Se midió con una micropipeta 1,00 mL y 2,00 mL respectivamente y se llevaron a una fiola de 100 mL con agua destilada.

Estándares para la curva de calibración: S1 = 1,00 ppm y S2 = 2,00 ppm. Patrón interno = 1,00 ppm

Tabla N° 3 Datos de la curva de calibración para el cadmio.

Muestra	Cadmio(ppm)	absorbancia
S σ	0.00	0.00
S1	0.25	0.25
S2	0.50	0.50
S3	0.75	0.75
S4	1.00	1.02

Fuente. Zapata-Valladolid,

la curva de calibración ppm cadmio es lineal con un valor de $R^2 = 0,9998$, en el rango de concentraciones de 0,00 ppm a 1,00 ppm.

De acuerdo al factor de correlación (R^2) resultante de los datos con un valor de 0,9998; se puede concluir que los resultados arrojados por el equipo de absorción atómica con este estándar presentan una buena linealidad.

En este caso para el cálculo de las concentraciones se generó la ecuación

$y = 1,016x - 0,0032$; la concentración de cadmio se obtiene extrapolando el valor de “x” cuando $y = 0$. (Zapata-Valladolid, 2019).

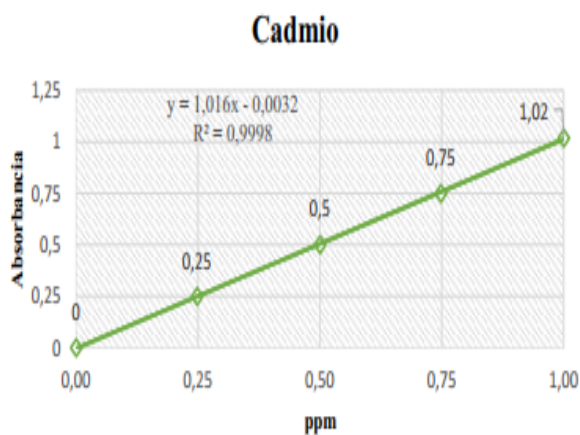


Figura N° 1 Datos de la curva de calibración para el cadmio

Curva de calibración de plomo

Esta curva de calibración representativa ayuda a obtener un valor específico de la concentración de plomo, libre de cualquier interferencia por otros componentes, debido a que las mediciones anteriores están por debajo del límite de detección igual a 0,019. Se midió con una micropipeta 1,00 mL y 2,00 mL

respectivamente y se llevaron a una fiola de 100 mL con agua destilada.

Estándares para la curva de calibración: S1 = 1,00 ppm y S2 = 2,00 ppm. Patrón interno = 1,00 ppm.

Tabla N° 4 Datos de la curva de calibración para el plomo.

Muestra	Plomo(ppm)	absorbancia
S σ	0.00	0.04
S1	0.25	0.34
S2	0.50	0.61
S3	0.75	0.86
S4	1.00	1.13

Fuente. Zapata-Valladolid,

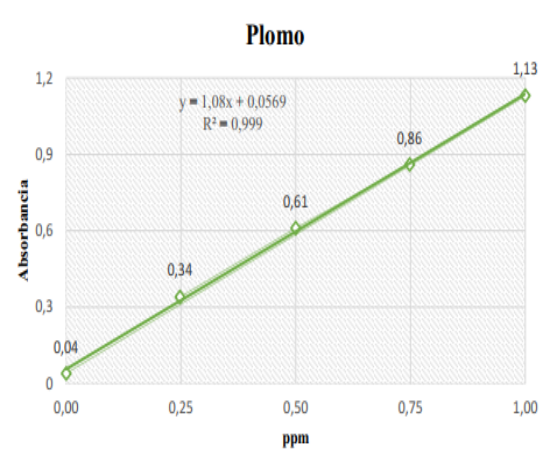


Figura N° 2 Datos de la curva de calibración para el plomo

la curva de calibración ppm plomo es lineal con un valor de $R^2 = 0,999$, en el rango de concentraciones de 0,00 ppm a 1,00 ppm. De acuerdo al factor de correlación (R^2) resultante de los datos con un valor de 0,999; se puede concluir que los resultados arrojados por el equipo de absorción atómica con este estándar presentan una buena linealidad.

En este caso para el cálculo de las concentraciones se generó la ecuación $y = 1,08x + 0,0569$; la concentración real de plomo absorbido se obtiene extrapolando el valor de “x” cuando $y=0$

Por lo tanto, la concentración acumulada de plomo en la muestra *Baccharis latifolia* es de 0,053 ppm. Dicha cantidad no pudo ser detectada anteriormente, debido a la pequeña cantidad de analito de interés presente en la muestra, dando lecturas por debajo del límite de detección (0,019 ppm). (Zapata-Valladolid, 2019).

3. PROCEDEMIENTO

Procedimiento para el tratamiento de muestras

Las diferentes formas de presentación en la naturaleza del Mercurio producen daño neurológico, cardiovascular, respiratorio, gastrointestinal y renal, así como alteraciones citogenéticas e inmunológico. Se consideran niveles tóxicos por encima de 3,6µg/dL en sangre y 15µg/dL en orina; así como un aumento de >20µg en orina de 24 horas después de un reto con quelante. (Guzman-Morales, Ambar, 2019).

Tabla N° 5 Niveles tóxicos de los metales

Metal	Muestra orgánica	Límites máximos permisibles
mercurio	orina	5g/mg
plomo	sangre	20g/pb adulto 10g/pb niños
cadmio	orina	2g/cd
arsénico	orina	20h/as

Fuente. Chata-Quenta,

Tabla N° 6 Nivel permisible para bebidas de animales.

indicador	Nivel permisible para bebidas de animales mg/l	Conservación mg/l
mercurio	0.001	0.05
arsénico	0.1	0.004
Plomo	0.05	0.0001
cadmio	0.01	0.001

Fuente: chata Quenta Ayde

Tabla N° 7 Límites máximos permisibles de concentración de metales pesados (Hg, As, Cd y Pb) en agua, suelo y alimentos de consumo.

alimento	uni d	Hg	As	Cd	Pb
Agua de consumo humano	Mg /L	0.001	0.05	0.01	0.05
Agua marina y estuarios	Mg /L	0.001	0.05	0.05	0.01
Agua de uso agrícola	Mg /L	0.001	0.1	0.01	0.05
Agua para usos pecuario	Mg /L	0.01	0.2	0.05	0.05

Fuente: chata Quenta Ayde

Los vasos con la mezcla de reactivos se colocan sobre la plancha calefactora donde se exponen a un rango de calentamiento del 25 % del total de potencia de la plancha durante minutos hasta la desaparición de los humos pardos formados; después se eleva el calentamiento de la plancha al 50 % durante 70 minutos hasta que se evaporen los ácidos y esfumen los humos densos blancos producidos por el ácido perclórico, se adiciona una pequeña cantidad de agua a los vasos fríos y se calientan la superficie para filtrar todos los digeridos por gravedad a través del papel de filtro Whatman # 42. La filtración debe ser realizada rápidamente en caliente. El papel de filtro se plegó en cuatro partes y se adhiere a un embudo, de modo que el borde del mismo se encuentre entre 0,5 cm - 1 cm por encima del filtro, entonces es humedecido con un suave chorrillo de agua y presionando firmemente hacia abajo. (Zapata-Valladolid, 2019)

Espectrofotómetro de absorción atómica (AAS)

Las mediciones de los elementos en estudio se realizaron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer, modelo 1100B, capaz de cuantificar la concentración de metales alcalinos, alcalinotérreos, de transición y otros elementos en disolución acuosa, aproximadamente unos setenta elementos. Las muestras son previamente digeridas, es decir, son tratadas con ácidos fuertes hasta destruir

toda la materia orgánica y pasar toda la muestra a solución. (Castro-de-esparza, 2016)

Este equipo permite la determinación de metales y minerales en muestras como agua, suelos agrícolas, suelos mineralógicos; en fluidos como la sangre y también en alimentos. Tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra, esto permite indicar indirectamente qué cantidad de la sustancia que nos interesa está presente en la muestra. Se tuvo como referencia el manual del equipo y experiencias de investigaciones anteriores, así como, las condiciones de temperatura, humedad, tiempo y tensión eléctrica con las que opera el espectrofotómetro que influyen en su propio comportamiento. Los instrumentos espectroscópicos característicos constan de una fuente estable de energía radiante como por ejemplo una lámpara de cátodo hueco que es un cilindro hueco que está relleno de un gas inerte y posee el cátodo del metal que se está evaluando, es decir, que para cada metal que se analiza se emplea una lámpara distinta. Hay otra clase de lámparas que son lámparas de descarga sin electrodos, los cuales son bulbos de metal que contienen gas inerte en su interior y el metal del elemento que se va a analizar; esta lámpara funciona con energía eléctrica. (Zapata-Valladolid, 2019)

Además, precisa de un nebulizador cuya misión es convertir la muestra aspirada por el

capilar en una nube de tamaño de gota muy pequeño, una cámara de premezcla donde las gotitas se mezclan con el oxidante y el gas combustible íntimamente, un mechero, el cual se sitúa sobre la cámara de premezcla y donde sale la llama con temperatura suficiente para poder comunicar a la muestra la energía suficiente para llevar los átomos a su estado fundamental, un monocromador, que es un dispositivo que aísla la radiación de longitud de onda de interés de todas las demás radiaciones emitidas en el proceso, un detector de radiación, que convierte la energía radiante en una señal utilizable (intensidad de corriente), un sistema de procesamiento y lectura de la señal, que visualice la señal detectada en una escala de medida, en una pantalla de osciloscopio, en un medidor digital. (Zapata-Valladolid, 2019).



Figura N° 3 Adsorción atómica A. A S.

Por lo tanto, la concentración acumulada de plomo en la muestra *Baccharis latifolia* es de 0,053 ppm. Dicha cantidad no pudo ser detectada anteriormente, debido a la pequeña

cantidad de analito de interés presente en la muestra, dando lecturas por debajo del límite de Es un equipo de laboratorio de sobremesa, portátil y autónomo que posee una estructura de excelente resistencia a ataques químicos y mecánicos, así como a la corrosión en general. Se utiliza generalmente para calentar sustancias en recipientes de vidrio o vasos de teflón, de forma controlada. Posee un selector de potencia que permite ajustar la emisión térmica y el tiempo necesario para calentar un determinado recipiente. (Zapata-Valladolid, 2019)

Piura se determinaron los parámetros de conductividad eléctrica y el pH de los suelos aledaños a una temperatura de 25,2 °C. Para ello se realizó el método de extracto de pasta saturada conveniente para el análisis en las muestras de los suelos.



Figura N° 4 Balanza analítica

Placa calefactora Balanza analítica

Se utilizó una balanza semi micro analítica de marca OHAUS, modelo LUXER DISCOVERY, resolución 0,01 mg para tomar los pesos de las muestras molidas de materia vegetal. (Zapata-Valladolid, 2019)



Figura N° 5 Balanza analítica

4. RESULTADOS

El desarrollo de la vegetación está condicionado por muchos factores tanto bióticos como abióticos, dentro de estos últimos se encuentran las propiedades fisicoquímicas de los suelos. En el Laboratorio de Química de la Universidad de



Figura N° 6 Contenido de mercurio en agua

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.

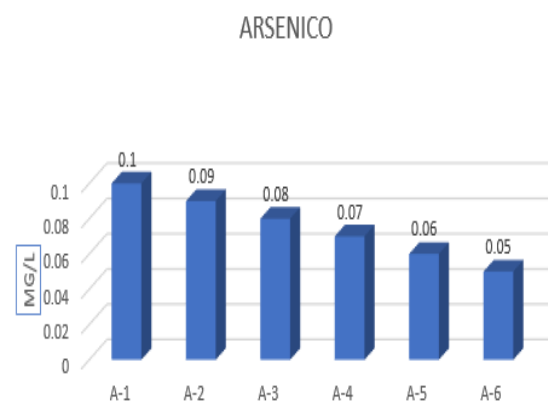


Figura N° 7 Contenido de arsénico en agua

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.

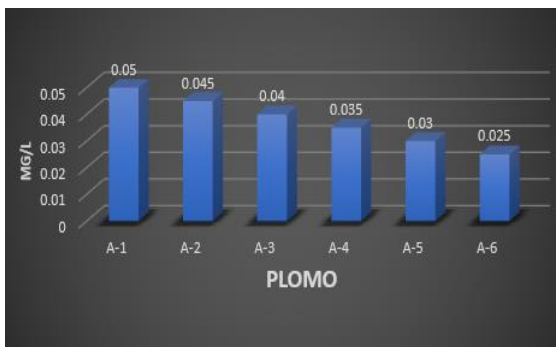


Figura N° 8 Contenido de plomo en agua.

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 antropogénica 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.

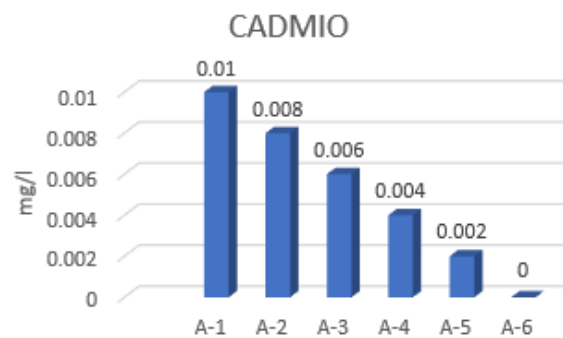


Figura N° 9 Contenido de cadmio en agua.

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 níquel(níquel-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 $<0.0005\text{mg/l}$ de donde los bovinos beben agua.

DISCUSIONES

La acidez está asociada a los suelos lixiviados y las altas precipitaciones. Limita el crecimiento de las plantas debido a que los metales pesados comienzan a disolverse en la humedad del suelo y se vuelven disponibles para las plantas. El conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales en la conducción de esta; por lo tanto, la conductividad eléctrica mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo. Su valor es más alto cuanto

Para este caso la medición del pH se lleva a cabo con un pH-metro portátil en pasta saturada. Las pruebas químicas de laboratorio demuestran que la reacción del pH del suelo afecta de modo significativo la disponibilidad y la absorción de metales pesados.

especies y variedades de vegetales muestran diferente susceptibilidad a distintos niveles de pH. Propiedad de las sales en la conducción de esta; por lo tanto, la conductividad eléctrica mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo. Su valor es más alto cuanto más fácil se mueva dicha corriente a través del mismo suelo por una concentración.

Bajo nivel de pH del suelo tiene una influencia muy importante especialmente en los metales como el aluminio, hierro, manganeso y cobre que aumentan su disponibilidad a medida que el pH disminuye. Por otra parte, la conductividad eléctrica mide la capacidad del suelo por más fácil se mueva dicha corriente a través del mismo suelo por una concentración. (Caceres-Gil et al., 2013)

A nivel nacional, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) es la autoridad competente para desarrollar acciones en la gestión del agua. Sin embargo, no se ha encontrado registros disponibles de evaluaciones previas de la calidad de agua del río Challhuahuacho. (Samanta-Zevallos, 2018).

Los resultados del análisis microbiológico en el agua mostraron concentraciones por debajo del ECA en los cuatro puntos de monitoreo (Tabla 3). A pesar de la presencia de vertimientos directos no autorizados de aguas residuales municipales, los resultados indican una calidad microbiológica adecuada. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el estudio fue realizado en temporada de lluvias donde el caudal aumenta, por lo que las concentraciones de coliformes termotolerantes podrían aumentar en temporadas de bajo caudal. (Samanta-Zevallos, 2018)

CONCLUSIONES

Los límites máximos permisibles de concentración de metales pesados en agua sobre pasan los LMP. Sin embargo, aún falta por definir los límites de concentración y riesgo de Hg, As y Cd en hortalizas, legumbres y cereales, para permitir estandarizar y consensuar los estudios de contaminación que se están realizando, así como los efectos tóxicos y en ambiente.

Los estudios demuestran que la leche de bovinos que pastorean e ingieren agua, pastos o forrajes contaminados por metales pesados (Hg, As, Cd y Pb) influye sobre las concentraciones de dichos elementos en la leche y carne. De igual manera las condiciones de cultivo influyen en la concentración de metales pesados sobre las diferentes matrices (aire, agua, suelo y plantas).

Para finalizar, es importante evaluar el contenido de metales pesados tanto en agua como en los organismos de distintos niveles tróficos, debido a la bioacumulación y biomagnificación, y, además, muy importante, en el sedimento por actuar como fuente acumuladora y liberadora de sustancias tóxicas de acuerdo a factores que la modifican.

BIBLIOGRAFÍA

- Caceres-Gil, S., Carmona-Clavijo, G., Cordova-Yamauchi, S., Cortina-Medonza, E., Hjar-Guerra, G., Hurtado-Roca, Y., ... Sanchez-Zavaleta, C. (2013, March 6). Efectos de la exposición crónica a metales pesados y su manejo clínico: Revisión Rápida. p. 18. Retrieved from [http://plataformagets.sis.gob.pe/bitstream/SIS/218/1/Nota Técnica 2013-6. Efectos de la exposición crónica a metales pesados y su manejo clínico.pdf](http://plataformagets.sis.gob.pe/bitstream/SIS/218/1/Nota_Técnica_2013-6._Efectos_de_la_exposici3n_cr3nica_a_metales_pesados_y_su_manejo_cl3nico.pdf)
- Cardenas-Ramos, F. L. (2017). "Bioacumulacion en molusca Gasteropodos Marinos po Arsenico, Cadmio, Cobre, Mercurio y Plomo en el area de natural protegida punta goles Ilo Moquegua" Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa". Retrieved from http://lareferencia.info/vufind/Record/PE_522266732869e3e86ffe9a26be8d78b3
- Castro-de-esparza, M. L. (2016). Estrategia para abordar la solucion del problema de minimizacion de los riesgos para la Salud por el consumo Humano de Agua con metales

- pesados y Arsenico. "Organizacion Panamericana de la Salud". Retrieved from <http://www.paho.org/blogs/etras/p-content/uploads/2017/03/EstratMP.pdf>
- Chata-Quenta, A. (2015). Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en Agua y leche en la cuenca del rio Coata "Universidad Nacional del Altiplano Puno". Retrieved from http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1930/Chata_Quenta_Ayde.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guzman-Morales, Ambar, R. (2019). Efectos de la Contaminación por Metales Pesados en un Suelo con uso Agrícola. 28, 9. Retrieved from <http://opn.to/a/UZ5jD>
- Huancare-Pusari, R. K. (2014). "Identificacion hispatologica de lecciones inducidas por Biocumulacion de Metales Pesados en Branquias, Hgado y musculos de Trucha arcoiris oncorhynchus mykiss de cultivo en etapa comercial de la laguna de Mamacocha, area de influencia Minera Cajamarca- "Universidad Nacinal Mayor de San Marcos". Retrieved from <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3749>
- Londoño-franco, L., Londoño-muñoz, P., & Moños-Garcia, F. (2016). "Los Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal". Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial, 14, 9. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(14\)145_153](https://doi.org/10.18684/bsaa(14)145_153)
- Metales, D. D. E., & Bioacumulables, P. (1992). Determinacion de metales pesados Bioacumulables en especies icticas de consumo Humano en la Amazonia Peruana. 4, 11. Retrieved from <http://revistas.iiap.org.pe/index.php/fofiaamazonica/article/view/295/3>
- Samanta-Zevallos, T. (2018). "calidad de Agua Bioacumulacion de metales pesados y noveles de estres en la Trucha arcoiris "oncorhynchus mykiss" en challhiahuacho, Apurimac" "Universidad Peruana Cayentano Heredia". Retrieved from [calidad de agua,%0abioacumulación de metales pesados y niveles de estrés en la trucha arcoiris oncorhynchus mykiss en challhuahuacho, apurímac%22%0atesis](http://calidaddeagua.org/0abioacumulación%20de%20metales%20pesados%20y%20niveles%20de%20estrés%20en%20la%20trucha%20arcoiris%20oncorhynchus%20mykiss%20en%20challhuahuacho%20apurímac%20tesis)
- Zapata-Valladolid, J. (2019). Contenido de metales pesados en vegetación alrededor de una mina cerrada en la región Piura, "Universidad de Piura". Retrieved from <https://www.google.com/search?q=efectos+toxicos+sobre+la+flora+y+fauna+en+piura+peru&tbm=isch&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwj74XcmablAhXLslkKHTKyAhwQsAR6BAgJEAE>