

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA

**Remoción de metales pesados presentes en lodos de plantas de tratamiento  
de aguas residuales utilizando *Pleurotus Ostreatus***

**Autor: Guamán Chilibingua, Wendy Carina**

**Director: Camacho Lopez, Christian Orlando Msc.**



Santo Domingo, 28 de agosto de 2023



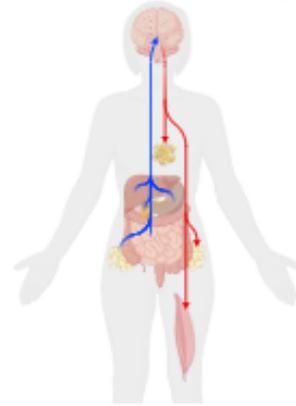
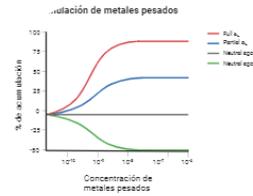
# INTRODUCCIÓN



**Metales pesados**

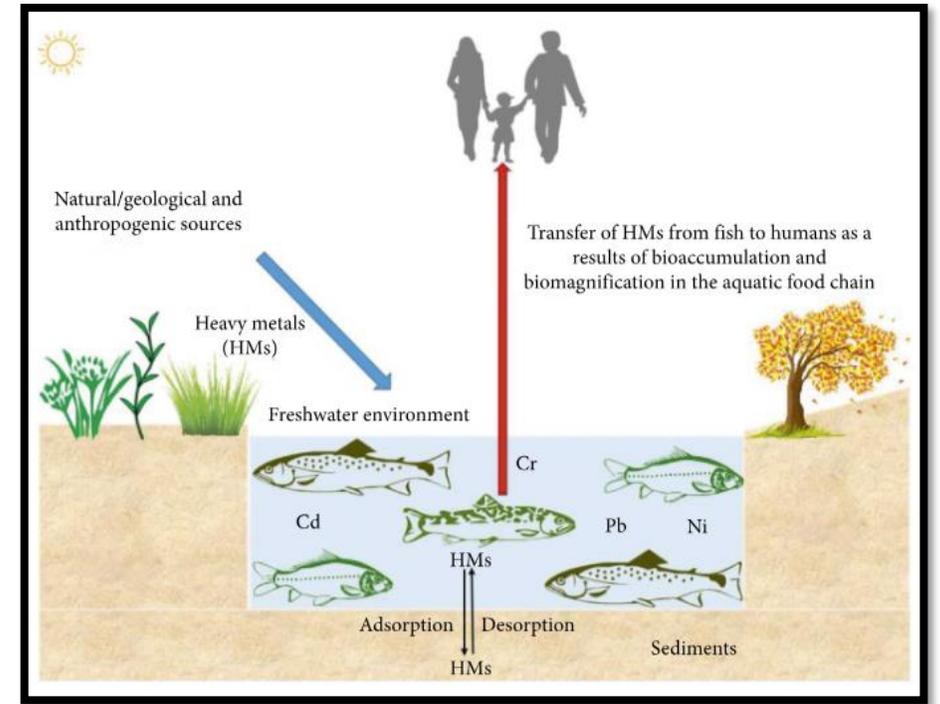


Elementos químicos que poseen densidades altas y presentan toxicidad



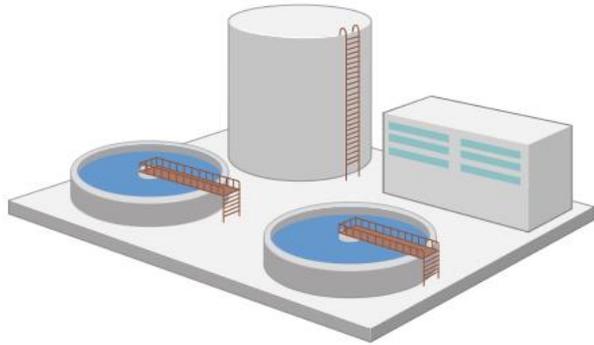
Acumulación de metales pesados en tejidos corporales

Transferencia trófica de metales pesados de los peces de agua dulce a los humanos en la cadena alimentaria humana.



# INTRODUCCIÓN

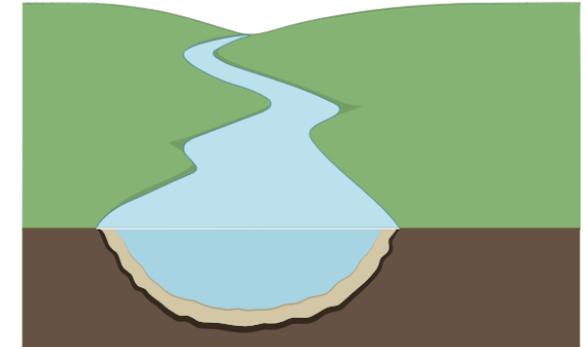
Planta de Tratamiento de Agua Residual  
(Tratamiento de lodos)



En todo el mundo cada año producen millones de toneladas de lodos residuales

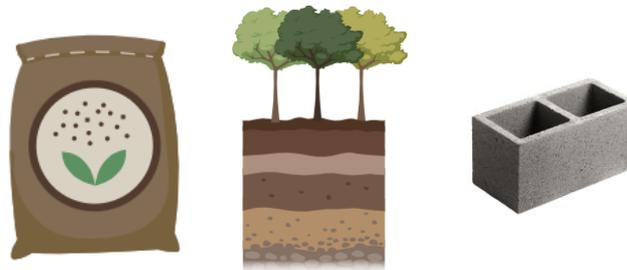


Descarga de lodos residuales a cuerpos de agua



En Ecuador hayan sido o no tratados:  
50,00% -> rellenos sanitarios  
30,00% -> almacenados en el sitio  
20%-> directamente al suelo

Posibles usos previo tratamiento



Contaminación secundaria a ecosistemas

# OBJETIVOS

## Objetivo General

Remover metales pesados presentes en lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales utilizando *Pleurotus Ostreatus*.

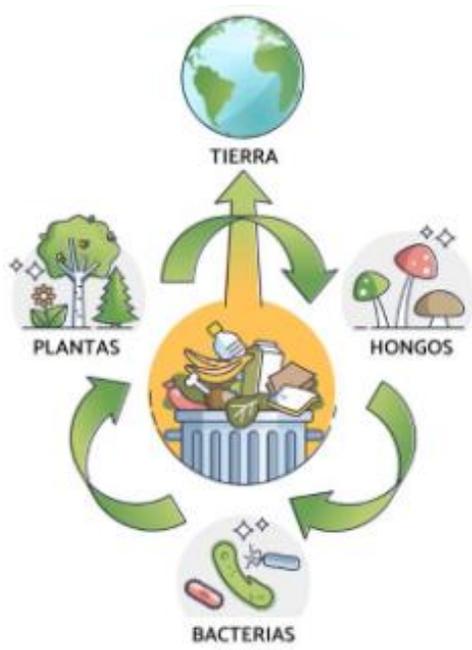
## Objetivos Específicos

- Caracterizar los lodos contaminados por metales pesados.
- Identificar las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo *Pleurotus Ostreatus* en el lodo contaminado.
- Evaluar el proceso de biorremediación de metales pesados en el lodo contaminado.



# MARCO TEÓRICO

## Biorremediación



- Extraer el contaminante
- Degradarlo a moléculas más sencillas
- Transformarlas en otros componentes

## Micorremediación



## *Pleurotus Ostreatus*



División: Basidiomycota  
Clase: Agaromycetes  
Orden: Agaricales  
Familia: Pleurotaceae  
Género: Pleurotus  
Especie: Ostreatus

- Hongo de pudrición blanca
- Valor nutricional

- Sistema enzimático
- Residuos agrícolas
- Control nematocida

# MÉTODOS Y MATERIALES

## Ubicación geográfica

### Laboratorio de Micología Aplicada



### Laboratorio CENCINAT



### Laboratorio de Química, Bromatología y Fisiología Vegetal



## Diseño experimental

Factores	Niveles
Concentraciones de metales pesados	A0: Concentración base A1: Concentración lim. Max permisible A2: Concentración lim. Max permisible x2
Temperatura	B0: 20 °C B1: 25 °C B2: 30 °C
Humedad	C0: 30% C1: 50% C2: 70%

# MÉTODOS Y MATERIALES

1

Muestreo



2

Análisis Químico

Extracción de metales pesados (Cd, Co y Pb)



3

Activación del hongo *Pleurotus*  
*Ostreatus*

Inóculo Primario



Preparación de disoluciones de LR y medios PDA



Inoculación primaria



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# MÉTODOS Y MATERIALES

## Inóculo secundario

Preparación del inóculo secundario



Inoculación secundaria con *Pleurotus Ostreatus*



## Inóculo Terciario

Preparación de inóculo terciario y soluciones de metales pesados



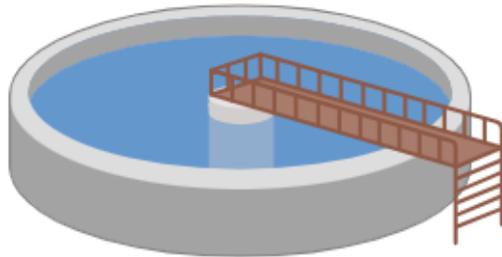
Inoculación terciaria

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Caracterización los lodos contaminados por metales pesados

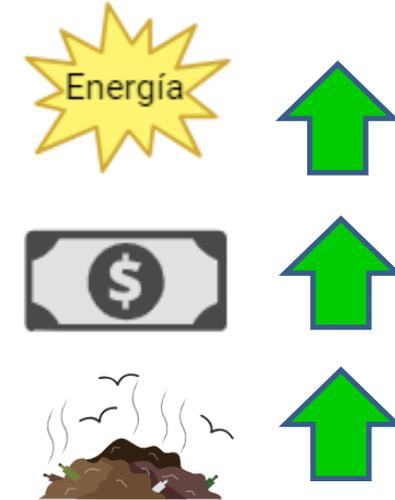
Muestra	Lectura (mg/kg)
Cadmio-HM-001 (mg/kg)	1,203
Cobalto-HM-001 (mg/kg)	10,605
Plomo-HM-001 (mg/kg)	2,632

Valores bajos -> Tratamiento Físico-Químico



- Camargo et al. (2016), informaron que es posible eliminar metales pesados por precipitación química.
- Hidróxido de sodio, sulfato de aluminio, cloruro férrico

## Métodos físico químicos



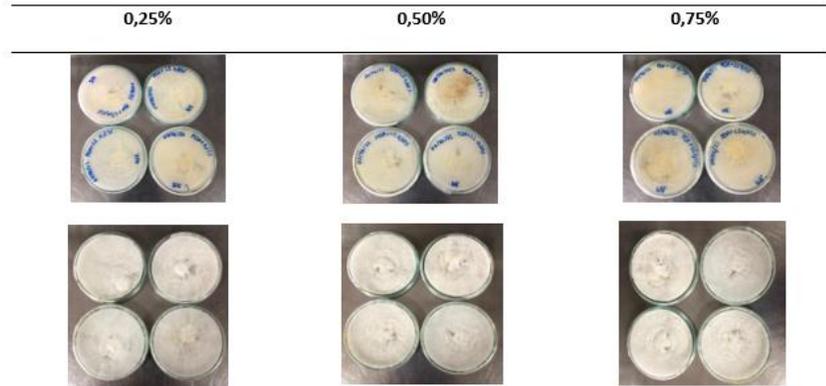
Tipo de PTAR  
Altera  
características y  
propiedades



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo *Pleurotus Ostreatus* en el lodo contaminado

## Acondicionamiento inóculo primario

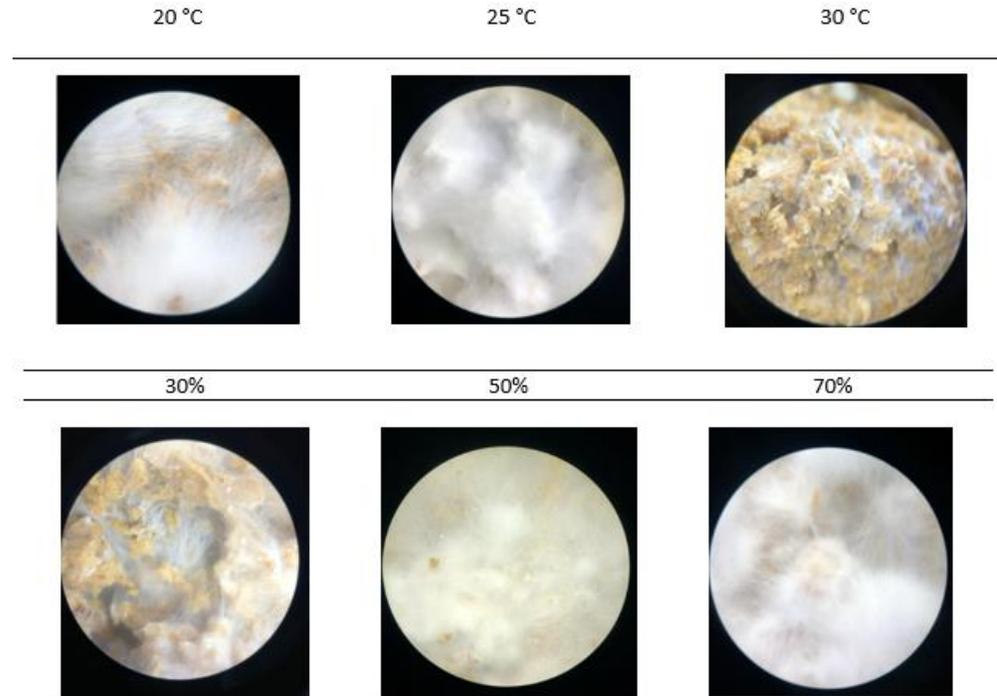


Concentraciones %	Crecimiento
0,25	Mayor crecimiento
0,50	Mayor crecimiento
0,75	Menor crecimiento (más tiempo)

## Inóculo secundario

Los tres tratamientos tomaron aproximadamente 1 mes para colonizar notablemente los sustratos.

## Inóculo terciario: Temperatura y Humedad



Temperatura y humedad	Crecimiento
20°C-50%	Mayor crecimiento
25°C-70%	Mayor crecimiento
30°C-30%	Menor crecimiento (más tiempo)

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Sustrato

Tratamiento (1:3) debido a que el hongo pudo soportar una mayor cantidad de lodos residuales

Costa et al., (2023) la cascarilla de arroz tiene una distribución que permite una buena ventilación y suspensión de humedad.



## Temperatura



Bellettini et al. (2019), mencionan que las condiciones de temperatura óptimas para *Pleurotus ostreatus*, se encuentran en un rango de 20 °C a 25 °C.

Hoa & Wang (2015), a 30 °C. La densidad del micelio del hongo es notablemente más fina y su crecimiento es más lento.



## Humedad

Los nutrientes se transportan por el sistema hifal mediante un flujo firme de humedad.

(Bellettini et al., 2019) en su estudio observaron mayor crecimiento del micelio a humedades mayores (50%, 70% y 80%)



## Concentración de HM



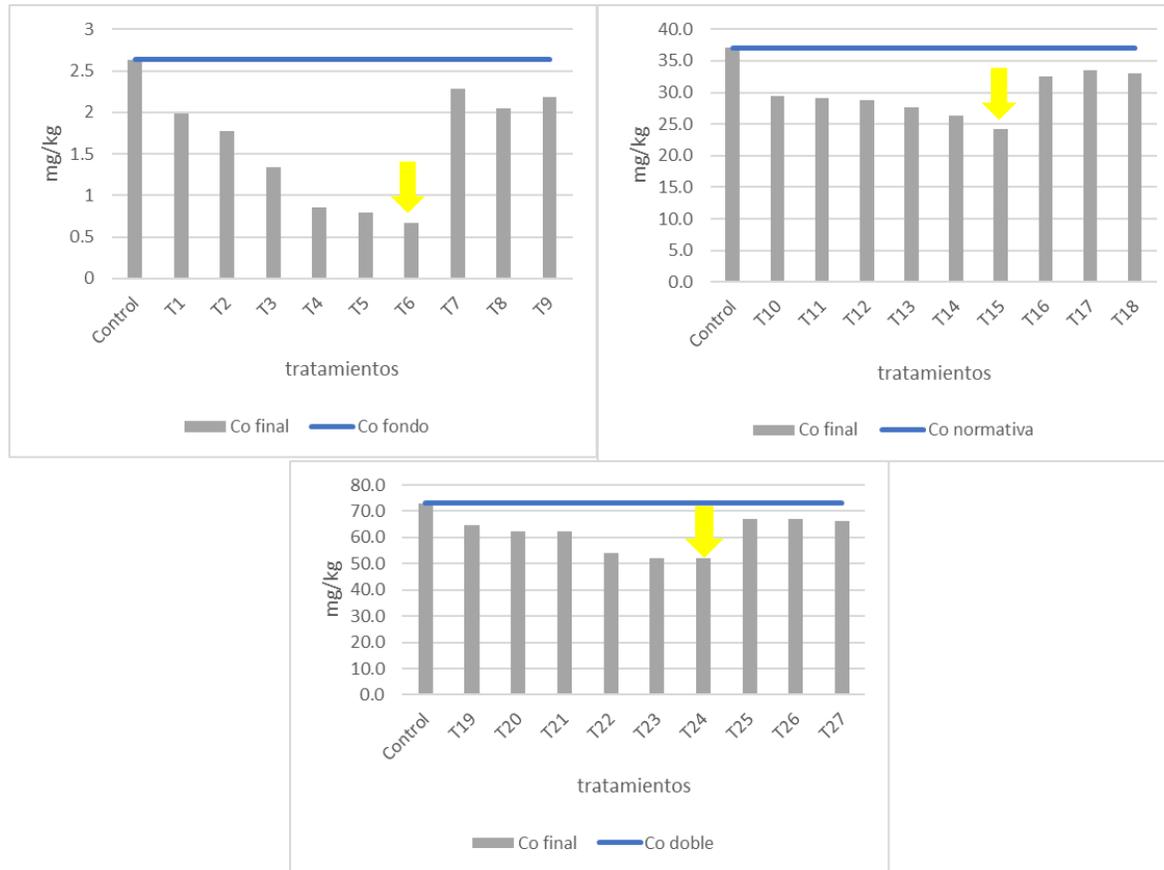
Baldrian, (2003), la presencia de metales pesados esenciales como: cobre, manganeso, hierro, molibdeno y zinc; y no esenciales como: plomo, cadmio y cromo.

Sin embargo, su presencia en exceso puede inhibir el crecimiento, inducir cambios morfológicos y fisiológicos que afectan al desarrollo del hongo

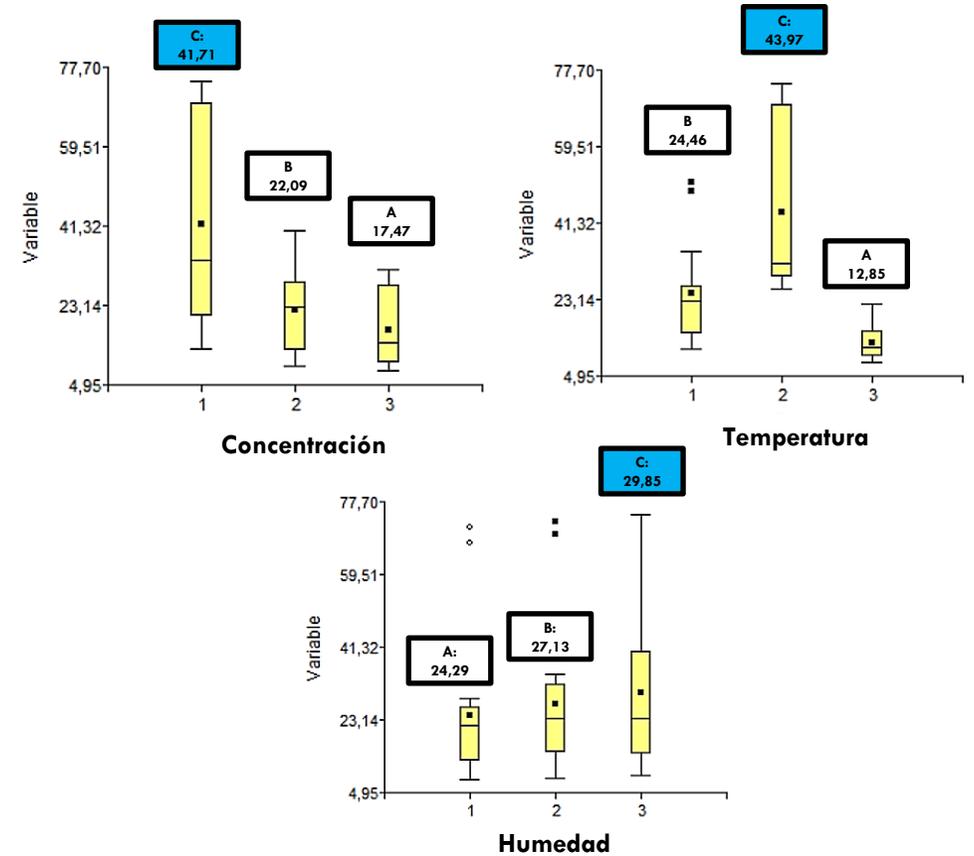


# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de remoción de **Plomo** en diferentes concentraciones



Prueba de significancia Tukey remoción Plomo

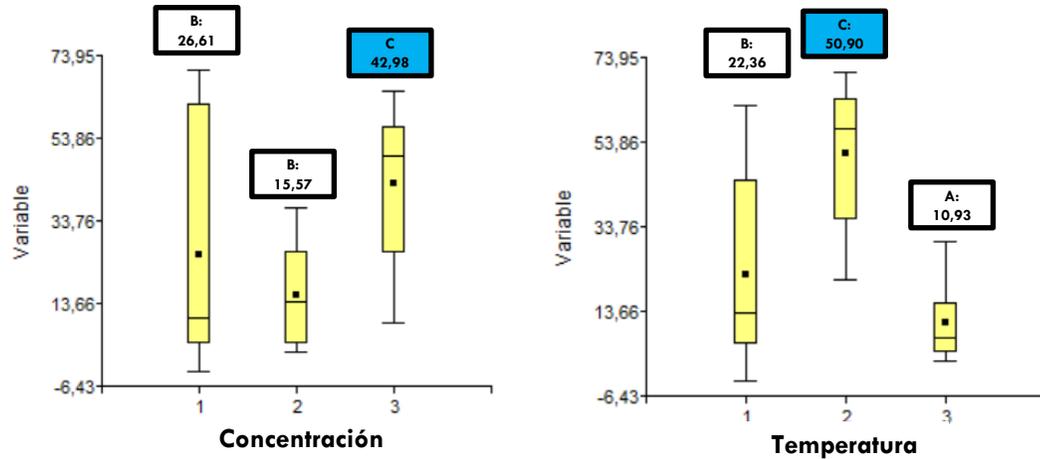


(Vaverková et al., 2018) mencionan que *Pleurotus Ostretus* es capaz de tolerar y eliminar los metales pesados como el Plomo en 1 mes aproximadamente.

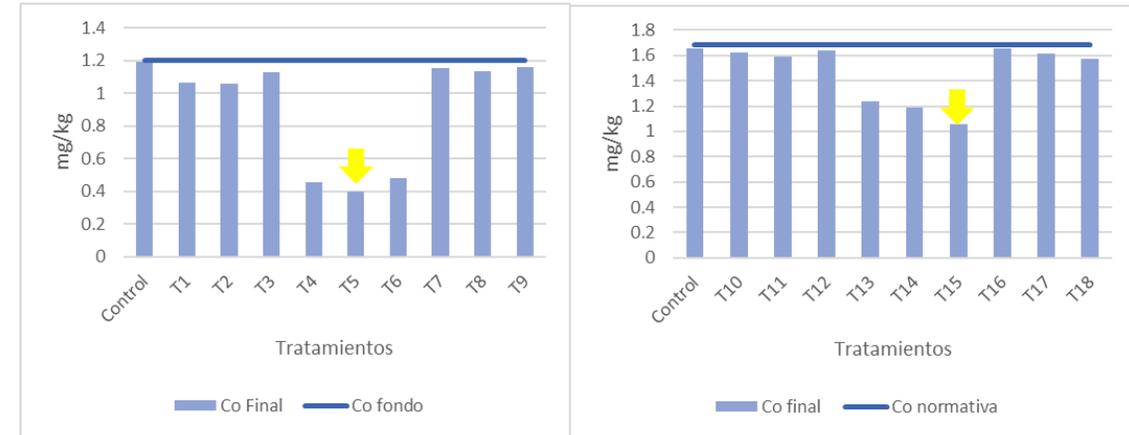


# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Prueba de significancia Tukey remoción de Cadmio

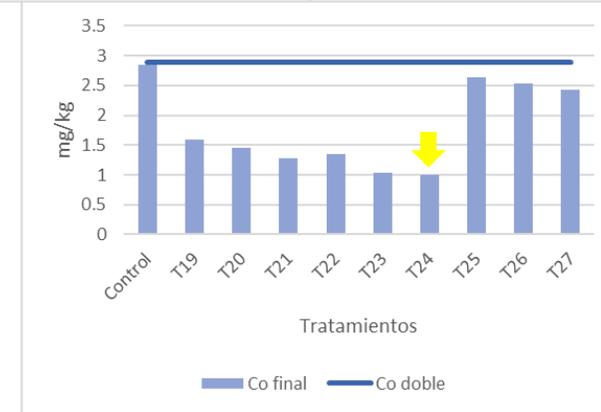


## Porcentajes de remoción **Cadmio** en diferentes concentraciones



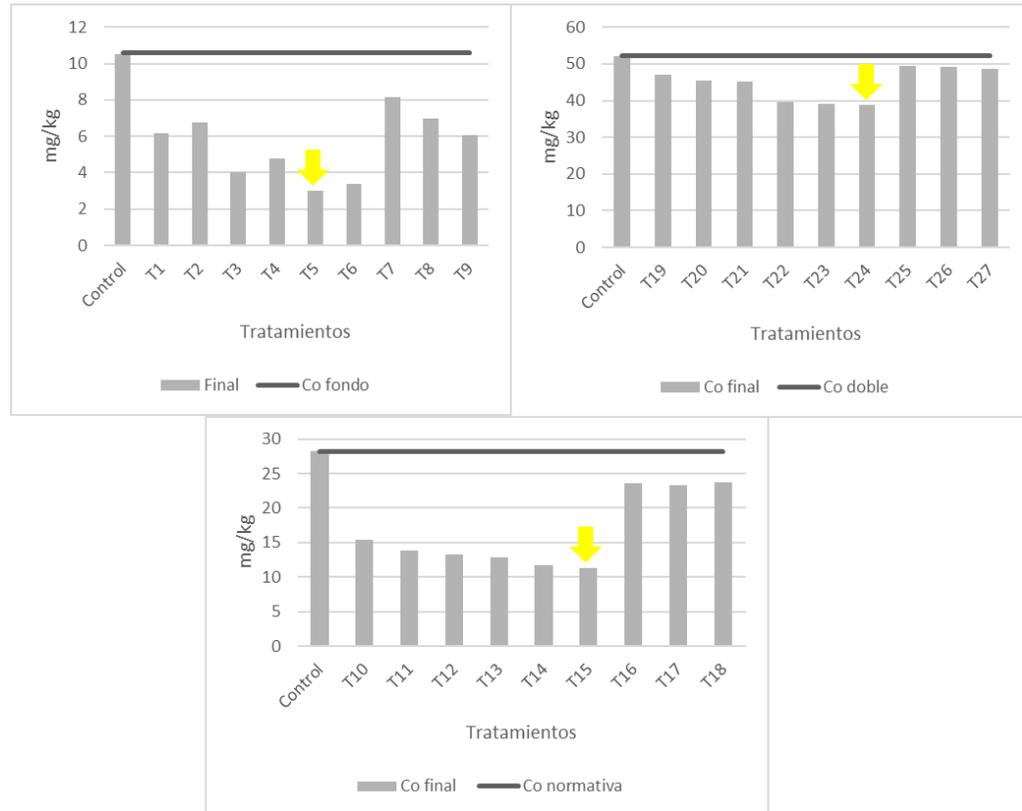
Vaverková et al., (2018) es capaz de tolerar y eliminar los metales pesados como el Cadmio durante 1 mes.

Mencionan que la bioacumulación de metales pesados por hongos puede verse afectada por factores ambientales, ph, concentración de metales pesados, edad del cuerpo fructifero o micelio, enzimas y proteínas procedentes del hongo.

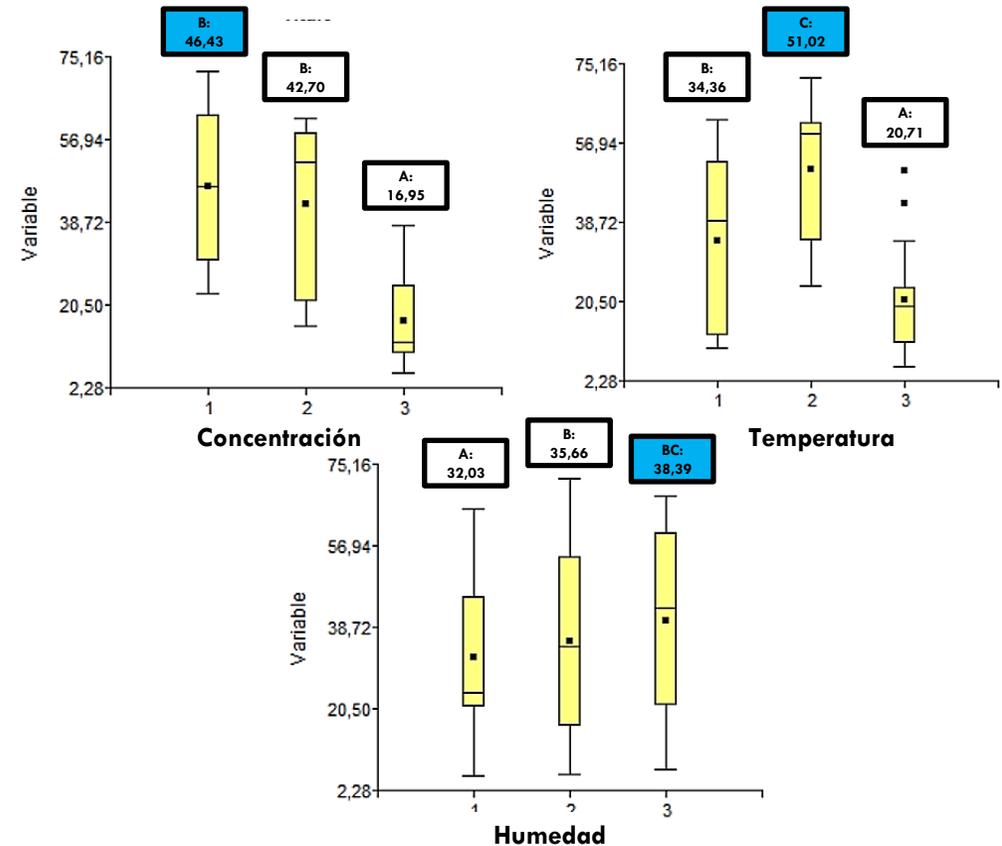


# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de remoción **Cobalto** en diferentes concentraciones



Prueba de significancia Tukey de Cobalto



(Liu et al., 2019) removieron PO. Para remover Cobalto de suelos en donde obtuvieron excelentes resultados, en 30 días. En otro estudio realizado por Vaseem et al., (2017) lograron eliminar el cobalto y otros metales pesados en un 99,3% en un lapso de 20 días.

# CONCLUSIONES



## **Caracterización de lodos contaminados por metales pesados**

Las muestras de lodos residuales, contenían Plomo (Pb) con una concentración de 2,632 mg/kg, Cadmio (Cd) con una concentración de 1,203 mg/kg y el Cobalto (Co) con una concentración de 10,605 mg/kg.



## **Identificación las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo Pleurotus Ostreatus en el lodo contaminado.**

La temperatura y humedad influyen en el crecimiento del hongo.  
Temperaturas óptimas están en el rango de 20°C a 25°C para el desarrollo del micelio.  
Humedad de óptimo crecimiento está entre el 50% y 70%, en exceso podría ser negativo.



## **Evaluación del proceso de biorremediación de metales pesados en el lodo contaminado**

Se concluye, con los resultados del estudio que el hongo *Pleurotus Ostreatus* remueve metales pesados como Plomo, Cadmio y Cobalto, que varía notablemente según la concentración inicial de los metales y las condiciones empleadas en cada tratamiento.



# RECOMENDACIONES



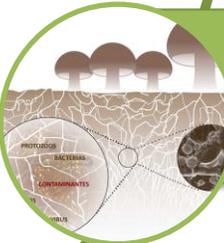
Se recomienda realizar microscopía electrónica de barrido para observar las localizaciones de los metales pesados dentro del sistema hifal y así observar diferencias en su morfología.



Se recomienda considerar la extensión del período de tiempo de tratamiento en proyectos de micorremediación para observar cambios del hongo frente a los metales pesados



Se debe tener en cuenta que otros parámetros como el pH, la concentración de nutrientes y la composición del sustrato también ya que pueden influir en la eficacia de la micorremediación.



Se recomienda estudiar más el campo de micorremediación utilizando otros hongos que presenten propiedades similares a *Pleurotus Ostreatus* debido a los beneficios ambientales que tiene su uso.



# AGRADECIMIENTOS



## FAMILIA Y AMIGOS



El futuro es



fungi



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA