



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Descontaminación de plomo y cadmio en suelos mediante *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* en Catac-Ancash, 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

De la cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel (orcid.org/0000-0001-5529-864X)  
Rivera Garcia, Frank Christian (orcid.org/0000-0001-7832-1881)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONDABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

A mi mamá Silvia Cardenas y a mi papá Edgar De la cruz que fueron el soporte en el proceso de mi carrera y motivo para seguir adelante, A mi hermano por la ayuda incondicional y a todas las personas que estuvieron en mi etapa de formación.

**Jhonatan.**

A mi mamá Noemi Garcia y mi padre Winico Rivera que fueron mi apoyo a lo largo de mi carrera profesional que fueron el empuje y apoyo incondicional para salir adelante cada día.

**Frank.**

## **Agradecimiento**

A mis padres por incentivar-me día a día por estar en los momentos difíciles. A Fiorella por el apoyo. A mis docentes de la universidad por la formación académica. A mi asesor el docente Jave Nakayo, Jorge por guiarme con sus conocimientos científicos y su paciencia en la elaboración del trabajo.

**Jhonatan.**

A toda mi familia por el apoyo brindado y la fortaleza de seguir adelante en busca de mi objetivo. A mi docente asesor Jave Nakayo, Jorge, por compartir sus conocimientos para la realización del trabajo.

**Frank.**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Descontaminación de plomo y cadmio en suelos mediante *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* en Catac-Ancash, 2023", cuyos autores son RIVERA GARCIA FRANK CHRISTIAN, DE LA CRUZ CARDENAS JHONATAN GABRIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 09 de Agosto del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO DNI: 01066653 ORCID: 0000-0003-3536-881X	Firmado electrónicamente por: JJAVEN el 17-08- 2023 21:06:48

Código documento Trilce: TRI - 0646411





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, DE LA CRUZ CARDENAS JHONATAN GABRIEL, RIVERA GARCIA FRANK CHRISTIAN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Descontaminación de plomo y cadmio en suelos mediante *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* en Catac-Ancash, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
RIVERA GARCIA FRANK CHRISTIAN <b>DNI:</b> 72050906 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7832-1881	Firmado electrónicamente por: FRIVERAGA el 26-10-2023 14:23:51
DE LA CRUZ CARDENAS JHONATAN GABRIEL <b>DNI:</b> 75073862 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5529-864	Firmado electrónicamente por: JGCRUZC el 26-10-2023 14:22:42

Código documento Trilce: INV - 1337632



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores.....	v
Índice de tablas.....	viii
Índice de figura.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	48
VI. CONCLUSIONES.....	52

VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFRENCIAS.....	54
ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Coordenadas de muestreo de suelo .....	19
Tabla 2.	Características físicas del proceso de crecimiento de las plantas .....	27
Tabla 3.	Análisis descriptivo de las características morfológicas de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	28
Tabla 4.	Prueba de normalidad de las características morfológicas.....	28
Tabla 5.	Condiciones de aclimatación de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	29
Tabla 6.	Análisis descriptivo de las condiciones de aclimatación de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	30
Tabla 7.	Prueba de normalidad de las condiciones de aclimatación de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	31
Tabla 8.	Parámetros fisicoquímicos del suelo después del uso de <i>Solanum pseudoamericanum</i> .....	31
Tabla 9.	Parámetros fisicoquímicos del suelo después del uso de <i>Urtica urens</i> .....	32
Tabla 10.	Análisis descriptivo de los parámetros fisicoquímicos del suelo después del uso de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	36
Tabla 11.	Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos después del uso de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	38
Tabla 12.	Nivel de reducción de suelo contaminado, implementado por <i>Solanum pseudoamericanum</i> .....	39
Tabla 13.	Nivel de reducción de suelo contaminado, implementado por <i>Urtica urens</i> .....	40
Tabla 14.	Análisis descriptivo de la concentración de plomo y cadmio en el suelo antes y después del uso de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	43

Tabla 15.	Prueba de normalidad de la concentración de plomo y cadmio en el suelo antes y después del uso de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	44
Tabla 16.	Rangos .....	45
Tabla 17.	Estadístico de prueba .....	45
Tabla 18.	Eficiencia de reducción de concentración de plomo en el suelo mediante <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> . .....	46
Tabla 19.	Eficiencia de reducción de concentración de cadmio en el suelo mediante <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> . .....	47

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. ARGIS Puntos de Muestreo .....	19
Figura 2. Etapa de procedimiento.....	21
Figura 3 Localización de punto de muestreo en el área de excavación. ....	22
Figura 4. Método de cuarteo de muestra, tomada de la guía de muestra de suelo .....	22
Figura 5. Elaboración del invernadero .....	23
Figura 6. Finalización del invernadero .....	23
Figura 7. Medición de la planta.....	24
Figura 8. Condiciones de aclimatación de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> mes de mayo y junio .....	29
Figura 9. Humedad en el suelo de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	33
Figura 10. pH del suelo de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> .....	33
Figura 11. Conductividad eléctrica del suelo de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica</i> <i>urens</i> .....	34
Figura 12. Temperatura del suelo de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> ....	35
Figura 13 Tratamiento de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> para la .....	41
Figura 14. Tratamiento de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> para la reducción de cadmio.....	42
Figura 15. Eficiencia de reducción de concentración de plomo y cadmio.....	47

## RESUMEN

La presente investigación se centró en la evaluación retrospectiva de la capacidad de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* para reducir las concentraciones de plomo y cadmio en los suelos contaminados del distrito de Catac, en Ancash, 2023. Con un enfoque cuantitativo y de diseño experimental aplicado, este estudio identificó concentraciones alarmantes en el suelo: 11,553.60 mg/kg de plomo y 10.13 mg/kg de cadmio. En un período de intervención durante mayo y junio de 2023, durante seis semanas, se aplicaron tratamientos de fitorremediación utilizando las mencionadas especies vegetales. Este proceso incluyó el monitoreo de varios parámetros fisicoquímicos del suelo, tales como la humedad, el pH, la conductividad eléctrica, el color y la temperatura. Los resultados obtenidos demostraron que el tratamiento con *Solanum pseudoamericanum* resultó en una notable reducción del 87% en las concentraciones de plomo y un 53.80% en las de cadmio, mientras que *Urtica urens* superó estas cifras alcanzando una reducción del 91% y 55.60% en plomo y cadmio, respectivamente. La conclusión de este estudio demostró que las plantas *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*, son eficaces en la absorción de plomo y cadmio del suelo y podría implementarse para la rehabilitación ambiental de zonas afectadas por actividades mineras e industriales.

**Palabras clave:** Fitorremediación, plomo, cadmio, descontaminación de suelos

## ABSTRACT

The present investigation focused on the retrospective evaluation of the ability of *Solanum pseudoamericanum* and *Urtica urens* to reduce lead and cadmium concentrations in contaminated soils in the district of Catac, Ancash, 2023. With a quantitative approach and applied experimental design, this study identified alarming concentrations in the soil: 11,553.60 mg/kg of lead and 10.13 mg/kg of cadmium. In an intervention period during May and June 2023, for six weeks, phytoremediation treatments were applied using the aforementioned plant species. This process included the monitoring of several soil physicochemical parameters, such as moisture, pH, electrical conductivity, color and temperature. The results obtained showed that the treatment with *Solanum pseudoamericanum* resulted in a remarkable reduction of 87% in lead and 53.80% in cadmium concentrations, while *Urtica urens* exceeded these figures reaching a reduction of 91% and 55.60% in lead and cadmium, respectively. The conclusion of this study showed that *Solanum pseudoamericanum* and *Urtica urens* plants are effective in the absorption of lead and cadmium from the soil and could be implemented for the environmental rehabilitation of areas affected by mining and industrial activities.

**Keywords:** Phytoremediation, lead, cadmium, soil decontamination

## I. INTRODUCCIÓN

Los metales pesados son desperdicios, subproductos de los procesos mineros e industriales que habitualmente son una mezcla terrestre, minerales, agua y piedra que tienen dentro altas concentraciones de químicos, estos residuos que provienen de las actividades mineras e industriales tienen su estructura, densidad y componentes peligrosos que tienen la capacidad de quebrar el equilibrio ecosistémico, influyendo en la salud poblacional, degradando los cuerpos de agua y el cambio de los paisajes naturales (Félix R, 2021). Al pasar el tiempo, las mineras que realizaban sus operaciones han abandonado un gran número de minas, las cuales no han obtenido un cierre definitivo, convirtiéndose en un gran potencial de contaminación originando en gran parte de los casos, afectaciones o daños irreversibles al ecosistema y la salud humana. En el 2015 se identificaron un total de 8,616 sociedad médica peruana americana - PAMs. Aunque la minería es de suma importancia para el Perú como base productora de riqueza, desarrollo económico y social, la mala forma de realizar las prácticas, la escasez de normas ambientales claras y la poca participación social han generado una impresión negativa y una gran desconfianza de la población (Deiber y Katty, 2019). La presencia excesiva de metales pesados en el suelo, debido a procesos de cianuración y desechos de amalgamación, supera los límites establecidos por las regulaciones ecuatorianas. Los estudios realizados por FUNSAD en los depósitos de Vivanco (Zaruma) y Chancha Gerais (Portovelo) han demostrado la existencia de concentraciones elevadas de plomo (Pb), arsénico (As), zinc (Zn), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) en el suelo. Estas concentraciones se encuentran en un rango de 1796.8 a 4060.0 mg/Kg para plomo, 396.0 a 8800.0 mg/Kg para arsénico, 513.0 a 2670.0 mg/Kg para zinc, 27.0 a 44.1 mg/Kg para cadmio, y 1.0 a 35.9 mg/Kg para mercurio. Estos niveles superan los límites máximos permitidos establecidos por las normas de calidad ambiental para el suelo y la remediación de suelos contaminados (Oviedo, 2017).

En el distrito de San Marcos-Ancash, se encuentra en una zona de alta producción mineral donde se mostraron análisis de los niveles de plomo y cadmio, que los valores sobrepasan el límite permisible que señala el MINAM, que sus niveles de plomo en el suelo cambian 56,0 a 129.0 mg.kg<sup>-1</sup> sacadas de las muestras de una profundidad de 0-30cm; cadmio tiene una variación de 7,25 a 19,90 mg.kg<sup>-1</sup> del suelo contaminado, en el distrito los habitantes cercanos su fuente de ingreso y su consumo fue dañado que

hay una baja producción de cultivo como papas de las variedades de “Yungay”, “Canchan”, “Huairo” y “Nativas”, “olluco” *Ullucus tuberosus* L. y “oca” *Oxalis tuberosa* L. En cuanto a cereales, “maíz” *Zea mays* L. “choclo” Blanco Urubamba, “cebada” desde los 2 760 hasta los 4 300 m.s.n.m. en la cuenca baja del valle hay crianza de vacuno y ovino lo cual se mantienen al pastoreo de los pastos naturales y deficientes en uso de los recursos (Yober, 2020).

El pasivo ambiental minero (PAM), el cual se muestra como un desmonte, está ubicado en el departamento de Ancash, provincia de Recuay y distrito de Catac, ha contaminado los suelos agrícolas de la zona ubicada, el cual se encuentran los metales como plomo, zinc, cadmio y otros, lo cual supera las concentraciones permitidas. El estándar de calidad ambiental para el suelo (ECA-suelo) tiene como objetivo evaluar los impactos que este tiene en la población y en el entorno natural circundante. Se lleva a cabo un análisis exhaustivo para determinar los efectos tanto en la salud de las personas como en el medio ambiente que lo rodea, ya que estos suelos antes eran utilizados para cultivos.

En el Perú, desde el año 2006, el Ministerio de Energía y Minas ha estado actualizando el inventario nacional de Pasivos Ambientales Mineros (PAM) por regiones. A nivel regional, se han identificado PAM en 21 de las 24 regiones del país. Las regiones de Ancash, Cajamarca y Puno presentan el mayor número de PAM, con más de 1000 identificados. A continuación, se encuentran Huancavelica, Junín y Lima, con más de 600 PAM registrados. Algunos de estos pasivos ambientales mineros datan del año 1920, según información proporcionada por el Ministerio de Energía y Minas (Beltran y Romero, 2022).

Por lo mencionado anteriormente se plantea como problema general de la ¿En qué medida el uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* es eficiente para la reducción de concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, 2023? Y los problemas específicos son: ¿En qué medida la determinación de las características morfológicas de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* reducen la concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, 2023?, ¿En qué medida la determinación de las condiciones de aclimatación de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* reducen la concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, 2023?; ¿En qué medida la determinación de los parámetros fisicoquímicos del suelo de Catac-Ancash,

después del uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* reducen la concentración de plomo y cadmio del suelo?, ¿En qué medida la determinación de las concentraciones plomo y cadmio antes y después del uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* mejora el suelo de Catac-Ancash, 2023?

La justificación teórica se justifica sobre el tratamiento del suelo contaminado por metales pesados, mediante la fitorremediación, dando una mayor implementación de la calidad del suelo para el cuidado del medio ambiente y la salud humana, desde un punto de vista práctico, la investigación busca obtener resultados sobre la recuperación del suelo contaminado a través la fitorremediación viendo el aporte del tratamiento de fitorremediación. Desde la perspectiva social, tiene la finalidad de informar y brindar nuevas aportaciones para utilizar un método eficiente para la recuperación de suelos contaminados por metales pesados. económicamente se justifica que los métodos son técnicas sencillas, eficientes y óptimas para la recuperación de los suelos contaminados. La justificación ambiental surge a partir del análisis teórico donde se propone la fitorremediación mediante dos tipos de especies de plantas para la recuperación de los suelos que están compuestos por metales, sacando la eficiencia de recuperación de suelo para así prevenir mayor impacto así a los recursos naturales.

El objetivo general es Evaluar la eficacia de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* para la reducción de concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, 2023. Los objetivos específicos son: Determinar las características morfológicas de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* en la reducción de concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, Determinar las condiciones de aclimatación de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* para la reducción de concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, Determinar los parámetros fisicoquímicos del suelo de Catac-Ancash, 2023 después del uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens*, Determinar las concentraciones plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash antes y después del uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens*.

La hipótesis general de la investigación es: El uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* es eficaz en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos de Catac-Ancash, 2023. Las hipótesis específicas fueron Las características morfológicas de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos varían respecto al tiempo del uso de

*S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* del suelo de Catac-Ancash, 2023. Las condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos varían respecto al clima. Los parámetros fisicoquímicos del suelo son reducidos después del uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens*. Las concentraciones plomo y cadmio en el suelo son reducidas mediante el uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica*

## II. MARCO TEÓRICO

La fitorremediación es un enfoque innovador que involucra plantas de alta calidad y microorganismos presentes en la zona radicular (rizósfera) para eliminar los contaminantes en el lugar o fuera de él. En los ecosistemas naturales, las plantas desempeñan un papel crucial al actuar como agentes que buscan eliminar, reducir, transformar, mineralizar, degradar, volatilizar o estabilizar los contaminantes presentes en el suelo, lodo y sedimento (Munive R., 2018). Por lo tanto, precisa que la contaminación del suelo implica diversas ocupaciones conforme el nivel de complejidad de cada caso. El suelo contaminado a remediar representa un caso en especial gracias a las condiciones del suelo, condiciones climáticas, el tipo de contaminante y las razones que causaron la contaminación (Mussali.,2019).

Poma y Quiñonez (2022), tuvieron como objetivo del estudio evaluar los efectos de la implementación de enmiendas orgánicas en la fitorremediación utilizando *Zea mays L.* en suelos contaminados con cadmio en Jauja durante el año 2021. El procedimiento se realizó en macetas de plástico, el cual contaba con siete tratamientos y con 3 repeticiones, donde cada maceta contenía 2 Kg, el suelo más el % de enmienda orgánica, los cuales eran el vermicompost y compost en dosis de 5%, 10% y 20% más el testigo. Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de enmiendas orgánicas tuvo un efecto positivo en la concentración de cadmio en la planta *Zea mays L.* Los tratamientos que utilizaron vermicompost en dosis del 5%, 10% y 20% mostraron resultados favorables, incrementando la concentración de cadmio en un rango de 6.94 mg/kg a 13.79 mg/kg. Además, se observó un aumento en el factor de bioconcentración (FBC), especialmente en las raíces de *Zea mays L.*, que osciló entre 0.59 y 1.23 en los tratamientos con vermicompost tuvieron mejores resultados en los porcentajes 5%, 10% y 20%.

Gómez (2020) tuvo como objetivo dar un avance a las investigaciones de acuerdo con el proceso de fitorremediación en suelo contaminado por cadmio, describiendo los mecanismos más eficientes de aplicación. Determinaron que las especies son mayormente utilizadas como fitoestabilizador con *Pluchea dioscoridis*, *Festuca arundinacea* y *Tradescantia fluminensis*, las cuales presentan una bioconcentración mayor a 1 ( $BCF > 1$ ) y un Factor de Translocación menor a 1 ( $TF < 1$ ). Concluye que las especies de plantas con mayor acumulación en cadmio son *Ambrosia ambrosioides* ( $BCF= 2,227.80$ ) y *Festuca arundinacea* ( $BCF = 196$ ) con su máxima acumulación,

concluyen en esta revisión, la combinación de especies potenciales para el suelo contaminado con cadmio que agregan aditivos como el ácido cítrico o bacterias que prometan el crecimiento para mejorar la eficiencia de este sistema de extracción de contaminantes.

Castro (2020) tuvo como objetivo principal este estudio es evaluar el efecto del quelato (EDTA) en la fitorremediación de un suelo contaminado por plomo utilizando la especie *Urtica urens* en la localidad de Oroya en 2018. Los resultados obtenidos determinaron si la planta era capaz de acumular los contaminantes en sus sistemas. Se observó que el tratamiento 3, con una concentración de 259.287 mg/kg, presentó el mayor contenido de plomo en las raíces de *Urtica urens*, seguido por los tratamientos 2 (242.223 mg/kg) y 4 (230.743 mg/kg). Esto destaca la efectividad del tratamiento, concluyendo que la aplicación de EDTA en un suelo contaminado por plomo, utilizando *Urtica urens*, tiene un efecto significativo en la fitorremediación. La planta logra fitoestabilizar el plomo, acumulando los contaminantes principalmente en las raíces

Rocha et al. (2018) tuvieron como objetivo verificar las concentraciones de mercurio total en muestras de suelo superficial de San Martín de Loba, logrando determinar el grado de contaminación del suelo. Los niveles de Hg-t se midieron mediante atomización y espectroscopia de absorción atómica. Las concentraciones de Hg-t oscilaron entre 0,002 y 23,83. con un valor promedio de  $3,40 \pm 0,36 \mu\text{g/g}$ , que es por poco superior al del Hg del suelo a nivel internacional. El índice de geoacumulación en el suelo alcanzó valores superiores a 5, lo que indica una alta contaminación en el 17 % de las muestras, por otra parte, el 70 % fueron de clase 5 (fuertemente a extremadamente contaminado). La tecnología usada para sustraer oro durante los procesos de amalgamación causa un elevado nivel de contaminación por Hg ubicada alrededor de un área minera de oro. Se tienen en cuenta procedimientos opcionales de sustracción que logren minimizar los niveles de Hg que tienen la posibilidad de esparcirse al medio ambiente y perjudicar la población que lo rodea.

Cerrón (2022) tuvo como objetivo determinar cuánto hay de contaminación en la planta de metalurgia de la UNCP su concentración en plomo y ejecutar la técnica de fitoextracción a través del girasol como medio fitoextracto, aumentando el vermicompost en varios niveles. Para el muestreo usó de la guía de muestreo del MINAM para el recojo de muestras, donde se realizó tres tratamientos y un testigo de cuatro repeticiones, siendo cuatro muestras de testigo, cuatro muestras con 25%, 50%

y 75% de vermicompost respectivamente. La concentración de plomo inicial y final en el suelo se concluyó por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica. En los resultados se obtuvo una más grande absorción en el T2 con 216.39 mg/Kg, el girasol tuvo una más grande absorción de plomo en la raíz y menor en las hojas. En cuanto al T1 el elevado contenido de plomo tuvo ineficiencia en el aumento foliar. Concluyó en que la adición de vermicompost aumenta en la sustracción de plomo en el suelo y que a más grande proporción de plomo se consigue una más grande absorción.

Sarmiento y Febres (2021) tuvieron como objetivo de este estudio evaluar el impacto del girasol y la lombricomposta en la remediación de suelos agrícolas contaminados artificialmente con plomo (Pb). Se llevó a cabo un ensayo de germinación de semillas de girasol en el Laboratorio de Gestión Agroambiental, donde se evaluó la tolerancia de las semillas al Pb en concentraciones de 35, 70 y 105 ppm. La capacidad de germinación de las semillas se utilizó como indicador de tolerancia al Pb. Los resultados revelaron un alto porcentaje de germinación (90%) a los 10 días, incluso en la concentración más alta de Pb (105 ppm). A los 15 días, todas las semillas germinaron al 100% en todos los niveles de Pb. Estos resultados permitieron seleccionar la concentración de 105 ppm de Pb para su aplicación en el suelo como parte de los tratamientos. En conclusión, todos los tratamientos lograron reducir los niveles de Pb en el suelo por debajo del límite nacional establecido para suelos agrícolas (70 ppm de Pb). Sin embargo, el tratamiento T2 (suelo con Pb y lombricomposta) mostró la mayor recuperación de Pb (81.21%) y presentó una diferencia estadísticamente significativa en comparación con los otros tratamientos.

Kang Yan et al. (2022) tuvieron como objetivo analizar sintéticamente el estado de investigación de la contaminación por metales pesados en el suelo de sitios contaminados en todo el mundo y especialmente en China. El cual esta nación y EE. UU. fueron las naciones más activas en la indagación relacionada. En China se centraron en diferentes medios ambientales, remediación físico-química y tecnologías de fitorremediación. Los tipos de sitios contaminados en China incluyeron áreas mineras, zonas industriales, riego de aguas residuales, etc. El Cd y el Pb fueron los metales pesados más estudiados en China. La contaminación de metales pesados en los suelos de los sitios contaminados se clasificó como: Cd > Pb > Cu/Zn/Hg > As/Cr > Ni, y fue más grave en el sureste de China que en el noroeste de China.

Boente C et al. (2022) tuvieron como objetivo evaluar el grado de contaminación de las áreas de estudio (cinco sitios seleccionados incluidos en el distrito minero de Linares. Las muestras representativas de 50 kg se suspendieron en agua y luego se tamizaron en húmedo (ciclos de 100 g) en fracciones de tamaño de partícula de <63, 63–125, 125–250, 250–500, 500–1000 y 1000– 2000  $\mu\text{m}$  utilizando tamices normalizados colocados en un agitador y siguiendo el Método de prueba estándar para el análisis del tamaño de partículas de suelos. Todas las muestras de suelo tuvieron un contenido regular de N total, entre 0.17% y 0.26%, y relación C/N muy baja, como era de esperar por el bajo contenido de materia orgánica en estos suelos. Se concluye que los resultados obtenidos revelan concentraciones anómalas en el suelo de As, Cd, Cu, Pb y Zn; en particular, la concentración de As y Pb en el suelo superó los límites admisibles en todos los sitios de estudio y escenarios de uso del suelo considerados.

Mingfei et al. (2022) tuvieron como objetivo definir el efecto del óxido de hierro y las nanopartículas Zero Valent (ZVI) en la reducción de la contaminación del suelo mediante el uso de modelos informáticos blandos. Con el fin de mejorar la calidad del suelo de un desecho minero que estaba fuertemente contaminado con As (1807 mg/kg), se investigaron los efectos del óxido de hierro sobre el As adsorbido no específica y específicamente. Se añadió óxido de hierro al suelo contaminado en concentraciones de 0,5 por ciento, 2 por ciento y 5 por ciento (p/p).

Fauziah et al. (2017) tuvieron como objetivo remediar metales pesados en suelos contaminados con lixiviados de un vertedero no sanitario cerrado en Kuala Lumpur. Se agruparon en dos tratamientos, proteobacteria y no proteobacteria. La comparación entre los tratamientos reveló que las proteobacterias (Tratamiento A) realizaban una mayor actividad de remoción de metales en comparación con las no proteobacterias (Tratamiento B) y el control (Tratamiento C). De los cuatro metales probados en este estudio, tres de los metales (As (71,86 %), Ni (50,8 %), Al (87,15%)) se eliminaron significativamente mediante la adición del Tratamiento A. La constante de tasa de eliminación de metal más alta se obtuvo para Al a 0,02 día<sup>-1</sup>. Por lo tanto, se concluyó que la adición de microbios, a saber, proteobacterias, al suelo contaminado con lixiviados puede eliminar el contenido de metales pesados.

Abbas G et al. (2018) tuvieron como objetivo demostrar la información sobre transportadores específicos para la absorción de As por las plantas. En esta revisión, describimos brevemente las fuentes y el alcance de la contaminación por As en el

suelo y el agua y la especiación de As en el suelo y discutimos la translocación y especiación de As del suelo a las plantas. Está bien establecido que tanto el As como el Pi tienen propiedades químicas similares y usan las mismas moléculas portadoras para la absorción en las raíces de las plantas a través de las membranas plasmáticas. Concluyendo que está bien establecido que tanto el As como el Pi tienen propiedades químicas similares y usan las mismas moléculas portadoras para la absorción en las raíces de las plantas a través de las membranas plasmáticas.

Ramírez et al. (2020) tuvo como objetivo determinar el potencial fitorremediador de la chicura en un ambiente contaminado por Cd, Cu y Pb. Desarrollo de investigaciones, así como análisis de laboratorio. Después de la cosecha del campo, las plantas se colocaron durante 21 días en un invernadero semicircular de 200 metros cuadrados con un techo arqueado cubierto de plástico. Para el factor de metales pesados, el cobre es el más absorbido por la raíz de la planta 217.5, el que menos tiene absorbido es el plomo 249.6. concluyendo que el factor de translocación biológica indicó que el cadmio es el metal pesado que la planta transfiere fácilmente a sus hojas.

Ying Ma, Jaya Tiwari y Kuldeep (2022) tuvieron como objetivo revelar los mecanismos subyacentes de las interacciones planta-AMF en la fitorremediación. La inoculación de hongos micorrízicos arbusculares (AMF) con plantas de remediación acelera el proceso de fitorremediación al mejorar la biomasa de las plantas y su potencial de acumulación de metales al tiempo que mejora las características fisicoquímicas y biológicas del suelo. La aplicación de técnicas micorrizales tiene menos inconvenientes y más ventajas. Varios factores, como el potencial redox, el pH, los ligandos inorgánicos y orgánicos pueden regular la adsorción o desorción de metales y su biodisponibilidad.

Khalid, Alaboudia y Berhan (2018) determinaron la eficiencia de remoción de Pb y Cd, utilizando la planta *Helianthus annuus L.* La aplicación de 200 mg kg<sup>-1</sup> de Pb Cd al suelo redujo el peso fresco del tallo de la raíz, la longitud del tallo y la raíz. La concentración máxima de Pb y Cd en brotes y raíces. El resultado obtenido mostró que la planta *H. annuus* fue más factible para la absorción de Cd que Pb.

Yazdanbakhsh et al. (2020) aplicaron dos enmiendas biosólidos y estiércol de vaca para ayudar a la retención de metales pesados al girasol ornamental. Se efectuó un experimento con 4 repeticiones, donde se aplicó estiércol de vaca y biosólidos,

utilizando 3 porciones de peso (6%, 12% y 25%), para estimar la eficacia del girasol en la eliminación de Pb, Ni y Zn del suelo. La agregación de enmienda aumentó la tasa de germinación de un 50% a 176%. En los resultados se mostró que los tratamientos con las dos enmiendas, aumentó el factor de Pb, Ni y Zn en 83.7 a 95.5; 74.9 a 94.9 y 78.4 a 87.5. Concluyendo que la aplicación de enmiendas ayuda a la planta girasol en la retención de metales pesados.

Corpus M. (2018) tuvo como objetivo evaluar la eficacia fitorremediadora de *Calamagrostis recta* Trin. Ex Steud., *Cortaderia jubata* Stapf y *Festuca glyceriantha* Pilg. para suelos contaminados por metales pesados bajo 2015-2016. Según el estudio, tiene como objetivo evaluar y cuantificar el nivel de eficacia de *Calamagrostis recta* Trin. Los resultados muestran que la germinación baja generalmente se asocia con velocidad de germinación rápida y media, mientras que el alta tiende a asociarse con velocidad media y lenta. Para la especie analizada *Calamagrostis recta* Trin, se obtuvo el potencial de las tres especies vegetales de los altoandinos 51% para *Festuca glyceriantha* Pilg., 39% para *Cortaderia Stapf* y 28% para *Calamagrostis recta kunth*

Gambini L. (2020) tuvo como objetivo verificar el grado de contaminación del suelo por metales provenientes del lavado de oro aluvial, así como para evaluar las características y características fisicoquímicas de los suelos afectados. El método cuenta con una serie de tecnologías para la remoción de suelos contaminados que se aplican periódicamente. El resultado de diferentes metodologías es la incineración *ex situ*, los contaminantes son devastados proporcionando altas temperaturas de 1000 °C, con el objetivo de oxidar y volatilizar los compuestos orgánicos. En conclusión, las necesidades creadas por el sistema requieren recursos naturales, generando impactos ambientales.

Peña I. (2019) tuvo como objetivo determinar la habilidad para retener líquidos o sustancias de *Helianthus annuus* (girasol) como agente fitorreparador de suelos afectados por la presencia de plomo. Se utilizó una metodología específica que implicó un procedimiento detallado. Los resultados obtenidos de las dos muestras de suelo analizadas mostraron los siguientes hallazgos: La primera muestra presentaba un contenido remanente de plomo de 370.2 mg/kg, lo cual representa una reducción aproximada del 47.12% en comparación con los 700 mg/kg iniciales. La segunda

muestra mantuvo un contenido de 459.1 mg/kg de plomo, lo cual representa una reducción aproximada del 61.74% en comparación con los niveles iniciales. Estos resultados indican que *Helianthus annuus*, el girasol, puede crecer y desarrollarse normalmente en suelos contaminados con plomo sin sufrir efectos nocivos, incluso en concentraciones de plomo de hasta 700 mg/kg. Esto sugiere que el girasol tiene una capacidad notable para absorber y reducir los niveles de plomo en el suelo. En conclusión, el estudio demostró que *Helianthus annuus* puede actuar como un agente fotorreparador eficaz en suelos contaminados con plomo, mostrando una reducción significativa en los niveles de contaminación. Esto resalta la capacidad del girasol para mitigar los efectos negativos fenómeno dando presencia de altos niveles de plomo en el terreno, causando contaminación.

Xiao et al. (2021) tuvieron como objetivo evaluar el crecimiento de la nochebuena en suelos industriales contaminados por PTE. Los suelos se recolectaron de la aldea de Xintang (113 40 E, 27 430 N) en la ciudad de Zhu Zhou usando el método diagonalmente un parche de bosque mixto de hoja ancha. Como resultado el suelo, tanto en el grupo experimental como en el de control, era franco rojo. El análisis físico y químico del suelo (Cuadro 1) mostró que el suelo del bosque era débilmente ácido (pH = 6.84), mientras que el suelo contaminado se acercaba a la neutralidad. Concluye que la flor de Pascua crece bien en suelos contaminados con PTE, y los PTE (posiblemente cromo) pueden controlar la altura de la planta de la flor de Pascua.

Quiliche V. (2021) tuvo como objetivo reconocer los niveles de plomo en la planta *Urtica urens* L. Después de completar exitosamente el proceso de remediación de suelos utilizando la fitorremediación, se llevó a cabo una revisión sistemática para sintetizar la información disponible. Esta revisión se realizó de manera cuantitativa, lo que permitió obtener datos concretos. Como resultado, se encontró que las concentraciones de plomo en las raíces de la planta *Urtica urens* alcanzaron 854.5 mg/kg. Además, se observó una constante de 510 mg/kg en las raíces del procedimiento 2, desarrollado por el mismo investigador, que se ubicó en el tercer lugar. En resumen, se concluyó que las concentraciones de plomo en la planta *Urtica urens*, después de la fitorremediación de suelos, varían en niveles altos y bajos dependiendo de la concentración de plomo presente en el suelo.

Guerra, Muñoz y Sokolsky (2021) tuvieron como objetivo brindar un mejor panorama sobre la fitorremediación en los suelos tropicales, dándole importancia a los

diversos factores que ocurren en el proceso, que vendría ser el caso de los nanoagroquímicos. Los suelos tropicales debido a la alta acidez que contiene impulsan a una mayor adsorción de metales pesados. La planta tropical como *A. hybridus* para la retención de metales pesados con micorrizas arbusculares, donde la adición de estos aumentó la retención de Cd y Pb en tallos, raíces y hojas. Concluyendo que a medida que la edad de la planta aumenta, mayor será la retención de Cd y Pb.

Subasic et al. (2021) tuvieron como objetivo resumir los datos actuales sobre diferentes plantas y enfoques que se han realizado para la mejoración en la fitorremediación de Cd. Las plantas hiperacumuladoras como *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Scrophulariaceae* y *Brassicaceae* las cuales eliminan reducen o acumulan metales pesados más que: 100 mg/kg para Cd y Se y 1000 mg/kg para As, Pb. Concluye que los enfoques para la remediación de Cd es la aplicación de fitorremediación, especialmente la fitoextracción, el cual es un método simple ecológico y económico para la eliminación de metales pesados.

Tiodar, Vacar y Podar (2021), tuvieron como objetivo revisar la absorción de Hg en las plantas, discutiendo diferentes planes de fitorremediación, también tipos de plantas para la fitorremediación en los suelos contaminados por Hg. Se obtuvieron hallazgos del *Glomus mosseae* con la planta *Zea mays* en suelo contaminado artificialmente con 50 mg Hg<sup>2+</sup> kg<sup>-1</sup> donde el hongo provocó la evaporación de mercurio y la absorción de mercurio en el suelo. Siendo la concentración de estas plantas en 439 mg kg<sup>-1</sup>. Concluyen que la fitorremediación en suelos contaminados por mercurio es una salida emergente, debido a que las plantas manejan los contaminantes sin afectar las raíces mejorando la fertilidad a través de la exudación de las raíces.

Riza y Hoque (2021) tuvieron como objetivo la descontaminación de suelos causados por efluentes de la industria textil con la planta *Bryophyllum pinnatum*. El experimento se realizó in situ. Se halló concentraciones de Zn (143,88 µg/g) y Cu (28,57 µg/g). Luego de plantar la planta analizaron las concentraciones de Zn y Cu en 3 intervalos de 45, 90 y 135 días. Como resultado obtuvieron la reducción de la concentración de Cu (27,08 µg/g por 45 días y 13,19 µg/g por 90 días) y de Zn fue de 103,09 µg/g en 45 días y los demás días se mantuvo dentro de los valores. Concluyen en que la absorción de metales comienza desde la raíz al brote mientras pasa el tiempo. La planta *Bryophyllum pinnatum* posee una buena capacidad para la retención

de metales pesados.

Mesa-Marín et al. (2019). tuvieron como objetivo aplicar la *Spartina densiflora* con fenantreno asistida por bacterias. Los experimentos realizados mejoraron levemente el crecimiento de la planta *Spartina densiflora*, la fluorescencia y los parámetros fotosintéticos. La planta mostró tasas de disipación de fenantreno en el suelo más baja que la planta inoculada en un 30% menos. Concluyen en un seguimiento del tratamiento en la colonización bacteriana, la actividad metabólica y la supervivencia en el proceso de la fitorremediación de suelos con fenantreno.

Espada et al (2022) tuvieron como objetivo estudiar la fitorremediación de suelo contaminado por plomo utilizando *F. arundinacea* mediante la evaluación del ciclo de la vida. Se evaluó la disposición directa en vertedero de seguridad, la valorización energética. Los resultados mostraron que en el vertedero la eliminación de la biomasa fue el más destacante, siendo la biomasa y la cogeneración los principales responsables del impacto ambiental. En cuanto los tratamientos químicos en lo que viene hacer la producción y la disposición del suelo tuvieron cargas ambientales más críticas, Concluyen que la fitoextracción más la valorización energética es la alternativa más ética para el medio ambiente, disminuyendo los impactos en un 30 y 100%.

Landberg y Greger (2022) tuvieron como objetivo determinar si *S. viminialis* puede disminuir los metales pesados, bifenilos policlorados (PCB), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y arsénico en suelos industriales. En el lugar se sembraron con esquejes de *S. viminialis* en julio de 2003. Luego se recolectaron muestras del suelo por años desde el 2005 hasta el 2015, los cuales fueron analizados para la detección de metales pesados, PCB, PAH y arsénico. Los resultados obtuvieron el 21 % de cromo, el 30 % de arsénico, el 54 % de cadmio, el 61 % de zinc, el 62 % de cobre, el 63 % de plomo, el 87 % de níquel, el 53 % de PCB y hasta el 73 % de PAH, los cuales fueron removidos después de los 10 años de tratamiento con *S. viminialis*. Los contaminantes se redujeron significativamente en el primer año, después de unos años la eliminación de contaminantes descendió. Se concluye que la planta *S. viminialis* es buena para fitorremediación y que puede variar el porcentaje de descontaminación dependiendo de las sustancias que contenga.

Wei et al. (2021) tuvieron como objetivo discutir la fitorremediación de la contaminación por Zn y la resistencia de las plantas orientándose en las micorrizas y los mecanismos subcelulares que influye en la unión de metales y el eflujo de las plantas. Los hongos micorrízicos arbusculares (AMF) son utilizados en la fitorremediación, debido a la mejora en la tasa de la supervivencia de las plantas, debido a que aumenta los nutrientes de la planta, los protege de la toxicidad de los metales, mejorando su estabilidad en la planta. Concluyen que hay diferentes tipos de plantas que contienen distintas absorciones de Zn, lo cual es esencial la selección correcta para la remediación.

Iya et al. (2019) tuvieron como objetivo evaluar la eficacia de la fitorremediación de *Polyscias fruticose* en la remoción de metales pesados del suelo enriquecido. Se realizaron esquejes de *P. fruticose*, cultivando 2 Kg de suelo enriquecido con diferentes metales pesados en bolsas de poliestireno. El tratamiento se llevó a cabo durante 300 días, determinando las concentraciones de metales en la planta y el suelo en proceso de crecimiento. Se mostró los índices para la facilidad de absorción y translocación de metales, donde el Cr, Co, Mn, Pb y Ni tuvieron la mayor facilidad de absorción mientras que Fe, Zn y Cu se acumularon en la raíz, pero no pasaron al tallo. Concluyen que el uso de *P. fruticose* es muy eficaz en la fitorremediación de varios suelos conteniendo metales pesados a nivel de invernadero.

Azab y Egazy (2020) tuvieron como objetivo probar el potencial de *Rhizya stricta* para la fitorremediación de suelos contaminados por metales pesados. Las plantas fueron cultivadas durante 3 meses con macetas que contenían tierra tratada con metales pesados como Pb, Cd, Cu y Zn con dosis de 10, 50 y 100 mg/kg. Fueron calculados por dos factores la biocumulación (BCF) y translocación (TF) para tener en cuenta la capacidad de retención y transferir los metales pesados del suelo a la planta. La retención de los metales se vio más en las raíces que en los tallos y las hojas como en el caso de Pb, Cu, Cd y Zn. Concluye que el rápido crecimiento de *R. stricta* y la capacidad de retención de metales pesados, se recomienda su uso en suelos contaminados de terreno árido.

Korseniowska, Stanislaw y Glubiak (2018) tuvieron como objetivo evaluar la utilidad de *Phalaris arundinacea*, *Salix viminalis* y *Zea mays* para la fitorremediación en suelos contaminados con níquel. Se realizó un experimento de microparcela de dos años con plantas que crecían en suelo contaminado con níquel. La eficiencia de las

plantas se evaluó mediante la tolerancia, la bioacumulación y translocación. Donde las plantas mostraron una falla total para la fitoextracción, pero se puede utilizar para la fitoestabilización, el caso *Z. mays* acumulo grandes cantidades de níquel en las raíces, mientras que las otras plantas acumularon muy poco Ni en sus raíces, pero pueden ser útiles para la fitoestabilización. Concluyen que las plantas pueden crecer en suelo contaminado con níquel y puede evitar la propagación de la contaminación.

Ma Ying et al. (2019) tuvieron como objetivo conocer el impacto de la inoculación microbiana en suelos salinos contaminados con níquel aplicando la fitorremediación con *Helianthus annuus*. Se utilizó la bacteria (PBB) *Pseudomonas libanensis* TR1 y el hongo micorriza arbuscular (AMF) *Claroideoglomus claroideum* BEG210. La inoculación de *P. libanensis* sola o en combinación con *C. claroideum* incrementó el crecimiento de las plantas y la acumulación de Ni y sodio de *H. annuus* bajo el estrés de salinidad y níquel solos o en combinación. Concluyó en que las cepas microbianas sirven para mejorar la fitoterapia en suelos salinos contaminados por metales.

Wang et al. (2021) tuvieron como objetivo investigar el efecto de diferentes materiales orgánicos como residuos de hongos (MR), residuos de biogás (BR) y cáscaras de brote de bambú (Bs) en la fitorremediación de suelos contaminados por PHM con *Sedum alfredii* Hance. Los resultados mostraron el tratamiento con BR al 5% de activación de Cu y Zn; para suelos muy contaminado se realizó con BS al 1% efectuó la activación más alta para Zn, Cu, Pb y Cd; por último, la biomasa de *Sedum alfredii* hance más la agregación de materiales orgánicos. Concluye que la aplicación de BS y BR puede ser que mejore la eficacia de recuperación de suelos contaminados por Zn y Cd por *Sedum alfredii* hance.

Silva et al. (2019) tuvieron como objetivo presentar técnicas de fitorremediación primordiales y analizar el uso de especies forestales en la fitorremediación. Las investigaciones presentan diferentes especies con capacidad de retención y son tolerantes a suelos contaminados, teniendo una capacidad de fijación de contaminantes en sus estructuras entre mayor el tiempo que tiene relación con especies vegetales de ciclo anual. Concluyen que la falta de investigaciones es el cuallo hace un factor limitante trayendo como consecuencia que plantas efectivas no sean identificadas para la fitorremediación de suelos.

Vilca, Nuri (2022) tuvo como objetivo evaluar la capacidad de fitorremediación mediante *Solanum nigrum* y *Bidens pilosa*, en diferentes sustratos, en el Amazonas. Se realizó en macetas de tres kilos, comenzando con el riego empleando  $\text{CdCl}_2$  en una relación de 1:1. Después se pasó con una aplicación de 5 y 10 ppm de Cd por maceta, según los tratamientos. Dejando en reposo de 15 días, donde las evaluaciones se realizaron cada 8 días durante dos meses. Teniendo como resultado en el sustrato SI con pH 6.27, que ambas especies cadillo y hierba mora tuvieron altas concentraciones de Cd en la parte foliar con un promedio de 4.12 y  $3.06 \pm 0.95$  respectivamente, en la concentración de Cd en la raíz fue de  $3.52 \pm 0.95$  y  $2.12 \pm 0.62$ .

La fitorremediación proviene del griego “phyto” o “planta”, la cual es conocida también con el nombre de fitocorrección, conteniendo un proceso químico, físico y biológico, que es llevado a cabo por las plantas, ayudando a la absorción, degradación y metabolización de los contaminantes. La retención de los metales pesados en suelos utilizando plantas es muy conocida, desde los años 60 en Rusia se estuvo investigando la manera de recuperar los suelos contaminados con radionucleótidos, la implementación de las plantas tiene la capacidad de acumular contaminantes como solventes, metales pesados, elementos radioactivos, entre otros. Esta técnica aún se viene investigando y desarrollando, donde se intenta realizar un sinnúmero de pruebas en campo (Papuico, 2018).

En los últimos tiempos transcurridos se han generado terminologías nuevas basadas en el proceso de las plantas en la remediación, definiendo nuevas técnicas de fitorremediación. La **fitodegradación**, degrada o transforma los metales pesados y otros compuestos por la planta, llegando a ser extraídos de manera parcial. La **fitoextracción**, tiene la capacidad de algunas especies de plantas en contener contaminantes en sus raíces, tallos y hojas. Los contaminantes extraídos mayormente son los metales pesados, algunos tipos de contaminantes orgánicos y elementos radioactivos, también se puede implementar en tratar aguas residuales. La **fitovolatilización**, tienen la capacidad de volatilizar algunos contaminantes como vendría hacer el selenio y mercurio, donde su proceso es transportarlos desde la raíz a las partes superiores de la planta y ser liberados a la atmósfera. La **fitoestabilización**, en este tipo de fitorremediación las plantas tienen un sistema donde la raíz, le permite disminuir la disposición de metales y otros contaminantes. Donde las plantas absorben la humedad que contiene el suelo, esto se debe a las altas tasas de

evapotranspiración, presentando la inmovilización de metales, las cuales se fijan fuertemente en las raíces. La **rizofiltración**, tiene la capacidad de aumentar el crecimiento de las plantas en cultivos hidropónicos, las raíces de las plantas del suelo tienen la capacidad de absorber, concentrar y precipitar los metales pesados en aguas residuales contaminadas (Cerrón, 2022).

La planta ***Solanum pseudoamericanum*** Es una planta anual o de varios años que crece hasta 1 m de altura, con un tronco verde o púrpura, vertical y ramificado. Las hojas alternas alcanzan hasta 10 cm de largo y 7 cm de ancho con establos de hojas finamente aladas de 4 cm de largo. La ***Urtica urens*** tiene elementos fenólicos como escopoletina, ácidos caféico, colina lecitina fitoesterinas, betaina, serotonina y vitaminas A, B y C, dichos elementos trabajan como defensores ante las radiaciones ultravioleta y conforman el pigmento natural de la planta, se desarrolla en la zona andina peruana; esta clase vegetal muestra tallos estriados equipado de pelos urticantes flacos y unicelulares regados en las dos caras, la cual muestra hojas básicas pecioladas, opuestas acerradas de color verde oscuro, con cistolitos redondos, los sobacos de las hojas están insertadas en largos racimos ramificados, las cuales están dispuestas en sus flores. (Guadamos y Julca, 2022).

El pH interpreta el nivel de acidez que contiene el suelo, que se basa en la concentración de iones de hidrógeno  $H^+$  que hay en el suelo. La escala de pH en el suelo tiene un valor máximo de 14, donde el valor neutro para el suelo tiene el valor de  $pH=7$ . Siendo suelos ácidos los valores que son inferiores a 7 y básicos los valores que están por encima de éste. Por lo general las plantas cultivadas que tienen mejor desarrollo son las que se acercan más a la naturalidad, teniendo elementos nutritivos disponibles y un equilibrio adecuado (Soriano, 2018). La humedad que hay en las plantas es debido a que consumen una gran cantidad de agua en el proceso de crecimiento, donde llegan al límite en la etapa del brote de capullo y la floración. La textura del suelo, en el caso del suelo arcilloso tiene la capacidad de absorber metales, en cambio los suelos arenosos, tienen poca retención de metales, pasando al subsuelo.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación fue de tipo aplicada, con el propósito de abordar de manera directa problemas prácticos que afectaron tanto al sector público como a la sociedad en general. El objetivo principal fue satisfacer las necesidades estratégicas, estructurales y de proceso, mediante la aplicación de los resultados obtenidos en esta investigación aplicada (MacLean, 2021).

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que buscó explicar la utilización de Descontaminación de plomo y cadmio en suelos mediante *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* en Ancash 2023 de acuerdo a que el enfoque cuantitativo fue eficaz por el uso de pruebas, observación sistemática, experimental y análisis estadístico que se aplicaron (Arias J., 2021).

Las averiguaciones con un enfoque mixto se otorgaron de 2 tipos en concordancia con el procedimiento y sus modalidades de conjunción en una misma fase o etapa de indagación, al tiempo que además los procedimientos cuantitativos se aplicaron en una fase o etapa de la averiguación y los cualitativos en otra (Otero A.,2018)

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### **Variable Independiente**

*Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*

##### **Variable Dependiente**

Descontaminación de plomo y cadmio en suelos

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

- Población

De esta manera se cuenta como población los suelos contaminados del Distrito de Catac - Ancash. La población objeto de análisis en una indagación, es el grupo total de recursos de interés y la muestra un subconjunto poblacional. una población pequeña y de simple ingreso a las unidades de estudio no se necesita elegir una muestra, una vez que para un análisis se toma la integridad poblacional, no se

necesita hacer un muestreo para el análisis o indagación que se proyecta (Robles. 2019).

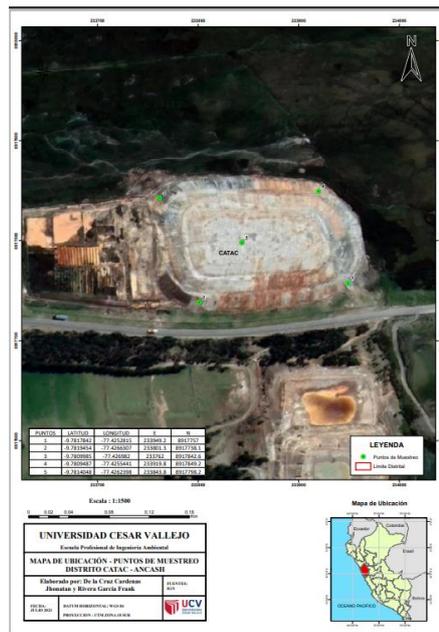
- Muestra

La muestra fueron 60 kg de suelo contaminado por metales pesados, que serán distribuidas cada muestra en 15 kg asimismo se tomarán 12 plantas de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*. Esta técnica de muestreo es una técnica que permite una selección de conjuntos con el objetivo de representar la población con una finalidad de estudiar o determinar la característica (Peña y Fernández. 2019). A continuación, se presenta la Tabla 1, que contiene las coordenadas de muestreo del suelo. Asimismo, se adjunta la Figura 1, un mapa en ArcGIS que muestra los puntos de muestreo.

**Tabla 1. Coordenadas de muestreo de suelo**

Puntos	Latitud	Longitud
1	-9,7817842° S	-77,4252815° W
2	-9,7819454° S	-77,4266307° W
3	-9,7809985° S	-77,426982° W
4	-9,7809487° S	-77,4255441° W
5	-9,7814048° S	-77,4262398° W

Elaboración propia 2023



**Figura 1. ARGIS Puntos de Muestreo**

- Muestreo

El proyecto fue de muestreo probabilístico con posibilidad de elección de muestras aleatorias ya que en todos los elementos que componen la población y donde estuvieron incluidos en el marco muestral, pudieron tener una probabilidad de ser seleccionados como muestra.

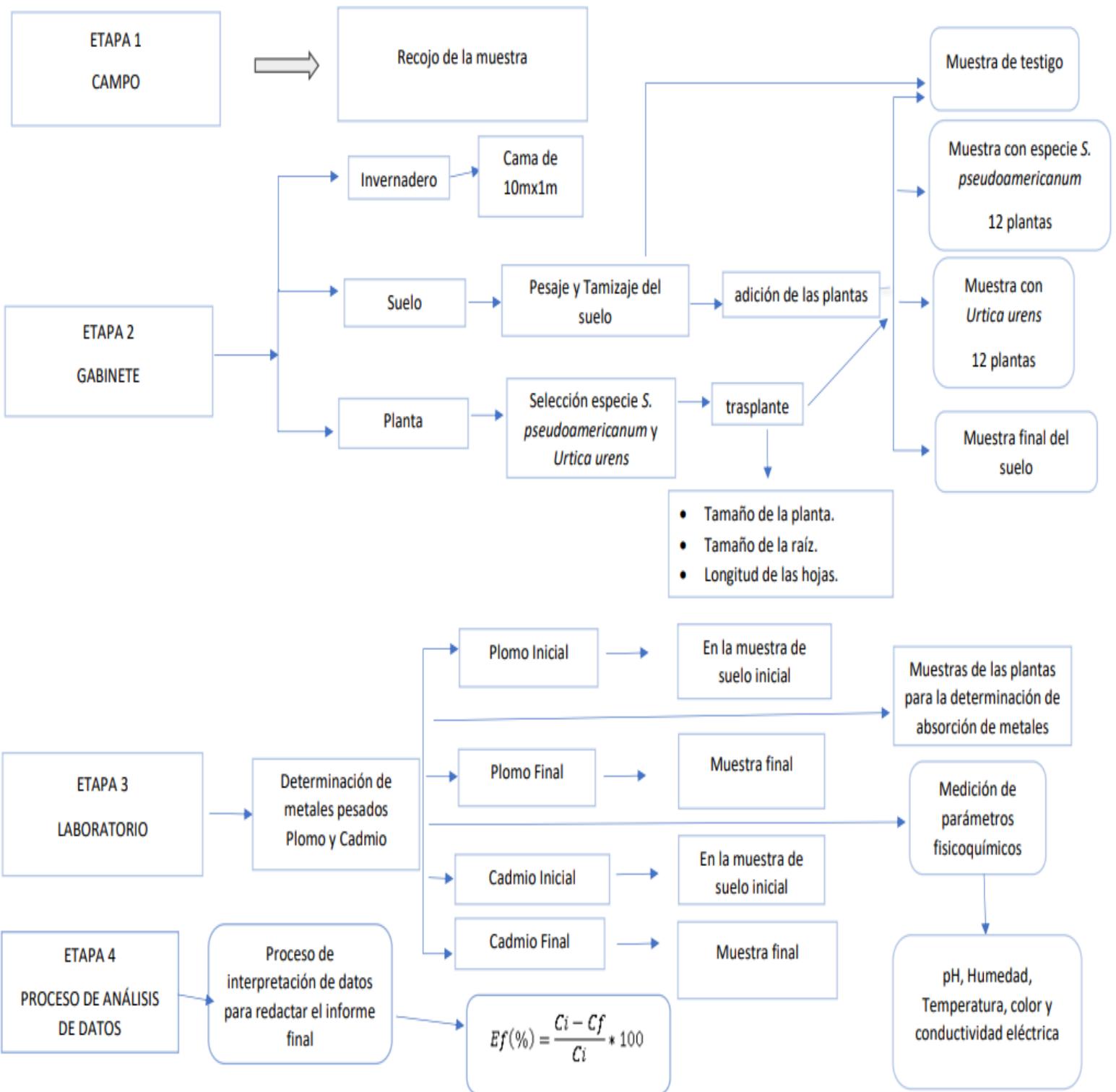
### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica de observación empírica se distingue de la no empírica debido a que recopila datos en condiciones controladas subjetivamente por el investigador, lo que le permite manipular las variables relevantes. Esta técnica se considera poderosa dentro de la investigación científica, ya que permite obtener información de primera mano y directa sobre los fenómenos estudiados. Al controlar las condiciones y manipular variables, se puede obtener una comprensión más profunda y precisa de los fenómenos observados, lo que contribuye a generar conocimiento científico sólido (Freire, 2019)

Se utilizó las fichas de registro de datos donde se podrán responder de acuerdo con los indicadores de la matriz de operacionalización. El instrumento fue la ficha de recolección de datos que realizarán la medición de las variables. Para la validez de los instrumentos del estudio serán validados por profesionales especialistas en el tema en la Universidad César Vallejo. En el anexo 8 se presenta el valor asignado por los expertos de la Universidad César Vallejo, respecto a los instrumentos aplicados en el presente proyecto de investigación.

### **3.5. Procedimientos**

El procedimiento se llevó a cabo en tres etapas distintas: la recolección de muestras de suelo, la subdivisión del área en dos puntos de ejecución en el terreno y, finalmente, el tamizado y pesaje. En cuanto a las plantas, se realizó la selección de semillas, seguida de su análisis en laboratorio para determinar la presencia de metales pesados. A continuación, se presenta la Figura 2, que ilustra las Etapas del Procedimiento detalladas.

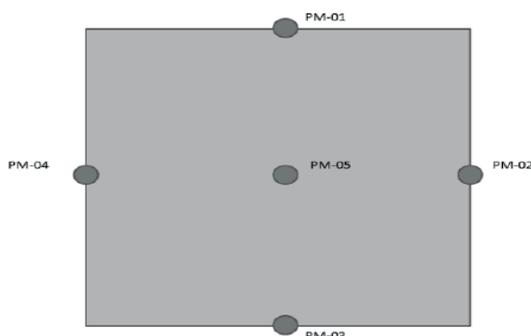


**Figura 2. Etapa de procedimiento**

## Etapas de la investigación

### Etapa 1. Recojo de muestra

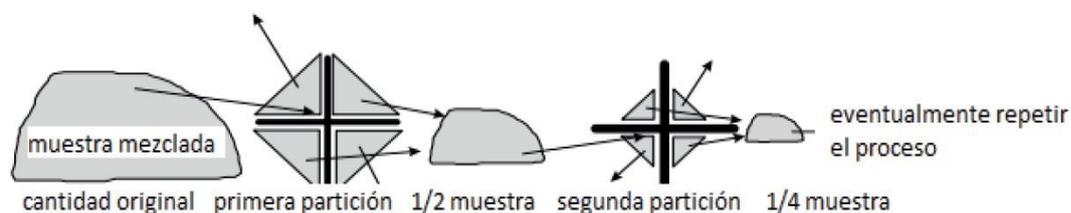
De acuerdo con el recojo de muestra de la guía del D. S. N.º 002-2013-MINAM, después se pudo limitar la zona donde se sacaron 5 calicatas con una profundidad de 30cm. A continuación, se observa la Figura 3, la cual representa la localización de los puntos de muestreo en el área de excavación.



*Fuente: Decreto Supremo N°002-2013-MINAM*

#### **Figura 3 Localización de punto de muestreo en el área de excavación.**

Después de ejecutar las 5 calicatas, se pasó a limpiar los materiales que se encuentran en la muestra como piedras y otros materiales que no serán utilizados, pasará a utilizar la técnica de cuarteo de testigo de un 1 kg con 4 reparticiones, igual para los otros tratamientos, luego se pasarán a colocar en bolsas para luego pasar a colocar el nombre, lugar y fecha en un sticker, posterior las muestras sobrantes se pasarán en sacos para luego trasladarlo y colocarlos en lugar de utilización. En la Figura 4 siguiente se ilustra el método de cuarteo de muestra, tomado de la guía de muestreo de suelo.



*Fuente: Decreto Supremo N°002-2013-MINAM*

#### **Figura 4. Método de cuarteo de muestra, tomada de la guía de muestra de suelo**

## **Etapa 2. Elaboración del invernadero**

Para la construcción de invernadero se pasó a ver el área, que tenga 10 m de largo y 1 m de ancho, se va a construir para obtener un mejor resultado en el crecimiento de nuestras plantas así logre garantizar el proceso y analices que podamos sacar. En las Figuras 5 y 6 se presentan la elaboración y la finalización del invernadero, respectivamente.

Materiales que utilizo en la construcción

- 12 tablas
- Clavo
- 1 Fierro galvanizada
- Hule transparente
- Motosierra



***Figura 5. Elaboración del invernadero***



***Figura 6. Finalización del invernadero***

### Procedimiento de la Planta:

Para llevar a cabo la trasplantación de las plantas, se seleccionaron y recolectaron especies específicas, en este caso, *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*. Se recolectaron un total de 12 plantas de cada especie. Cada planta tiene un tamaño aproximado de 20 cm. Estas plantas serán transportadas al lugar donde se llevará a cabo el procedimiento de trasplante. En la Figura 7 siguiente se muestra la cinta métrica utilizada para medir las plantas.

### Recojo de datos

Se pasó a recoger las muestras del tratamiento de acuerdo con los parámetros fisicoquímicos como:

- Las hojas de color verde
- La raíz *Solanum pseudoamericanum* debe mantenerse de frente.
- La raíz *Urtica urens* deben mantener de frente
- Las hojas deben estar enteras
- La planta *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* deben ser tamaños similares
- El tallo debe estar verde

También se tomaron en cuenta algunos criterios que no forman parte del estudio:

- Hojas amarillas
- Hojas secas
- Plantas *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* que estén débil



**Figura 7. Medición de la planta**

## **Materiales para la trasplatación.**

- Paleta
- Mantada
- Macas
- Balanza
- Tamizador
- Stickers
- Bolsas negras para vivero

## **Etapa 3. Determinación de los metales pesados**

Para el análisis de muestra de suelo se llevó a analizar 1kg de cada muestra al laboratorio de muestra de suelo, para poder conocer las concentraciones de los metales pesados una muestra inicial, luego se analizarán cada ensayo para la muestra final.

## **Material de recolección de datos de la muestra de suelo**

Los materiales que fueron empleados para la muestra de suelo fueron:

- Guantes quirúrgicos
- Pico y lampa para el recojo de la muestra de suelo
- Bolsas de polietileno negras
- Guardapolvo
- Marcador
- Stickers

## **Etapa 4. Análisis de la muestra de laboratorio**

Se analizó la muestra del suelo contaminado para determinar la muestra inicial, intermedio y final de los metales para su muestra, también se tomó en cuenta los parámetros fisicoquímicos viendo el pH, humedad, temperatura y conductividad eléctrica.

## **Análisis estadístico**

Para poder analizar los tratamientos de las variables, se realizó a través del análisis estadístico realizando una prueba de análisis de la varianza, como contraste en el programa SPSS.

## **Análisis de resultado**

Una vez obtenido el resultado se pasó a interpretarlo y evaluar su eficiencia utilizando la fórmula:

$$\% \text{ Remoción} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

$$Ef(\%) = \frac{C_i - C_f}{C_i} * 100$$

- Ef (%) = Eficiencia en porcentaje
- Ci= Concentración inicial
- Cf= Concentración final

Se procedió a formular las recomendaciones y las conclusiones con base en estos resultados, con el fin de elaborar el informe final.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Durante la etapa de experimentación, una vez obtenidos los datos, se procedió a analizarlos y organizarlos utilizando el software de Microsoft Excel. De esta manera, se mantendrán los datos de forma ordenada en tablas y gráficos. Además, se empleó el programa IBM SPSS para evaluar la cantidad de reducción de contaminantes

### **3.7. Aspectos éticos**

El estudio se llevará a cabo teniendo en cuenta el respeto y la honestidad en la información, siguiendo las normas establecidas en la Resolución de Consejo Universitario 0126-2017/UCV, especialmente el Capítulo 3, que describe los pasos y etapas para la realización de investigaciones. También se considerarán los lineamientos de investigación basados en la RCU N° 200-2018/UCV, así como el RR N° 0089-2019-UCV, que proporcionan pautas generales para la redacción. Además, se garantizará el cumplimiento de los derechos de propiedad y se citará correctamente a los autores utilizando la norma ISO 690, incluyendo todos los datos de publicación necesarios. Por último, se utilizará el programa anti-plagio Turnitin para obtener un índice de similitud inferior al 25%.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Característica morfológica de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*

En la Tabla 2 se muestra los resultados de acuerdo con el proceso de crecimiento de las plantas.

Especie	Característica morfológica			Altura de la planta (cm)					
	Semanas de la planta	Longitud radicular (cm)	Tamaño de hoja (cm)	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
<i>Solanum pseudoamericanum</i>	6	5 cm	7 cm	23.00	24.00	25.00	27.00	28.00	29.00
<i>Urtica urens</i>	6	2 cm	3 cm	22.00	25.00	26.00	28.00	29.00	30.00

**Tabla 2. Características físicas del proceso de crecimiento de las plantas**

Se observó en la Tabla 2 las características morfológicas de las plantas antes de ser plantadas en suelos contaminados por plomo y cadmio, se observó que hubo un incremento en la altura de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* en las semanas transcurridas.

#### Hipótesis específica 1

Ha. Las características morfológicas de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos presentan una distribución NO normal.

Ho. Las características morfológicas de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos presentan una distribución normal.

Criterio para determinar la normalidad si el Pvalue  $> \alpha=0.05$  se presentara una distribución normal, en cambio si el Pvalue  $< \alpha=0.05$ ; No siguen una distribución normal. Entonces se rechaza la Ho.

Como el Pvalue es mayor que el nivel de significancia se rechaza la Ha y se acepta la Ho, en otras palabras, las características morfológicas presentan una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son paramétricos. Se observa en la Tabla 4.

**Tabla 3. Análisis descriptivo de las características morfológicas de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

		Estadístico	Dev. Error	
Características morfológicas de las plantas <i>Solanum pseudoamericanum</i>	Media	260,000	,96609	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	235,166	
		Límite superior	284,834	
	Media recortada al 5%	260,000		
	Mediana	260,000		
	Varianza	5,600		
	Dev. Desviación	236,643		
	Mínimo	23,00		
	Máximo	29,00		
	Rango	6,00		
	Rango intercuartil	4,50		
	Asimetría	,000	,845	
	Curtosis	-1,875	1,741	
	Características morfológicas de las plantas <i>Urtica urens</i>	Media	266,667	120,185
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	235,772	
		Límite superior	297,561	
Media recortada al 5%		267,407		
Mediana		270,000		
Varianza		8,667		
Dev. Desviación		294,392		
Mínimo		22,00		
Máximo		30,00		
Rango		8,00		
Rango intercuartil		5,00		
Asimetría		-,640	,845	
Curtosis		-,300	1,741	

**Tabla 4. Prueba de normalidad de las características morfológicas**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Características morfológicas de las plantas <i>Solanum pseudoamericanum</i>	,950	6	,739
Características morfológicas de las plantas <i>Urtica urens</i>	,958	6	,804

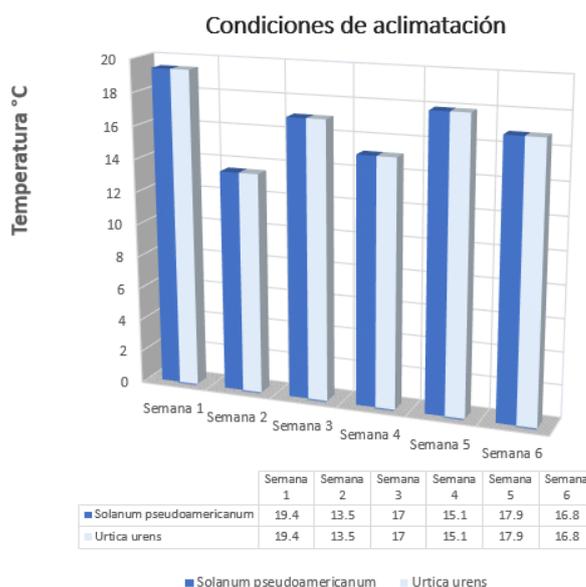
## 4.2 Condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*

En la Tabla 5 se muestra su condición de aclimatación durante el proceso de fitorremediación.

**Tabla 5. Condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

Especie	Condiciones de aclimatación			Temperatura (C°)					
	Semanas de la planta	Clima	Tipo de suelo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
<i>Solanum pseudoamericanum</i>	6	Verano	Textura gruesa	19.40	13.50	17.00	15.10	17.90	16.80
<i>Urtica urens</i>	6	Verano	Textura gruesa	19.40	13.50	17.00	15.10	17.90	16.80

En la Tabla 5 se observó que las condiciones de aclimatación fueron variando semana a semana durante el proceso de fitorremediación, logrando no afectar a su crecimiento de la planta pese a no ser su temporada de floración, donde la planta *Urtica urens* su temporada de crecimiento es en el invierno, desde el mes de diciembre hasta abril que empieza a dejar su semilla para el siguiente invierno, en cuanto a *Solanum pseudoamericanum* su crecimiento es de invierno y temporada de verano donde logra florear y dar frutos, logrando así mantenerse en crecimiento durante el proceso de fitorremediación. En la Figura 8 siguiente se presenta el gráfico de barras que muestra las condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* durante los meses de mayo y junio



**Figura 8. Condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* mes de mayo y junio**

En la Figura 8 se observó las condiciones de aclimatación que hubo en el invernadero donde en la primera semana tuvo mayor temperatura que las demás de 19 °C, en la semana dos fue la temperatura más baja de 13.5 °C, en las semanas 3, 4 y 5 la temperatura varía en 17°C esto se debe al cambio de clima constante que transcurrió, donde en la última semana se obtuvo 16.8 °C.

### Hipótesis específica 2

Ha. Las condiciones de aclimatación de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos presenta una distribución NO normal.

Ho. Las condiciones de aclimatación de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos presenta una distribución normal.

Como el Pvalue > 0.05 se rechaza la Ha y se acepta la Ho, en pocas palabras los datos presentan una distribución normal, se concluye que los datos son paramétricos. Se observa en la Tabla 7

**Tabla 6. Análisis descriptivo de las condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

			Estadístico	Desv. Error
Condiciones de aclimatación de <i>Solanum pseudoamericanum</i>	Media		166,167	,84830
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	144,360	
		Límite superior	187,973	
	Media recortada al 5%		166,352	
	Mediana		169,000	
	Varianza		4,318	
	Desv. Desviación		207,790	
	Mínimo		13,50	
	Máximo		19,40	
	Rango		5,90	
	Rango intercuartil		3,57	
	Asimetría		-,335	,845
	Curtosis		-,152	1,741
Condiciones de aclimatación de <i>Urtica urens</i>	Media		166,167	,84830
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	144,360	
		Límite superior	187,973	
	Media recortada al 5%		166,352	

	Mediana	169,000	
	Varianza	4,318	
	Desv. Desviación	207,790	
	Mínimo	13,50	
	Máximo	19,40	
	Rango	5,90	
	Rango intercuartil	3,57	
	Asimetría	-,335	,845
	Curtosis	-,152	1,741

**Tabla 7. Prueba de normalidad de las condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Condiciones de aclimatación de <i>Solanum pseudoamericanum</i>	,979	6	,946
Condiciones de aclimatación de <i>Urtica urens</i>	,979	6	,946

#### 4.3 Parámetros fisicoquímicos del suelo

En la Tabla 8 se muestra los parámetros fisicoquímicos de suelo con la planta *Solanum pseudoamericanum* en un periodo de seis semanas.

**Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos del suelo después del uso de *Solanum pseudoamericanum***

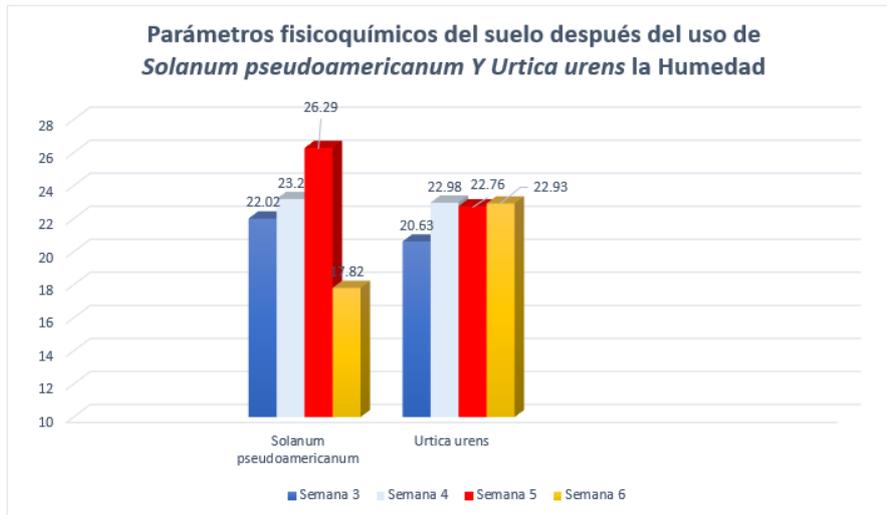
<i>Solanum pseudoamericanum</i>	Parámetros fisicoquímicos			
	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Humedad (%)	22.02	23.2	26.29	17.82
pH	5.96	6.15	6.61	6.22
Conductividad eléctrica	1172	1387	1374	1196
Color	Gris claro	Gris claro	Gris claro	Gris claro
Temperatura (C°)	22.02	24.10	22.70	20.80

Se observó en la Tabla 8 que los resultados de los parámetros fisicoquímicos presente en el suelo contaminado por plomo y cadmio, utilizando la planta de *Solanum pseudoamericanum*. Después obteniendo resultados diferenciales en cuanto a la humedad una variación de 23.2 % a 26.09 %, en cuanto al pH comenzó con 5.96 -6.61, la conductividad eléctrica de acuerdo con la semana, determinando un gris claro el color, en cuanto la temperatura se logró ver una variación de 4.10 -20.80 de acuerdo con el resultado.

**Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos del suelo después del uso de *Urtica urens***

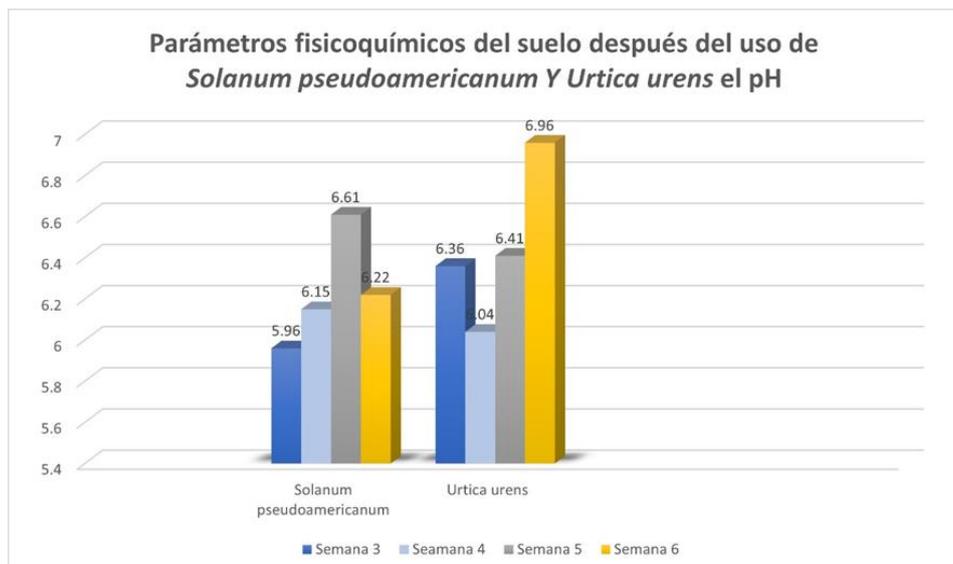
Urtica urens	Parámetros fisicoquímicos			
	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Humedad (%)	20.63	22.98	23.76	22.93
pH	6.36	6.04	6.41	6.96
Conductividad eléctrica	1134	1399	1039	823.9
Color	Gris claro	Gris claro	Gris claro	Gris claro
Temperatura	22	24.10	22.70	20.80

En la Tabla 9 se observó que los parámetros fisicoquímicos presente en el suelo contaminado por plomo y cadmio hubo variaciones en cuanto a la humedad dando el valor alto de un 23%, en cuanto al pH fue un 6.96, en cuanto la conductividad eléctrica fue aumento a menos llegando un 823.9, en el color resulto ser un gris claro en cuanto a la temperatura fue variando 2 C° y disminuyendo a 1 C°. A continuación, se muestra la Figura 9 que representa la humedad en el suelo para *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.



**Figura 9. Humedad en el suelo de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

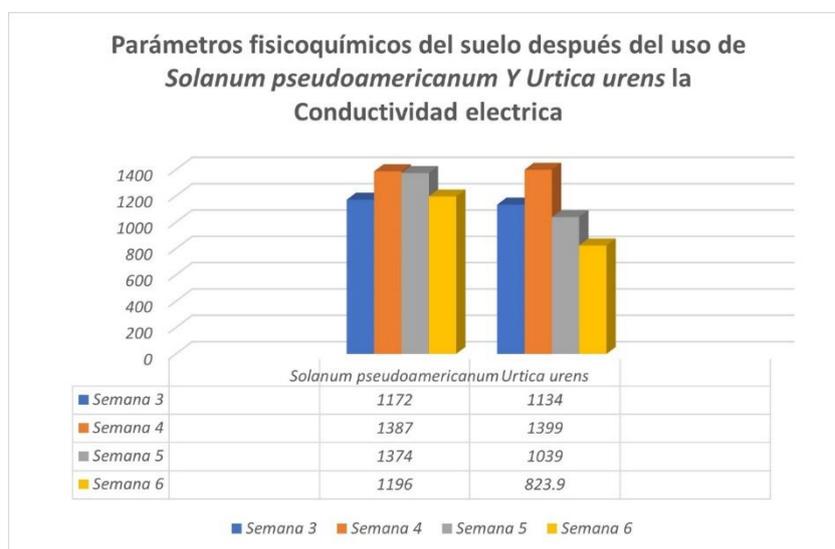
En la Figura 9 se visualizó que la humedad en el suelo con la planta *Solanum pseudoamericanum* en la tercera y cuarta semana fue de 22 % y 23.2%, mientras que en la quinta semana aumento ah 26.29%, donde en la última semana disminuyo a 17.82. En la humedad del suelo con la planta *Urtica urens* en la tercera semana fue de 20.63% y en las siguientes semanas se mantuvo en 22%. A continuación, en la Figura 10 se presenta el gráfico de barras que muestra el pH del suelo para *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.



**Figura 10. pH del suelo de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

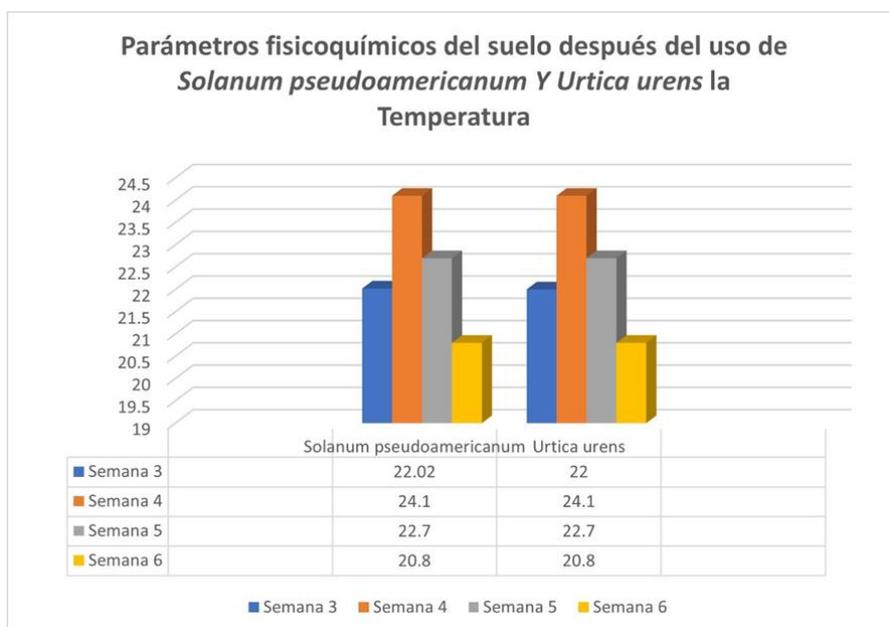
En la Figura 10 se observó el pH en el suelo de *Solanum pseudoamericanum* donde en la tercera semana se obtuvo un pH de suelo de 5.96 el cual es un suelo ácido,

en la cuarta semana se tuvo un pH de 6.15 se considera ligeramente ácido, en la quinta semana se logra un pH de 6.61 el cual llega a ser un suelo neutro y en la última semana se obtuvo un pH de 6.22 que volvió hacer ligeramente ácido, esto se debe a que la planta comenzó a perder nutrientes y a degradarse. En el pH del suelo de la *Urtica urens* la semana tres, cuatro y cinco se tuvo un pH de 6.36, 6.04 y 6.41 respectivamente, el cual es ligeramente ácido y en la semana seis se obtuvo un pH de 6.96 el cual viene hacer un suelo neutro. En la Figura 11 siguiente se representan las gráficas de barras que muestran la conductividad eléctrica del suelo para *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.



**Figura 11. Conductividad eléctrica del suelo de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

En la Figura 11 se observó la conductividad eléctrica tanto para la *Solanum pseudoamericanum* como para la *Urtica urens*, en las semanas transcurridas en el mes de mayo y junio, donde presenta una alta conductividad eléctrica, lo cual indica que es un suelo extremadamente salino. En el caso de la *Solanum pseudoamericanum* el nivel de salinidad no vario mucho empezando en la semana 3 con 1172 uS/m y en la semana 6 con 1196 uS/m, por otra parte, con la planta *Urtica urens* se logró reducir el nivel de salinidad en el suelo empezando con 1134 uS/m y terminando con 823.9 uS/m. En la Figura 12 siguiente se muestran las gráficas de barras que representan la temperatura del suelo para *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.



**Figura 12. Temperatura del suelo de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

En la Figura 12 se observó la temperatura del suelo tanto para la *Solanum pseudoamericanum* y la *Urtica urens*, variando de 22°C en la semana 3 y culminando con 20.8 en la semana 6, este indicador es de suma importancia para el crecimiento de las plantas, debido a que la temperatura del suelo debe de oscilar entre los 18°C y 25°C para que la planta pueda crecer.

### Hipótesis específica 3

Ha. Los parámetros fisicoquímicos del suelo después del uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* presenta una distribución NO normal.

Ho. Los parámetros fisicoquímicos del suelo después del uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* presenta a una distribución normal.

Como el Pvalue > 0.05 se rechaza la Ha y se acepta la Ho, esto nos conduce que los parámetros fisicoquímicos del suelo se ajustan a una distribución normal, es decir que son datos paramétricos. Se observa en la Tabla 10 el análisis descriptivo de los parámetros fisicoquímicos del suelo posterior al uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.

**Tabla 10. Análisis descriptivo de los parámetros fisicoquímicos del suelo después del uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.**

			Estadístico	Desv. Error
Humedad en <i>Solanum pseudoamericanum</i>	Media		223,325	175,297
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	167,538	
		Límite superior	279,112	
	Media recortada al 5%		223,633	
	Mediana		226,100	
	Varianza		12,292	
	Desv. Desviación		350,593	
	Mínimo		17,82	
	Máximo		26,29	
	Rango		8,47	
	Rango intercuartil		6,65	
	Asimetría		-,453	1,014
	Curtosis		1,073	2,619
	Humedad en <i>Urtica urens</i>	Media		225,750
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	204,249	
		Límite superior	247,251	
Media recortada al 5%		226,172		
Mediana		229,550		
Varianza		1,826		
Desv. Desviación		135,121		
Mínimo		20,63		
Máximo		23,76		
Rango		3,13		
Rango intercuartil		2,36		
Asimetría		-1,509	1,014	
Curtosis		2,825	2,619	
pH en <i>Solanum pseudoamericanum</i>		Media		62,350
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	58,005	
		Límite superior	66,695	
	Media recortada al 5%		62,294	
	Mediana		61,850	
	Varianza		,075	
	Desv. Desviación		,27307	
	Mínimo		5,96	
	Máximo		6,61	
	Rango		,65	
	Rango intercuartil		,50	
	Asimetría		1,025	1,014
	Curtosis		1,815	2,619
	pH en <i>Urtica urens</i>	Media		64,425
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	58,347	
		Límite superior	70,503	
Media recortada al 5%		64,361		
Mediana		63,850		
Varianza		,146		
Desv. Desviación		,38196		

	Mínimo		6,04	
	Máximo		6,96	
	Rango		,92	
	Rango intercuartil		,70	
	Asimetría		,871	1,014
	Curtosis		1,850	2,619
	Media		12,822,500	5,699,762
Conductividad eléctrica en <i>Solanum pseudoamericanum</i>	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11,008,581	
		Límite superior	14,636,419	
	Media recortada al 5%		12,825,556	
	Mediana		12,850,000	
	Varianza		12,994,917	
	Desv. Desviación		11,399,525	
	Mínimo		1172,00	
	Máximo		1387,00	
	Rango		215,00	
	Rango intercuartil		205,75	
	Asimetría		-,027	1,014
	Curtosis		-5,716	2,619
	Media		10,989,750	11,920,046
	Conductividad eléctrica en <i>Urtica urens</i>	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,196,259
Límite superior			14,783,241	
Media recortada al 5%			10,975,889	
Mediana			10,865,000	
Varianza			56,835,003	
Desv. Desviación			23,840,093	
Mínimo			823,90	
Máximo			1399,00	
Rango			575,10	
Rango intercuartil			455,08	
Asimetría			,296	1,014
Curtosis			,784	2,619
Media			224,050	,68825
Temperatura en <i>Solanum pseudoamericanum</i>		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	202,147
	Límite superior		245,953	
	Media recortada al 5%		224,000	
	Mediana		223,600	
	Varianza		1,895	
	Desv. Desviación		137,651	
	Mínimo		20,80	
	Máximo		24,10	
	Rango		3,30	
	Rango intercuartil		2,64	
	Asimetría		,180	1,014
	Curtosis		,352	2,619
	Media		224,000	,68920
	Temperatura en <i>Urtica urens</i>	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	202,067
Límite superior			245,933	
Media recortada al 5%			223,944	
Mediana			223,500	

	Varianza	1,900	
	Desv. Desviación	137,840	
	Mínimo	20,80	
	Máximo	24,10	
	Rango	3,30	
	Rango intercuartil	2,65	
	Asimetría	,199	1,014
	Curtosis	,294	2,619

A continuación, se muestra la Tabla 11 correspondiente a la Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos después del uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.

**Tabla 11. Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos después del uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Humedad en <i>Solanum pseudoamericanum</i>	,982	4	,913
Humedad en <i>Urtica urens</i>	,851	4	,231
pH en <i>Solanum pseudoamericanum</i>	,939	4	,649
pH en <i>Urtica urens</i>	,938	4	,640
Conductividad eléctrica en <i>Solanum pseudoamericanum</i>	,807	4	,115
Conductividad eléctrica en <i>Urtica urens</i>	,991	4	,962
Temperatura en <i>Solanum pseudoamericanum</i>	,997	4	,991
Temperatura en <i>Urtica urens</i>	,997	4	,992

#### 4.4 Concentraciones de plomo y cadmio en el suelo

En la Tabla 12 se muestra la reducción del suelo contaminado a través del tratamiento de fitorremediación por *Solanum pseudoamericanum*.

**Tabla 12. Nivel de reducción de suelo contaminado, implementado por *Solanum pseudoamericanum***

Análisis del suelo contaminado	Tratamiento <i>Solanum pseudoamericanum</i>				
		Cama 1	Cama 2	Cama 3	Cama 4
	Inicial	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Plomo (mg/kg)	11553,60	1412,62	885.30	1548.04	1460.04
Cadmio (mg/kg)	10,13	<0.50	<0.50	4.58	4.68

En la Tabla 12 se observó la reducción del suelo contaminado por plomo y cadmio en Catac, Ancash a través del tratamiento de fitorremediación con *Solanum pseudoamericanum* por un periodo de seis semanas.

Se observó que los tratamientos a través de las plantas de *Solanum pseudoamericanum* de acuerdo con la muestra inicial encontramos una contaminación de plomo con 11 553.6 haciendo una reducción hasta de 885.30 en la cuarta semana. Por otro lado, en el cadmio la muestra inicial fue de 10,13 lo cual luego absorber la planta *Solanum pseudoamericanum* en las dos semanas se absorbió por completo el suelo contaminado, pero en la semana cinco y seis se presentó 4.58 y 4.68 respectivamente, debido a que la planta no aguantó la retención de cadmio.

A continuación, se presenta la Tabla 13 correspondiente al Nivel de reducción de suelo contaminado implementado por *Urtica urens*.

**Tabla 13. Nivel de reducción de suelo contaminado, implementado por *Urtica urens***

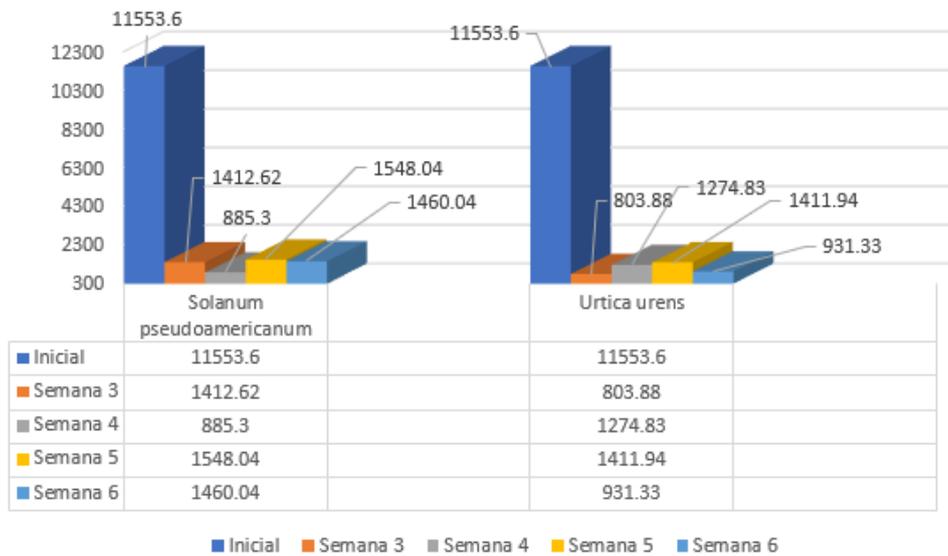
Análisis del suelo contaminado	Tratamiento <i>Urtica urens</i>				
		Cama 1	Cama 2	Cama 3	Cama 4
	Inicial	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Plomo (mg/kg)	11553,60	803,88	1274.83	1411.94	931.33
Cadmio (mg/kg)	10,13	<0.50	<0.50	4.47	4.49

En la Tabla 13 se observó la reducción del suelo contaminado por plomo y cadmio en Catac, Ancash a través del tratamiento de fitorremediación con *Urtica urens* por un periodo de seis semanas.

Por parte del tratamiento por *Urtica urens* en el plomo llego hasta reducir un 931.33 en la semana 6. La concentración de plomo en el suelo se redujo durante la semana 3 y 4 lo cual es un resultado favorable, durante la semana 5 y 6 la concentración de plomo en el suelo presento 4.47 y 4.49 respectivamente.

A continuación, se presenta la Figura 13 donde se observan las gráficas de barras correspondientes al tratamiento de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* para la reducción de plomo.

**Tratamiento de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* para la reducción de plomo**



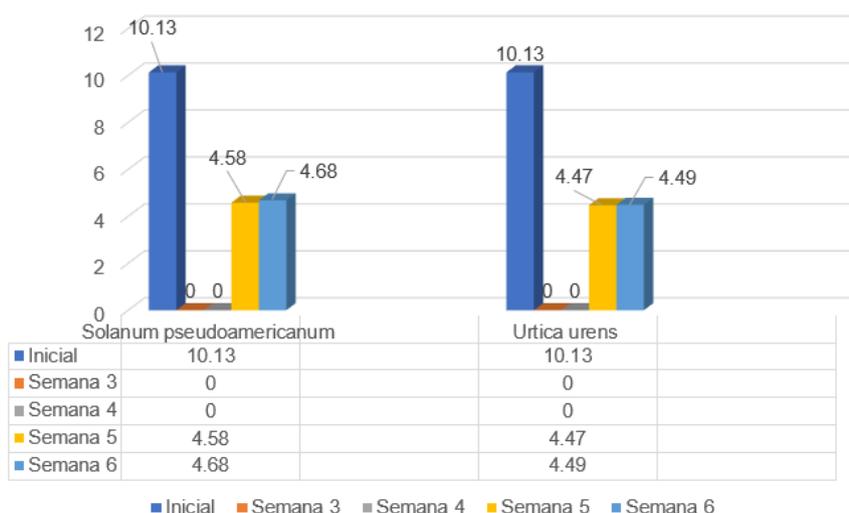
**Figura 13 Tratamiento de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* para la reducción de plomo**

En la Figura 13 se observó el nivel de plomo inicial del suelo que se llevó analizar previo antes del trasplante dando como resultado de 11,553.6 mg/kg. Con la planta *Solanum pseudoamericanum* en la semana 3 se pudo ver que hubo una gran disminución de plomo del suelo, logrando reducir 10,140 mg/kg. En la semana 4 fue de mayor reducción de plomo en el suelo de 10,668 mg/kg. En la semana 5 se logró reducir el plomo del suelo en 10,005 mg/kg y en la semana 6 hubo una reducción de plomo en suelo de 10,093 mg/kg.

Con la planta *Urtica urens* se observó que en la semana 3 hubo una gran disminución de plomo del suelo logrando reducir 10,749 mg/kg. En la semana 4 la reducción de plomo en el suelo fue de 10,278 mg/kg. En la semana 5 la reducción de plomo del suelo fue de 10,141 mg/kg y en la semana 6 la reducción de plomo del suelo fue de 10,622.27 mg/kg.

A continuación, se presenta la Figura 13 donde se observan las gráficas correspondientes al tratamiento de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* para la reducción de cadmio.

Tratamiento de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* para la reducción de cadmio



**Figura 14. Tratamiento de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* para la reducción de cadmio.**

En la Figura 14 se observó el nivel de cadmio inicial en el suelo que se llevó a analizar previo antes del trasplante dando como resultado de 10.13 mg/kg. Con la planta *Solanum pseudoamericanum* se observó que en las semanas 3 y 4 se logró reducir por completo la concentración de cadmio del suelo, pero en la semana 5 y 6 se obtuvo una reducción de cadmio del suelo de 5.55 mg/kg y 5.45 mg/kg, esto se debe a que la planta comenzó a expulsar el cadmio absorbido.

Con la planta *Urtica urens* se observó que en las semanas 3 y 4 se logró reducir por completo la concentración de cadmio del suelo, pero en la semana 5 y 6 se obtuvo una reducción de cadmio del suelo de 5.66 mg/kg y 5.64 mg/kg, esto se debe que la planta no resistió la acumulación del metal por lo que comenzó a expulsarlo.

#### Hipótesis específica 4

Ha. Las concentraciones plomo y cadmio en el suelo antes y después del uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* presenta una distribución NO normal.

Ho. Las concentraciones plomo y cadmio en el suelo antes y después del uso de *S. pseudoamericanum* y *Urtica urens* presenta una distribución normal.

A continuación, se presenta la Tabla 14 correspondiente al análisis descriptivo de la concentración de plomo y cadmio en el suelo antes y después del uso de *Solanum*

*pseudoamericanum* y *Urtica urens*.

**Tabla 14. Análisis descriptivo de la concentración de plomo y cadmio en el suelo antes y después del uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

		Estadístico	Desv. Error	
Concentración de Plomo en <i>Solanum pseudoamericanum</i>	Media	33,719,200	204,870,504	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-23,161,971	
		Límite superior	90,600,371	
	Media recortada al 5%	30,555,278		
	Mediana	14,600,400		
	Varianza	20,985,961,631		
	Desv. Desviación	458,104,373		
	Mínimo	885,30		
	Máximo	11553,60		
	Rango	10668,30		
	Rango intercuartil	5401,86		
	Asimetría	2,218	,913	
	Curtosis	4,938	2,000	
	Concentración de Plomo en <i>Urtica urens</i>	Media	31,951,160	209,253,681
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	-26,146,976	
		Límite superior	90,049,296	
Media recortada al 5%		28,636,022		
Mediana		12,748,300		
Varianza		21,893,551,602		
Desv. Desviación		467,905,456		
Mínimo		803,88		
Máximo		11553,60		
Rango		10749,72		
Rango intercuartil		5615,17		
Asimetría		2,221	,913	
Curtosis		4,944	2,000	
Concentración de Cadmio en <i>Solanum pseudoamericanum</i>		Media	40,780	177,264
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,8436	
		Límite superior	89,996	
	Media recortada al 5%	39,406		
	Mediana	45,800		
	Varianza	15,711		
	Desv. Desviación	396,375		
	Mínimo	,50		
	Máximo	10,13		
	Rango	9,63		

	Rango intercuartil	6,91	
	Asimetría	,872	,913
	Curtosis	,454	2,000
	Media	40,180	176,828
Concentración de Cadmio en <i>Urtica urens</i>	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,8915
		Límite superior	89,275
	Media recortada al 5%	38,739	
	Mediana	44,700	
	Varianza	15,634	
	Desv. Desviación	395,399	
	Mínimo	,50	
	Máximo	10,13	
	Rango	9,63	
	Rango intercuartil	6,81	
	Asimetría	,953	,913
	Curtosis	,704	2,000

A continuación, se presenta la Tabla 15 correspondiente a la Prueba de normalidad de la concentración de plomo y cadmio en el suelo antes y después del uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.

**Tabla 15. Prueba de normalidad de la concentración de plomo y cadmio en el suelo antes y después del uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens***

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concentración de Plomo en <i>Solanum pseudoamericanum</i>	,604	5	,001
Concentración de Plomo en <i>Urtica urens</i>	,602	5	,001
Concentración de Cadmio en <i>Solanum pseudoamericanum</i>	,874	5	,281
Concentración de Cadmio en <i>Urtica urens</i>	,867	5	,255

Como el Pvalue < 0.05 para el plomo, se rechazará la Ho y se tomará la Ha, donde se ajusta a una distribución no normal, siendo no paramétricos. El caso del cadmio el Pvalue > 0.05 aquí se acepta la Ho, presentando una distribución normal siendo datos paramétricos.

## Hipótesis general

Ha: El uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* NO es eficaz en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos de Catac-Ancash, 2023.

Ho: El uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* es eficaz en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos de Catac-Ancash, 2023.

Para comparar dos grupos en prueba no paramétricas se utiliza de U de Mann-Whitney.

A continuación, se presentan la Tabla 16 y Tabla 17 correspondientes a los rangos y al estadístico de prueba, respectivamente.

**Tabla 16. Rangos**

	Comparación de concentración de Plomo en SP y UU	N	Rango promedio	Suma de rangos
Concentración de Plomo en SP y UU	<i>Solanum pseudoamericanum</i>	5	6,50	32,50
	<i>Urtica erez</i>	5	4,50	22,50
	Total	10		
Comparación de concentración de Cadmio en SP y UU	<i>Solanum pseudoamericanum</i>	5	5,90	29,50
	<i>Urtica urens</i>	5	5,10	25,50
	Total	10		

**Tabla 17. Estadístico de prueba**

	Concentración de Plomo en SP y UU	Comparación de concentración de Cadmio en SP y UU
U de Mann-Whitney	7,500	10,500
W de Wilcoxon	22,500	25,500
Z	-1,048	-,432
Sig. asintótica(bilateral)	,295	,665
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,310 <sup>b</sup>	,690 <sup>b</sup>

Se observó que la significancia para el Plomo es menor, por lo tanto, se acepta la Ha, por otro lado, para el Cadmio Pvalue es más de 0.05. Por lo tanto, se acepta la Ho y se rechaza la Ha.

En resumen, El uso de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* si presenta una eficaz reducción en las concentraciones de plomo y cadmio del suelo, sin embargo, muestra una variación inestable de reducción de plomo y cadmio en suelos de Catac-Ancash, 2023.

**Porcentaje de Eficiencia:**

$$Eficiencia(\%) = \frac{Concentración\ inicial\ de\ plomo - Concentración\ final\ de\ plomo}{Concentración\ inicial\ de\ plomo} \times 100$$

Según la ecuación de porcentaje de eficiencia se reemplaza la concentración de plomo inicial y final, con cada planta de tratamiento logrando obtener el porcentaje de reducción de plomo el cual se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 18. Eficiencia de reducción de concentración de plomo en el suelo mediante *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.**

Plantas de tratamiento	Plomo inicial	Plomo final	Eficiencia
<i>Solanum pseudoamericanum</i>	11553,60	1460.04	87%
<i>Urtica urens</i>	11553,60	931.33	91%

Se observó en la Tabla 18 que la planta con mayor porcentaje de eficiencia es la *Urtica urens* con un 91% de eficiencia en reducción de plomo en el suelo, en cambio la *Solanum pseudoamericanum* tuvo un 87% de eficiencia.

$$Eficiencia(\%) = \frac{Concentración\ inicial\ de\ cadmio - Concentración\ final\ de\ cadmio}{Concentración\ inicial\ de\ cadmio} \times 100$$

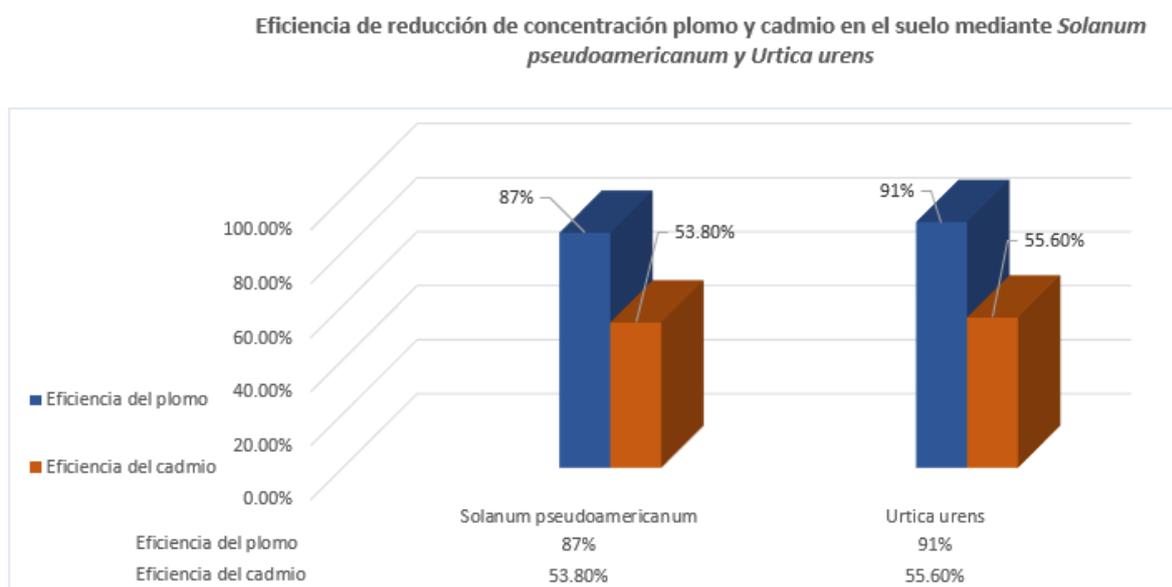
De acuerdo con la ecuación de porcentaje de eficiencia se reemplaza la concentración de cadmio inicial y final, con cada planta de tratamiento logrando obtener el porcentaje de reducción de plomo el cual se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19. Eficiencia de reducción de concentración de cadmio en el suelo mediante *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.**

Plantas de tratamiento	Cadmio inicial	Cadmio final	Eficiencia
<i>Solanum pseudoamericanum</i>	10.13	4.68	53.8%
<i>Urtica urens</i>	10.13	4.49	55.6%

En la Tabla 19 se observó que la planta con mayor porcentaje de eficiencia en reducción de cadmio es la *Urtica urens* con un 55.6%, mientras que la *Solanum pseudoamericanum* tuvo un 53.8% de eficiencia en la reducción de cadmio en el suelo. La planta con mayor porcentaje de eficiencia en reducción de plomo y cadmio en el suelo fue la *Solanum pseudoamericanum*.

En la siguiente imagen se muestra la Figura 15, que representa la eficiencia de reducción de la concentración de plomo y cadmio



**Figura 15. Eficiencia de reducción de concentración de plomo y cadmio**

En la Figura 15 se observó que con la planta *Urtica urens* tuvo mayor eficiencia de remediación en plomo y cadmio con un total de 91% y 55.6% respectivamente en un total de 6 semanas, mientras que la planta *Solanum pseudoamericanum* tiene eficiencia de remediación de plomo y cadmio con un total de 87% y 53.8% respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación, los resultados obtenidos de la fitorremediación del suelo mediante *Solanum pseudoamericanum*, se alcanzó reducir la concentración de plomo disminuyendo 1460.04 mg/ kg, obteniendo un 87 % de eficiencia en la reducción de plomo en el suelo y en cadmio se alcanzó reducir la concentración del suelo a 4.68 mg/kg, una reducción de 53.80 % durante seis semanas, lo que se contrasta con Peña I. (2019) quienes utilizaron *Helianthus annuus* como absorbente de plomo de 700 mg/ kg que reduce un 47.12%. Por otro lado, Subasic et al. (2021) utilizaron para la absorción de plomo y cadmio mediante plantas hiperacumuladora como *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Scrophulariaceae* y *Brassicaceae* donde reducen hasta un 1000 mg/kg pb y para cadmio un 100 mg/kg. En este caso Khalid, Alaboudia y Berhan (2018) nos informa que la planta *Helianthus annuus L* tiene una máxima concentración de plomo y cadmio en los brotes y raíces de las plantas, el cual se le hace más factible la absorción de cadmio que el plomo. Por otra parte, Sarmiento y Febres (2021) indica que el girasol y la lombricomposta muestra una mayor recuperación de Pb, obteniendo un 81.21%, el cual presenta una diferencia muy alta con su demás tratamiento que solo utiliza el girasol como planta fitorremediadora. Nos indica Ramírez et al. (2020) que la Chicura tiene un potencial fitorremediador con suelos contaminados con Cu, Cd y Pb, principalmente con el cobre, el cual es el más absorbido por la raíz de la planta 217.5 y el que menos tiene absorbido es el plomo 249.6, por otra parte, el cadmio es el metal pesado que la planta Chicura más rápido transfiere fácilmente a sus hojas.

En cuanto a la planta *Urtica urens* logró reducir la concentración de plomo en el suelo a 931.33 mg/kg, logrando reducir un 91%, en cuanto al cadmio en el suelo se logró reducir un 4.49 mg/kg que reduce un 55.60% donde nos contrasta Quiliche V. (2021) que las concentraciones de plomo han sido 854.5 mg/kg coincidiendo en algunos resultados a la vez no dice Castro (2020) que la planta *Urtica urens* era capaz de acumular metales en su sistema para la absorción de plomo, logrando en su tercer tratamiento una concentración de 259.287 mg/kg, Mientras Cerrón (2022) indica que para remediar el suelo tuvo que utilizar el girasol como planta fitoextractora con ayuda del vermicompost por niveles, donde se obtuvo una mayor absorción de plomo fue en el T2 con 216.39 mg/Kg. Además, Poma y Quiñonez (2022) se apoyó en la utilización de compost y la planta *Zea mays* para la fitorremediación de cadmio obteniendo

resultados de hasta 13.79mg/kg en una menor concentración de muestra haciendo tres repeticiones de 5%,10% y 20%. Además, Subasic et al. (2021) utilizaron diferentes plantas para el tratamiento de fitorremediación de cadmio y selenio donde mayormente las plantas fueron acumulando 100mg/kg de metales como la *Lamiaceae* a la vez también reducen la planta *Scrophulariaceae* absorbe arsénico y plomo a 1000mg/kg que extrae del suelo. Por otra parte, Landberg y Greger (2022) comenta que la planta fitorremediadora *S. viminalis* tiene un porcentaje de reducción de 21 % de cromo, el 30 % de arsénico, el 54 % de cadmio, el 61 % de zinc, el 62 % de cobre, el 63 % de plomo, el 87 % de níquel, el 53 % de PCB y hasta el 73 % de PAH. Por otra parte, Peña (2019) nos indica que la planta *Helianthus annuus* (girasol) como agente reparador de suelos, donde en la primera muestra presenta el contenido remanente de plomo de 370.2 mg/kg y la segunda muestra mantuvo un contenido 459.1 mg/kg de plomo, siendo la concentración inicial de plomo de 700 mg/kg.

En cuanto a las características morfológicas de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* durante el tratamiento de plomo y cadmio, donde fueron cambiando las características morfológicas antes de ser plantadas donde se vieron el tamaño de las hojas, la longitud radicular y altura durante seis semanas nos dice Gómez (2020) que esto está relacionado con el proceso de floración de la planta. En el momento de la floración, las plantas se mueven las reservas subterráneas a la estructura del aire para el crecimiento de los brotes. Esta es una floración más grande y una actividad fructífera, y para aumentar la concentración de Cd. Además, nos dicen Iya et al. (2019) utilizaron la planta *Poliscias fruticosa* logran sobrevivir a los metales pesados donde lograron alcanzar su crecimiento un 98%, sin ninguna plaga o daño durante el periodo de desarrollo de absorción de plomo. Así mismo nos dice Peña I. (2019) que la planta *Helianthus annuus* (girasol) sufre de plagas empiezan a ponerse de color amarillo a carcomer las hojas debido a la exposición al plomo. Según Guerra, Muñoz y Sokolsky (2021) nos explica que la fitorremediación también puede ser utilizado en suelos tropicales debido a la alta acidez donde impulsa una mayor absorción de metales pesados, donde que la mayor retención se da cuando la planta crece mayor son la retención. Coincide Silva et al. (2019) que la técnica de fitorremediación de las diferentes especies y con capacidad de retención de metales del suelo se logren estructurar bien para que logre permanecer más tiempo para una buena acumulación de metales. Por otra parte, Wei et al. (2021) indica que los hongos micorrízicos

arbusculares (AMF) mejora la tasa de supervivencia de las plantas, aumentando sus nutrientes, logrando proteger de la toxicidad de los metales, mejorando la estabilidad de las plantas. Nos comenta Mesa-Marín et al. (2019) que la aplicación de fenantreno asistido por bacterias en la planta *Spartina densiflora*, mejora levemente el crecimiento de la planta, la fluorescencia y los parámetros fisicoquímicos, lo cual es óptima para la supervivencia de la planta en el proceso de fitorremediación.

En cuanto al tiempo de aclimatación y el tiempo de la fitorremediación que fueron durante 6 semanas utilizando por parcelas por las plantas *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*, la temperatura del ambiente del invernadero durante el tratamiento se mantuvo en el rango de 13.5°C a 19°C logrando aclimatarse de una manera adecuada y brindando resultados del suelo contaminado por plomo y cadmio. Donde Korseniowska, Stanislaws y Glubiak (2018) nos dice que utilizando mediante parcelas durante dos años por las plantas *Salix viminalis* y *Zea mays* contaminado el suelo por níquel donde no lograron acumular la cantidad tan solo fueron estabilizadores.

De acuerdo con los parámetros fisicoquímicos del suelo durante el uso de las plantas *Solanum pseudoamericanum* la humedad en el suelo se mantuvo entre 22 a 26.29% teniendo una variación en la última semana llegando a 17.82%, al igual el pH de 5.96 a 6.61 donde mejora el suelo ácido ya que también la conductividad de 1172 a 1196 al igual que la temperatura 22.02 °C a 24.10 °C. En el suelo con la planta *Urtica urens* se mostró la humedad con una variación de 20.63% a 22.98 % durante las semanas como también el pH se mantuvo 3.36 a 6.96 donde la conductividad eléctrica 1134 a 823.9 al igual que la temperatura de 22 a 24.10 a su vez se mantuvieron el color ambas muestras un gris claro no hubo tanta variación ya que se encuentra en un invernadero ya que el lugar se encuentra en la estación de verano lo cual fue siendo el más alto durante la absorción de suelo Así mismo nos dice Diaz (2019) que su variación de pH en la planta *Solanum nitidum* es de 6.2 donde también logra variar en la humedad un 7.11%. estos resultados coinciden Vilca, Nuri (2022) que su capacidad de la planta *Solanum nigrum* y *Bidens pilosa* de acuerdo con su procedimiento el pH se encuentra en un 6.27 donde fueron expuesto a la misma concentración de metal por cadmio y plomo. Mientras Castro (2020) dice que la planta girasol realiza una disminución de pH que muestra presencia de acidez de 5.21 logrando así disminuir un 7.47 ya que obtuvieron esta disminución durante la duración del proceso que fueron 3 meses, mientras que en la humedad mantuvieron 11.57 % durante la fitorremediación. Según

Guerra, Muñoz y Sokolsky (2021) nos explica que la fitorremediación también puede ser utilizado en suelos tropicales debido a la alta acidez donde impulsa una mayor absorción de metales pesados, donde que la mayor retención se da cuando la planta crece mayor son la retención. Coincide Silva et al. (2019) que la técnica de fitorremediación de las diferentes especies y con capacidad de retención de metales del suelo se logren estructurar bien para que logre permanecer más tiempo para una buena acumulación de metales. por otro lado, Xiao et al. (2021) señalan que el análisis fisicoquímico del suelo de un bosque tiene un pH de 6.84 siendo ligeramente ácido y el pH de suelos industriales contaminados por PTE, se acerca a un pH neutro, lo cual la planta noche buena puede crecer en suelos industriales contaminados por PTE.

## VI. CONCLUSIONES

- Las plantas *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* demostraron ser eficientes en la reducción de plomo y cadmio en el suelo. *Urtica urens* mostró una mayor eficacia en la reducción de ambos metales, con una eficiencia del 91% en la reducción del plomo y del 56.1% en el cadmio. Por otro lado, *Solanum pseudoamericanum* redujo el plomo en un 87% y el cadmio en un 53.8%. En general, las plantas presentaron una mayor eficiencia en la reducción del plomo.
- Las características morfológicas de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* variaron durante las 6 semanas de estudio. *Solanum pseudoamericanum* aumentó su tamaño de 23 cm a 29 cm al final del periodo, mientras que *Urtica urens* creció de 22 cm a 30 cm en la última semana.
- Las condiciones de aclimatación de temperatura también influyeron en el desarrollo de las plantas durante los meses de mayo y junio. Las temperaturas oscilaron entre 13°C y 17°C, lo cual favoreció el crecimiento de *Urtica urens*, una planta de temporada fría. *Solanum pseudoamericanum*, también favorecida por temperaturas más bajas, mostró un crecimiento óptimo al final de la primavera y principios del verano.
- Los parámetros fisicoquímicos del suelo, como la humedad, el pH, la conductividad eléctrica, el color y la temperatura, se mantuvieron dentro de rangos aceptables para el crecimiento de las plantas. La humedad se mantuvo en un promedio del 18%, dentro del rango óptimo para la retención de agua. El pH ligeramente ácido a neutro favoreció el desarrollo vegetal. Aunque la conductividad eléctrica fue alta, indicando salinidad, las plantas lograron adaptarse. El color del suelo fue gris claro, debido a la falta de intemperización de la roca madre, mientras que la temperatura se mantuvo en valores óptimos para el crecimiento de las plantas.
- Las concentraciones iniciales de plomo y cadmio en el suelo fueron 11553,60 mg/kg y 10.13 mg/kg, respectivamente. Después de realizar el proceso de fitorremediación por seis semanas con *Solanum pseudoamericanum* resultó reducir hasta 1460.04 mg/kg en las concentraciones de plomo y 4.68 mg/kg en las de cadmio, mientras que *Urtica urens* superó estas cifras alcanzando una reducción hasta 931.33 mg/kg y 4.49 mg/kg en plomo y cadmio, respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

- Extender el período de tratamiento de *Solanum pseudoamericanum* a más de dos meses, dado que durante este lapso absorbió 10,093 mg/kg de plomo y 5.45 mg/kg de cadmio del suelo.
- Prolongar el tratamiento de *Urtica urens* por más de dos meses, ya que durante este tiempo absorbió 10,622.27 mg/kg de plomo y 5.64 mg/kg de cadmio del suelo, lo que podría resultar en una mayor reducción de la concentración de estos metales en el suelo.
- Llevar a cabo los tratamientos durante la temporada de invierno. Durante esta época, las especies *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* requieren abundante agua y un clima frío para mostrar cambios significativos y cuantificar la cantidad de metal acumulado, ya que estarán en plena floración.
- Realizar evaluaciones de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* en condiciones in situ, particularmente en suelos de áreas mineras en Ancash, para validar y cuantificar su potencial de fitorremediación de plomo y cadmio en suelos contaminados.
- Tomar medidas para disminuir la conductividad eléctrica en el suelo, dado que su nivel extremadamente salino puede afectar negativamente a las plantas de diversas formas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARIAS GONZÁLES, José Luis; COVINOS GALLARDO, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. 2021. Disponible en <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- AZAB, Ehab; HEGAZY, Ahmad K. Monitoring the efficiency of *Rhazya stricta* L. plants in phytoremediation of heavy metal-contaminated soil. *Plants*, 2020, vol.9, no 9, p. 1057.
- ABBAS, Ghulam, et al. Arsenic uptake, toxicity, detoxification, and speciation in plants: physiological, biochemical, and molecular aspects. *International journal of environmental research and public health*, 2018, vol. 15, no 1, p. 59. Disponible en <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/1/59>
- ALABOUDI, Khalid A.; AHMED, Berhan; BRODIE, Graham. Phytoremediation of Pb and Cd contaminated soils by using sunflower (*Helianthus annuus*) plant. *Annals of agricultural sciences*, 2018, vol. 63, no 1, p. 123-127.
- ARMENDARIZ, ABIGAIL DIAZ. Propuesta para el tratamiento de residuos derivados de la fitorremediación de suelos contaminados por metales pesados. 2022. Disponible en: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2219/ADARIL01T.pdf?sequence=1>
- BOENTE, Carlos, et al. Impact of Old Pb Mining and Metallurgical Production in Soils from the Linares Mining District (Spain). *Environments*, 2022, vol. 9, no2, p. 24. Disponible en <https://www.mdpi.com/2076-3298/9/2/24>
- CASTRO García, Evelin Esperanza. Efecto del quelato (EDTA) en la fitorremediación de un suelo contaminado por plomo, con *Urtica urens* en La Oroya, 2018. 2020. Disponible en [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8167/3/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Castro\\_Garc%C3%ADa\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8167/3/IV_FIN_107_TE_Castro_Garc%C3%ADa_2020.pdf)

- CERRÓN, Sairah. Reducción de plomo en suelos contaminados por relaves metalúrgicos en la planta UNCP-Yauris mediante fitoextracción con girasol y enmienda de vermicompost. Huancayo: Universidad Continental, Facultad de ingeniería, 2022. 108 pp. Disponible en:  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11364/2/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Cerron\\_Mellado\\_2022.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11364/2/IV_FIN_107_TE_Cerron_Mellado_2022.pdf)
- CORPUS QUIROZ, Melissa Yoselin. Eficiencia de especies altoandinas como plantas fitorremediadoras de suelos contaminados con metales pesados provenientes de la planta concentradora de minerales Santa Rosa de Jangas, en condiciones de invernadero, 2015-2016. 2018.  
Disponible en <http://www.repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3339>
- DÍAZ MEZA, Gilberto. Actividad analgésica del extracto atomizado de las hojas de Solanum nitidum R. & P. "ñuñunga". Ayacucho 2018. 2019.  
Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4225>
- ESPADA, Juan J., et al. Coupling phytoremediation of Pb-contaminated soil and biomass energy production: A comparative Life Cycle Assessment. *Science of The Total Environment*, 2022, vol. 840, p. 156675.
- Fauziah, et al- Remediación de suelos contaminados con metales pesados usando Microbios potenciales aislados de un sitio de eliminación cerrado. 2017. 8 pp. Disponible en:  
[file:///C:/Users/intel/Downloads/466-D1005%20\(1\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/intel/Downloads/466-D1005%20(1)%20(1).pdf)
- FREIRE, Eudaldo Enrique Espinoza. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Revista Conrado*, 2019, vol. 15, no 69, p. 171-180. Disponible en  
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1052v>
- GAMBINI VALVERDE, Letty Rosayra. Métodos de remediación de suelos contaminados por actividades mineras. 2020. Disponible en  
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1478>

- GÓMEZ Méndez, Nayasli Leticia. Procesos de fitorremediación en suelos contaminados con cadmio: Revisión de Literatura. 2020. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7404286e-67ee-41d5-b354-7aaedc832710/content>
- GUERRA SIERRA, Beatriz E.; MUÑOZ GUERRERO, Jaider; SOKOLSKI, Serge. Phytoremediation of heavy metals in tropical soils an overview. *Sustainability*, 2021, vol. 13, no 5, p. 2574.
- GUADAMOS REBAZA, Yaniely Lizeth; JULCA FLORES, Karina Elizabeth. Análisis de la eficiencia para la remediación con Brassica juncea, Cecropia peltata y Urtica urens en suelos contaminados por minería, de 2010 al 2021. 2022. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31487>
- IYA, Naseer Inuwa Durumin, et al. Phytoremediation of Heavy Metals Spiked Soil by Polyscias fruticose. *Oriental Journal of Chemistry*, 2019, vol. 35, no 1, p. 289.
- JI, Mingfei, et al. Remediation of mine polluted soil with nano-enhanced materials: Development of extreme learning machine approaches. *Chemosphere*, 2022, vol. 307, p. 135772.
- KARITO, Papuico. Técnica de fitorremediación en la extracción de metales pesados con la planta Yaluzai (Senecio rudbeckiaefolius) en la relavera de Quiulacocha del distrito de Simón Bolívar de Rancas. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018, 106pp. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/457/1/TESIS%20KARITO.pdf>
- KORZENIOWSKA, J.; STANISLAWSKA-GLUBIAK, E. Phytoremediation potential of Phalaris arundinacea, Salix viminalis and Zea mays for nickel-contaminated soils. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2019, vol. 16, no 4, p. 1999-2008.

- LANDBERG, Tommy; GREGER, Maria. Phytoremediation Using Willow in Industrial Contaminated Soil. *Sustainability*, 2022, vol. 14, no 14, p. 8449.
- MACLEAN, Silvie. A Conceptual Continuous Improvement Framework to Examine the " Problems of Understanding" Applied Research. *Higher Learning Research Communications*, 2021, vol. 11, no 2, p. 1.  
Disponible en <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1320372.pdf>
- MA, Ying, et al. Potential of plant beneficial bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi in phytoremediation of metal-contaminated saline soils. *Journal of hazardous materials*, 2019, vol. 379, p. 120813.
- MESA-MARÍN, Jennifer, et al. Soil phenanthrene phytoremediation capacity in bacteria-assisted *Spartina densiflora*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2019, vol. 182, p. 109382.
- MUNIVE CERRÓN, Rubén, et al. Fitorremediación con Maíz (*Zea mays* L.) y compost de Stevia en suelos degradados por contaminación con metales pesados. *Scientia Agropecuaria*, 2018, vol. 9, no 4, p. 551-560.  
Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172018000400011&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172018000400011&script=sci_arttext&tlng=pt)
- MUNIVE, Honorio. Evaluación del contenido de metales pesados con relación a las propiedades edáficas en suelos adyacentes a la Mina "Antamina", San Marcos-Ancash. Huaura: UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE, Facultad de ingeniería, 2020. 134 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/992/Tesis%20-%20Juarez%20Valverde%2c%20Yover%20Luciano.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=59&zoom=100,109,268>
- ORTEGA, Alfredo Otero. Enfoques de investigación. *Métodos para el diseño urbano–Arquitectónico*, 2018. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435\\_ENFOQUES\\_DE\\_INVESTIGACION/links/5b](https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b)

- PEÑA ALVAREZ, Ivonne Margarita. Evaluación de la Capacidad de Absorción del *Helianthus Annuus*, Como Agente Fitorremediador de Suelos Contaminados con Plomo. 2019.  
Disponibile en <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/167>
- PASTOR, Blanca Flor Robles. Población y muestra. *Pueblo continente*, 2019, vol. 30, no 1, p. 245-247.  
Disponibile en <http://200.62.226.189/PuebloContinente/article/view/1269>
- PEÑA, Carlos Gaviria; FERNÁNDEZ, Carlos Alberto Márquez. *Estadística descriptiva y probabilidad*. Editorial Bonaventuriano, 2019.  
Disponibile en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=YubhDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=Tecnicas+de+muestreo+definicion&ots=\\_2Vct9bXrX&sig=ZbcodxY4rUf0rX86wR04Nbcxn30#v=onepage&q=Tecnicas%20de%20muestreo%20definicion&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=YubhDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=Tecnicas+de+muestreo+definicion&ots=_2Vct9bXrX&sig=ZbcodxY4rUf0rX86wR04Nbcxn30#v=onepage&q=Tecnicas%20de%20muestreo%20definicion&f=false)
- POMA, Anderson y QUIÑONEZ, Ciro. Efecto de enmiendas orgánicas en la fitorremediación con *Zea mays* L. en un suelo contaminado con cadmio. Leonor Ordoñez, Jauja – 2021. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Huancayo: Universidad Continental, Facultad de ingeniería, 2022. 194pp. Disponible en [http://119.8.154.77/bitstream/20.500.12394/11108/1/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Poma\\_Qui%c3%b1onez\\_2022.pdf](http://119.8.154.77/bitstream/20.500.12394/11108/1/IV_FIN_107_TE_Poma_Qui%c3%b1onez_2022.pdf)
- QUILICHE RAICO, Violeta Deberlyn. Estudio de la eficiencia de *Urtica urens* L. en los procesos de fitorremediación de suelos contaminados por plomo en los últimos 15 años. 2021.  
Disponibile en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29065>

- QUECHUAS, PICTOGRÁFICOS Y. SIGNOGRÁFICOS AIMARAS Y., et al. Greby Uriel Rioja Montaña. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Greby-Rioja/publication/348344075\\_Sistemas\\_escriturarios\\_Indigenas\\_en\\_torno\\_a\\_l os\\_catecismos\\_pictograficos\\_y\\_signograficos\\_Aimaras\\_y\\_Quechuas\\_en\\_c ue ro\\_y\\_papel\\_analisis\\_historico\\_iconografico\\_estado\\_de\\_conservacion\\_y\\_pu es\\_ta\\_en\\_valor/links/5ff926d9a6fdccdc83ee7a0/Sistemas-escriturarios-Indigenas-en-torno-a-los-catecismos-pictograficos-y-signograficos-Aimaras-y-Quechuas-en-cuero-y-papel-analisis-historico-iconografico-estado-de-conservacion-y-puesta-en-valor.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Greby-Rioja/publication/348344075_Sistemas_escriturarios_Indigenas_en_torno_a_l os_catecismos_pictograficos_y_signograficos_Aimaras_y_Quechuas_en_c ue ro_y_papel_analisis_historico_iconografico_estado_de_conservacion_y_pu es_ta_en_valor/links/5ff926d9a6fdccdc83ee7a0/Sistemas-escriturarios-Indigenas-en-torno-a-los-catecismos-pictograficos-y-signograficos-Aimaras-y-Quechuas-en-cuero-y-papel-analisis-historico-iconografico-estado-de-conservacion-y-puesta-en-valor.pdf)
- RAMÍREZ GOTTFRIED, Ricardo Israel, et al. Potencial fitoremediador de la chicura (*Ambrosia ambrosioides*) en suelos contaminados por metales pesados. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2019, vol. 10, no 7, p. 1529-1540.  
Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342019000701529](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000701529)
- RIZA, Mumtahina; HOQUE, Sirajul. Phytoremediation of Copper and Zinc Contaminated Soil around Textile Industries using *Bryophyllum pinnatum* Plant. *Journal of Ecological Engineering*, 2021, vol. 22, no 4.
- ROCHA-ROMÁN, Leobardo; OLIVERO-VERBEL, Jesús; CABALLERO-GALLARDO, Karina Rocío. Impacto de la minería del oro asociado con la contaminación por mercurio en suelo superficial de San Martín de Loba, Sur de Bolívar (Colombia). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2018, vol. 34, no 1, p. 93-102.
- SANTA MARÍA, Jonatan Estiff León, et al. Geohelminthos y parámetros fisicoquímicos del suelo como indicadores de calidad ambiental en el distrito de José Crespo y Castillo, Huánuco. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 2022, vol. 62, no 3, p. 383-396.  
Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85135391635&origin=resultslist&sort=plf->

[f&src=s&st1=suelo&nlo=&nlr=&nls=&sid=d0b4b47f86724eec34084333cd658dca&sot=b&sdt=b&sl=20&s=TITLE-ABS-KEY%28suelo%29&relpos=27&citeCnt=0&searchTerm=](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2021000300199&script=sci_arttext)

- SARMIENTO-SARMIENTO, Guido; FEBRES-FLORES, Shadai. Lead recovery in artificially contaminated agricultural soil as a remediation strategy using sunflower and vermicompost. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 2021, vol. 27, no 3, p. 199-212.

Disponible

en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2021000300199&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2021000300199&script=sci_arttext)

- SILVA, T. J., et al. Phytoremediation of soils contaminated with metals: current outlook and prospects of use of forest species. *Revista Virtual de Química*, 2019, p. 18-34.
- SORIANO, María. pH del suelo [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia, 2018. [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/108658496-Ph-del-suelo-apellidos-nombre-soriano-soto-maria-desamparados-1-departamento-universitat-politecnica-de-valencia.html>
- SUBAŠIĆ, Mirel, et al. Phytoremediation of Cadmium Polluted Soils: Current Status and Approaches for Enhancing. *Soil Systems*, 2022, vol. 6, no 1, p. 3.
- Tiodar ED, Văcar CL, Podar D. Fitorremediación y fitorremediación asistida por microorganismos de suelos contaminados con mercurio: desafíos y perspectivas. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*. 2021; 18(5):2435.

Disponible en <https://doi.org/10.3390/ijerph18052435>

- VILCA, Nuri. Fitorremediación de cadmio con especies herbáceas en diferentes tipos de suelo en condiciones de invernadero, Amazonas. Tesis para obtener el grado académico de maestro en gestión para el desarrollo sustentable. Amazonas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2022, 61pp. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3130/Vilca>

%20Valqui%20Nuri%20Carito.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- XIAO, Fangmeng, et al. Phytoremediation of potentially toxic elements in a polluted industrial soil using Poinsettia. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 2021, vol. 27, no 4, p. 675-686.  
Disponible en <https://link.ringer.com/article/10.1007/s12298-021-00980-w>
- YAN, Kang, et al. Heavy metal pollution in the soil of contaminated sites in China: Research status and pollution assessment over the past two decades. *Journal of Cleaner Production*, 2022, vol. 373, p. 133780.
- YAZDANBAKHSI, Ahmadreza, et al. Heavy metals uptake of salty soils by ornamental sunflower, using cow manure and biosolids: a case study in Alborz city, Iran. *Air, Soil and Water Research*, 2020, vol. 13, p. 1178622119898460.
- WEI, Zihan, et al. Perspectives on phytoremediation of zinc pollution in air, water and soil. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 2021, vol. 24, p. 100550.
- WANG, Peifan, et al. Organic Materials Could Improve the Phytoremediation Efficiency of Soil Potentially Hazardous Metal by *Sedum alfredii* Hance. *Phyton*, 2022, vol. 91, no 7, p. 1529.

## ANEXOS

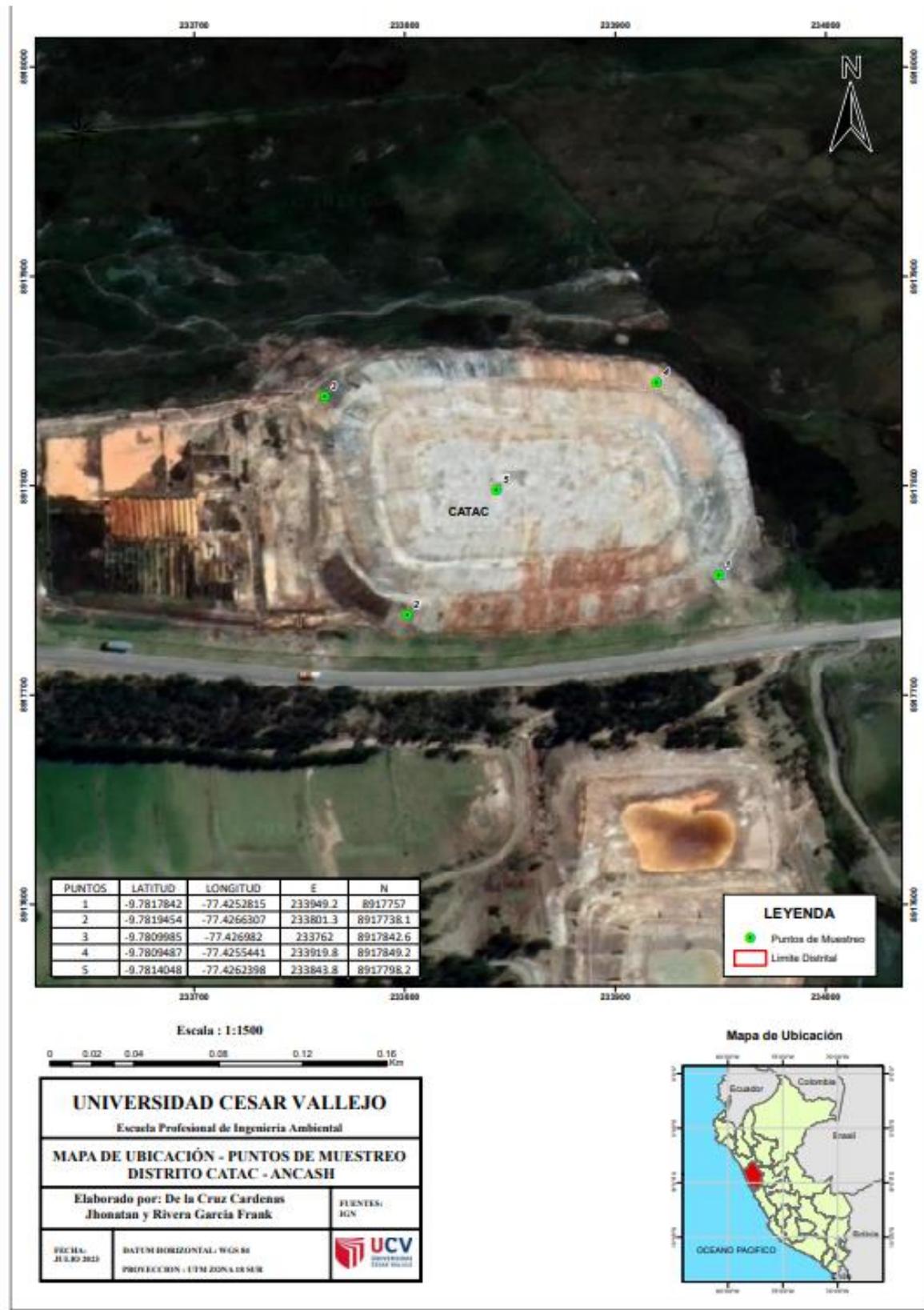
### Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDICION
INDEPENDIENTE	S. <i>pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i>	S. <i>pseudoamericanum</i> Es una planta anual o de varios años que crece hasta 1 mes de altitud, con un tronco verde o púrpura, vertical y ramificado. Las hojas alternativas alcanzan hasta 10 cm de largo y 7 cm de ancho con establos de hojas finamente aladas de 4 cm de largo. <i>Urtica urens</i> en el Perú la podemos encontrar en la costa y sierra. Presenta un tamaño entre 15 y 50 cm, comúnmente crece en suelos arcillosos y/o arenosos, el pH del suelo donde se desarrollan se encuentra entre 6,3 a 6,9. (Quiliche, 2021)	La variable se determinó mediante las características morfológicas de S. <i>pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> y las condiciones de aclimatación en que trabaja	Características morfológicas	Altura de la planta	Centímetros
					Longitud radicular	Centímetros
					Tamaño de Hoja	Centímetro
				Condiciones de aclimatación	Temperatura	°C
					Clima	nominal
					Tipo de suelo	Textura
ZDEPENDIENTE	Descontaminación de plomo y cadmio en suelos	Los metales pesados son elementos químicos que tienen una densidad mayor o igual a 5g/cm <sup>3</sup> cuando se encuentran en forma elemental, presentan números atómicos superiores a 20 a excepción de los metales alcalinotérreos y alcalinos; generalmente este término se emplea para señalar aquellos elementos que a mayor concentración son más tóxicos para la vida (Flores,2022).	Esta variable se determinó mediante las concentraciones de los metales pesados (plomo y cadmio) y los parámetros fisicoquímicos.	Parámetros fisicoquímicos (inicial y final)	Humedad	%
					Temperatura	°C
					pH	5 - 7.5
					Color	-
					Conductividad eléctrica	uS/cm
				Nivel de reducción (Inicial y final)	Plomo	(mg/kg)
					Cadmio	(mg/kg)

## Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS
<p>Problema general ¿En qué medida el uso de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> es eficiente para la reducción de concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, 2023?</p> <p>Problema específico ¿En qué medida la determinación de las características morfológicas de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> reducen la concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, 2023?, ¿En qué medida la determinación de las condiciones de aclimatación de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> reducen la concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, 2023?, ¿En qué medida la determinación de los parámetros fisicoquímicos del suelo de Catac-Ancash, después del uso de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> reducen la concentración de plomo y cadmio del suelo?, ¿En qué medida la determinación de las concentraciones plomo y cadmio antes y después del uso de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> mejora el suelo de Catac-Ancash, 2023?.</p>	<p>Objetivo general Evaluar la eficacia de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> para la reducción de concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash, 2023.</p> <p>Objetivos específicos Determinar las características morfológicas de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> en la reducción de concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash Determinar las condiciones de aclimatación de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> para la reducción de concentración de plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash Determinar los parámetros fisicoquímicos del suelo de Catac-Ancash, 2023 después del uso de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i>, Determinar las concentraciones plomo y cadmio del suelo de Catac-Ancash antes y después del uso de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i>.</p>	<p>Hipótesis general El uso de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> es eficaz en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos de Catac-Ancash, 2023.</p> <p>Hipótesis específica Las características morfológicas de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos varían respecto al tiempo del uso de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> del suelo de Catac-Ancash, 2023. Las condiciones de aclimatación de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> en la descontaminación de plomo y cadmio en suelos varían respecto al clima. Los parámetros fisicoquímicos del suelo son reducidos después del uso de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i>. Las concentraciones plomo y cadmio en el suelo son reducidas mediante el uso de <i>S. pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i>.</p>	<p><b>VI:</b> S. <i>pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i></p> <p><b>VD:</b> Descontaminación de plomo y cadmio en suelos de Catac-Ancash</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Experimental</p>	<p>Son los suelos contaminados por metales pesados en el Distrito de Catac - Ancash.</p> <p>Muestra La muestra fueron 60 kg de suelo contaminado por plomo y cadmio, que serán distribuidas cada muestra en 15 kg, se tomarán 12 plantas de cada especie</p>	<p>Técnica de observación Experimental</p> <p>Instrumento La ficha de registros de datos</p>	<p><b>Recolectar Datos</b> -Se realiza mediante fichas de registro de datos</p> <p><b>Proceso de análisis de datos.</b> -Se utilizará el programa Microsoft Excel para generar los datos estadísticos en tablas y gráficos.</p>

### Anexo 3. ARGIS de Puntos de Muestreo



#### Anexo 4. Extracción de la muestra



#### Anexo 5. Elaboración del invernadero

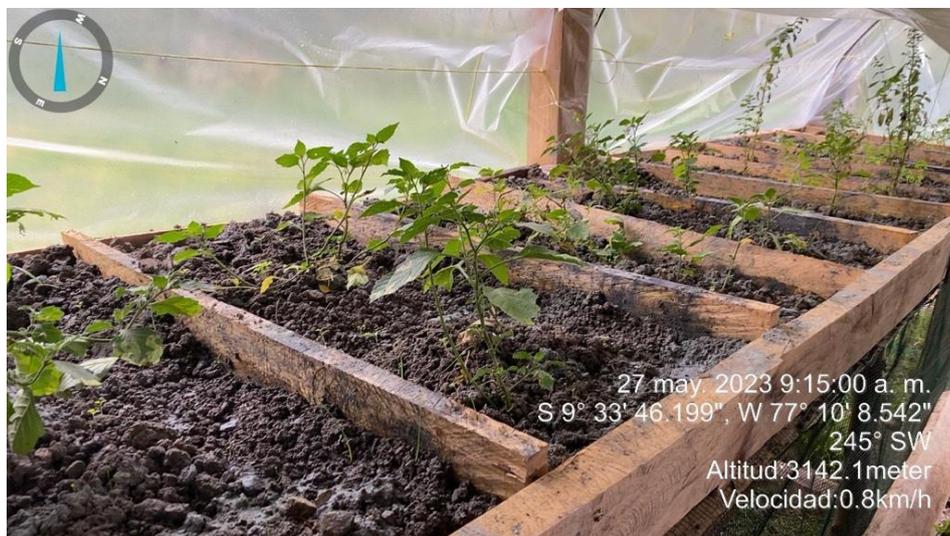




#### Anexo 6. Medición de la planta



## Anexo 7. Invernadero



## Anexo 8. Instrumento de recolección de datos

### Instrumento 1: Recolección de datos

Características morfológicas de <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i>			
Título	Descontaminación de plomo y cadmio en suelos mediante <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> en Catac-Ancash, 2023		
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales		
Responsables	De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian		
Semanas	Características morfológicas		
	Altura de la planta (cm)	Tamaño de hoja (cm)	Longitud radicular (cm)
1			
2			
3			
4			
5			
6			



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

Eusterio Horacio Acosta  
Suasnabar

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308

CIP N° 899972

Juan Julio Ordoñez  
Galvez



LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111711

Luis Fermín Holguín  
Aranda

**Instrumento 2: Recolección de datos**

Condiciones de aclimatación				
Título	Descontaminación de plomo y cadmio en suelos mediante <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> en Catac-Ancash, 2023			
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
Responsables	De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian			
Condiciones de aclimatación	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
Temperatura (°C)				
Clima				
Textura del suelo				



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

Eusterio Horacio Acosta  
Suasnabar

Acentamento



Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308  
CIP N° 899972

Juan Julio Ordoñez  
Galvez



LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111811

Luis Fermín Holguín  
Aranda

**Instrumento 3: Recolección de datos**

Parámetros fisicoquímicos				
Título	Descontaminación de plomo y cadmio en suelos mediante <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> en Catac-Ancash, 2023			
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
Responsables	De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian			
Parámetros fisicoquímicos	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
Humedad (%)				
pH				
Conductividad eléctrica				
Color				
Temperatura				



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

Eusterio Horacio Acosta  
Suasnabar

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308  
CIP N° 899972

Juan Julio Ordoñez  
Galvez



LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111711

Luis Fermín Holguín  
Aranda

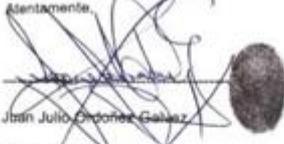
**Instrumento 4: Recolección de datos**

Nivel de reducción										
Título	Descontaminación de plomo y cadmio en suelos mediante <i>Solanum pseudoamericanum</i> y <i>Urtica urens</i> en Catac-Ancash, 2023									
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales									
Responsables	De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian									
Análisis del suelo contaminado	Plomo(mg/kg)					Cadmio(mg/kg)				
	Inicial	S <sub>3</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>9</sub>	Inicial	S <sub>3</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>9</sub>
<i>Solanum pseudoamericanum</i>										
<i>Urtica urens</i>										



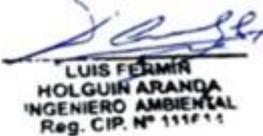
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

Eusterio Horacio Acosta  
Suasnabar



Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308  
CIP N° 899972

Juan Julio Ordoñez  
Galvez



LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111611

Luis Fermín Holguín  
Aranda

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **Apellidos y nombres:** Juan Julio Ordoñez Galvez
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente asociado /UCV Campus Los Olivos
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales.
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro de características morfológicas de *Solanum pseudoamericanum* y *Urlica urens*.
- 1.5. **Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera García, Frank Christian

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

**III. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

**IV. PROMEDIO DE VALORACION**

90%

Lima, 18 de noviembre 2022

Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

\_\_\_\_\_  
Firma del experto informante  
DNI: 01066653 Teléfono: 994552085

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**V. DATOS GENERALES**

- 5.1. **Apellidos y nombres:** Juan Julio Ordoñez Galvez
- 5.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente asociado /UCV Campus Los Olivos
- 5.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales.
- 5.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro de condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*,
- 5.5. **Autores de instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

**VII. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

 SI

**VIII. PROMEDIO DE VALORACION**


Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Lima, 18 de noviembre 2022

\_\_\_\_\_  
Firma del experto informante  
DNI: 01066653 Teléfono: 994352085

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**XIII. DATOS GENERALES**

- 13.1. **Apellidos y nombres:** Juan Julio Ordoñez Galvez  
 13.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente asociado /UCV Campus Los Olivos  
 13.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales.  
 13.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro parámetros fisicoquímicos.  
 13.5. **Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

**XV. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

 SI

**XVI. PROMEDIO DE VALORACION**


Lima, 18 de noviembre del 2022

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

Firma del experto informante

DNI: 01066653 Teléfono: 994352085

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**IX. DATOS GENERALES**
**9.1. Apellidos y nombres:** Juan Julio Ordoñez Galvez

**9.2. Cargo e institución donde labora:** Docente asociado /UCV Campus Los Olivos

**9.3. Especialidad o línea de investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales.

**9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro de concentraciones.

**9.5. Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

**XI. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

 SI

**XII. PROMEDIO DE VALORACION**


Lima, 18 de noviembre del 2022

Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308

Firma del experto informante  
DNI: 01066653 Teléfono: 994552085

## INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y nombres:** Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente asociado /UCV Campus Los Olivos  
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales.  
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro de características morfológicas de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.  
 1.5. **Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5.-SURIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACION

85%

Lima, 18 de noviembre 2022

Firma del experto informante

DNI: Eusterio Horacio Suasnabar  
 Teléfono: Suasnabar  
 CIP N° 25450

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**V. DATOS GENERALES**
**5.1. Apellidos y nombres:** Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

**5.2. Cargo e institución donde labora:** Docente asociado /UCV Campus Los Olivos

**5.3. Especialidad o línea de investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales.

**5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro de condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*,

**5.5. Autores de instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5.-SURIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**VII. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

**VIII. PROMEDIO DE VALORACION**

85%

Lima, 18 de noviembre 2022


 Firma del experto informante

 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 DNI:   
 CIP N° 25450

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**XIII. DATOS GENERALES**

- 13.1. **Apellidos y nombres:** Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
- 13.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente asociado /UCV Campus Los Olivos
- 13.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales.
- 13.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro parámetros fisicoquímicos.
- 13.5. **Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5.-SURIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10.-PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**XV. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

**XVI. PROMEDIO DE VALORACION**

85%

Lima, 18 de noviembre del 2022


 Firma del experto informante

**DNI** Eusterio Horacio Suasnabar **Teléfono**  
 CIP N° 25450

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**IX. DATOS GENERALES**

- 9.1. **Apellidos y nombres:** Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 9.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente asociado /UCV Campus Los Olivos  
 9.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales.  
 9.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro de concentraciones.  
 9.5. **Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5.-SURCIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**XI. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

**XII. PROMEDIO DE VALORACION**

85%

Lima, 18 de noviembre del 2022

Firma del experto informante

  
 DNI: *Eusterio Horacio Acosta Suasnabar*      Teléfono:  
 CIP N° 25450

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **Apellidos y nombres:** HOLGUÍN ARANDA, LUIS FERMIN  
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente, Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ingeniería Ambiental  
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro de características morfológicas de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*  
 1.5. **Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5.-SURCIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**III. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
85%

**IV. PROMEDIO DE VALORACION**


LUIS FERMIN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111111

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**V. DATOS GENERALES**
**5.1. Apellidos y nombres:** HOLGUÍN ARANDA, LUIS FERMIN

**5.2. Cargo e institución donde labora:** Docente, Universidad Cesar Vallejo

**5.3. Especialidad o línea de investigación:** Ingeniería Ambiental

**5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro de condiciones de aclimatación de *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens*.

**5.5. Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.-ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5.-SURIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**VII. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

**VIII. PROMEDIO DE VALORACION**

85%
-----



**LUIS FERMIN**  
**HOLGUIN ARANDA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
 Reg. CIP. N° 111711

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**XIII. DATOS GENERALES**

- 13.1. **Apellidos y nombres:** HOLGUÍN ARANDA, LUIS FERMIN  
 13.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente, Universidad Cesar Vallejo  
 13.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ingeniería Ambiental  
 13.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro parámetros fisicoquímicos.  
 13.5. **Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5.-SURCENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**XV. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
---

--

**XVI. PROMEDIO DE VALORACION**

85%
-----



LUIS FERMIN  
 HOLGUIN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 1111711

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**IX. DATOS GENERALES**
**9.1. Apellidos y nombres:** HOLGUÍN ARANDA, LUIS FERMIN

**9.2. Cargo e institución donde labora:** Docente, Universidad Cesar Vallejo

**9.3. Especialidad o línea de investigación:** Ingeniería Ambiental

**9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de registro de concentraciones.

**9.5. Autores de Instrumento:** De la Cruz Cardenas, Jhonatan Gabriel y Rivera Garcia, Frank Christian

**X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5.-SURCIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**XI. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
85%

**XII. PROMEDIO DE VALORACION**
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**


**LUIS FERMIN  
 HOLGUIN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111111**



**INFORME DE ENSAYO**  
**IE-2023-0314**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JHONATAN DE LA CRUZ CARDENAS  
1.2 RUC o DNI : 75073862  
1.3 Dirección : No Precisa

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : SUELO  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (H)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-04-24  
2.5 Período de Ensayo : 2023-04-25 al 2023-05-04  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-04-05

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Metales Totales ICP-OES: Ag, Al, As, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Ti, V, Zn, Hg, B, Ca, Ce, Fe, K, Li, Mg, Mo, Na, P, Si, Sn, Sr, Ti, Bi, U, Th.	EPA Method 3050B, Rev. 2,1996 / EPA Method 200.7, Rev. 4.4,1994 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils / Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

**4. RESULTADOS**

**4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: MUESTRA DE SUELO  
DISTRITO DE CATAK  
PROVINCIA RECUAY  
DEPARTAMENTO ANCASH (H)

KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP Nº 276377

Jefe de Laboratorio

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LD	Resultados
S-0778	Plata, Ag	mg/Kg	0.50	<0.50
	Aluminio, Al	mg/Kg	0.50	577.60
	Arsénico, As	mg/Kg	0.50	60998.80
	Boro, B	mg/Kg	0.50	16.30
	Bario, Ba	mg/Kg	0.50	58.38
	Berilio, Be	mg/Kg	0.50	<0.50
	Bismuto, Bi	mg/Kg	0.50	<0.50
	Calcio, Ca	mg/Kg	0.50	113.90
	Cadmio, Cd	mg/Kg	0.50	10.13
	Cerio, Ce	mg/Kg	0.50	<0.50
	Cobalto, Co	mg/Kg	0.50	<0.50
	Cromo, Cr	mg/Kg	0.50	<0.50
	Cobre, Cu	mg/Kg	0.50	87.85
	Hierro, Fe	mg/Kg	0.50	63029.90
	Mercurio, Hg	mg/Kg	0.50	<0.50
	Potasio, K	mg/Kg	0.50	560.00
	Litio, Li	mg/Kg	0.50	<0.50
	Magnesio, Mg	mg/Kg	0.50	<0.50
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.50	2.39
	Molibdeno, Mo	mg/Kg	0.50	<0.50
	Sodio, Na	mg/Kg	0.50	476.00
	Níquel, Ni	mg/Kg	0.50	<0.50
	Fósforo, P	mg/Kg	0.50	1373.00
	Plomo, Pb	mg/Kg	0.50	11553.60
	Antimonio, Sb	mg/Kg	0.50	626.40
	Selenio, Se	mg/Kg	0.50	<0.50
	Silicio, Si	mg/Kg	0.50	164.12
	Estaño, Sn	mg/Kg	0.50	12.40
	Estroncio, Sr	mg/Kg	0.50	9.66
	Titanio, Ti	mg/Kg	0.50	59.75
Talio, Tl	mg/Kg	0.50	<0.50	
Uranio, U	mg/Kg	0.50	<0.50	
Vanadio, V	mg/Kg	0.50	<0.50	
Zinc, Zn	mg/Kg	0.50	263.28	

LD: Límite de detección

(\*) Información suministrada por el cliente.

## INFORME DE ENSAYO

**IE-2023-0564**

### 1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : JHONATAN GABRIEL DE LA CRUZ CARDENAS  
1.2 RUC o DNI : 75073862  
1.3 Dirección : No Precisa

### 2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : SUELO  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (H)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-05-30  
2.5 Periodo de Ensayo : 2023-05-30 al 2023-06-07  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-06-09

### 3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Determinación de Cadmio, Cd	Absorción atómica
Determinación de Plomo, Pb	Absorción atómica
Conductividad eléctrica	Electrométrico
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000 AS-05; ítem 7.1.5 / AS 05 Contenido de humedad del suelo.
Temperatura	Medición Directa
Color	Sensorial
Potencial de hidrógeno (pH)	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4 Soil and waste pH



KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4. RESULTADOS**

**4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: URTICA URENS (ORTIGA)  
29 DE MAYO DEL 2023  
LUGAR: ANCASH<sup>H</sup>

**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1159	Determinación de Cadmio, Cd	mg/Kg	<0.50	<0.50
	Determinación de Plomo, Pb	mg/Kg	<0.50	803,88

LC: Límite de cuantificación

**Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1159	Conductividad eléctrica	uS/cm	1134,00
	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad PH	6,36
	Humedad	%	20,63
	Temperatura	°C	22,00
	Color	Sin Unidad	Gris claro

<sup>H</sup> Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

**INFORME DE ENSAYO  
IE-2023-0606**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JHONATAN GABRIEL DE LA CRUZ CARDENAS  
1.2 RUC o DNI : 75073862  
1.3 Dirección : No Precisa

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : SUELO  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (R)  
2.3 Número de Muestras : 06  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-06-06  
2.5 Periodo de Ensayo : 2023-06-06 al 2023-06-12  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-06-15

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Determinación de Cadmio, Cd	Absorción atómica
Determinación de Plomo, Pb	Absorción atómica
Conductividad eléctrica	Electrométrico
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000 AS-05; ítem 7.1.5 / AS 05 Contenido de humedad del suelo.
Temperatura	Medición Directa
Color	Sensorial
Potencial de hidrógeno (pH)	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4 Soil and waste pH



-----  
KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4. RESULTADOS**

**4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: URTICA URENS <sup>(4)</sup>

**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1210	Determinación de Cadmio, Cd	mg/Kg	0.50	<0.50
	Determinación de Plomo, Pb	mg/Kg	0.50	1274.83

LC: Límite de cuantificación

**Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1210	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad PH	6.04
	Conductividad eléctrica	uS/cm	1399.00
	Humedad	%	22.98
	Temperatura	°C	24.10
	Color	Sin Unidad	gris claro

<sup>(4)</sup> Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

**INFORME DE ENSAYO  
IE-2023-0688**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JHONATAN GABRIEL DE LA CRUZ CARDENAS  
1.2 RUC o DNI : 75073862  
1.3 Dirección : No Precisa

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : SUELO  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (C)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-06-16  
2.5 Período de Ensayo : 2023-06-16 al 2023-06-26  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-06-27

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Determinación de Cadmio, Cd	Absorción atómica
Determinación de Plomo, Pb	Absorción atómica
Conductividad eléctrica	Electrométrico
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000 AS-05; ítem 7.1.5 / AS 05 Contenido de humedad del suelo.
Temperatura	Medición Directa
Color	Sensorial
Potencial de hidrógeno (pH)	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4 Soil and waste pH



KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP Nº 276377

Jefe de Laboratorio

**4. RESULTADOS**

**4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: URTICA URENS  
CATAC ANCASH <sup>H</sup>

**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1315	Determinación de Cadmio, Cd	mg/Kg	0.50	4.47
	Determinación de Plomo, Pb	mg/Kg	0.50	1411.94

LC: Límite de cuantificación

**Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1315	Potencial de hidrogeno (pH)	Unidad PH	0.1	6.41
	Conductividad eléctrica	uS/cm	0.1	1039.00
	Humedad	%	-	23.76
	Temperatura	°C	-	22.70
	Color	Sin Unidad	-	Gris claro

LC: Límite de cuantificación

<sup>H</sup> Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

**INFORME DE ENSAYO  
IE-2023-0725**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JHONATAN GABRIEL DE LA CRUZ CARDENAS  
1.2 RUC o DNI : 75073862  
1.3 Dirección : No Precisa

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : SUELO  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (H)  
2.3 Número de Muestras : 05  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-06-22  
2.5 Período de Ensayo : 2023-06-22 al 2023-06-27  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-06-27

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Determinación de Cadmio, Cd	Absorción atómica
Determinación de Plomo, Pb	Absorción atómica
Conductividad eléctrica	Electrométrico
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000 AS-05; Item 7.1.5 / AS 05 Contenido de humedad del suelo.
Temperatura	Medición Directa
Color	Sensorial
Potencial de hidrógeno (pH)	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4 Soil and waste pH



KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4. RESULTADOS**

**4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: URTICA URENS  
250 gr  
600gr  
ANCASH<sup>(\*)</sup>

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1352	Determinación de Cadmio, Cd	mg/Kg	0.50	4.49
	Determinación de Plomo, Pb	mg/Kg	0.50	931.33

LC: Límite de cuantificación

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1352	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad PH	6.96
	Conductividad eléctrica	uS/cm	823.90
	Humedad	%	22.93
	Temperatura	°C	20.80
	Color	Sin Unidad	Gris claro

<sup>(\*)</sup> Información suministrada por el cliente.

FIN DE DOCUMENTO

**INFORME DE ENSAYO  
IE-2023-0563**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JHONATAN GABRIEL DE LA CRUZ CARDENAS  
1.2 RUC o DNI : 75073862  
1.3 Dirección : No Precisa

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : SUELO  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (H)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-05-30  
2.5 Período de Ensayo : 2023-05-30 al 2023-06-07  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-06-09

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	METODO
Determinación de Cadmio, Cd	Absorción atómica
Determinación de Plomo, Pb	Absorción atómica
Conductividad eléctrica	Electrométrico
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000 AS-05; ítem 7.1.5 / AS 05 Contenido de humedad del suelo.
Temperatura	Medición Directa
Color	Sensorial
Potencial de hidrógeno (pH)	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4 Soil and waste pH



KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4. RESULTADOS****4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: SOLANUM PSEUDOAMERICANUM  
29 DE MAYO DEL 2023  
LUGAR: ANCASH (\*)

**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1158	Determinación de Cadmio, Cd	mg/Kg	<0.50	<0.50
	Determinación de Plomo, Pb	mg/Kg	<0.50	1412,62

LC: Límite de cuantificación

**Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1158	Conductividad eléctrica	uS/cm	1172,00
	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad PH	5,96
	Humedad	%	22,02
	Temperatura	°C	22,00
	Color	Sin Unidad	Gris claro

(\*) Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

**INFORME DE ENSAYO  
IE-2023-0605**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JHONATAN GABRIEL DE LA CRUZ CARDENAS  
1.2 RUC o DNI : 75073862  
1.3 Dirección : No Precisa

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : SUELO  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (H)  
2.3 Número de Muestras : 06  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-06-06  
2.5 Período de Ensayo : 2023-06-06 al 2023-06-12  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-06-15

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Determinación de Cadmio, Cd	Absorción atómica
Determinación de Plomo, Pb	Absorción atómica
Conductividad eléctrica	Electrométrico
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000 AS-05; ítem 7.1.5 / AS 05 Contenido de humedad del suelo.
Temperatura	Medición Directa
Color	Sensorial
Potencial de hidrógeno (pH)	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4 Soil and waste pH



KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4. RESULTADOS****4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**Descripción de Muestra: S. PSEUDOAMERICANUM <sup>(\*)</sup>**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1209	Determinación de Cadmio, Cd	mg/Kg	0.50	<0.50
	Determinación de Plomo, Pb	mg/Kg	0.50	885.30

LC: Límite de cuantificación

**Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1209	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad PH	6.15
	Conductividad eléctrica	uS/cm	1387.00
	Humedad	%	23.20
	Temperatura	°C	24.10
	Color	Sin Unidad	gris claro

<sup>(\*)</sup> Información suministrada por el cliente.**FIN DE DOCUMENTO**

**INFORME DE ENSAYO  
IE-2023-0687**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JHONATAN GABRIEL DE LA CRUZ CARDENAS  
1.2 RUC o DNI : 75073862  
1.3 Dirección : No Precisa

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : SUELO  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (H)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-06-16  
2.5 Período de Ensayo : 2023-06-16 al 2023-06-26  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-06-27

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Determinación de Cadmio, Cd	Absorción atómica
Determinación de Plomo, Pb	Absorción atómica
Conductividad eléctrica	Electrométrico
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000 AS-05; ítem 7.1.5 / AS 05 Contenido de humedad del suelo.
Temperatura	Medición Directa
Color	Sensorial
Potencial de hidrógeno (pH)	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4 Soil and waste pH



-----  
KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4. RESULTADOS****4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: SOLANIUM  
PSEUDOAMERICAN  
CATAC ANCASH <sup>(4)</sup>

**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1314	Determinación de Cadmio, Cd	mg/Kg	0.50	4.58
	Determinación de Plomo, Pb	mg/Kg	0.50	1548.04

LC: Límite de cuantificación

**Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1314	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad PH	0.1	6.61
	Conductividad eléctrica	uS/cm	0.1	1374.00
	Humedad	%	-	26.29
	Temperatura	°C	-	22.70
	Color	Sin Unidad	-	Gris claro

LC: Límite de cuantificación

<sup>(4)</sup> Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

**INFORME DE ENSAYO  
IE-2023-0724**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JHONATAN GABRIEL DE LA CRUZ CARDENAS  
1.2 RUC o DNI : 75073862  
1.3 Dirección : No Precisa

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : SUELO  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (H)  
2.3 Número de Muestras : 05  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-06-22  
2.5 Período de Ensayo : 2023-06-22 al 2023-06-27  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-06-27

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Determinación de Cadmio, Cd	Absorción atómica
Determinación de Plomo, Pb	Absorción atómica
Conductividad eléctrica	Electrométrico
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000 AS-05; Item 7.1.5 / AS 05 Contenido de humedad del suelo.
Temperatura	Medición Directa
Color	Sensorial
Potencial de hidrógeno (pH)	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4 Soil and waste pH



-----  
KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4. RESULTADOS****4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: SOLANUM PSEUDOAMERICANUM

250 gr

600 gr

ANCASH <sup>(\*)</sup>**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-1351	Determinación de Cadmio, Cd	mg/Kg	0.50	4.68
	Determinación de Plomo, Pb	mg/Kg	0.50	1460.04

LC: Límite de cuantificación

**Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1351	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad PH	6.22
	Conductividad eléctrica	uS/cm	1196.00
	Humedad	%	17.82
	Temperatura	°C	20.80
	Color	Sin Unidad	Gris claro

(\*) Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

## Anexo 9 Certificación de las plantas



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
Departamento Académico de Biología



La Molina, 31 de mayo de 2023

### CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN TAXONÓMICA 010-2023-HM-UNALM

Mediante la presente se informa que las muestras vegetales provenientes de Chavin de Huántar, provincia de Huari, departamento de Áncash, correspondientes a la tesis "Descontaminación de metales pesados (cadmio y plomo) en suelos mediante *Solanum pseudoamericanum* y *Urtica urens* en Áncash, 2023", han sido estudiadas en el Herbario del Departamento de Biología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (MOL) para su determinación taxonómica. El examen y reconocimiento de los caracteres morfológicos de orden cualitativo y cuantitativo en dichos especímenes permiten concluir que corresponden a las siguientes especies:

<u>Especie</u>	<u>Familia</u>
<i>Solanum pseudoamericanum</i> Särkinen, P.González & S.Knapp	Solanaceae
<i>Urtica urens</i> L.	Urticaceae

Atentamente,

Ph. D. Aldo Ceroni Stuva  
Director  
Herbario del Dpto. de Biología (MOL)  
Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional Agraria La Molina



Juan José Alegria Olivera  
Investigador CONCYTEC - RENACYT P0099300  
Investigador Adjunto  
Herbario del Dpto. de Biología (MOL)  
Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional Agraria La Molina