

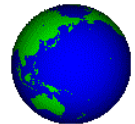
Presentación avance:
Biolixiviación de metales y metaloides por organismos autóctonos y bioaumentados en sitios mineros contaminados. Estudio de caso: Santo Domingo, Chontales.

Presentado por:
Josué García
Róger Midence

Carrera:
Ingeniería en Calidad Ambiental.

Katia Montenegro PhD.

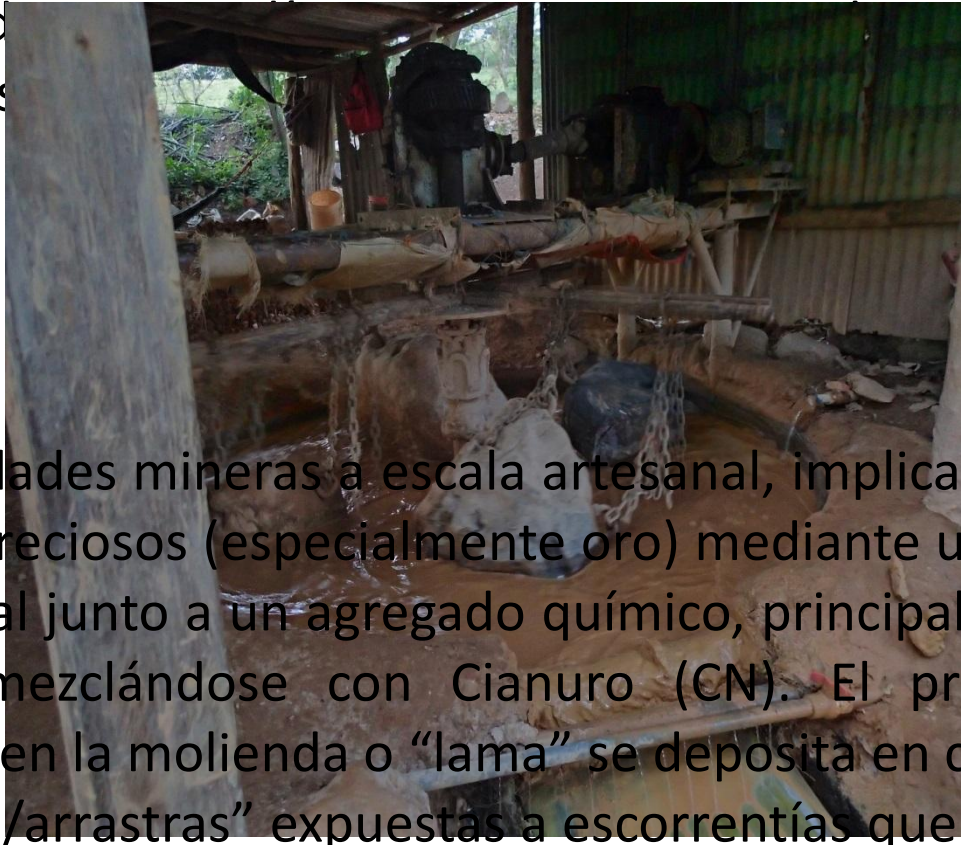
Managua, Nicaragua 10 de Julio del 2014



- ▶ Dentro del marco del Proyecto “**Remediación de sitios contaminados: investigación y educación**” ([BIOREMhttp://biorem.univie.ac.at/](http://biorem.univie.ac.at/)), implementado y financiado por el Programa de asociación Austríaco de la educación superior e investigación para el desarrollo (APPEAR/ADC-OeAd/LAI)

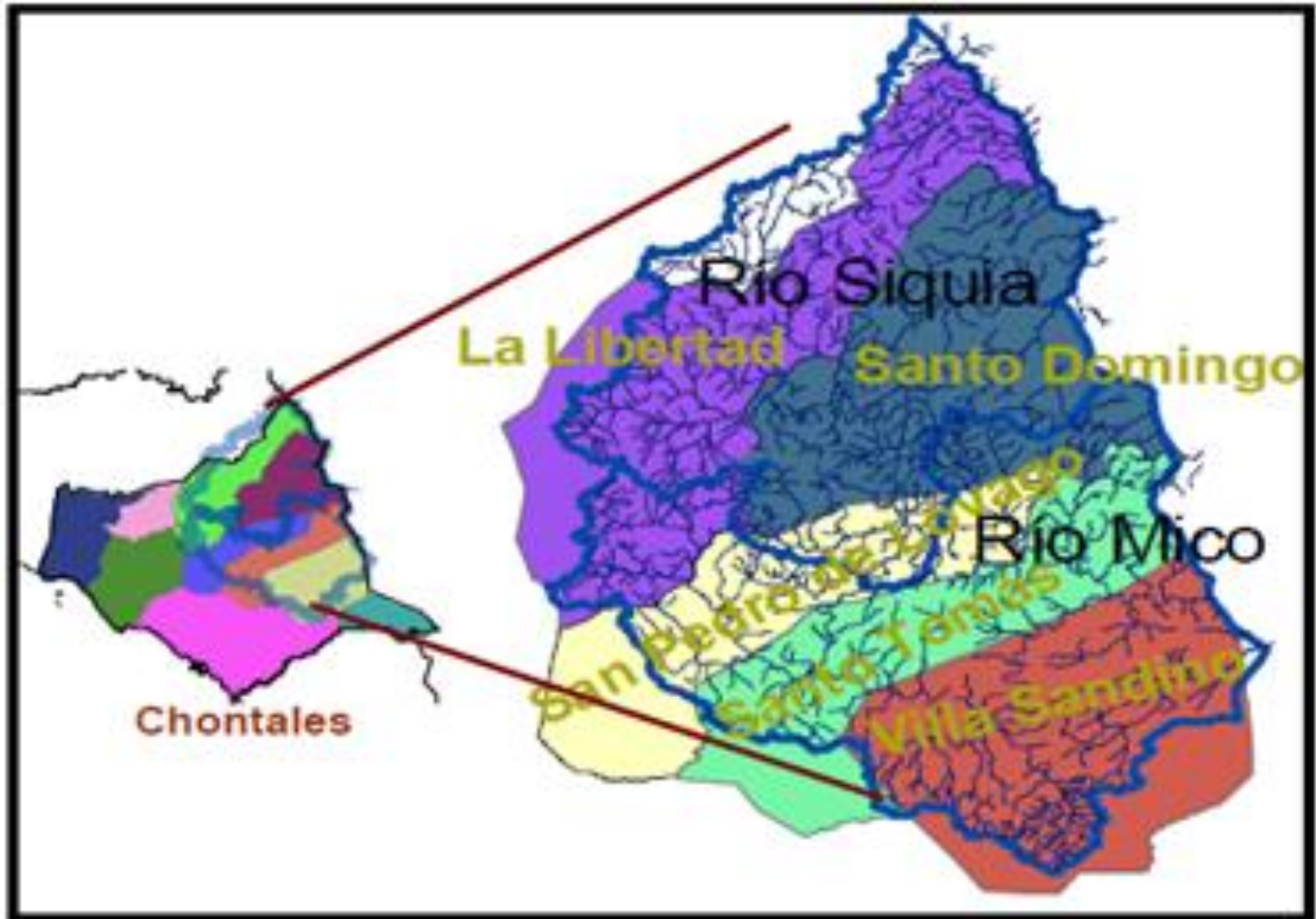
Introducción

Nicaragua posee yacimientos minerales relevantes y de importante valor económico, los cuales aportan sustento a las comunidades inmersas o cercanas a ellos. Sin embargo, en las últimas décadas es el sector minero artesanal el que ha ganado como las principales actividades extractivas que aprovechan los recursos naturales de estas localidades.



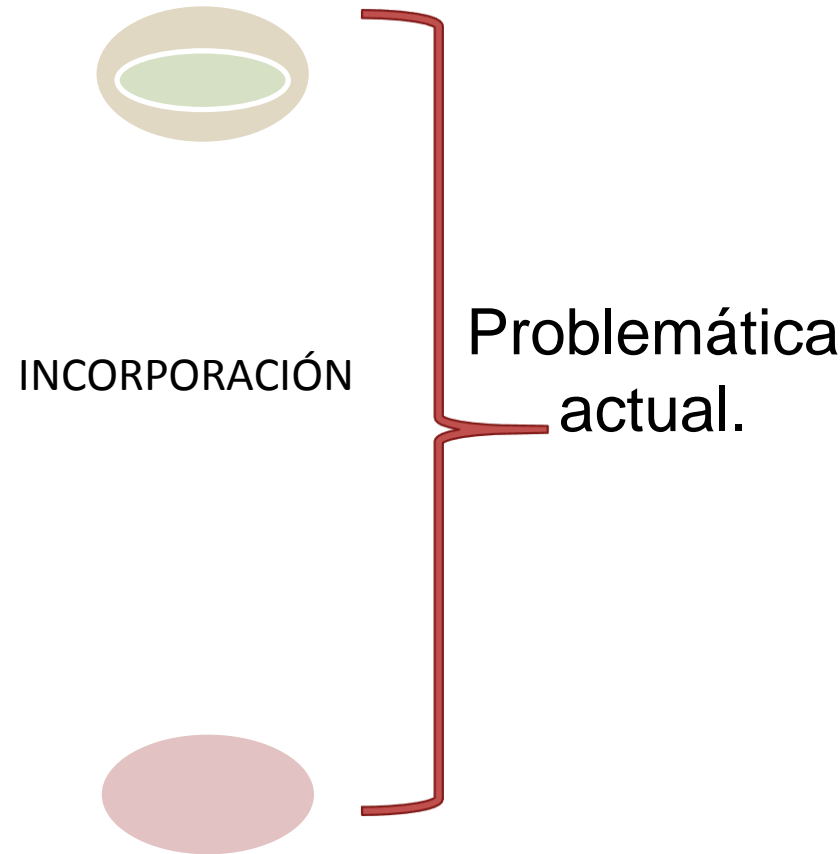
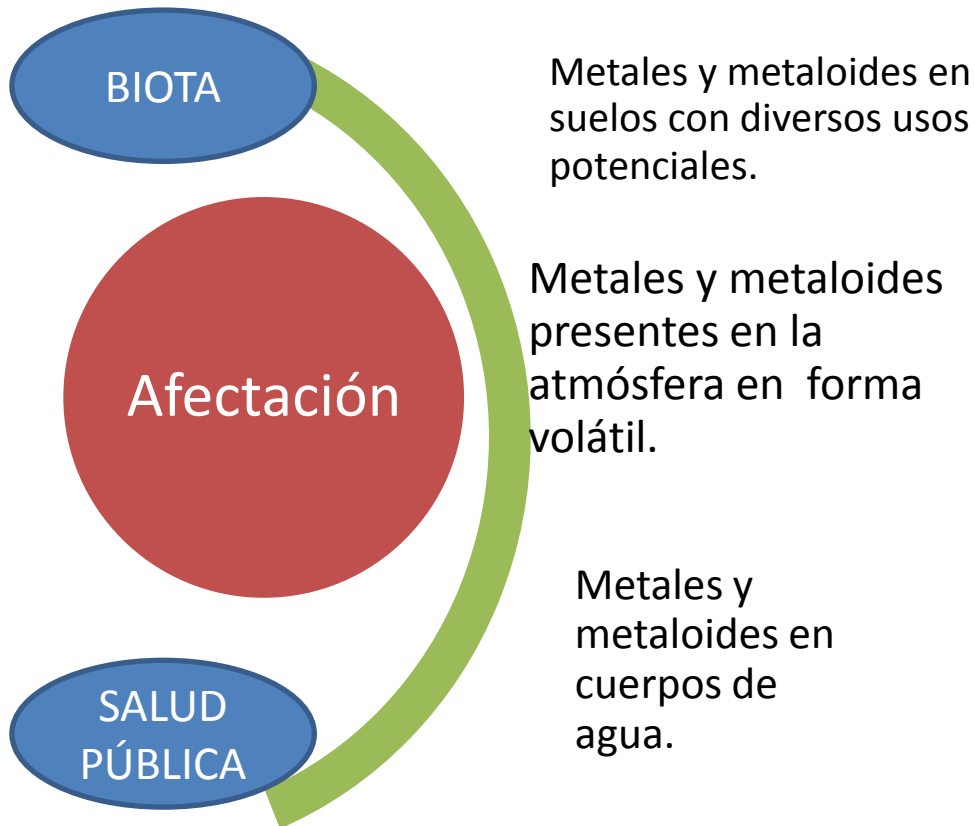
Las actividades mineras a escala artesanal, implica la extracción de metales preciosos (especialmente oro) mediante un amalgamiento del mineral junto a un agregado químico, principalmente mercurio (Hg), o mezclándose con Cianuro (CN). El producto residual generado en la molienda o “lama” se deposita en cercanías al lugar o “Rastras/arrastras” expuestas a escorrentías que lo transportan a fuentes de aguas u otros reservorios como suelo de diversos usos potenciales.

ÁREA DE ESTUDIO



PROBLEMÁTICA

Generación de divisas por explotación minera:



OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar el potencial de biolixiviación autóctono e inoculado de metales pesados en sitios contaminados en la región minera de Santo Domingo, Chontales.

Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia de lixiviación fungal autóctona e inoculada (bioaumentada) en base al porcentaje de remoción por percolación de metales de dos sedimentos contaminados y uno de referencia en la región minera de Santo Domingo, Chontales.
- Relacionar la eficiencia de lixiviación fungal con algunas propiedades biológicas a monitorear durante los experimentos como son la producción de ácidos orgánicos (acético, oxálico, propiónico y succínico) y la actividad enzimática (lipasa-esterasa) de los sedimentos bajo estudio.
- Relacionar la eficiencia de lixiviación fungal con algunas propiedades fisicoquímicas como el pH y la textura y la concentración inicial de metales totales y lixiviables o biodisponibles (Agua destilada, CaCl_2 0.01 N y NH_4NO_3 1M) en los sedimentos bajo estudio.
- Optimizar el tiempo de percolación, contenido de carbohidratos (melaza) y volumen de líquido de percolación (agua) necesario para favorecer el proceso de biolixiviación en los sedimentos bajo estudio
- Identificar las especies autóctonas que conforman las comunidades fungales de los sedimentos bajo estudio por medio de la técnica de PCR.

Fases secuenciales de la minería artesanal



Exploración



Desarrollo



Explotación

Cont. Fases del proceso



Extracción del mineral



Disposición de relaves:



Rehabilitación y cierre:

IMPACTO A LA SALUD HUMANA Y AMBIENTAL

El suelo resulta alterado por aumentar el contenido traza de metales pesados volviéndolos “magnificados” como son el Cadmio, Cromo, Plomo, Bario y Zinc.



Impacto ambiental al recurso hídrico (Río Mico, biodisponibilidad).



Impacto ambiental a los suelos y su diversidad: Biodisponibilidad.

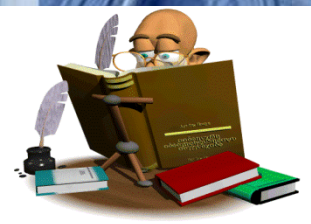
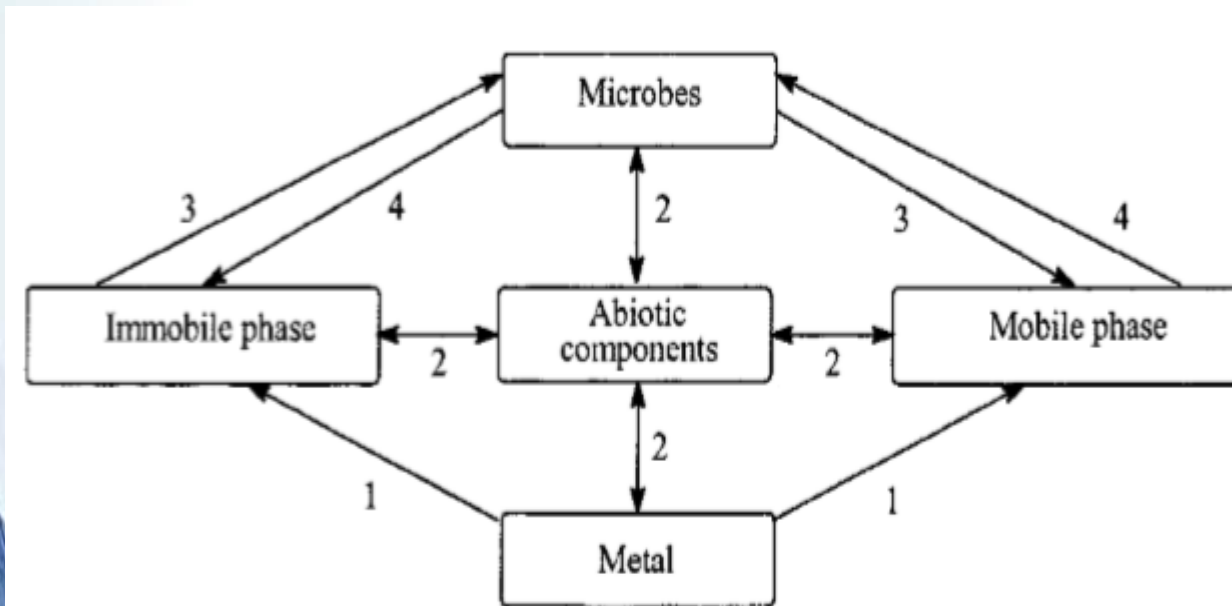


Impacto ambiental a la atmosfera. Inhalación de vapores de mercurio en la etapa de recuperación del mismo.

ALTERNATIVA



Una alternativa de remediación para sitios contaminados por metales y metaloides es la ***Biolixiviación***, técnica que consiste en emplear microorganismos tanto fúngicos o bacterianos que permiten transformar metales y metaloides a especies solubles o más fácilmente extractables mediante la producción de metabolitos de bajo peso molecular, sobre todo ácidos orgánicos.



Biolixiviación como técnica de remediación.



Definición



Mecanismo de Biolixiviación
(Ácidos Orgánicos)



Ventajas de Biolixiviación



Condiciones que influyen

Diseño experimental

Muestreo

- Sedimento botadero y sedimento del río

Caracterización

- Físico-química y contenido de metales y metaloides de muestras

Microbiología

- Aislamiento, cultivo e identificación de Hongos autóctonos

Optimización del Método

- Duración, flujo de melaza y agua de lixiviación, cantidad de sustrato, estado del sustrato.

Estandarización

- De metodología analítica para estimación de la actividad enzimática (cantidad de muestra, caracterización de melaza a utilizar (humedad-Sólidos% y clarificación), optimización método de HPLC (solvente, curva)

Fase experimental

- Montaje de los percoladores (control abiótico y 3 réplicas)

Diseño experimental

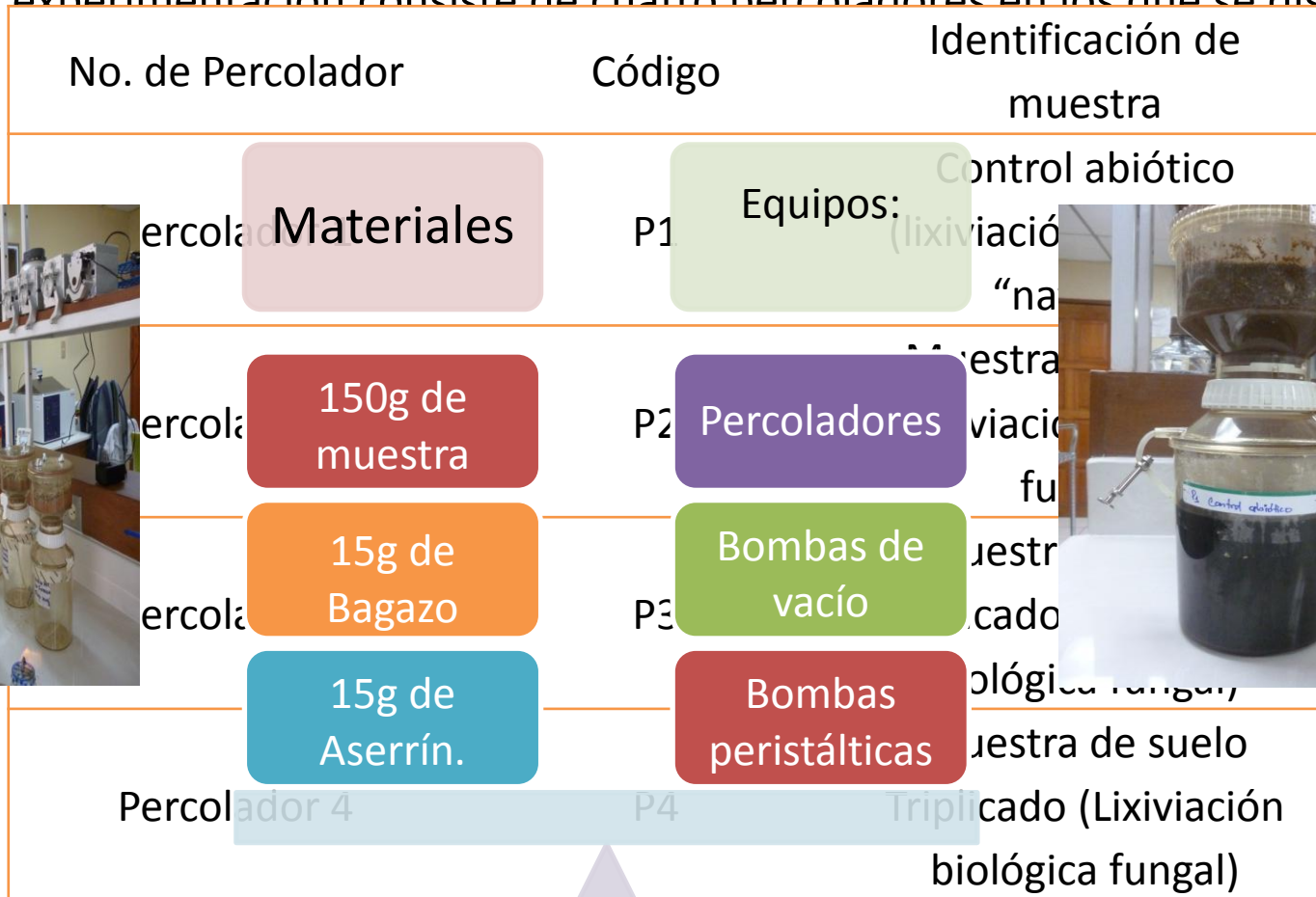
- a) Biolixiviación fúngica Autóctona de residuos mineros del botadero la estrella.
- b) Biolixiviación fúngica autóctona de sedimento del río aledaño al Botadero La Estrella
- c) Biolixiviación fúngica Bioaumentada de residuos mineros del Botadero La Estrella
- d) Biolixiviación fúngica Bioaumentada de sedimento del rio aledaño al Botadero La Estrella



Diseño experimental (cont.)

- El Método de Biolixiviación empleado es el propuesto por Shinner (2005)

Cada fase de experimentación consiste de cuatro percoladores en los que se disponen:



Diseño experimental (cont.)

Monitoreo de Contenido de Metales y metaloides en suelo y lixiviado
Mediante uso del equipo ICP-OES (Induced coupled plasma-Optic
Emission Spectrophotometer)

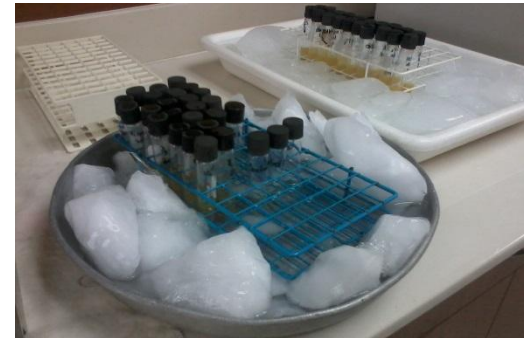
Hipótesis: Las concentraciones de metales y metaloides en suelo irán
decreciendo, mientras que en el eluente irán aumentando.



Diseño experimental (cont.)

Monitoreo de Actividad Lipasa-Esterasa:
Método colorimétrico de Margesin (2002). p-NPB como sustrato que mediante hidrólisis enzimático se libera pNP.

Hipótesis: A medida que los metales y metaloides sean removidos del suelo, la actividad enzimática aumentará, pues no habrá estrés (alta concentración de metales) que limite las funciones enzimáticas del mismo.



Diseño experimental (cont.)

Monitoreo de Ácidos orgánicos a través del equipo HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

Método: HPLC para ácidos orgánicos. Columna AMINEX-HPX 87H, flujo 0.6 mL/min, temperatura de columna 41 °C, longitud de onda 210 nm. Eluente H₂SO₄ al 4mM

Hipótesis: Los hongos presentes en el suelo pueden generar ácidos orgánicos para movilizar los metales incluidos en la matriz del suelo, los cuales pueden ser detectados por HPLC.



RESULTADOS PRELIMINARES

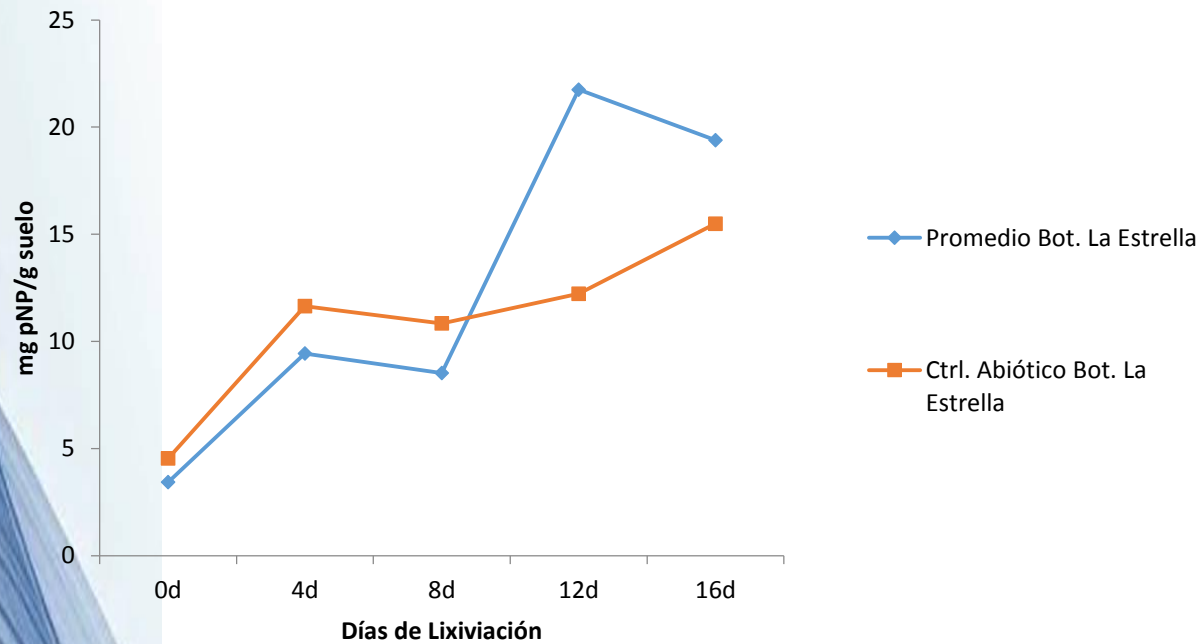
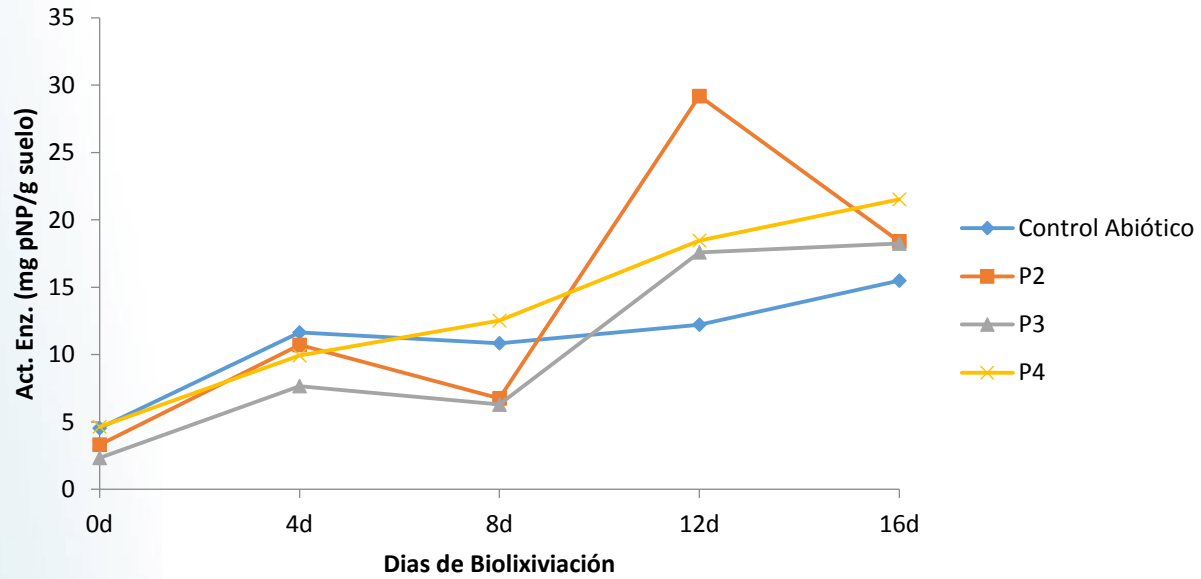
Caracterización inicial del sedimento Botadero La Estrella enfocado en contenido de metales y metaloides comparados con la Norma Internacional Canadiense.

Contaminante /Sustancia	Suelo natural	Norma canadiense			
		Agricultura	Residencial	Comercial	Industrial
Arsénico	4.422	12	12	12	12
Bario	592.370	750	500	2000	2000
Berilio		-	-	-	-
Cadmio	2.680	1.4	10	22	22
Cromo	5.856	64	64	87	87
Cobre	150.197	63	63	91	91
Plomo	1018.427	70	140	260	600
Mercurio	9.728	6.6	6.6	24	50
Níquel	6.786	50	50	50	50
Selenio	1.137	1	1	3.9	3.9
Talio	2.844	1	1	1	1
Vanadio	56.661	130	130	130	130
Zinc	228.433	200	200	360	360

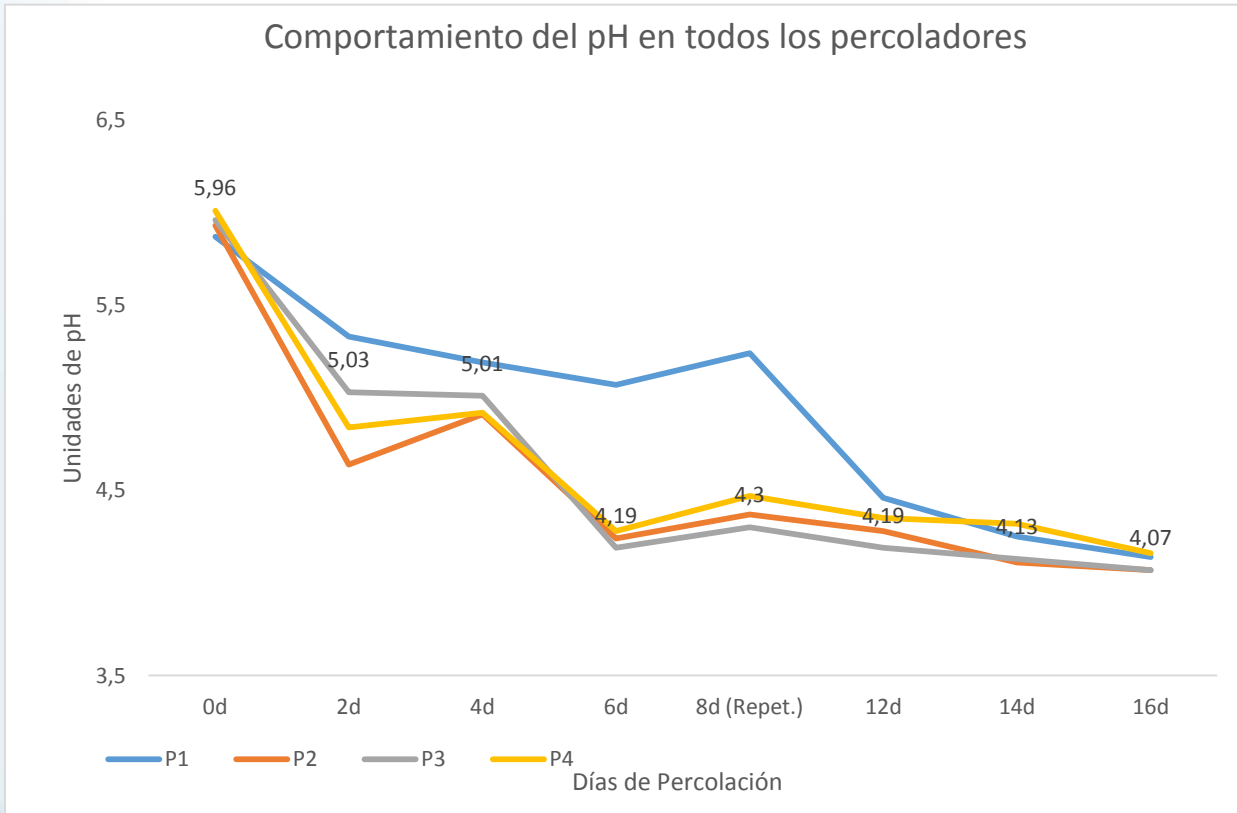
Resultados de Optimización y estandarización de metodología analítica

- De los flujos de 20, 10, 15 ml/h evaluados, el de 15 mL/ resultó el mas optimo
- El experimento duró 10 días. De acuerdo a resultados de contenido de Metales, en el 8º día se alcanzó la máxima. Se decidió prolongar la duración a 16 días
- Se observó necesario tratar el sustrato complejo, tamizarlo, ya que fue uno de los principales interferentes.
- Por razones económicas, el muestreo se decidió hacer cada 4 días (muestras de 0, 4, 8, 12 y 16º días) y no cada 2 días.
- En el método de actividad enzimática se hizo pruebas empleando 0.1 g y 0.2g. La curva de calibración de mayor correlación resultó con 0.1g de muestra
- Se estimó el % de Sólidos de la melaza mediante el método de “Secado de arena en vacío” resultando un valor promedio de 82% . El método de biolixiviación indica un % de Solidos menor del 75%.

Actividad Enzimática Botadero La Estrella



pH del Lixiviado



Ácidos Orgánicos Identificados por HPLC

Acido Oxálico

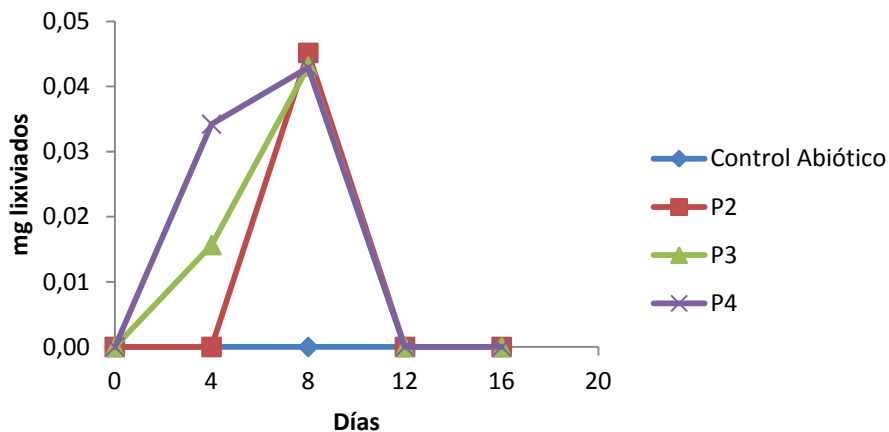
Acido Succínico

Acido Propiónico

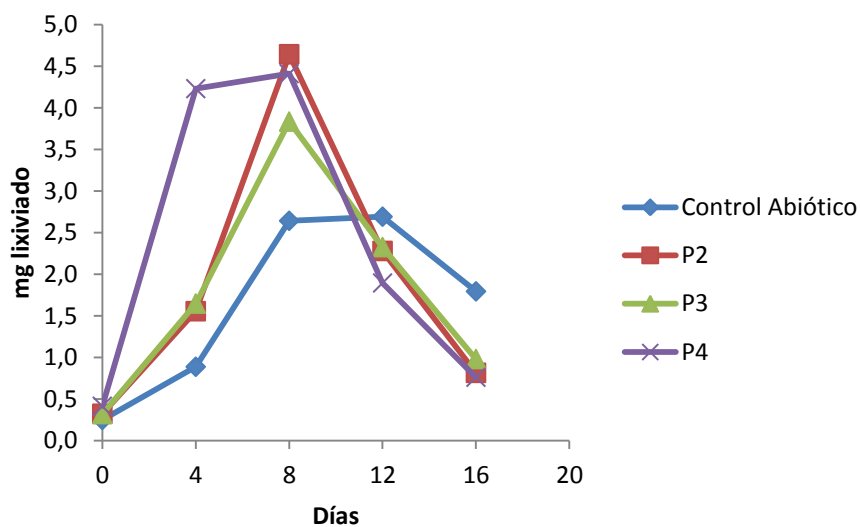
Acido Acético

Comportamiento de metales lixiviados vs Tiempo

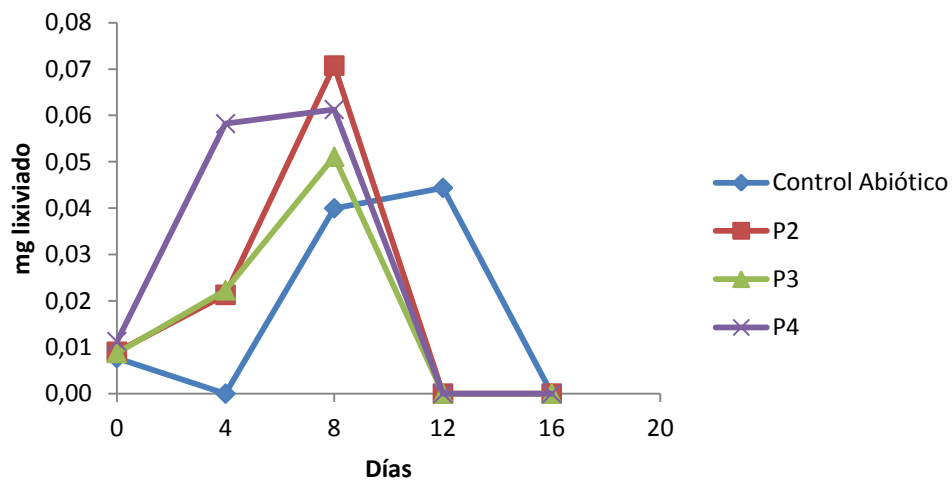
Plata



Oro

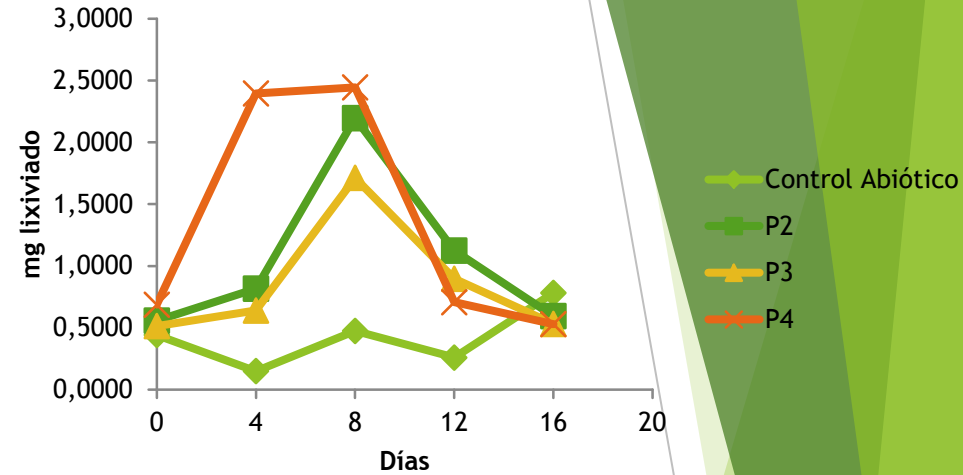


Cadmio

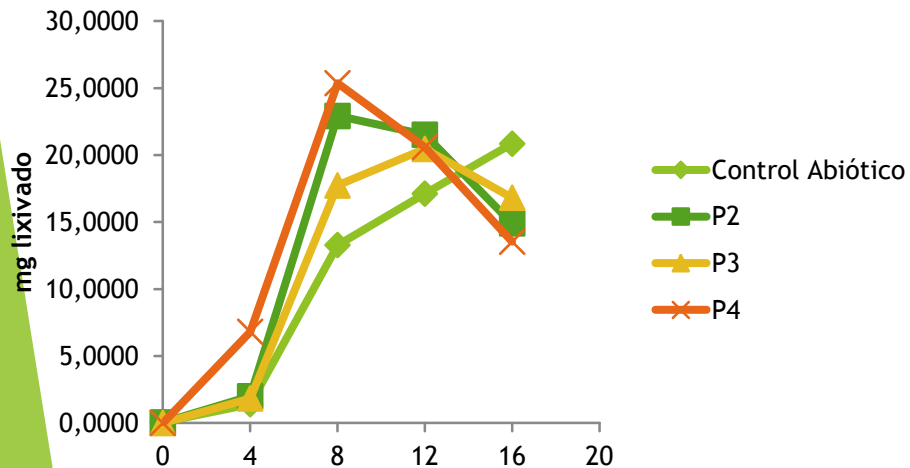


Contenido Total de metales y metaloides lixiviado

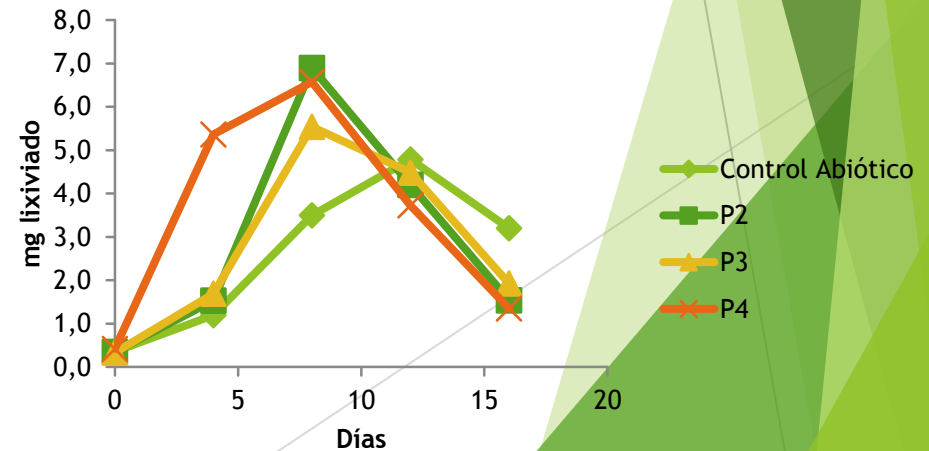
Cobre



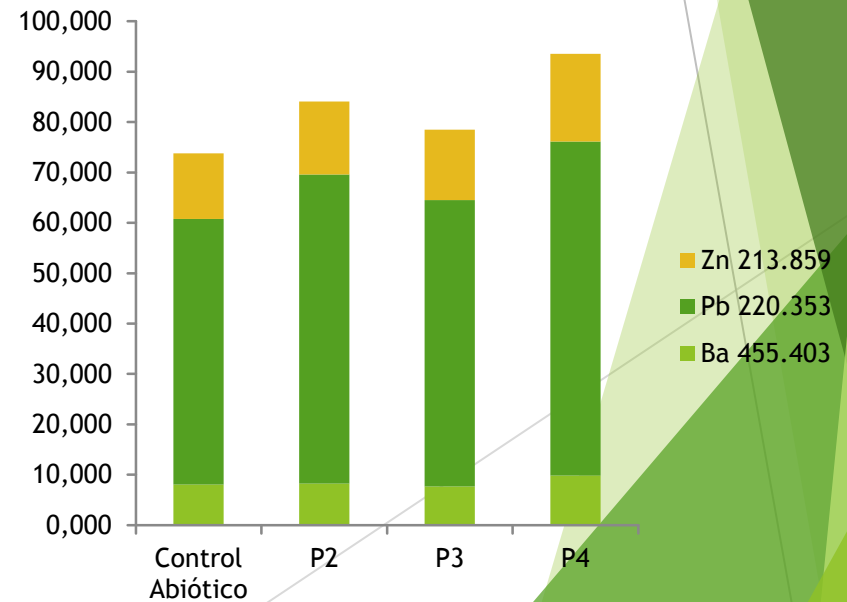
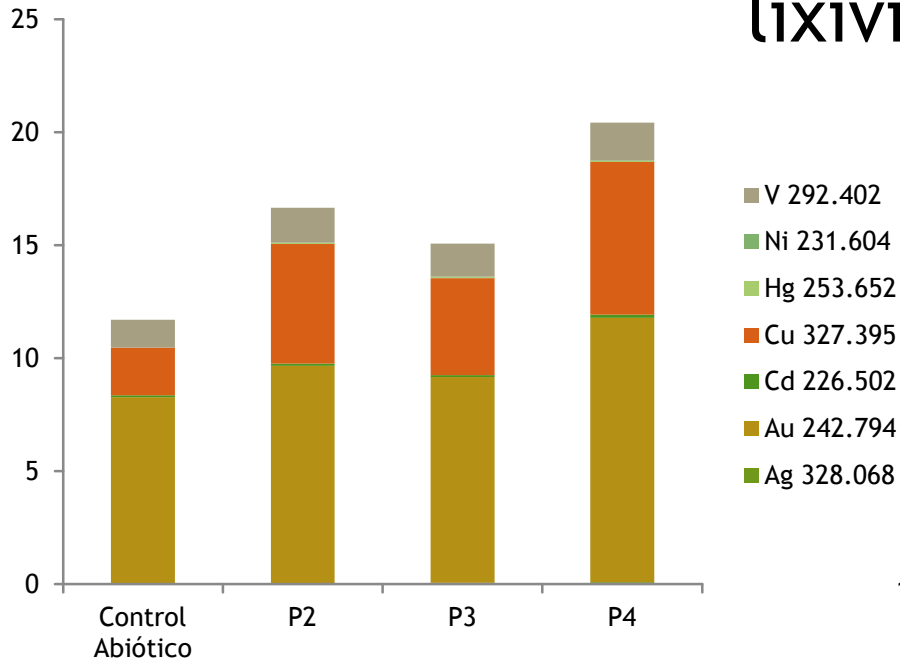
Plomo (Pb)



Zinc

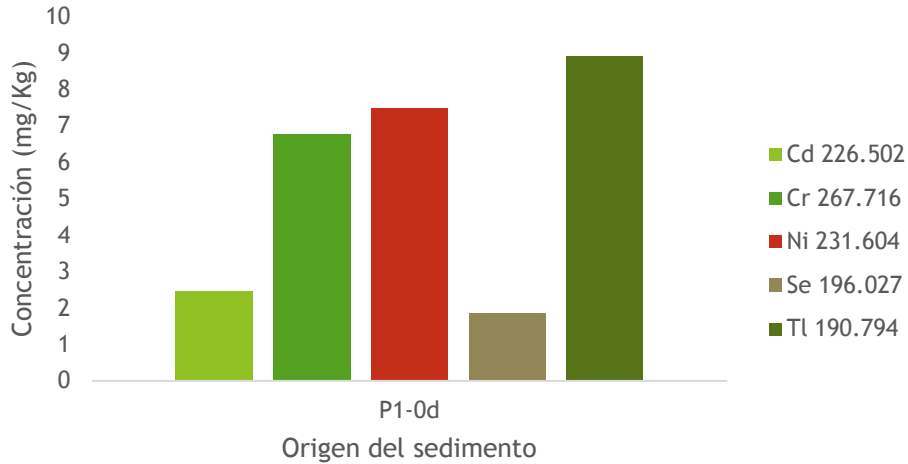


Contenido Total de metales y metaloides lixiviado

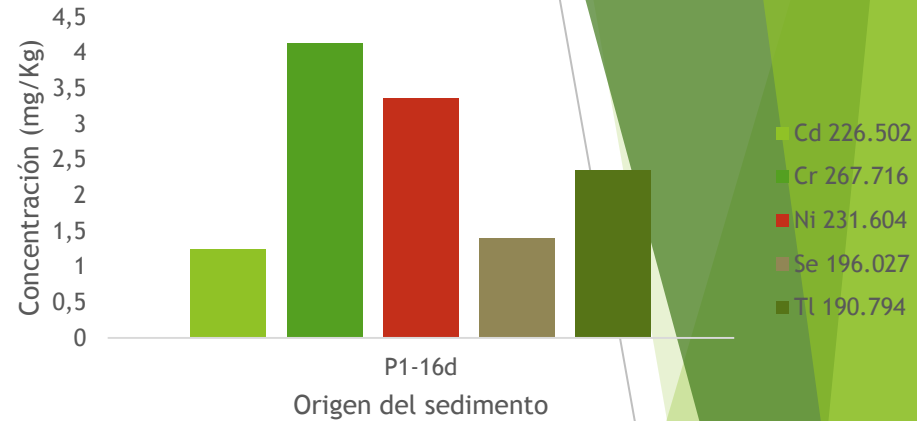


Contenido Total de metales y metaloides en suelo

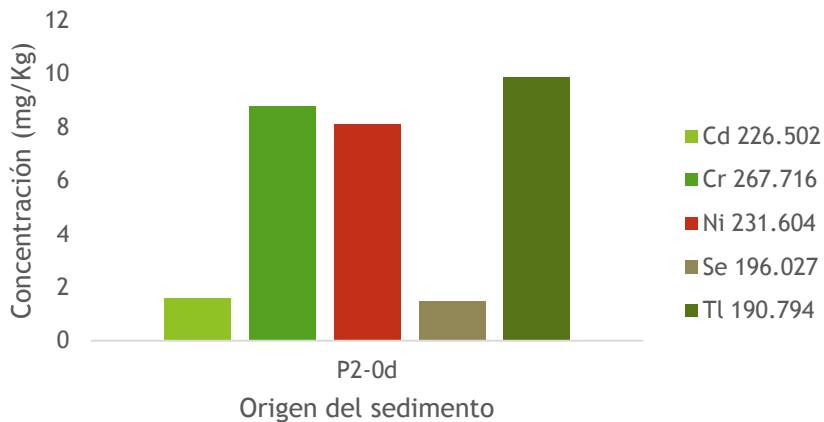
Concentraciones de metales iniciales P1



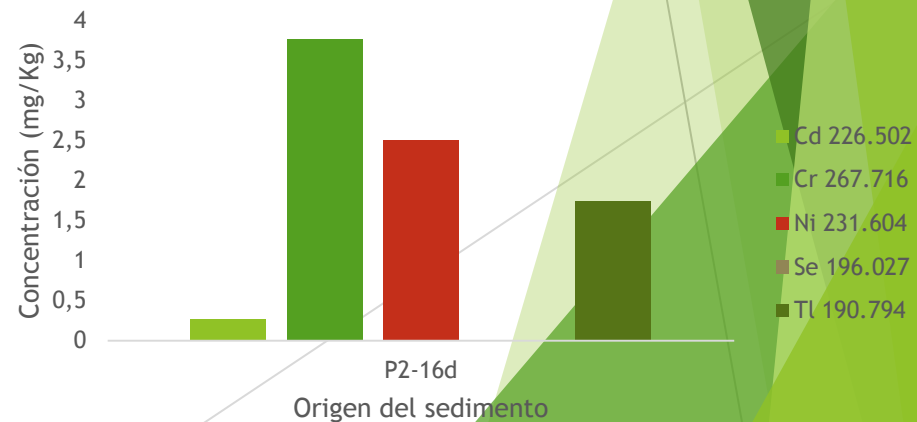
Concentración de metales en el último día Control abiótico



Concentración de metales en el primer día P2

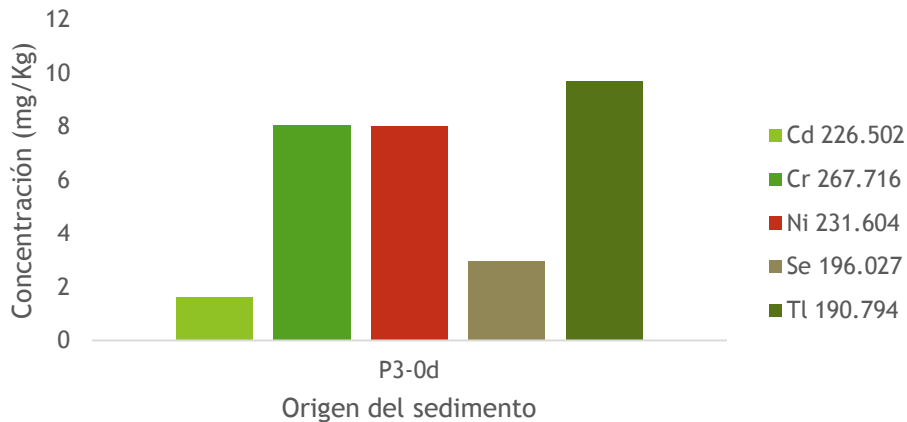


Concentración de metales en el último día P2

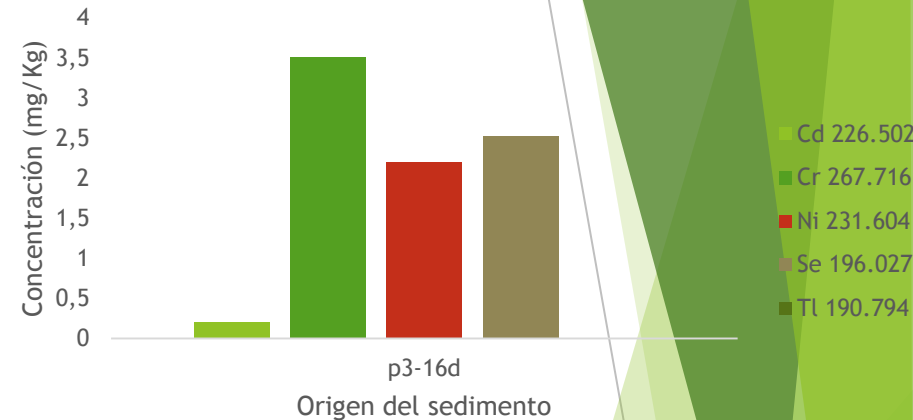


Contenido Total de metales y metaloides en suelo (cont.)

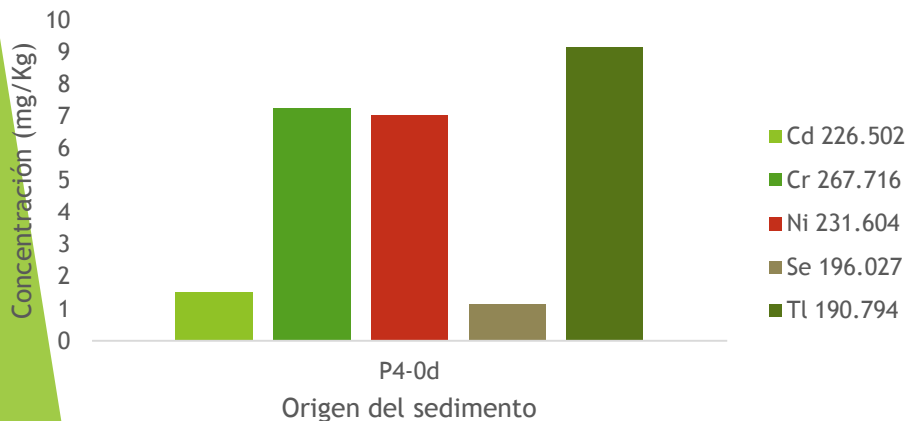
Concentración de metales en el primer día
P3



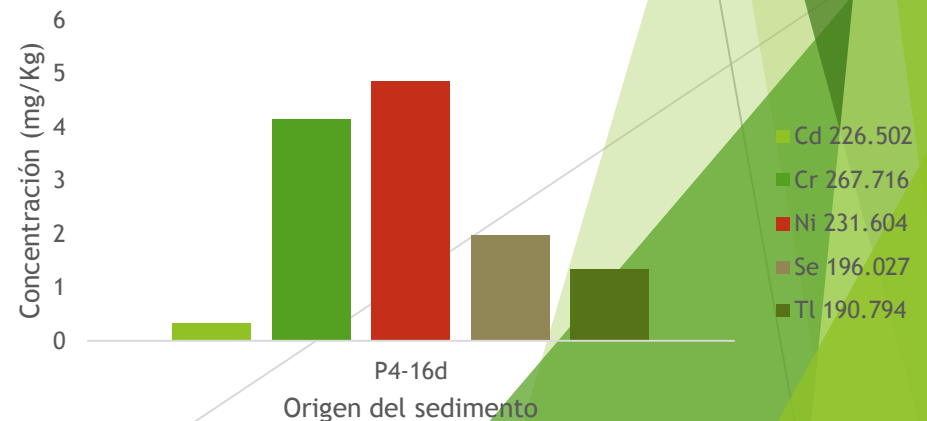
Concentración de metales en el último día
P3



Concentración de metales en el primer día
P4

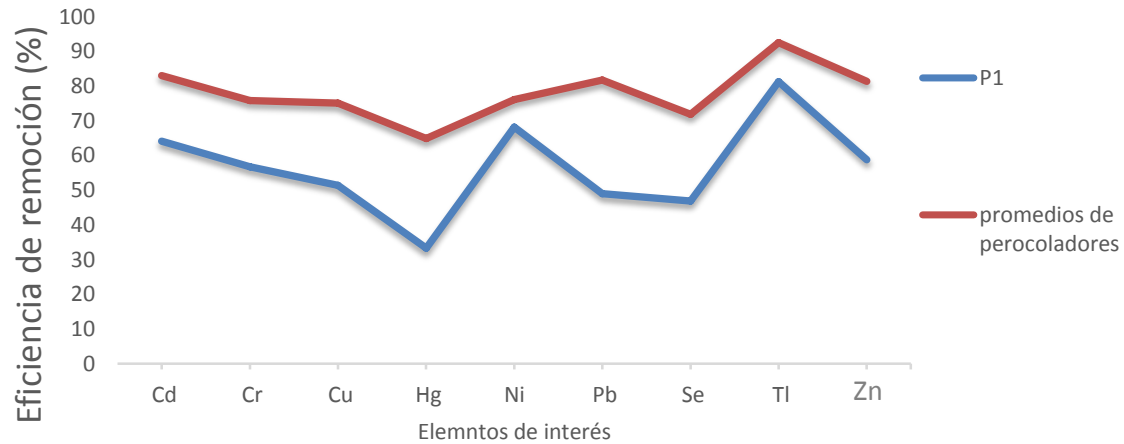


Concentración de metales en el último día
P4

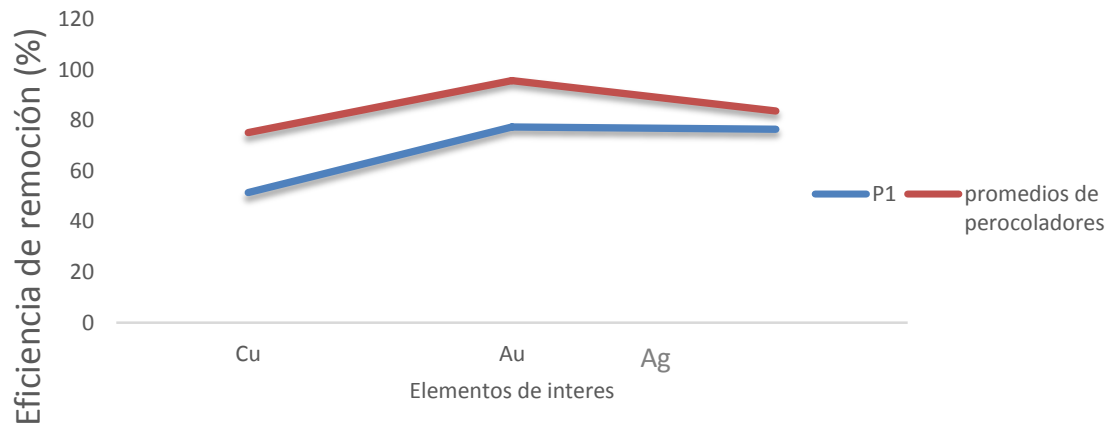


EFICIENCIAS DE BIOLIXIVIACIÓN EN SUSTRATO SÓLIDO

Comportamiento de las eficiencias entre el control abiótico y el promedio de los Percoladores 2,3 y 4



Comportamiento de las eficiencias entre el control abiótico y el promedio de los Percoladores 2,3 y 4



GRACIAS