

Artículo Científico

## ESTUDIO TÉCNICO DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS, ANIMALES, SUELOS Y AGUAS EN LOS MUNICIPIOS DE COLQUECHACA Y POCOATA DE LA PROVINCIA CHAYANTA – NORTE POTOSÍ

### *TECHNICAL STUDY OF AGRICULTURAL PRODUCTS, ANIMALS, SOIL AND WATER IN COLQUECHACA AND POCOATA MUNICIPALITIES FROM CHAYANTA PROVINCE NORTHERN POTOSI*

Páginas  
17 a 26

Fecha de  
Recepción:  
11/08/16

Fecha de  
Aprobación:  
18/08/16

Diego Rubén Gosálvez Aguilera (1)

#### RESUMEN

Los estudios desarrollados en los Municipios de Colquechaca y Pocoata del Norte Potosí demostraron una elevada contaminación de metales pesados, fruto de la intervención de los operadores mineros en la región, quienes, al verter sus residuos líquidos y sólidos en el río, tienden a esparcir la contaminación más allá de sus propias localidades. Lamentablemente, esta contaminación afecta incluso al Municipio de Pocoata, y la localidad de Macha, perteneciente al municipio de Colquechaca, los cuales se caracterizan por su actividad agrícola.

Estudios anteriores desarrollados por la Universidad de Siglo XX, demostraron valores de contaminación en sus ensayos. De la misma forma este trabajo, desarrollado por el Centro de Acción al Cambio - Bolivia, presentó resultados de elevada contaminación de metales pesados en varias localidades en las que intervino, tomando muestras de aguas, suelos, plantas y sangre de animales.

Si bien en los valores encontrados se observó una disminución desde los puntos de mayor contaminación que se encuentran en Colquechaca, hacia los puntos muestreados más allá de Pocoata, como ser Okhoruru,

no dejó de llamar la atención que los suelos presentaron índices bastante elevados y, que sobre todo, guardaron correlación entre las matrices de suelo, planta y sangre de animal, como sucede en Viscachiri con el parámetro Cadmio.

Debemos mencionar que este estudio solo se realizó en la época húmeda o de lluvias, lo que en cierta medida, debido a un efecto de dilución, no se pudo evidenciar mayor contaminación en el agua de río que generalmente es utilizada en el riego.

**Palabras Clave:** Contaminación ambiental. Metales pesados. Productos agrícolas-Contaminación.

#### ABSTRACT

Studies carried out in the municipalities of Colquechaca and Pocoata Northern Potosí demonstrated high heavy metal contamination, result of the intervention of the mining operators in the region who, by pouring their liquid and solid waste in the river, tend to spread the pollution beyond their own localities. Unfortunately, this pollution affects even the Municipality of Pocoata, and the village of Macha, in the municipality of Colquechaca, which are characterized by their agricultural activity.

1. Licenciado en Administración de Empresas. Docente de Ciencias Empresariales. Coordinador de Proyectos en CENAC - Bolivia. Docente Univalle La Paz. [coordinación.proyectos@cenacbolivia.org](mailto:coordinación.proyectos@cenacbolivia.org)

Previous studies developed by the XX Century University, showed pollution values in their trials. In the same way this work, developed by the Center for Action to Change - Bolivia, presented results of high contamination of heavy metals in various localities in which intervened, taking samples of water, soil, plants and animal blood.

While in the found values a decrease is observed from the points of greatest contamination found in Colquechaca, to the points sampled beyond Pocoata, such as Okhoruru, it did draw attention to the soils had quite high levels and, above all, uncorrelated between arrays soil, plant and animal blood, as in the cadmium Viscachiri parameter.

We should mention that this study was only conducted in the wet or rainy season, which to some extent due to a dilution effect, could not show more pollution in the river water that is generally used in irrigation.

**Keywords:** Environmental pollution. Heavy metals. Pollution-agricultural products.

## INTRODUCCIÓN

En Bolivia, la minería cooperativista se clasifica entre cooperativas dedicadas a la explotación de minerales de zinc, plomo, plata. Las operaciones de las cooperativas aumentaron después de la crisis de 1985, esto como consecuencia de la reducción de las actividades de la Corporación Minera de Bolivia, cuyas concesiones se arrendaron a los cooperativistas.

En publicación del Periódico "El Potosí", de fecha 30 de agosto del 2012, se menciona la contaminación de productos agrícolas producidos en Pocoata, donde los operadores mineros estarían vertiendo sus colas con alto contenido de plomo a los ríos de la región, y cuyas aguas son utilizadas en el riego de los cultivos de maíz, haba, trigo, hortalizas y algunas frutas (1).

En la zona de estudio se desarrollan actividades mineras y el impacto de la misma en relación a suelos, aguas y cultivos se evidencia mediante este trabajo.

No se puede ignorar el hecho de que los concentrados obtenidos de minerales y los desechos de los procesos tienen un impacto que se evidencia en la cuantificación de los parámetros representativos de estos procesos. En el área de trabajo, Municipios de Colquechaca y Pocoata, se puede evidenciar que es la región de Colquechaca donde se desarrolla con mayor señal la industria minera, teniendo sus principales impactos en las regiones a las cuales llega el producto de los vertidos de colas como ser Macha y Pocoata.

Anteriormente, ya se desarrollaron algunos estudios sobre el impacto que tiene la minería en el área de estudio. Fruto de ello, se tiene una carpeta técnica titulada "Daños Medioambientales provocados por la actividad minera en los municipios de Pocoata y Colquechaca" preparada por encargo de la Central Sindical Única de Trabajadores Originarios de la Provincia Chayanta (CSUTOPCH) (2).

La presente investigación consiste en un trabajo mucho más profesional y respaldado, por lo que sus resultados son claros y definitivos.

## OBJETIVOS

### - Objetivo General.

Determinar los niveles de contaminación producidos por la actividad minera en los Municipios de Colquechaca y Pocoata del Norte Potosí.

### - Objetivos Específicos.

- Cuantificar el nivel de contaminación del agua de riego y de uso doméstico en la región.
- Medir el nivel de contaminación en los productos agrícolas producidos en la región.
- Calcular el nivel de contaminación existente en los suelos de la región de estudio.
- Calcular el nivel de contaminación por metales pesados presentes en las actividades de la región de estudio en muestras de sangre, pelo u orín de animales de corral y/o ganado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del presente estudio se basó en la realización de la siguiente metodología:

- 1) Planificación, desarrollo y aplicación de plan de muestreo.
- 2) Recopilación de información secundaria.
- 3) Recopilación, depuración y presentación de datos.
- 4) Interpretación y análisis de datos.
- 5) Conclusiones.
- 6) Recomendaciones.

## PLAN DE MUESTREO

Tabla Nº 1. Plan de muestreo

Orden según descenso	Punto	Orden según descenso	Punto
1	Vertiente 1	14	Pileta Macha
2	Vertiente 2	15	Salida Macha
3	Vertiente 2 + Residuo mina	16	Río Macha Ocuri
4	Pileta Colquechaca	17	Confluencia Macha - Ocuri
5	Confluencia Vertiente 1 + vertiente 2 + residuo mina	18	Viscachiri
6	Antes dique COMINUR	19	Pileta Cruce Esquena
7	Después dique COMINUR	20	Cruce esquena + finca esquena
8	Pileta Palca	21	Huancarani
9	Río Rosario (Palca)	22	Entrada Pocoata
10	Río Colquechaca (Palca)	23	Salida Pocoata
11	Puente salida Palca (Confluencia)	24	Pileta Okhoruru
12	Control puente salida Palca	25	Okhoruru
13	Churicala		

Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011.

#### Aguas del Río

Se tomaron muestras de agua del río Colquechaca incluyendo los afluentes que lo originan. El volumen de muestreo fue de 0,70 litros aproximadamente. Los 4 primeros puntos del muestreo tuvieron una medición de caudal, calculada con diferentes técnicas por las características del cauce del río. A todas las muestras extraídas se midió el pH (potencial de hidrógeno, medida de la acidez o alcalinidad de una solución), temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, altura sobre el nivel del mar del punto de extracción de muestra, latitud, longitud, color y olor.

#### Tejidos vegetales

Las muestras de tejidos se tomaron de cultivos cerca al cauce del río. Se tomó una planta completa conteniendo hojas, tallo y raíz y otras muestras en bolsas plásticas.

#### Suelos

Las muestras de suelo fueron tomadas en bolsas de plástico y del mismo lugar de los tejidos vegetales.

#### Sangre

Se tomaron muestras de sangre de animales cercanos a los márgenes del río y de pastizales utilizando vacutainers y viales con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) con el propósito de evitar la coagulación de la sangre.

Los datos hallados en el pH del río nos permiten observar que en los primeros siete puntos, a excepción del bebedero público, presentaban alto grado de acidez. Un efecto negativo de este tipo de contaminación es la disolución de metales pesados, que a lo largo de todo el río provoca una mayor diseminación de los mismos.

El efecto que tiene el río Rosario es relevante tomando en cuenta que por efecto de dilución, es posible estabilizar el pH del río a valores aceptados por las diferentes normas y guías de calidad de agua.

#### Agua de pileta

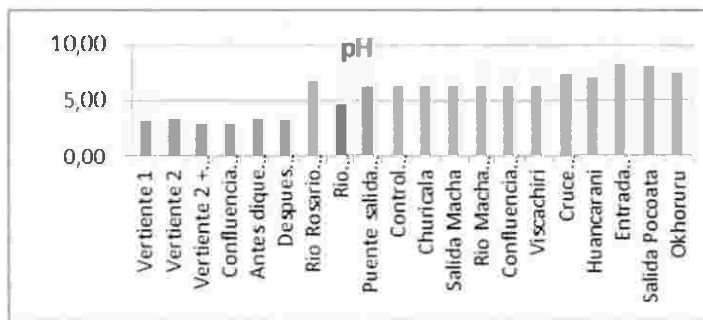
Se tomaron muestras de agua de piletas públicas para investigar la presencia de metales pesados que pudieran estar presentes por efecto de transporte del viento.

#### RESULTADOS

El recorrido de la campaña de muestreo comenzó a una altura de 4.300 metros sobre el nivel del mar para terminar a 3.316 metros, existió un descenso aproximado de 1.000 metros en los que se pudo comprobar variaciones en las concentraciones de los metales pesados así como valores que están fuera de los límites máximos permitidos.

**-Aguas**

**Gráfico N° 1. Agua: Altura**

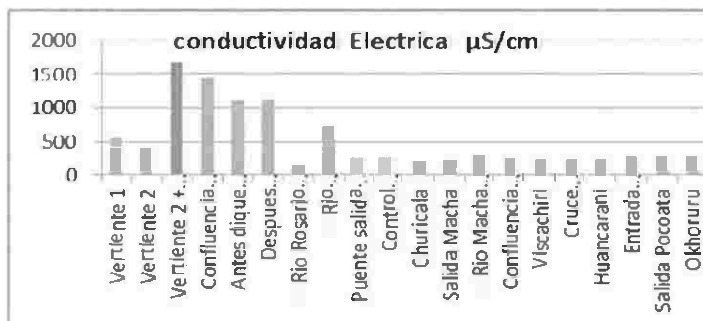


Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011.

Los datos hallados en el pH del río nos permiten observar que en los primeros siete puntos, a excepción del bebedero público, presentaban alto grado de acidez. Un efecto negativo de este tipo de contaminación es la disolución de metales pesados, que a lo largo de todo el río provoca una mayor diseminación de los mismos.

El efecto que tiene el río Rosario es relevante tomando en cuenta que por efecto de dilución, es posible estabilizar el pH del río a valores aceptados por las diferentes normas y guías de calidad de agua.

**Gráfico N° 2. Agua: Conductividad**

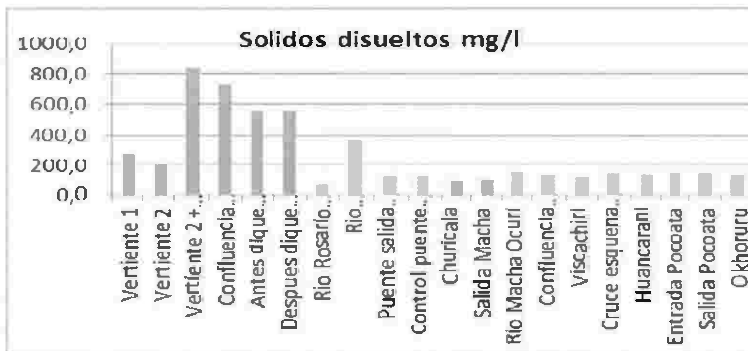


Fuente: Elaboración Propia CENAC– Bolivia – 2011.

Se pudo observar que en la vertiente 2 y los residuos de la mina los niveles de conductividad eléctrica sobrepasan lo recomendado por la Ley 1333 de

Medioambiente (3). Esto puede aumentar si se hace el muestreo en época seca o de estiaje.

**Gráfico N° 3. Agua: Sólidos Disueltos**

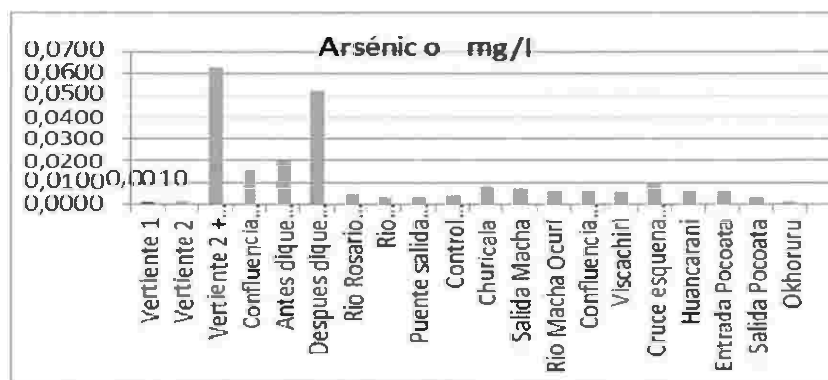


Fuente: Elaboración Propia CENAC– Bolivia – 2011.

Según las normas de calidad de agua potable especificadas en la Ley 1333, los resultados obtenidos no presentan valores que estén por encima de los límites permitidos. Sin embargo, a lo largo del río

Colquechaca, desde Colquechaca hasta el último punto en Pocoata, existe una disminución de éstos valores gracias a las afluencias de otros ríos como el río Rosario.

**Gráfico N° 4. Agua: Arsénico**

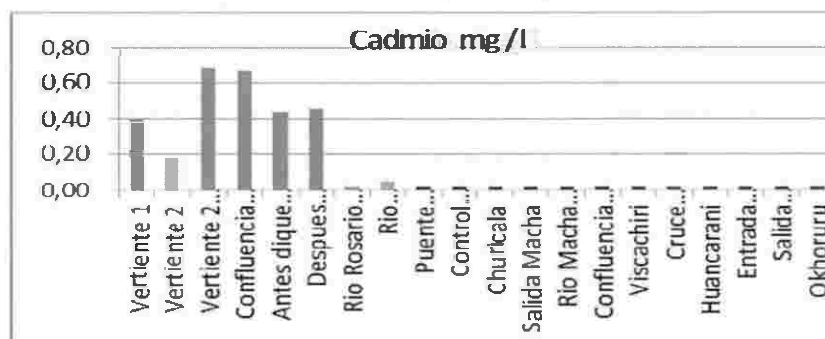


Fuente: Elaboración Propia CENAC– Bolivia –2011.

Según las normas sobre clasificación de cuerpos de agua, los resultados obtenidos presentaron valores por encima de los límites permitidos. Sin embargo, debido

a que las aguas no se usan para consumo directo, las mismas no tendrían un efecto directo en la población ya que solo es utilizada para riego.

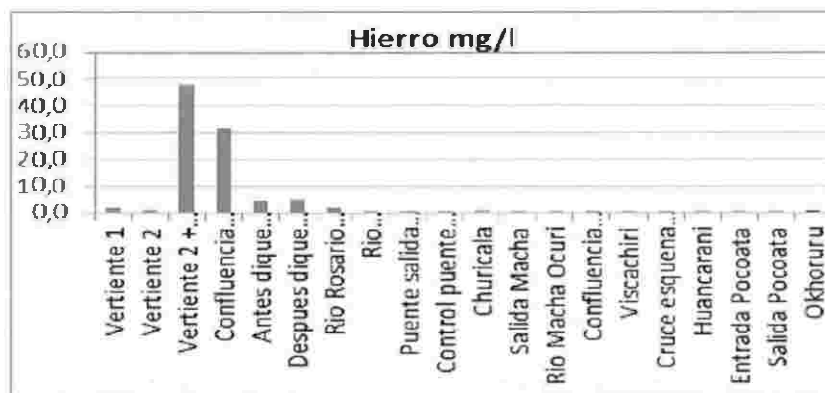
**Gráfico N° 5. Agua: Cadmio**



Fuente: Elaboración Propia CENAC– Bolivia –2011.

Los resultados obtenidos muestran que la población de Macha es la que cuenta con niveles alarmantes de Cadmio, mismo que es de los metales más tóxicos que existen.

**Gráfico N° 6. Agua: Hierro**

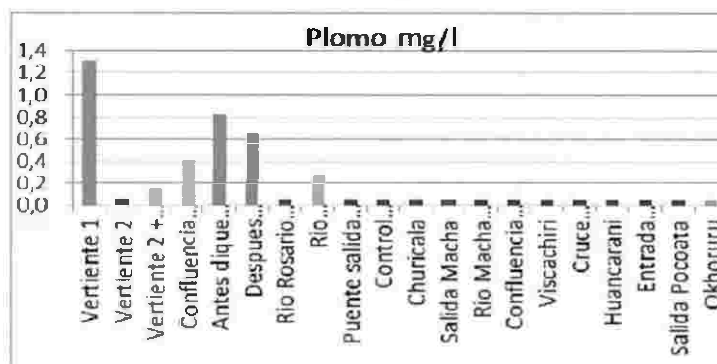


Fuente: Elaboración Propia CENAC– Bolivia – 2011

Se observó que la presencia de hierro en el agua tiene valores altos comparados con los límites permisibles para descargas industriales. Por lo que se recomienda

que el tratamiento debe hacerse en los puntos de mayor contaminación, los que se encuentran antes de Paica.

**Gráfico N° 7. Agua: Plomo**

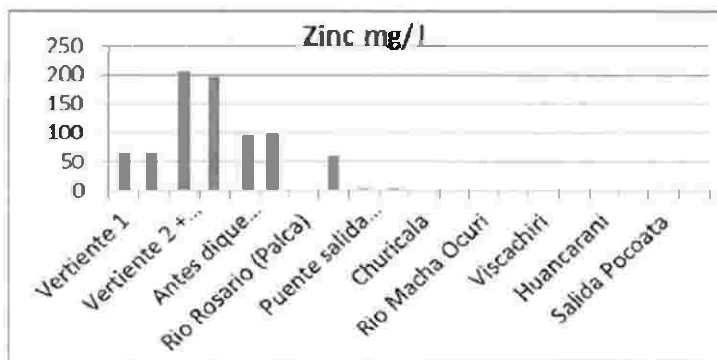


Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011.

Pese a que el plomo presenta valores altos en la vertiente 2, en la comunidad Paica disminuyen estos valores, y por tanto, no habría problemas en utilizar estas aguas para riego según ciertas normas sobre

calidad de aguas de riego. Se debe tener cuidado si se utilizarán para las hortalizas que se consumen crudas o de cascara delgada.

**Gráfico N° 8. Agua: Zinc**



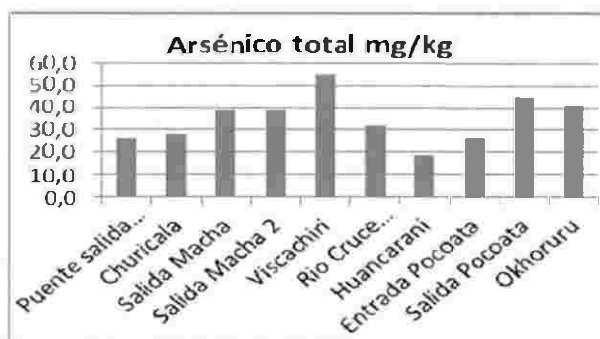
Fuente: Elaboración Propia CENAC– Bolivia – 2011.

No es aconsejable regar entre las vertientes afluentes al río hasta después de su confluencia con el río Rosario.

Es imprescindible la dilución de la carga de zinc para evitar la contaminación que trae el río Colquechaca.

**- Suelos**

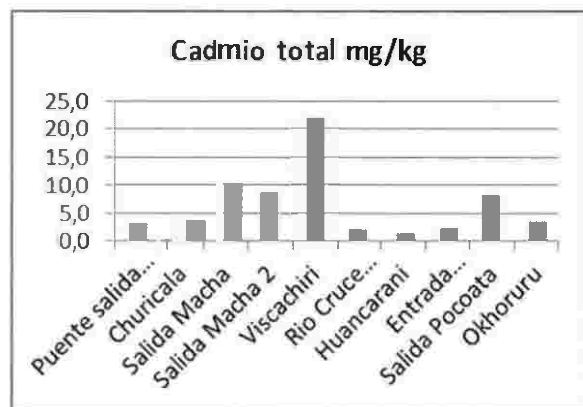
**Gráfico N° 9. Suelos: Arsénico**



Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011

Lamentablemente, existe un alto grado de contaminación con arsénico el cual se incrementa en Viscachiri debido a que en época húmeda los suelos de este sector se inundan con las crecidas del río, y al bajar su nivel, se concentran las sales presentes en el suelo.

**Gráfico N° 10. Suelos: Cadmio**

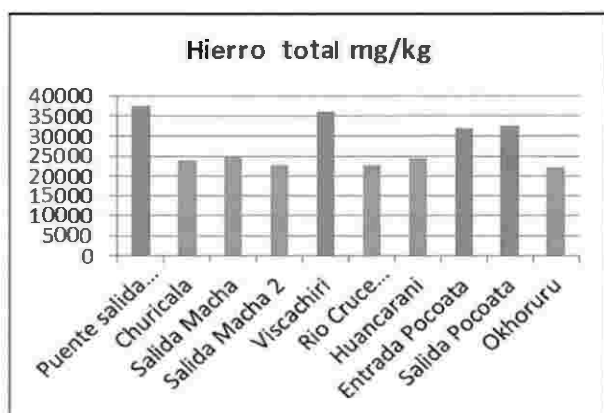


Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011.

En Viscachiri y salida de Macha se presentan los datos más altos de contaminación. En Viscachiri se observa el alto grado de contaminación al igual que en arsénico debido a las inundaciones y la constante concentración de metales pesados al bajar el nivel del agua de río.

Sobre los resultados obtenidos en Macha, se concluye que la actividad humana tiende a elevar la concentración de metales por la presencia de residuos sólidos en la ribera.

**Gráfico N° 11. Suelos: Hierro**

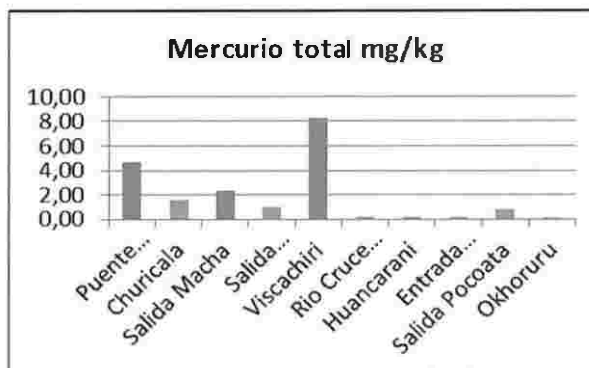


Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011.

Los altos valores de hierro en “puente salida Paica”, Viscachiri, entrada Pocoata y salida Pocoata, son pro-

ducto de la concentración post inundación y de la proximidad de asentamientos humanos. Sin embargo, los datos no son considerables debido a que el hierro es un macronutriente en los suelos.

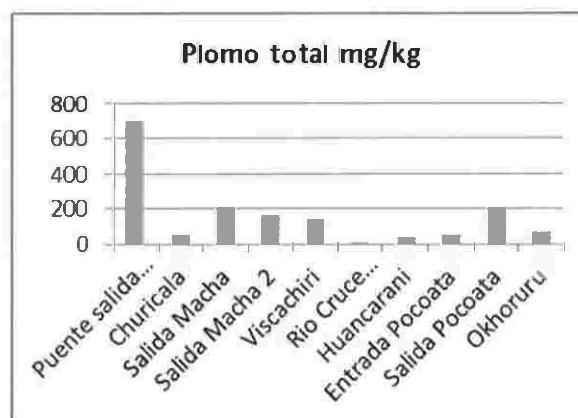
**Gráfico N° 12. Suelos: Mercurio**



Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011.

Debido a las aguas contaminadas desde Colquechaca, Viscachiri y Macha, la presencia de mercurio es visible, aunque no se determinó la existencia y cantidad de posible metil mercurio que es mucho más peligroso y contaminante.

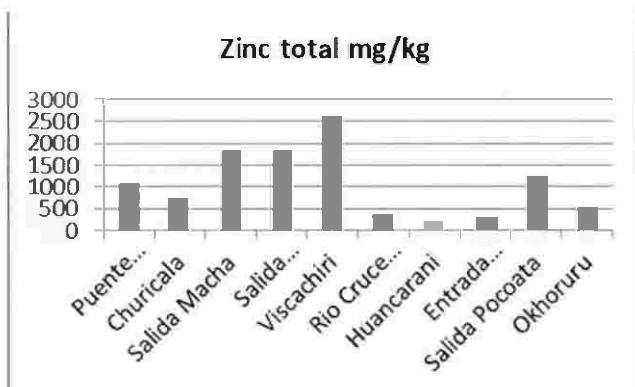
**Gráfico N° 13. Suelos: Plomo**



Fuente: Elaboración Propia CENAC– Bolivia – 2011.

Se obtuvo valores de plomo que sobrepasan el límite. Sin embargo, será necesario desarrollar un proyecto en época seca para que se produzca mayor concentración de los elementos analizados.

**Gráfico N° 14. Suelos: Zinc**

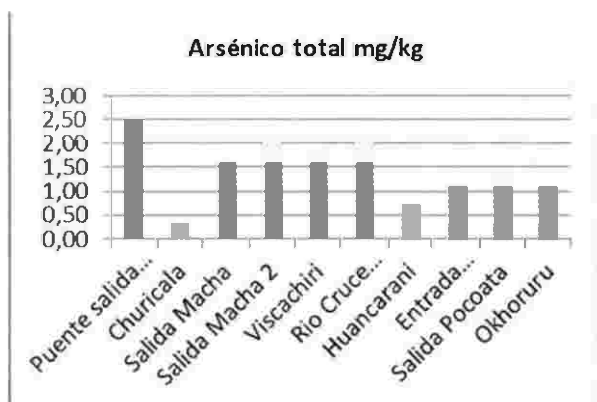


Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011.

Un exceso de zinc en el suelo es perjudicial para plantas en los procesos de transpiración, respiración y fotosíntesis y esto provoca que las plantas crezcan de menor tamaño y pobres en producción.

**- Plantas**

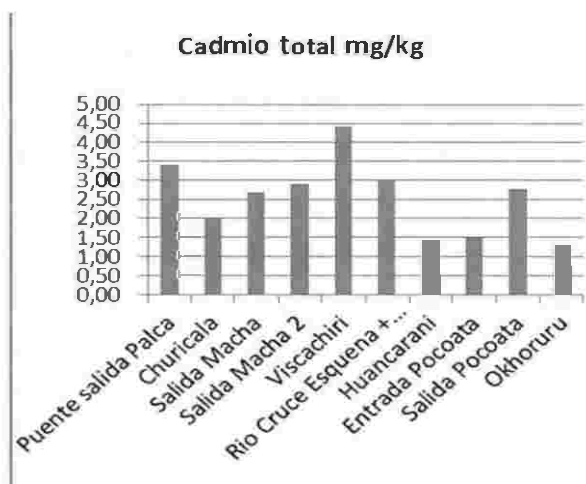
**Gráfico N° 15. Plantas: Arsénico**



Fuente: Elaboración Propia CENAC–Bolivia –2011.

Considerando la contaminación del suelo, producto de las aguas utilizadas para riego y que provienen desde Colquechaca, es obvio el elevado grado de arsénico en las plantas. En Pocoata, Macha, Viscachiri y Cruce Esquina + Finca Esquina se observa el mismo resultado debido a la proximidad de asentamientos urbano.

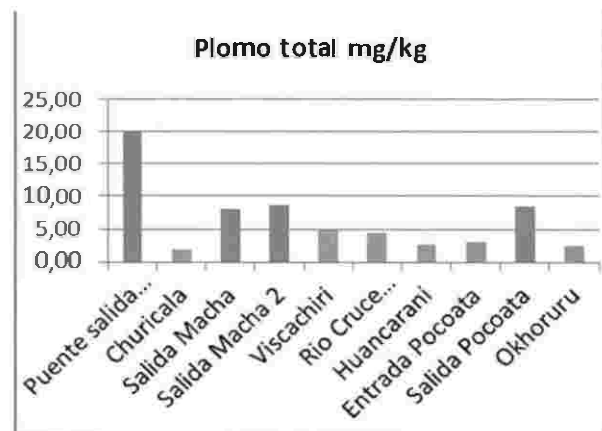
**Gráfico N° 16. Plantas: Cadmio**



Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011.

En Viscachiri se encuentran resultados con altos valores de metales pesados, especialmente en cadmio. Sin embargo, no llegan a tener valores tóxicos.

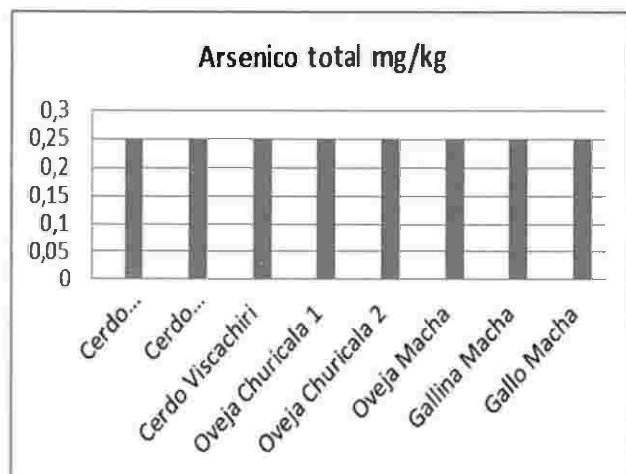
**Gráfico N° 17. Plantas: Plomo**



Fuente: Elaboración Propia CENAC–Bolivia –2011.

Una de las mayores concentraciones de plomo está en el puente de salida de Palca. La contaminación también se ve en las plantas en las poblaciones cercanas a las zonas de cultivos como en Macha y Pocoata.



**- Sangre****Gráfico N° 18. Sangre: Arsénico**

Fuente: Elaboración Propia CENAC – Bolivia – 2011.

No se observaron datos considerables de Arsénico, Cadmio y Plomo ya que los valores están por debajo de los límites cuantificables para el laboratorio que desarrolló el estudio, a excepción de valores altos de Cadmio en Viscachiri.

**DISCUSIÓN**

En el estudio desarrollado respecto al agua, se observa que la parte más contaminada es la de río arriba de Palca y, a partir de esta localidad, la concentración de la contaminación disminuye por la unión de los ríos Colquechaca y Rosario.

Los ensayos realizados a las piletas públicas no demuestran datos de contaminación por metales pesados, pero se observa un incremento de sales disueltas en los puntos de muestreo.

Los afluentes y los residuos de la mina que se encuentra en Colquechaca son los responsables de un pH elevado, por lo que se debería considerar un tratamiento de estabilización que podría ser útil en la disminución de metales pesados en aguas, los suelos y plantas.

Los niveles de conductividad eléctrica dan una idea de la alarmante concentración de ácidos, sales y metales pesados disueltos que contaminan gran parte de las aguas del río Colquechaca. Sin embargo, es posible un efecto de dilución que disminuya la concentración de sales disueltas.

Los niveles elevados de hierro en agua, fueron fáciles de determinar por el color de las muestras y los márgenes del río Colquechaca. No es posible utilizar estas aguas para regar las hortalizas que consumimos si lo hacemos de forma cruda o con cascara delgada.

En muchos casos la presencia de elevadas cantidades de sales disueltas está relacionada a la presencia de problemas intestinales como la diarrea.

Referente al estudio del suelo es donde se aprecia mayor cantidad de contaminación, siendo los más afectados los regados por aguas del río en Paica, Macha, Viscachiri y Pocoata a consecuencia de la actividad minera y el creciente asentamiento humano.

Los metales pesados tienden a concentrarse luego de la época de lluvias y esto hace que se reporten datos elevados a lo largo del estudio. De la misma manera, se observa que, a excepción de Viscachiri, los niveles de contaminación bajan mientras más lejos sean las muestras de las áreas de explotación minera.

En el caso de las plantas, las muestras fueron tomadas en los mismos sitios de los suelos y existe correlación de los datos de contaminación en especial en la localidad de Viscachiri. La presencia de metales pesados en las plantas se debe a los suelos contaminados tanto por la actividad minera como por la actividad humana, en especial en aquellas comunidades cercanas al río.

Para el caso de la sangre de los animales, no se pudo evidenciar contaminación en la misma. Sin embargo el único dato que dio un valor mayor a los límites de cuantificación del método es en Viscachiri, guardando la correlación mencionada con anterioridad entre suelo y plantas.

**AGRADECIMIENTOS.**

Debemos de agradecer de manera muy especial a la Central Sindical Única de Trabajadores Originarios de la Provincia Chayanta del Norte Potosí, cuyos dirigentes facilitaron los accesos y toma de muestras.

De la misma manera, agradecer a CENAC – Bolivia, quienes elaboraron el presente estudio y nos facilitaron datos para realizar la presente publicación.

Finalmente, agradecer a la Universidad del Valle, por brindar espacios de socialización de esta información, misma que servirá para sensibilizar y tratar de contribuir en procesos que solucionen la problemática de la región.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Periódico "El Potosí", 30 de agosto del 2012, Página 12.
- (2) ONG Wiñay, Carpeta técnica: "Daños Medioambientales provocados por la actividad minera en los municipios de Pocoata y Colquechaca" realizada por encargo de la Central Sindical Única de Trabajadores Originarios de la Provincia Chayanta CSUTOPCH. 2010, Primera Edición, Páginas 1 a la 50.
- (3) LEY No. 1333, LEY DEL MEDIO AMBIENTE, DEL 23 DE MARZO DE 1992, Publicada en la Gaceta Oficial de Bolivia el 15 de Junio 1992.

**Fuentes de financiamiento:** Esta investigación fue financiada con fondos de los autores.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran que no tiene ningún conflicto de interés.

Copyright (c) 2016 Diego Rubén Gasalvez Aguilera.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de licencia](#)