

CTSCAFE PARA CIUDADANOS.....

<http://www.ctscafe.pe>

ISSN 2521-8093



Volumen I- N° 3 noviembre 2017

<http://www.ctscafe.pe>

Lima - Perú

Bioacumulación de metales pesados en leche de ganado vacuno en el área de influencia del pasivo ambiental de Chahuapampa – Utcuyacu - Catac

Sr. Janeth Yvonne Vizconde Suárez
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Resumen: El presente artículo fue desarrollado con el fin de evaluar los posibles efectos que el Pasivo Ambiental Chahuapampa genera sobre los recursos naturales, además de identificar los contaminantes más preocupantes y/o perjudiciales a la salud humana. LA investigación ha sido desarrollada mediante análisis de muestras de agua, suelo, pasto y producto ganadero (leche) del área norte del pasivo ambiental Chahuapampa, para así determinar la posible transferencia y bioacumulación de metales pesados.

El objetivo general de la investigación ha sido determinar la bioacumulación de metales pesados en leche de ganado vacuno en el área de influencia del pasivo ambiental de Chahuapampa – Utcuyacu – Catac, siendo los objetivos específicos determinar la concentración de metales pesados en suelo, la concentración de metales pesados en pastos y suelo así como determinar la calidad del agua de uso para regadío y para consumo del ganado vacuno, del ámbito de influencia del pasivo ambiental Chahuapampa – Utcuyacu.

Palabras claves: Pasivo Ambiental/ Bioacumulación/ Metales pesados/ Pastos/ Calidad del agua.

Abstract: The present work was developed with the purpose of evaluating the possible effects that the Environmental Passage Chahuapampa generates on the natural resources, besides identifying the pollutants more worrisome and / or harmful to human health. The project has been developed by analyzing samples of water, soil, pasture and livestock (milk) from the northern area of the environmental liabilities Chahuapampa, to determine the possible transfer and bioaccumulation of heavy metals.

The general objective of the investigation was to determine the bioaccumulation of heavy metals in cattle milk in the area of influence of the environmental liabilities of Chahuapampa - Utcuyacu - Catac. The specific objectives were to determine the concentration of heavy metals in soil, the concentration of heavy metals in pastures and milk; as well as to determine the quality of the water used for irrigation and for cattle consumption, within the scope of influence of the environmental liability Chahuapampa - Utcuyacu.

Keywords: Environmental liabilities/ Bioaccumulation/ Heavy metals/ Pastures / Water quality.

Résumé: Ce travail a été réalisé afin d'évaluer les effets potentiels du passif environnemental que Chahuapampa génère aux ressources naturelles, ainsi que l'identification le plus inquiétant et / ou nuisibles aux polluants dans la santé humaine. Le projet a été mis au point par l'analyse des échantillons d'eau, le sol, l'herbe et les produits animaux (lait) de la zone au nord du passif environnemental Chahuapampa, afin de déterminer le transfert possible et la bioaccumulation des métaux lourds.

L'objectif général de l'enquête était de déterminer la bioaccumulation des métaux lourds chez les bovins laitiers dans la zone d'influence de la responsabilité environnementale Chahuapampa - Utcuyacu - Catac, les objectifs spécifiques déterminent la concentration de métaux lourds dans le sol, la concentration métaux lourds dans le sol comme pâturages et ainsi déterminer la qualité de l'eau pour l'irrigation et la consommation de bétail, dans la zone d'influence des passifs environnementaux Chahuapampa - Utcuyacu.

Mots-clés: Passif environnemental / Bioaccumulation / Métaux lourds / Pâturages / Qualité de l'eau.

1. Introducción

Los metales son elementos naturales que se encuentran en las rocas, en la tierra, en yacimientos, etc. Muchos de ellos son esenciales para los organismos vivos, sin embargo, las dosis que exceden lo requerido por ellos, producen graves alteraciones a la salud tan severas y en ocasiones tan ausentes de síntomas.

Los metales pesados son de gran interés para la humanidad debido a que la presencia de estos en el ambiente tiene efectos negativos en la salud del hombre, de los animales y de los cultivos agrícolas.

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse en diferentes cultivos. La bioacumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo vivo en un cierto plazo de tiempo, comparada a la concentración de dicho producto químico en el ambiente (Angelova et al., 2004).

En un pequeño grado se pueden incorporar a organismos vivos (plantas y animales) por vía del alimento y lo pueden hacer a través del agua y el aire como medios de traslocación y dependiendo de su movilidad en dichos medios.

Las sales solubles de los metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio, no se degradan, son muy tóxicas y acumulables por los organismos que los absorben y al ser ingeridos por el hombre a través del consumo de agua o alimentos contaminados pueden provocar ceguera, amnesia, raquitismo, miastenia o hasta la muerte. (Organización Panamericana de la Salud, Cepis, 2002).

La contaminación por metales pesados en el área de estudio se debe a la influencia directa del pasivo ambiental de Chahuapampa, un factor a tener en cuenta ante un posible contaminante es la bioacumulación, ya que los metales pesados con períodos prolongados de persistencia en el agua, el suelo tienen muchas posibilidades de acumularse en el medio y también de ser absorbidas por organismos vivos, observándose un efecto multiplicador en la concentración del contaminante (entre 3 y 10 veces el valor de referencia al subir un eslabón en la cadena trófica).

Se ha considerado en el presente trabajo analizar variables ambientales (agua, suelo, pasto y leche), que tienen influencia directa por el pasivo ambiental de Chahuapampa Utcuyacu, por lo cual, el objetivo de esta investigación consistió en determinar la bioacumulación de metales pesados (Pb, As, Cd, y Hg) en leche de ganado vacuno, en el pasto y el suelo del área de influencia del pasivo ambiental de Chahuapampa – Utcuyacu – Catac.

2. Material y métodos

2.1. Descripción del área de estudio

El pasivo minero Chahuapampa - Utcuyacu se encuentra ubicado en la comunidad de San Miguel de Utcuyacu perteneciente al distrito de Catac, provincia de Recuay, a una altura de 3,700 msnm; margen izquierdo del río Santa; en el Km 41 de la carretera Huaraz – Pativilca.

La planta concentradora de Chahuapampa trabajó 200 toneladas por día de capacidad y acumuló en su depósito 260,000 m³ de relave, procedente del tratamiento de minerales polimetálicos.

2.2. Método para determinar la Bioacumulación:

En los alimentos no debe haber residuos de sustancias tóxicas o si los hay, éstos sólo deben estar presentes en cantidades limitadas; la concentración de residuos debe ser inferior a la ingesta diaria admisible (IDA) definida por los Grupos de Expertos de la FAO/OMS. Sin embargo, algunas sustancias pueden bioacumularse en los organismos comestibles, hasta un punto en que éstos son inapropiados para el consumo humano. (CEPIS, 1988). El índice de bioacumulación se expresa por la relación entre la cantidad de un contaminante en el organismo y la concentración de ese contaminante en el suelo, pasto y leche, se han propuesto varias ecuaciones para calcular el factor de bioconcentración (FBC). Generalmente, esas ecuaciones son del tipo:

Suelo:

La acumulación de metales pesados en el recurso suelo se determinó mediante la relación: Concentración del metal pesado en el suelo entre la concentración del metal pesado en el agua aplicando la siguiente fórmula:

$$K_s = \frac{\mu\text{g [MP]}/\text{g suelo}}{\mu\text{g [MP]}/\text{g agua}}$$

Pasto:

La bioacumulación de metales pesados (Pb, As, Cd, y Hg) en pasto se determinó mediante la relación entre la concentración del metal pesado en el pasto y la concentración del metal pesado en el suelo aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{FBC pasto} = \frac{\mu\text{g [MP]}/\text{g pasto}}{\mu\text{g [MP]}/\text{g suelo}}$$

Leche:

La bioacumulación de metales pesados en leche se determinó mediante la relación entre la concentración del metal pesado en leche y la concentración del metal pesado en el pasto aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{FBC Leche} = \frac{\mu\text{g [MP]}/\text{g leche}}{\mu\text{g [MP]}/\text{g pasto}}$$

2.3. Ámbito de estudio:

El estudio se centró en el área norte aledaña al pasivo ambiental de Chahuapampa - Utcuyacu, la caracterización tuvo como propósito determinar cuantitativamente y cualitativamente la exposición a condiciones específicas de contaminación ambiental.

2.4. Diseño y Caracterización de la muestra

La evaluación de las condiciones físico-químicas y químicas se realizó en la época de estiaje (mayo, junio) y en meses con precipitaciones pluviales (marzo y octubre).

Agua:

Se eligieron 3 estaciones de muestreo en el canal de regadío perteneciente a la quebrada Utcuyacu: UT-01 ubicado a 100 metros aguas arriba, UT-03 a 100 metros aguas abajo, puntos identificados según protocolo de monitoreo del MEM y UT-02 punto intermedio entre ambos puntos, elegido para identificar impactos por pequeños afluentes.

Suelos y pastos:

Considerando que las vacas se alimentan al lado norte de la cancha de relaves, se identificaron 3 puntos de muestreo, teniendo en cuenta las siguientes referencias: Margen de exposición: un punto de muestreo cercano (UTS-03), uno intermedio (UTS-02) y un lejano (UTS-01).

Puntos ubicados dentro del área de pastoreo más próxima a la cancha de relave, la cual se encuentra delimitada y alambrada.

Así mismo las muestras de pastos fueron tomadas en los mismos puntos de las muestras de suelos para determinar la correlación y/o factor de bioacumulación.

Leche:

Se tomó 1 litro de muestra de leche, de 3 vacas aleatoriamente identificadas.

2.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos.

De la información registrada en el campo y los resultados de los análisis de las muestras de agua, suelo, pasto y leche, se obtuvieron promedios para las épocas de estiaje y lluvia, así como la correlación entre las variables ambientales y/o determinación del factor de bioconcentración (FBC), con la finalidad de analizar la toxicidad y bioacumulación de metales pesados en el área de estudio. Los resultados fueron comparados con la Ley General de Aguas, clase III: Agua usada para irrigar vegetales comestibles y agua de consumo animal, aprobados por el Ministerio de Salud; complementariamente con las regulaciones establecidas por la OMS para leche de ganado vacuno, EPA (guía de calidad de agua para ganado vacuno), estándares internacionales como los Lineamientos Canadienses de Calidad Ambiental (CEQG).

3. Resultados

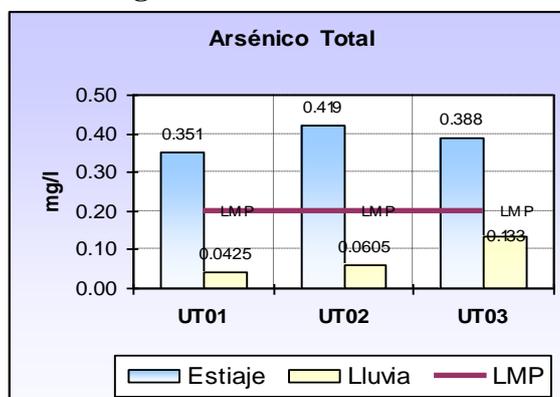
3.1. Análisis de Agua – Variables Químicas

Cuadro N°1: Comportamiento de los componentes químicos en las estaciones UT01, UT02 y UT03

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	LLUVIA				ESTIAJE			
		UT01	UT02	UT03	Prom.	UT01	UT02	UT03	Prom.
Arsénico total	mg/l	0,0425	0,0605	0,133	0,079	0,351	0,419	0,388	0,386
Cadmio total	mg/l	0,025	0,025	0,025	0,025	0,065	0,031	0,054	0,050
Mercurio total	mg/l	0,0845	0,1085	0,1325	0,109	0,107	0,213	0,135	0,151
Plomo total	mg/l	0,3925	0,315	0,266	0,325	0,720	0,790	1,235	0,915

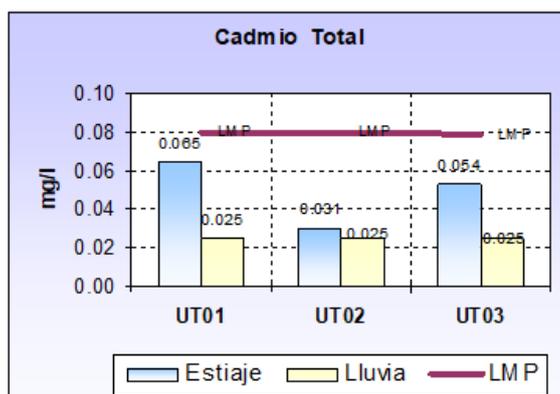
Fuente: Elaboración propia

Figura N°1: Arsénico Total.



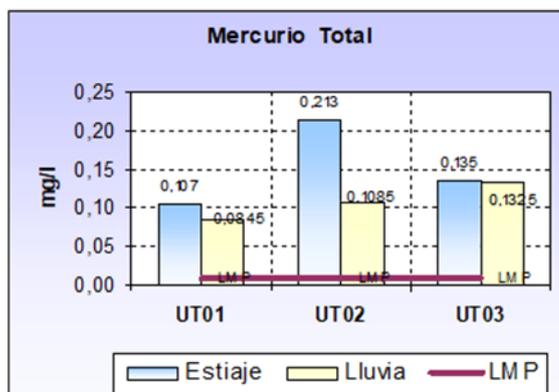
Fuente: Elaboración propia

Figura N°2: Cadmio Total



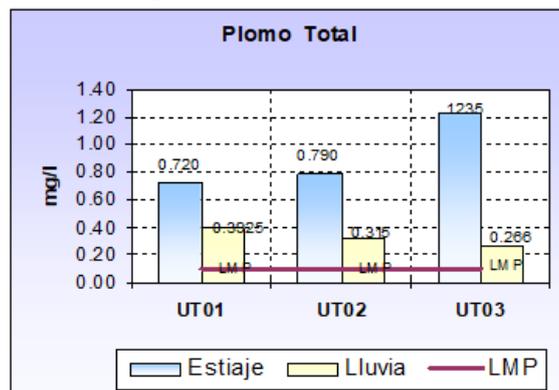
Fuente: Elaboración propia

Figura N°3: Mercurio Total



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4: Plomo Total



Fuente: Elaboración propia

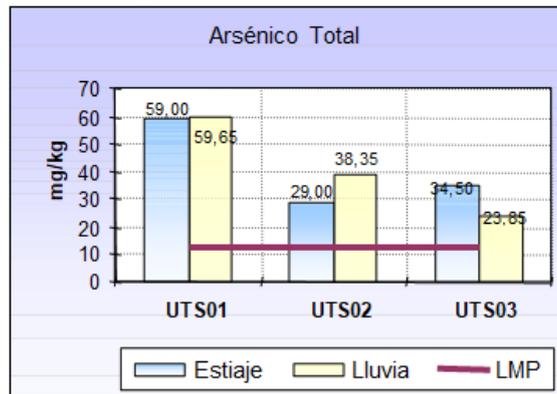
3.2. Análisis de Suelo

Cuadro N°2: Comportamiento de los componentes químicos en las estaciones UTS01, UTS02 y UTS03

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	LLUVIA				ESTIAJE				LMP (CEQG)
		UTS01	UTS02	UTS03	Prom.	UTS01	UTS02	UTS03	Prom.	
Arsénico total	mg/Kg	59,65	38,35	23,85	40,617	59,00	29,00	34,50	40,833	12,00
Cadmio total	mg/Kg	12,55	1,81	1,57	5,308	3,53	3,32	3,62	3,490	1,40
Mercurio total	mg/Kg	2,67	1,34	0,92	1,643	4,80	2,35	1,27	2,807	6,60
Plomo total	mg/Kg	785,00	211,50	130,80	375,767	66,50	61,00	36,00	54,500	70,00

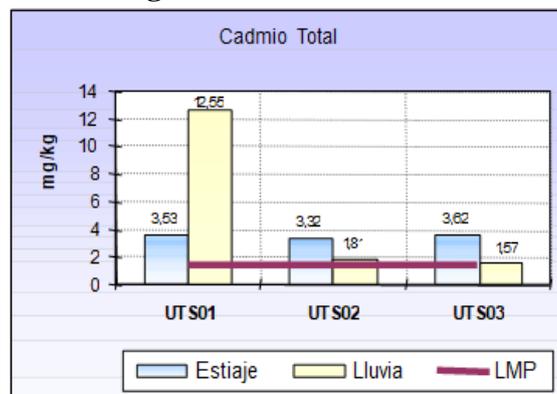
Fuente: Elaboración propia

Figura N°5: Arsénico Total



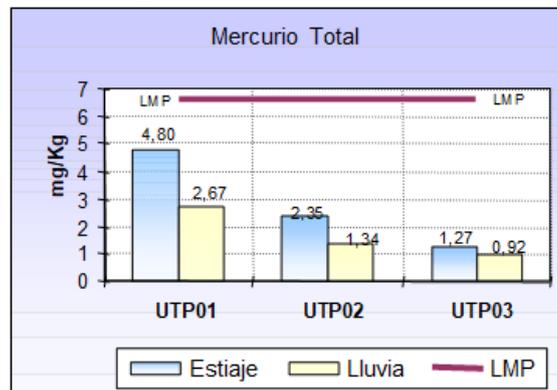
Fuente: Elaboración propia

Figura N°6: Cadmio Total



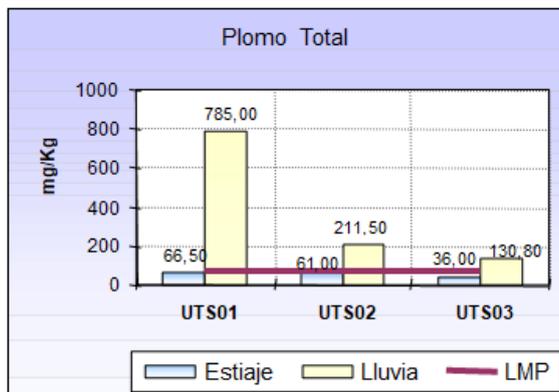
Fuente: Elaboración propia

Figura N°7: Mercurio Total



Fuente: Elaboración propia

Figura N°8: Plomo Total



Fuente: Elaboración propia

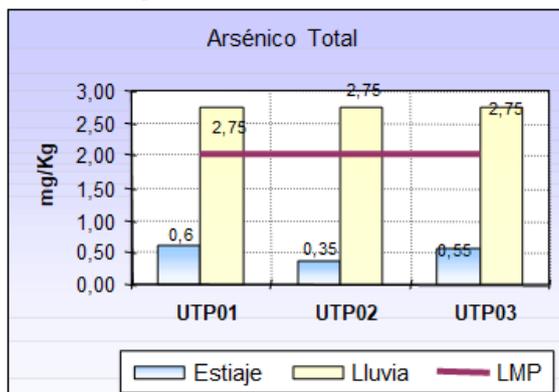
3.3. Análisis de Pastos

Cuadro N°3: Comportamiento de los componentes químicos en las estaciones UTP01, UTP02 y UTP03

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	LLUVIA				ESTIAJE				LMP (Jones J.B)
		UTP01	UTP02	UTP03	Prom.	UTP01	UTP02	UTP03	Prom.	
Arsénico total	mg/kg pasto	2,75	2,75	2,75	2,75	0,6	0,35	0,55	0,500	2,00
Cadmio total	mg/kg pasto	2,5	2,5	2,5	2,50	2,87	2,93	2,89	2,89	2,40
Mercurio total	mg/kg pasto	1,55	1,52	1,51	1,53	1,89	2,4	2,14	2,15	1,00
Plomo total	mg/kg pasto	5,2	5,2	4,15	4,85	4,9	5,83	5,59	5,44	30,00

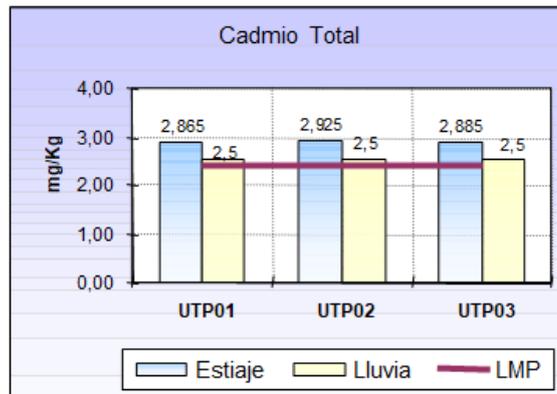
Fuente: Elaboración propia

Figura N°9: Arsénico Total



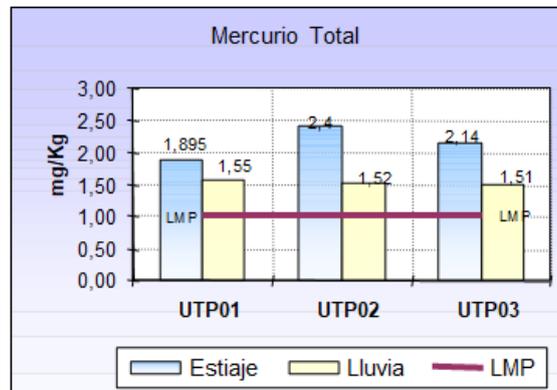
Fuente: Elaboración propia

Figura N°10: Cadmio Total



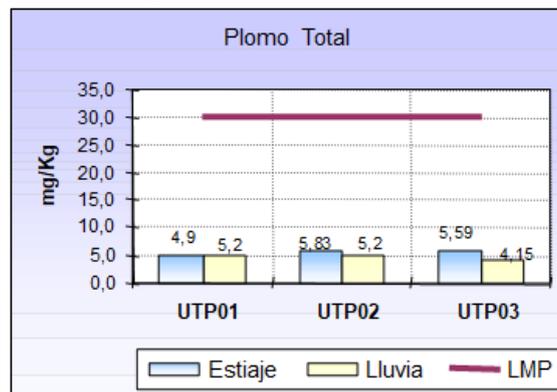
Fuente: Elaboración propia

Figura N°11: Mercurio Total



Fuente: Elaboración propia

Figura N°12: Plomo Total



Fuente: Elaboración propia

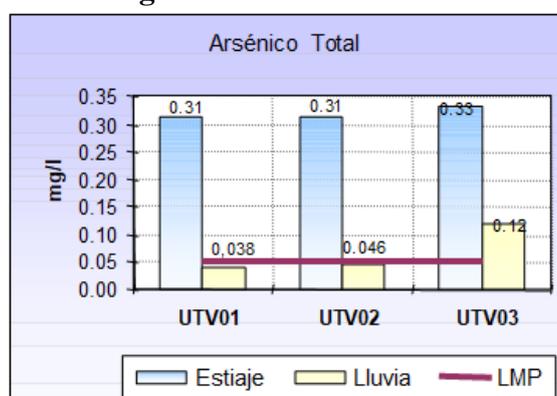
3.4. Análisis de Leche

Cuadro N°4: Comportamiento de los componentes químicos en las estaciones UTV01, UTV02 y UTV03

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	LLUVIA				ESTIAJE				FAO/OMS
		UTV01	UTV02	UTV03	Prom.	UTV01	UTV02	UTV03	Prom.	
Arsénico total	mg/l leche	0,039	0,046	0,12	0,068	0,31	0,31	0,33	0,317	0,05
Cadmio total	mg/l leche	0,575	0,298	0,204	0,359	0,489	0,476	0,44	0,468	1,00
Mercurio total	mg/l leche	0,281	0,294	1,34	0,638	1,445	1,476	1,485	1,469	0,01
Plomo total	Mg/l leche	0,785	0,92	0,7	0,802	0,252	0,41	0,432	0,365	0,05

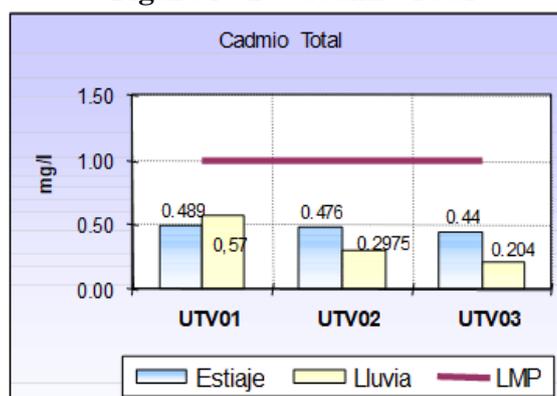
Fuente: Elaboración propia

Figura N°9: Arsénico Total



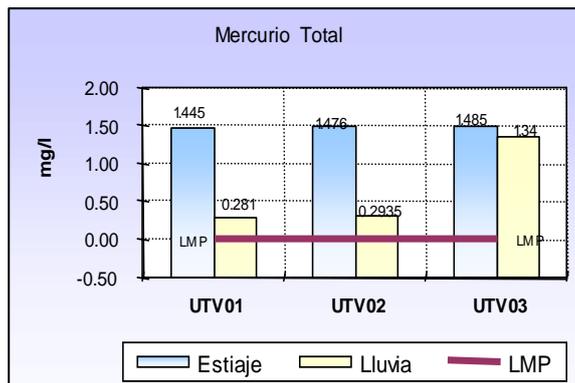
Fuente: Elaboración propia

Figura N°10: Cadmio Total



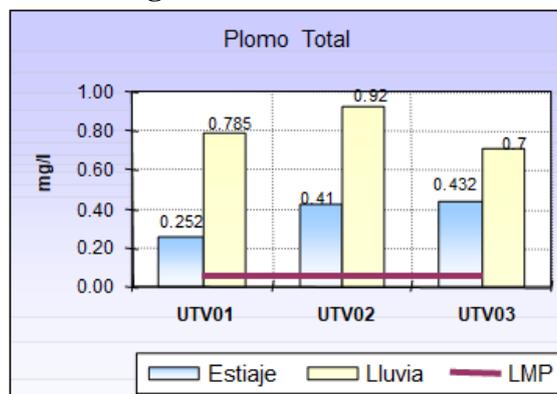
Fuente: Elaboración propia

Figura N°11: Mercurio Total



Fuente: Elaboración propia

Figura N°12: Plomo Total



Fuente: Elaboración propia

88

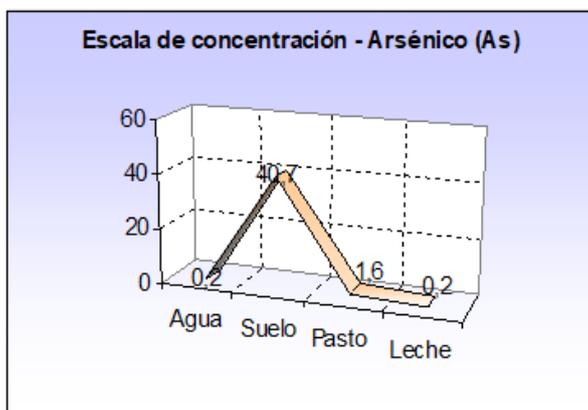
3.4. Resultado del factor de concentración

Cuadro N°5: Comportamiento del Arsénico total en la interrelación con las variables ambientales.

VARIABLE	PROMEDIO ÉPOCA DE ESTIAJE	PROMEDIO ÉPOCA DE LLUVIA	PROMEDIO GENERAL	FC
Agua	0,386	0,08	0,23	
Suelo	40,833	40,62	40,73	175,35
Pasto	0,500	2,75	1,63	6,99
Leche	0,317	0,07	0,19	0,83

Fuente: Elaboración propia

Figura N°13: Escala de concentración de arsénico



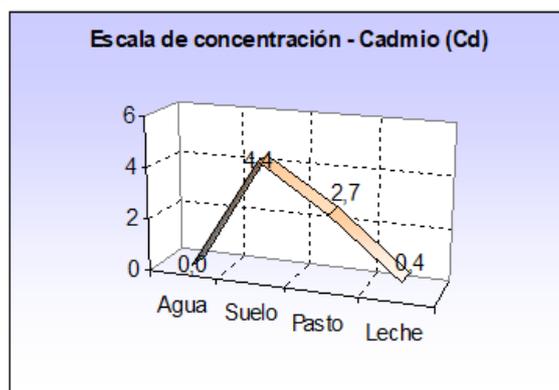
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°6: Comportamiento del Cadmio total en la interrelación con las variables ambientales

VARIABLE	PROMEDIO ÉPOCA DE ESTIAJE	PROMEDIO ÉPOCA DE LLUVIA	PROMEDIO GENERAL	FC
Agua	0,05	0,023	0,04	
Suelo	3,49	5,31	4,39	118,10
Pasto	2,89	2,50	2,69	72,37
Leche	0,47	0,36	0,41	11,11

Fuente: Elaboración propia

Figura N°14: Escala de concentración de cadmio

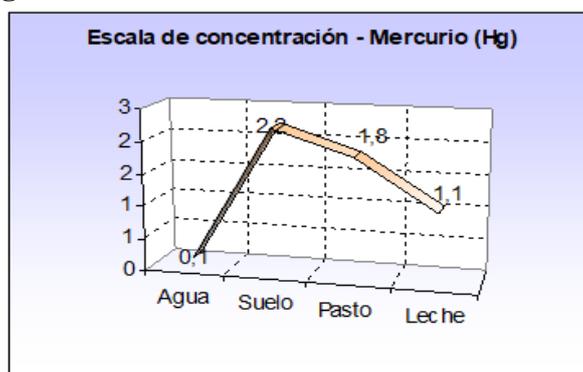


Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°7: Comportamiento del mercurio total en la interrelación con las variables ambientales

VARIABLE	PROMEDIO ÉPOCA DE ESTIAJE	PROMEDIO ÉPOCA DE LLUVIA	PROMEDIO GENERAL	FC
Agua	0,15	0,11	0,13	
Suelo	2,81	1,64	2,23	17,10
Pasto	2,15	1,53	1,84	14,11
Leche	1,47	0,64	1,05	8,10

Figura N°15: Escala de concentración de mercurio

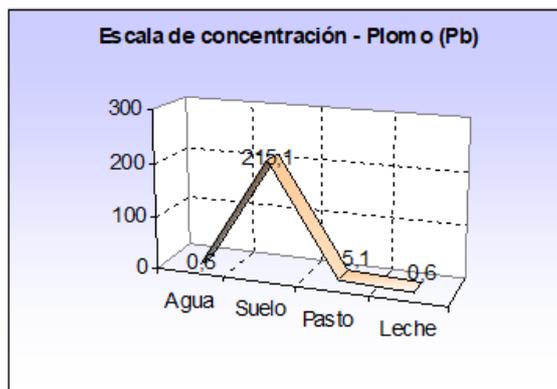


Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°8: Comportamiento del plomo total en la interrelación con las variables ambientales

VARIABLE	PROMEDIO ÉPOCA DE ESTIAJE	PROMEDIO ÉPOCA DE LLUVIA	PROMEDIO GENERAL	FC
Agua	0,92	0,33	0,62	
Suelo	54,50	375,77	215,13	346,99
Pasto	5,44	4,85	5,15	8,29
Leche	0,37	0,80	0,58	0,94

Fuente: Elaboración propia

Figura N°16: Escala de concentración de Plomo

Fuente: Elaboración propia

Con los cuadros presentados y las figuras el operador busca demostrar con el historial de mediciones de variables ambientales; que no se tiene impacto en el medio, por lo cual es viable aprobarles una disminución de puntos de monitoreo; todo esto en marco de la Resolución Ministerial N° 159-2015-MEM-DM “Aprueban criterios técnicos para la evaluación de modificaciones, ampliaciones de componentes y de mejoras tecnológicas con impactos no significativos, respecto de actividades de Hidrocarburos que cuenten con certificado ambiental.

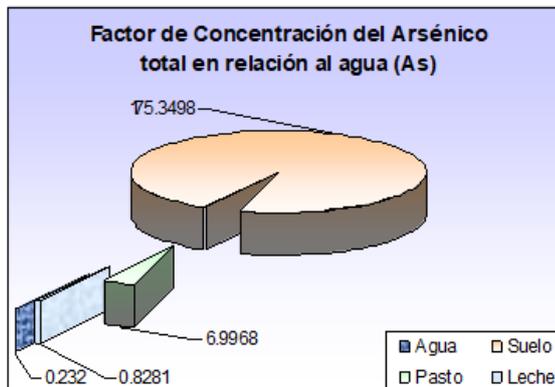
Solo queda la espera de la respuesta de la Dirección “Asuntos Ambientales Energéticos”, el cual aprueba la modificatoria de los instrumentos ambiental.

91

4. Discusión

- d) **Arsénico Total:** De los resultados obtenidos se puede determinar que este metal pesado se encuentra ampliamente concentrado en el suelo 175 veces más que el agua. Seguidamente por el pasto con un valor de 6.99 veces más que el agua, el cual tiende a absorber Arsénico fácilmente mediante procesos de adsorción, formación de complejos y precipitación; ingresando, así como alimento para el ganado vacuno obteniéndose como producto final la leche con un contenido de 0.83 veces mayor que el agua. En realidad, el Arsénico es específicamente un compuesto móvil, básicamente significa que grandes concentraciones no aparecen probablemente en un sitio específico. El punto negativo es que la contaminación por Arsénico llega a ser un tema amplio debido al fácil esparcimiento de este. Holding B.V.

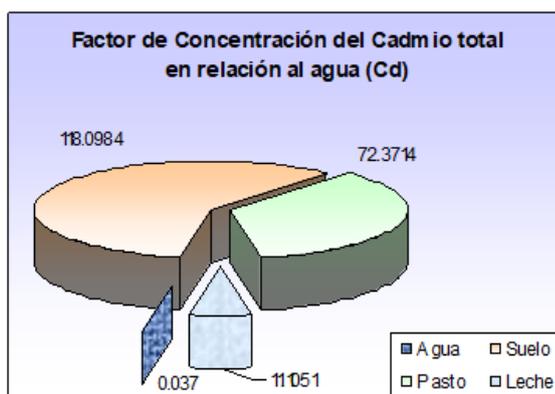
Figura N°17: Factor de concentración de arsénico total en relación al agua



Fuente: Elaboración propia

- e) **Cadmio total:** Las partículas de cadmio generadas por los pasivos ambientales pueden viajar largas distancias antes de depositarse en el suelo o en el agua; Tiende a adherirse fuertemente a las partículas del suelo acumulándose 118 veces más que en el agua. No se degrada en el medio ambiente, pero puede cambiar de forma. Finalmente, el pasto tiende a incorporar este metal 72 veces más que el agua, ingresando, así como alimento para el ganado vacuno obteniéndose como producto final la leche con un contenido de 11 veces mayor que el agua. El Cadmio es fuertemente adsorbido por la materia orgánica del suelo. Cuando el Cadmio está presente en el suelo este puede ser extremadamente peligroso. Los suelos que son ácidos aumentan la toma de cadmio por las plantas. Esto es un daño potencial para el ganado vacuno puesto que dependen de las plantas para sobrevivir. El Cadmio tiende a acumularse en sus cuerpos, especialmente en la leche cuando comen plantas diferentes.

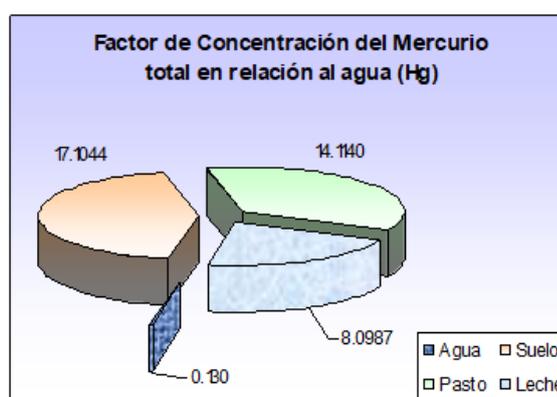
Figura N°18: Factor de concentración de cadmio total en relación al agua



Fuente: Elaboración propia

- f) **Mercurio total:** De los resultados obtenidos se puede determinar que el nivel de transferencia en suelo, pasto como en la leche es directa, encontrándose en el suelo 17 veces más que el agua, seguidamente por el pasto con un valor de 14.11 veces más que el agua, así como la leche con un contenido de 8 veces mayor que el agua. Tener en cuenta que el Hg tiende a entrar al agua o al suelo y permanecer ahí durante mucho tiempo, especialmente si se adhiere a pequeñas partículas en el suelo o el agua. El mercurio generalmente permanece en la superficie del suelo y no se moviliza a través del suelo hacia el agua subterránea. Es probable que cualquier forma de mercurio que entre a cuerpos de agua se deposite en el fondo, en donde puede permanecer durante mucho tiempo.

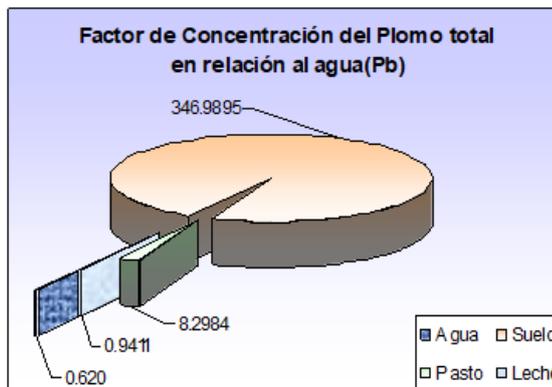
Figura N°19: Factor de concentración de mercurio total en relación al agua



Fuente: Elaboración propia

- g) **Plomo total:** El nivel de transferencia entre las variables ambientales no es directa, notándose la amplia acumulación en el suelo con un valor de 347 veces más que el agua, seguidamente por el pasto y finalmente con el producto ganadero (leche). La tasa de absorción del plomo depende de las propiedades del suelo. (materia orgánica), El valor pH juega un papel importante para la disponibilidad del plomo contenido en sus compuestos: cuanto más bajo el pH, más alta es su desorción a la solución de suelo. Pero, puesto que el plomo es muy poco móvil (menos móvil que, por ejemplo, el cadmio) permanece en los horizontes superiores y no es asimilado en la misma medida que el cadmio por las plantas.

Figura N°20: Factor de concentración de plomo total en relación al agua



Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

a) Agua:

- Los caudales registrados en las 3 estaciones muestreadas en época de lluvia presentan volumen elevado de agua, favoreciendo la dilución marcada de los metales pesados, lo cual refleja la baja conductividad eléctrica registrada.
- De los metales totales analizados, mercurio y plomo en las 3 estaciones monitoreadas tanto en época de lluvia como en estiaje exceden el LMP establecido por la LGA Clase III, por lo tanto, no es apta para irrigar vegetales comestibles ni para consumo de animales.
- Si actualizamos y comparamos con el ECA para agua DS 004-2017-MINAM, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, los metales analizados tanto en época de estiaje y lluvia también sobrepasan el estándar mencionado, por lo tanto, no es apta para irrigar vegetales comestibles ni para consumo de animales.

b) Suelo:

- Según los resultados obtenidos en esta investigación, los metales totales que más se acumulan en el suelo, en orden decreciente son: el plomo, arsénico, cadmio y mercurio, con tendencias directamente proporcionales a la proximidad del Pasivo Ambiental de Chahuapampa; hay que destacar el caso del plomo y del arsénico, donde un porcentaje importante de la concentración acumulada de estos metales en el suelo está asociado al contenido de materia orgánica.
- Los suelos de Utcuyacu presentan una textura dominante franco a franco arcillo arenosa, lo que favorece a los procesos de adsorción de los metales totales, esto se produce gracias a que el suelo tiene un alto contenido de materia orgánica (4.020, 6.901 y 7.772 %).

c) Pasto:

- Según los resultados obtenidos en esta investigación, los metales totales que más se acumulan en el suelo, en orden decreciente son el plomo, cadmio, mercurio y arsénico.

- La incorporación de los metales pesados totales (As, Cd, Hg y Pb) por las plantas es favorecida por su solubilidad, dependiendo también, de mecanismos de absorción específicos y del antagonismo con otros metales. Estos metales no son sólo dañinos para las plantas, sino que se filtran en el sistema de aguas y se introducen en la cadena trófica. En concentraciones pequeñas no suelen tener efectos, pero a medida que va ascendiendo en la cadena, la concentración se va volviendo cada vez mayor.
 - Se ha observado que los pastos del área de influencia del pasivo ambiental de Chahuapampa Utcuyacu, que acumulan altas concentraciones de metales, tienen la habilidad de crecer y desarrollarse en tierras con unos niveles de metales tóxicos para casi todas las especies de plantas.
- d) Leche:
- Las vacas acumulan metales por ingesta del agua y del pasto del área de influencia del pasivo ambiental de Chahuapampa, que se evidencian por los niveles altos registrados en la leche que producen.
 - La contaminación de los metales pesados analizados en la leche es de origen endógeno debido a que el animal productor de leche asimila los metales pesados del agua y del pasto que consume, parte de estos metales incorporados por las vacas son liberados con la leche.
 - La concentración presente de los metales totales como: arsénico, mercurio y plomo en la leche, exceden el consumo tolerable semanal establecido por la FAO, siendo motivo de preocupación debido a que estos metales se caracterizan por su capacidad de acumulación y su elevada toxicidad, es importante mencionar que este producto es expendido en el mercado de la ciudad de Huaraz, en aproximadamente 120 litros diarios.

6. Literatura Citada

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).** Guía de Calidad de Agua para Ganado. 1998.
- Angelova V., Ivanova, R., Delibaltova, V. and Ivanov, K.** Bio-accumulation and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp). *Industrial Crops and Products*, 19: 197–205. 2004.
- Albert, Lilia A.** Introducción a la toxicología ambiental, Edit. Limusa S.A. México. 1997.
- Alloway, B.J.** Metales pesados en suelos. Chapman & Hall, Glasgow, p 368. 1995.
- American Water Works Association.** Calidad y tratamiento del Agua – Manual de suministro de agua comunitaria. Quinta edición. Mc Graw – Hill Profesional. España. 2002.
- Duffus, John.** Toxicología ambiental. Ediciones Omega, España. 1983.

Foth, Henry. Fundamentos de la ciencia del suelo. Editorial Continental S.A. México. 1990.

Mendoza, Yeny y Vásquez, Luis. Evaluación de la calidad de las aguas de riego del valle Santa Lacramarca. Tesis de Ingeniero Ambiental. UNASAM-FCAM. Huaraz – Perú. 2001.

Ministerio de Energía y Minas (MEM). Protocolo de monitoreo de calidad del agua. Sub Sector Minería, Dirección general de asuntos ambientales (DGAA), Perú. 1994.

Organización Mundial de la Salud (OMS). Metales pesados en el agua destinada al consumo humano. 2002.

Sotelo Alvarado, Martín. Niveles de acumulación de metales pesados en agua, suelo y productos agrícolas y la importancia de sus efectos en la proliferación celular allium cepa – valle de Moche, Tesis para optar el título de ingeniero ambiental. FCAM – UNASAM, Perú. 1994.

Tapia, N. M. E. y Flores, O.J.A. Pastoreo y pastizales de los Andes del sur del Perú. Instituto de investigación y promoción agropecuario. Programa colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores. Lima – Perú. 1984.

En el siguiente número de.....

REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen II- N° 4 Marzo 2017

Nuevas secciones y comentarios.....

311

*Contáctenos en nuestro correo electrónico
revistactscafe@gmail.com*

Página Web:
www.ctscafe.pe

Blog:
<https://ctscafeparaciudadanos.blogspot.com/>

Facebook
<https://www.facebook.com/Revista-CTSCafe-1822923591364746/>