



## Contaminación por metales pesados de microcuenca del río Alto Huallaga y suelos agrícolas

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil  
o revisa este artículo en:  
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i22.246>

Pollution by heavy metals of the micro-basin of the Alto Huallaga river and agricultural soils

*Poluição por metais pesados da micribacia do rio alto huallaga e solos agrícolas*

Manuel Llanos Zevallos<sup>1</sup>   
mllanosz@unadc.edu.pe

Abel Alberto Muñiz Paucarmayta<sup>2</sup>   
amuñiz@uncep.edu.pe

Marco Herber Muñiz Paucarmayta<sup>2</sup>   
mmniiz@uniscjsa.edu.pe

Guillermo Lorenzo Vílchez Ochoa<sup>3</sup>   
gvilchez@untels.edu.pe

Guillermo Gomer Cotrina Cabello<sup>1</sup>   
gcotrinac@undac.edu.pe

<sup>1</sup>Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco. Cerro de Pasco, Perú

<sup>2</sup>Universidad Nacional Juan Santos Atahualpa de Chanchamayo. Chanchamayo, Perú

<sup>3</sup>Universidad Nacional Tecnológica. Lima, Perú

Artículo recibido 17 de octubre 2023 / Arbitrado 24 de noviembre 2023 / Publicado 20 de enero 2024

### RESUMEN

La investigación tuvo como **objetivo**, determinar el nivel de contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de las aguas y suelos de la cuenca de río Huallaga; Pallanchacra, San Rafael, Río blanco, Huertas, Huancachupa, Higuera y Churubamba y su influencia en la agricultura, **Metodología** fue aplicada, porque se utilizó las muestras de metales pesados contaminantes del agua la descripción de metales existentes en cuenca del río alto Huallaga, suelos agrícolas del área de influencia. Nivel de investigación, descriptiva porque se describió los tipos de metales pesados contaminantes existentes en la cuenca del río alto Huallaga y en suelos agrícolas. **Resultados** los metales pesados identificados en el tramo rieron Huallaga Puente Taruca fueron: Cadmio (mg/L) 0.002, Plomo(mg/L) 0.07, Cobre (mg/L) 2,7. El pH del río Pallanchacra fue 7,80 siendo Neutro; Río Huallaga Puente Taruca el pH fue 7,92. Con temperaturas de 15, 0 °C, a 20,0 °C, los metales encontrados en aguas del río Huallaga se debe a relaves mineros desechos que llegan a desembocar en el río Huallaga, los suelos de riberas del río Huallaga tramo Pallanchacra los metales encontrados son Cadmio(mg/Kg) 0.07, Plomo(mg/Kg) 0,5, Cobre (mg/Kg) 2,5. Tramo Churubamba el metal encontrado fueron: Cadmio(mg/Kg) de 0.06, Plomo(mg/Kg) 0.9, Cobre (mg/Kg) de 2.3, según Fuentes y Coral (2019) **Conclusiones** El río Huallaga son contaminados por los metales de. Cadmio 0.003, 0.004 miligramos por litro; Plomo 0.005 a 0.06 miligramos por litro; Cobre 0.007 a 0.09 miligramos por litro.

**Palabras clave:** Relaves; Metales pesados; Riberas de aguas; Recursos ictiológicos; Suelo contaminado

### ABSTRACT

The investigation had like **objective**, Determining the level of contamination for metals weighed (Cd, Pb and Cu) of waters and grounds of the river basin Huallaga; Pallanchacra, San Rafael, white Rio, Huertas, Huancachupa, Higuera and Churubamba and his influence in agriculture, **Methodology** was applied, the description of existent metals at basin of the tall river utilized the knowledge preestablished of heavy contaminating metals of water itself Huallaga, agricultural grounds of the sphere of influence. Level of investigation, descriptive because the types of heavy contaminating existent metals at the basin were described of the laugh height Huallaga and at agricultural grounds Proven to Be. The heavy metals identified at the stretch laughed they were Huallaga Puente Taruca: Cadmium (mg L) 0,002, Plomo (mg L) 0,07, Cobre (mg L) 2.7. The pH of the laugh Pallanchacra was 7.80 being Neuter; Laugh Huallaga Puente Taruca the pH was 7.92. With temperatures of 15, 0 C, to 20.0 C the metals found in waters of the laugh Huallaga should to wash again mining waste matter that get to flow in the laugh Huallaga, the grounds of banks of the laugh Huallaga stretch Pallanchacra the found metals are Cadmium (mg/Kg) 0,07, Plomo (mg/Kg) 0.5, Cobre (mg/Kg) 2.5. Stretch Churubamba they were the found metal: (mg/Kg) 0,06, Plomo cadmium (mg/Kg) 0,9, Cobre (mg/Kg) of 2,3, according to Fuentes and Coral (2019) **Conclusions** The laugh they are Huallaga contaminated by the metals of. Cadmium 0,003, 0,004 milligrams for liter; I seal 0,005 with lead to 0,06 milligrams for liter; Collect 0,007 to 0,09 milligrams for liter.

**Key words:** Wash again; Heavy metals; Water banks; Ichthyologic resources; Contaminated ground

### RESUMO

O **objetivo** da pesquisa foi determinar o nível de contaminação por metais pesados (Cd, Pb e Cu) das águas e solos da bacia do rio Huallaga; Pallanchacra, San Rafael, Rio Blanco, Huertas, Huancachupa, Higuera e Churubamba e sua influência na agricultura. Aplicou-se a **metodologia**, utilizou-se o conhecimento pré-estabelecido sobre os metais pesados que contaminam a água, a descrição dos metais existentes na bacia do alto rio Huallaga, os solos agricultura na área de influência. Nível de pesquisa, descritivo porque foram descritos os tipos de contaminantes de metais pesados existentes na bacia do alto rio Huallaga e em solos agrícolas. Os metais pesados identificados no trecho do rio Huallaga Puente Taruca foram: Cádmiu (mg/L) 0,002, Chumbo (mg/L) 0,07, Cobre (mg/L) 2,7. O pH do Rio Pallanchacra foi 7,80, sendo Neutro; Rio Huallaga Puente Taruca o pH foi 7,92. Com temperaturas de 15,0 °C a 20,0 °C, os metais encontrados nas águas do rio Huallaga são provenientes dos rejeitos de mineração que deságuam no rio Huallaga, dos solos às margens do rio Huallaga Pallanchacra seção os metais encontrados são Cádmiu (mg/Kg) 0,07, Chumbo (mg/Kg) 0,5, Cobre (mg/Kg) 2,5. Na seção Churubamba os metais encontrados foram: Cádmiu (mg/Kg) de 0,06, Chumbo (mg/Kg) 0,9, Cobre (mg/Kg) de 2,3, segundo Fuentes e Coral (2019) **Conclusões** O rio Huallaga está contaminado por metais de. Cádmiu 0,003, 0,004 miligramas por litro; Chumbo 0,005 a 0,06 miligramas por litro; Cobre 0,007 a 0,09 miligramas por litro.

**Palavras-chave:** Rejeitos; Metais pesados; Bancos de água; Recursos ictiológicos; Solo contaminado

## INTRODUCCIÓN

El río Huallaga es el afluente desde sus nacientes de los andes de alturas de Cerro de Pasco. Que tiene su cauce de recorrido todo el valle de la ciudad de Huánuco, este líquido indispensable para la población quienes radican en sus riveras, lo utilizan para su riego de la agricultura, en sus actividades diarias de la población quienes consumen las aguas del río Huallaga, en el río Huallaga se encontraron la contaminación de los tramos: Salcachupán al tramo final del puente Churubamba (puente Taruka), el aumento de las actividades económicas, la expansión e intensificación de la agricultura y el aumento de aguas negras sin tratar (1).

El aumento de aguas residuales que se vierten en las aguas superficiales es muy alarmante. La contaminación del río Huallaga ha incrementado su contaminación por diversos factores: esto permite crear problemas a la población quienes consumen las aguas del río Huallaga, identificados la presencia de los metales pesados en el río Huallaga se debe a la contaminación de los relaves mineros, (2) el mal uso de los desechos inorgánicos, de los materiales biodegradables, el arrojado de los materiales de construcción el arrojado de los materiales del arrastre de lodo la desembocadura del mal hábito de la conexión de los sistemas de desagüe encontramos en todos los márgenes del río Huallaga desde el inicio de la toma de muestra hasta el punto final del lugar de la toma de muestra (3) “Los contaminantes que afecta a los ecosistemas y también indirectamente a la producción de los alimentos.

La contaminación por salinidad entre severa y moderada afecta a uno de cada diez tramos de ríos. Se debe a que se vierte el agua residual de minas y de irrigación. “Esto hace más difícil todavía a los campesinos pobres para regar sus sembríos”. Comprobaron también toneladas de basura doméstica y hospitalaria, restos humanos y de animales. La muestra de los suelos con presencia de metales pesados en el ámbito de las riveras del río Huallaga los mismos tramos de donde se recopiló la muestra de los suelos, En las muestras también se encontraron presencia de metales pesados, esto indica que en el entorno de las riveras del río se encuentra sembríos de hortalizas (4). tubérculos en su mayoría son sembrados bajo riego con las aguas del río Huallaga y el resultado de toda esta producción son de consumo familiar y en otras en la venta en el mercado local y regional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación política del área de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en las aguas del río Huallaga de la naciente en las alturas de la región Cerro de Pasco, por la confluencia de tres ríos Tíclacayán, Paríamarca y Pucurhuay. Los principales tributarios del río Huallaga son: el río Tingo, Condorragra, Chaupihuananga, Coquín y Quío en la zona de Ambo; los ríos Huancachupa, Higuera, Garbanza, Chinobamba y Acomayo, provenientes de las alturas de Huánuco, en su margen derecha recibe caudales de las quebradas, Chicchuy, Pumarini, Olijmayo y Yana mayu,

provenientes de las lagunas situadas. La cuenca integral de río Alto Huallaga, desde sus nacientes de las alturas de Cerro de Pasco hasta la ciudad de Huánuco (Puente Taruca), tiene una extensión aproximada de 4,789.4 Km<sup>2</sup>.

### Características geográficas del área de estudio

La subcuenca del Alto Huallaga, hasta el pueblo de Ambo, tiene una extensión de 1,582.3 km<sup>2</sup>, con una longitud de cauce de 83 km. Se distingue cuatro subcuencas secundarias: río Tingo, río Ticlacayán, río Pucurhuay y río Blanco. La línea de

subcuenca bordea los 4,800 m.s.n.m. y desciende a 3,200 m.s.n.m. en su extremo inferior. El fondo del cauce está entre 200 y 1,200 m, por debajo de la línea de cumbres. La pendiente promedio del cauce es de 2.8 por ciento que baja de los 4,400 a 2,850 m.s.n.m. La Actividad minero-metalúrgica en la cuenca alta del río Huallaga se sitúa principalmente en las provincias de Pasco y Ambo, siendo los distritos de Chuquimarca, Yanacancha, Tinyahuarco, Huariaca, Pallanchacra, Ambo y San Rafael los de mayor concentración de labores mineros más destacados.

**Tabla 1.** Características geográficas del área de estudio.

|           | Punto del Río | Altitud<br>Msnm | Coordenadas<br>UTM | Distancia de la Desembocadura<br>(m) | Hora de<br>muestreo |
|-----------|---------------|-----------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|
| <b>01</b> | Pallanchacra  | 2,811           | 367571,8851,309    | 190 rio arriba                       | 10:00 am            |
|           | Huallaga      | 2,806           | 37693,8851,226     | 100 rio arriba                       | 10:00 am            |
| <b>02</b> | San Rafael    | 2,722           | 370363,8857,097    | 200 rio arriba                       | 11:00 am            |
|           | Huallaga      | 2,718           | 370518,8856,719    | 50 rio arriba                        | 11:30 am            |
| <b>03</b> | Blanco        | 2,467           | 373,126,8868,694   | 80 rio arriba                        | 12:30 am            |
|           | Huallaga      | 2,448           | 373,173,8868,881   | 150 rio abajo                        | 12:45 am            |
| <b>04</b> | Huertas       | 2,080           | 367,702,8880,200   | 150 rio abajo                        | 2:30pm              |
|           | Huallaga      | 2,082           | 368,159,8880,179   | 80 rio abajo                         | 2:30 pm             |
| <b>05</b> | Huancachupa   | 1,965           | 363,608,8897,154   | 200 rio abajo                        | 3:30 pm             |
|           | Huallaga      | 1,953           | 363,874,8897,334   | 100 rio abajo                        | 3:45 pm             |
| <b>06</b> | Higueras      | 1,935           | 362,997,8900,895   | 60 rio arriba                        | 5:40 pm             |
|           | Huallaga      | 1,920           | 363,022,8900,962   | 70 rio arriba                        | 5:00 pm             |
| <b>07</b> | Churubamba    | 1,862           | 370,572,8909,772   | 500 rio arriba                       | 9:30 am             |
|           | Huallaga      | 1,857           | 369,826,8909,786   | 80 rio abajo                         | 10:30 am            |

Como indica en la Tabla 1. Se indica los siete puntos de la obtención de muestra del agua, para el análisis iniciando en el lugar denominado Pallanchacra de la provincia de Pasco, obteniendo la última muestra en el río Churubamba de la región Huánuco.

Los puntos de muestreo de suelos se han tomado cerca de los puntos de muestreo del agua, eligiendo en terrenos productivos Tabla 2.

**Tabla 2.** Ubicación de los puntos de muestreo de suelo.

|    | Punto Rio    | Altitud | Coordenadas UTM        | Distancia de la desembocadura en (m) | Hora de muestreo h |
|----|--------------|---------|------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| 01 | PALLANCHACRA | 2,811   | 2,011 367,571,8851,309 | 170 rio arriba                       | 10:45 am           |
| 02 | SAN RAFAEL   | 2,722   | 2,728 370,432,8857,097 | 190 rio arriba                       | 12:00 Pm           |
| 03 | LANCO        | 2,467   | 2,462 373,137,8868,655 | 60 rio arriba                        | 1:25 Am            |
| 04 | HUERTAS      |         |                        |                                      | No hubo muestra    |
| 05 | HUANCACHUPA  | 1,965   | 1,949 363,853,8897,368 | 160 rio arriba                       | 4:15 Pm            |
| 06 | HIGUERAS     |         |                        |                                      | No hubo muestra    |
| 07 | CHURUBAMBA   | 1,862   | 1,862 369,791,8090,983 | 400 rio arriba                       | 9:30 am            |

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El tipo de investigación fue aplicada nivel de investigación descriptivo. La población fueron todos los ríos que desembocan a la Cuenca del río Alto Huallaga y los terrenos ubicados a orillas del río Huallaga, Las muestras se tomaron en cada punto para del río, el volumen de muestra extraída fue de 5 %, del caudal recogidas, de estas muestras se prepararon para el laboratorio 2 litros de agua, y la recolección de la tierra fue de 1kilo. El diseño de investigación fue el descriptivo, por conveniencia, con la selección de puntos de muestreo tomando como criterio las características del efluente de la actividad productiva, extractiva o de servicios.

### Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron en el muestreo los afluentes con mayor aportación de agua (5 puntos) y los provenientes de las estaciones mineras, que

fueron excluidas los riachuelos pequeños y los provenientes de las lagunas.

### RESULTADOS

El resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del río Huallaga del lugar denominado puente hacienda Salcachupan río Huallaga del lugar puente hacienda Salcachupan los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.004, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.09 de peso, el metal Cu(mg/l) con el peso de 1.8, encontrándose el pH de 7.8 y la temperatura de optima de 15°C grados Tabla 3.

**Tabla 3.** Resultado de análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga puente hacienda Salcachupán.

| Variable o Parámetro | Peso de Importancia |
|----------------------|---------------------|
| Cd(mg/l)             | 0.004               |
| Pb(mg/l)             | 0.09                |
| Cu(mg/l)             | 1.8                 |
| pH                   | 7.8                 |
| Temp. °C             | 15                  |

Como indica en la Tabla 1. Se indica los siete puntos de la obtención de muestra del agua, para el análisis iniciando en el lugar denominado Pallanchacra de la provincia de Pasco, obteniendo la última muestra en el rio Churubamba de la región Huánuco.

Los puntos de muestreo de suelos se han tomado cerca de los puntos de muestreo del agua, eligiendo en terrenos productivos Tabla 2.

**Tabla 4.** Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga - Puente Taruca.

| Rio Huallaga -Puente. Taruca | Rio Huallaga - Puente. Taruca |
|------------------------------|-------------------------------|
| Variable o Parámetros        | Peso de importancia           |
| Cd(mg/l)                     | 0.002                         |
| Pb(mg/l)                     | 0.07                          |
| Cu(mg/l)                     | 2.7                           |
| pH                           | 7.92                          |
| Temp. °C                     | 19.0                          |

### Obtención del suelo para el análisis

El análisis de suelo fue tomado de los lugares del tramo del rio Pallanchacra, San Rafael, Rio Blanco, rio Huertas, Huancachupa, suelos del tramo de rio higueras y suelo del tramo de Churubamba.

**Tabla 5.** Resultado de laboratorio de análisis de suelo Pallanchacra.

| Suelo de Pallanchacra | Suelo de Pallanchacra |
|-----------------------|-----------------------|
| Variable o Parámetros | Peso de importancia   |
| Cd(mg/l)              | 0.07                  |
| Pb(mg/l)              | 0.5                   |
| Cu(mg/l)              | 2.5                   |

En la Tabla 5. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio del suelo de tramo Pallanchacra, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso de importancia 0.007 de

miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.5 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 2.5 de miligramos, los metales encontrados en los suelos del tramo Pallanchacra.

**Tabla 6.** Resultado de análisis en laboratorio de suelo en Churubamba.

| Suelo del tramo río Churubamba | Suelo del tramo río Churubamba |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Variable o Parámetros          | Peso de importancia            |
| Cd(mg/l)                       | 0.06                           |
| Pb(mg/l)                       | 0.9                            |
| Cu(mg/l)                       | 2.3                            |

En la Tabla 6. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio los suelos del tramo de lugar Churubamba, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso de importancia 0.06 de miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.9 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 2.3 de miligramos, los metales encontrados en los suelos del tramo corresponden al lugar de Churubamba.

## DISCUSIÓN

La contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de la microcuenca del río alto Huallaga y suelos agrícolas del área de influencia en Huánuco. la contaminación con metales pesados los resultados más altos encontrados. el tramo de Pallanchacra tramo Churubamba (puente taruca) los datos obtenidos de los Ríos Huallaga puente hacienda Salcachupán y el tramo Río Huallaga Puente Rancho son iguales con Cd (mg/l) 0,004. la

contaminación por metales pesados en un sector del río alto – Chicamocha – Colombia concluye que Chicamocha constituyen las principales fuentes de contaminación por trazas metálicas (5) En sedimentos evidencian que ninguna de las muestras máximas excede los valores estimados En cuanto a los valores de las plantas el máximo valor registrado para el mercurio fue de 2,14 ppm (media 0,33 ppm) seguido por el Plomo 53,43 ppm (media 5,3 ppm) y seguido del cobre 76,22 ppm (media 7,6). En las muestras de peces analizadas se detectó la presencia de Hg, Pb y Cu, los valores registrados: cobre (2,6 ppm), seguido por el plomo (0,46 ppm), último el mercurio (0,0704 ppm), los tramos del río San Rafael, río Higuera, río Huallaga puente Rancho también se obtuvo los datos iguales en Cd(mg/L) 0,002, de este metal de cadmio (6).

En los tramos del río Huallaga San Rafael, Río Huertas y el río Huancachupa los datos obtenidos son iguales en Cd(mg/L) 0.003, Contaminación por

metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray – Perú, los elementos detectados fueron K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb y Ba, los tramos de río Huallaga puente Rio blanco los datos obtenidos fueron Cadmio(mg/l) fue de 0.005, el tramo de Rio Huallaga Puente Huancachupa, y el río Huallaga- Puente Tingo los datos de Cadmio (mg/l) fue de 0.006, el Rio Huallaga- Ambo el resultado del Cadmio(mg/L) fue 0.007 el más alto, (7) la Contaminación del Río Rímac concluye que la contaminación del suelo por agua contaminada representa un riesgo importante en las hojas vegetales para el As. El Cd.

Los datos del tramo de Rio Blanco en Cadmio (mg/l) fue 0.001el más bajo. los resultados obtenidos del Rio Huancachupa en Plomo (mg/l) fue 0.02, y del Rio blanco y Rio Churubamba son iguales en Plomo (mg/l) 0.03 con datos iguales. los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016. Chiclayo, Perú, la concentración de los metales pesados fue: Aluminio (0.615 mg/L, 0.086 mg/L); Cd (<LCM, <LCM); Fe (1.021 mg/l, 1.680 mg/l); Pb (0.004 mg/l, <ICM) y Zn (0.06 mg/ l, 0.027 mg/l), los resultados de los tramos de Rio San Rafael, Rio Huerta, Rio Blanco, Rio Huallaga-San Rafael Rio Huallaga puente hacienda Salcachupán el dato de Cobreu(mg/l) fue 1.4 a 1.8. los tramos del Rio Huallaga, Puente Rio Blanco, Rio Huallaga Ambo, rio Huancachupa (8) Tramo Rio Huallaga puente Huancachupa, Rio Higueras, Rio Huallaga Puente

tingo, tramo Rio Churubamba, Rio Huallaga puente taruca los datos de Cobre(mg/l) fueron 2.1 a 27.

Los Efectos adversos de metales pesados en la agricultura de la cuenca baja del río Huaura – provincia Huaura 2017 tuvo como objetivo determinar los efectos adversos de metales pesados (Cd, Pb, Cu, Zn); los tramos de los suelos de San Rafael y el tramo del suelo de rio Blanco en el análisis de Cobre (mg/kg) fueron de 1.4 a 1.8 (9) datos obtenidos de los suelos de los tramos de suelos de Pallanchacra y el tramo de los suelos de Huancachupa y suelo de Churubamba en Cu(mg/kg) fueron 2.5 a 2.9

## CONCLUSIONES

En el trabajo de investigación se obtuvieron resultados del nivel de investigación de metales pesados de los suelos y aguas del río Huallaga que tiene influencia de contaminación en la agricultura, en lo que se logró obtener datos de contaminación de los metales: Cadmio de 0.004, 0.006 y 0.007 en miligramos por litro. Se identificaron los metales de Plomo(mg/l), Se logró obtener los resultados que se planteó en los objetivos de conocer la presencia de porcentajes de los metales que se encuentran en el río Huallaga y las tierras agrícolas

**CONFLICTO DE INTERESES.** Los autores que desarrollaron el trabajo de investigación declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico, por el intermedio autoriza la publicación abierta con acuerdos y aprobación de todos los autores quienes trabajaron en el desarrollo del trabajo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Autoridad Nacional del Agua. (ANA, 2016), Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Superficiales. Lima-Perú. 2016; 23-333. <https://acortar.link/vkrTHn>
2. Barrios C, Torres R, Lampoglia T, Agüero R. Guía de orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades: Sistemas de Agua y Saneamiento Rural. 2009.p.88-221. <https://acortar.link/SDMCL0>
3. Castro, W. Influencia del vertido del efluente líquido de la compañía minera Aurex S.A. en el ecosistema acuático del Rio San Juan. Tesis para optar por el título de ingeniería ambiental. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Perú. 2011.35-109. <https://acortar.link/9zwAkC>
4. Romero K. Contaminación por metales pesados. Revista Científica Ciencia Médica. 2011; 12 (1): 45-46. <https://acortar.link/HVIZUV>
5. Flores R. Efectos adversos de metales pesados en la agricultura de la cuenca baja del río Huaura-provincia Huaura 2017. Huaura, Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. 2017; 33-56. <https://acortar.link/GUT9x9>
6. Correa O, Fuentes F y Coral R. Contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray - Perú. Rev. Soc. Quím. Perú. 2021; 87 (1): 26-38. <https://acortar.link/5PiFI>
7. Herrera A. Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón-Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, (2016). Chiclayo, Perú: Universidad de Lambayeque Facultad de Ciencias de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. 2016; 67-35. <https://acortar.link/qLBeak>
8. OEFA, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Fiscalización eficiente. Caretas, Lima. <https://www.gob.pe/27134-organismo-de-evaluacion-y-fiscalizacion-ambiental-sistema-nacional-de-evaluacion-y-fiscalizacion-ambiental-sinefa>
9. Riveros F. Nivel de contaminación con metales pesados en suelos agrícolas y sus Efectos en Hortalizas en el Valle Higuera, Huánuco. Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán. 2014; 23-34. <https://acortar.link/5ISKeW>