



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero ambiental

AUTOR:

Lidia De la cruz Carpio

ASESOR:

Ing. Rita Cabello Torres

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos


LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) *De La Cruz Carpio, Lidia*; cuyo título es: "Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 13 (número) trece letras).

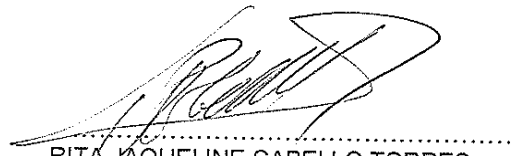
Lima Este (o Filial) 21 de julio del 2018



.....
FERNANDO ANTONIO SERNAQUE AUCCAHUASI
PRESIDENTE



.....
RUBÉN VÍCTOR MUNIVE CERRÓN
SECRETARIO



.....
RITA JAQUELINE CABELLO TORRES
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

A mi madre gracias a su apoyo durante mi vida profesional.

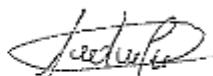
Agradecimientos

Este trabajo de investigación no se hubiese llevado acabo Sin el apoyo, enseñanzas, concejos y recomendaciones Del Ing. Ing. Rita Cabello Torres estaré agradecida por compartir sus ideas.

Declaratoria de autenticidad

Yo Lidia De la cruz Carpio con DNI N° 70451011, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. 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 de la Universidad César Vallejo.

Lima, 21 de Julio del 2018



Lidia De la cruz Carpio
DNI: 70451011

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada **“Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018”**, cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018 y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero ambiental. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica la realidad problemática de manera general, la finalidad de la investigación, las teorías relacionadas al tema abarcan la elaboración de biochar para inmovilizar plomo en el suelo.; en el segundo capítulo se muestra el diseño de investigación empleada además del diseño metodológico aplicado a los tratamientos; en el tercer capítulo se detalla los resultados obtenidos de la elaboración de biochar y los tratamientos aplicados al suelo contaminado con plomo. En el cuarto capítulo se explica la discusión de los resultados de la investigación comparando con los resultados de otras investigaciones. En el quinto capítulo se presenta las conclusiones generales y específicas de acuerdo a los objetivos planteados en la investigación. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones que se pueden realizar a investigaciones futuras.

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar la eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio. Para ello se utilizó residuos de poda del arbusto molle costeño (*Schinus terebinthifolius*) recolectado del Cementerio Presbítero Maestro ubicado en el Distrito Cercado de Lima, el biochar se elaboró a una temperatura de pirolisis de 500°C durante dos horas controlando el tiempo y temperatura con un termómetro digital, se realizaron algunos análisis al biochar para determinar su composición. Posteriormente, se determinaron las concentraciones de plomo, se preparó una solución madre de cloruro de plomo ($PbCl_2$) para después ser separadas a diferentes soluciones (10, 20, 40 y 80 ml), luego se mezclaron con los testigos suelo sin plomo (T1, T2, T3 y T4) cada uno respectivamente, se analizaron la concentración de plomo en el suelo cada una con cinco repeticiones. Se realizaron tratamientos para determinar la eficiencia del biochar para la inmovilización de plomo en el suelo, a cada tratamiento se aplicó 20% de biochar, luego de 20 días se analizó la cantidad de plomo en el suelo cada una con cinco repeticiones. Además, se realizaron análisis al suelo (T° , pH, CE, materia orgánica, CIC), y también se analizó la cantidad de plomo en el agua intersticial para determinar que el plomo no se haya lixiviado al agua. Los resultados obtenidos del análisis del biochar son carbono 43.87%, nitrógeno 0.88% cenizas 3.14% y materia volátil 41.05%. Se concluye que la eficiencia del biochar elaborado a partir de residuos de poda del arbusto molle costeño (*Schinus terebinthifolius*) a una temperatura de 500°C, durante 2 horas, logro reducir la concentración de plomo en el suelo, la eficiencia máxima del biochar para la inmovilización del plomo en el suelo es el tratamiento del testigo (T1) con un 50.29% de eficiencia a una aplicación del 20% de biochar.

Palabras clave: biochar, inmovilización de plomo, eficiencia.

Abstract

The objective of the research was to evaluate the efficiency of biochar from pruning waste to immobilize lead in the soil at laboratory level. To this end, pruning waste was used from the coastal molle shrub (*Schinus terebinthifolius*) collected from the Master Presbytery Cemetery located in the Cercado District of Lima. The biochar was prepared at a pyrolysis temperature of 500 ° C for two hours controlling the time and temperature with a digital thermometer, some analyzes were made to the biochar to determine its composition. Subsequently, the lead concentrations were determined, a stock solution of lead chloride (PbCl₂) was prepared and then separated to different solutions (10, 20, 40 and 80 ml), then mixed with the unleaded soil controls (T1, T2, T3 and T4) each, respectively, were analyzed for the concentration of lead in the soil each with five repetitions. Treatments were carried out to determine the efficiency of the biochar for the immobilization of lead in the soil, to each treatment 20% of biochar was applied, after 20 days the amount of lead in the soil each with five repetitions was analyzed. In addition, soil analyzes were carried out (T°, pH, EC, organic matter, CIC), and the amount of lead in the interstitial water was also analyzed to determine that the lead has not been leached into the water. The results obtained from the biochar analysis are carbon 43.87%, nitrogen 0.88% ash 3.14% and volatile material 41.05%. It is concluded that the efficiency of the biochar produced from pruning residues of the coastal molle shrub (*Schinus terebinthifolius*) at a temperature of 500 ° C, for 2 hours, succeeds in reducing the concentration of lead in the soil, the maximum efficiency of the biochar for the immobilization of lead in the soil is the treatment of the control (T1) with a 50.29% efficiency at a 20% application of biochar.

Keywords: biochar, lead immobilization, efficiency.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática	3
1.2 Trabajos previos	4
1.3 Teorías relacionadas al tema	8
1.3.1.1 <i>Propiedades físico químicas</i>	9
1.3.1.2 <i>Proceso de Pirolisis</i>	10
1.3.1.3 <i>Usos del biochar en el suelo</i>	11
1.3.2 <i>Metales pesados</i>	12
1.3.2.2 <i>Proceso de adsorción</i>	13
1.3.3 <i>Marco legal</i>	16
1.4 Formulación del problema	17
1.5 Justificación del estudio	17
1.6 Hipótesis	18
1.7 Objetivos	18
II. MÉTODO	19
2.1 Diseño de la investigación	20
2.2 Variables, operacionalización	20
2.3 Población y muestra	22
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	22
2.5 Métodos de análisis de datos	28
2.6 Aspectos éticos	29
III. RESULTADOS	30
3.1 Evaluación de la composición fisicoquímica del biochar	31
3.2 Evaluación de la composición fisicoquímica del suelo	31
3.3 Evaluación de la concentración de plomo en el suelo	33
3.4 Evaluación de la concentración de plomo en el agua intersticial	35
IV. Discusión	38
V. Conclusiones	41
VI. Recomendaciones	43
VII. Referencias	45
ANEXOS	51

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalización de las variables de investigación.	21
Tabla N°2 Validación de instrumento.	23
Tabla N°3 Fases de la metodología de investigación.	24
Tabla N°4 Cantidad de muestras testigo	26
Tabla N°5 Resultados de la composición del biochar a partir de residuos de poda.....	31
Tabla N°6 Resultados de la composición del suelo con plomo.	31
Tabla N°7 Resultados de la composición del suelo con la adición de biochar.	32
Tabla N°8 Grafica de los parámetros fisicoquímicos realizados al suelo contaminado con plomo y suelo con el tratamiento 20%biochar.	32
Tabla N°9 Concentración de plomo en el suelo	33
Tabla N°10 Eficiencia del biochar en la inmovilización de plomo en el suelo	34
Tabla N°11 Grafica de la eficiencia inmovilización de plomo en el suelo	34
Tabla N°12 Concentración de plomo en el agua intersticial	35
Tabla N°13 Grafico del resultado promedio de la concentración de plomo en el agua intersticial ...	36

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia.	52
Anexo 2 Ficha de recolección de datos.	53
Anexo 3 Recolección de los residuos orgánicos	54
Anexo 4 Pirolisis de las materias primas para la elaboración de biochar	54
Anexo 5 Biochar de residuos de poda.	54
Anexo 6 Digestión de las muestras de suelo	54
Anexo 7 Digestión de las muestras de agua intersticial	55
Anexo 8 Validación de instrumentos	56

I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación que tiene por objetivo evaluar la eficiencia del biochar elaborado a partir de residuos de poda para la inmovilización de plomo en el suelo, la materia prima procedente de los residuos de poda de un cementerio. El uso de una tecnología limpia como es el biochar es beneficiosa para la recuperación de suelos por la contaminación, ya que es de bajo costo y además contribuye en la conservación del ambiente. A continuación, se detallará el contenido de la investigación, a través de los siguientes capítulos:

En el capítulo I se presenta la realidad problemática de manera general como es que sucede la contaminación, la finalidad de la investigación, las teorías que comprenden los estudios realizados referente a la elaboración de biochar a partir de diversas materias primas y propiedades fisicoquímicas para la inmovilización de plomo en el suelo.

En el capítulo II aborda el diseño metodológico de la investigación, el cual es experimental es un estudio a través de la concentración de biochar aplicado en el suelo se determinará la eficiencia de inmovilización de plomo a nivel laboratorio.

En el capítulo III detalla los resultados obtenidos del biochar para conocer su composición, al suelo contaminado para determinar la concentración inicial de plomo en el suelo y después del tratamiento para evaluar la eficiencia del biochar.

En el capítulo IV se explica las discusiones de los resultados obtenidos de la investigación, comparando además con otras investigaciones utilizadas en los trabajos previos.

En el capítulo V se presenta las conclusiones en base a los objetivos propuestos en la investigación.

En el capítulo VI se detalla las recomendaciones planteadas de la investigación realizada para su posible uso en futuras investigaciones referentes al tema de investigación.

1.1 Realidad problemática

En la actualidad no existe una adecuada gestión de los residuos sólidos municipales, la mayor cantidad de residuos generados son los orgánicos provenientes de la preparación de alimentos, residuos de jardinería, entre otros. Por lo tanto, la generación creciente de residuos orgánicos se convierte en un problema ambiental en la mayoría de las ciudades debido a que no son aprovechados adecuadamente. Según MINAM (2013), se tiene una composición mayormente orgánica de los residuos sólidos municipales en el país (53%), lo que favorece su aprovechamiento y la incorporación de medidas de mitigación de GEI (p.45)

Por otro lado, el hombre ha intervenido en la contaminación del suelo, debido a las diversas actividades que realiza, así como la expansión urbana e industrial y la gran necesidad de recursos que está causando un gran impacto al ambiente. Según Diaz (2016) La problemática de contaminación de suelos es causada por la actividad industrial y minería, ya que en el proceso se generan residuos sólidos y líquidos que vertidos al ambiente se depositan en el suelo. El suelo es muy susceptible a la contaminación, ya que retiene los contaminantes que son transportados por el agua o que se sedimentan (p. 105).

Los mayores casos de contaminación de plomo en el suelo son por la minería, a través de los relaves mineros y por los procesos de extracción de los minerales; exponiendo estos contaminantes y por la acción del viento pueden ser trasladados al suelo, agua y aire. Afectando los suelos agrícolas, estos metales se acumulan en la superficie del suelo alterando el desarrollo de los cultivos. Por otro lado, Diaz (2016), Un caso conocido es del Complejo Metalúrgico de La Oroya se calcula una extensión de entre 2,400 y 2,800 km² de suelos afectados con metales pesados, la acumulación de contaminantes como plomo y arsénico alcanza promedios muy altos, entre 1000 y 2000 mg/kg (p. 109).

La exposición del plomo trae graves consecuencias a la salud del ser humano ya que estos contaminantes tienden a acumularse en la sangre. El plomo metálico puede ser absorbido por la piel en contacto con una superficie contaminada. Según Astete *et al.* (2011) La presencia del plomo en el suelo es un alto riesgo para la salud humana, ya que existe una alta probabilidad, entre 24 % y 96 %, de que un niño presente niveles de plomo en la sangre por encima de 10 µg/dL (p. 17).

Por consiguiente, en el presente trabajo de investigación se propone como una alternativa de solución frente a los problemas de contaminación, el aprovechamiento de los residuos de poda generados en el Cementerio Presbítero Maestro ubicado en el Distrito Cercado de Lima, los residuos de poda se usaron como materia prima para la elaboración de biochar con la finalidad de evaluar su eficiencia para la inmovilización de plomo en el suelo que se realizó a nivel laboratorio.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Internacionales

Al-Wabel, et al. (2014) quien realizó el trabajo de investigación “Conocarpus biochar as a soil amendment for reducing heavy metal availability and uptake by maize plants”, en el presente estudio el objetivo fue evaluar la eficacia del biochar de Conocarpus para reducir la disponibilidad de metales pesados (Fe, Mn, Zn, Cd, Cu y Pb), y la adsorción por las plantas de maíz. El biochar elaborado de residuos del árbol de Conocarpus pasó por un proceso de pirolisis a temperatura de 400°C, tuvo un pH de 9,85 y los contenidos totales de C, H, N y O fueron 76.18%, 2.53%, 0.42% y 18.67%, respectivamente. Las muestras de suelo se trataron con 0.0, 1.0, 3.0 y 5.0% (p / p) de biochar, con 4 kg de suelo tratado con biochar y no tratado, se colocaron en macetas en 3 repeticiones para cada tratamiento, luego se plantaron cinco semillas de maíz (*Zea mays* L.) se adecuaron diariamente con un 75% y 100% de agua a las macetas. En el estudio se demostró que la aplicación de biochar tiene el potencial de inmovilizar los metales pesados en el suelo, mejorar la fitoestabilización de metales, aumentando el desarrollo de las plantas y propiedades físicas del suelo. Se empleó el análisis de varianza (ANOVA), donde los resultados mostraron que la adición de biochar mostró un aumento significativo ($p < 0,05$), así como en el pH de 0.16-0.17 unidades y conductividad 1.97-2.10, siendo los valores más altos en suelos tratados con 5.0% de biochar. Las concentraciones de plomo en brotes estaban por debajo del límite, los demás metales pesados disminuyeron significativamente como resultado del aumento de las tasas de aplicación de biochar en comparación con el tratamiento de control (sin biochar), los cuales son 51.3% y 60.5% para manganeso, 28.0% y 21.2% para Zinc, 60.0% y 29.5% para Cobre y 53.2% y 47.2% para Cadmio a niveles de humedad del suelo de 75% y 100% respectivamente.

Lee, M. Park, J. y Chung, J. (2017) quien realizo “Adsorption of Pb (II) and Cu (II) by Ginkgo-Leaf-Derived Biochar Produced under Various Carbonization Temperatures and Times” el objetivo del estudio es evaluar la adsorción del biochar derivado de hojas de ginkgo elaborado a diferentes condiciones de carbonización con respecto al plomo y cobre. Las hojas de ginkgo fueron recolectadas, llevadas a varias temperaturas (400, 600, 800 y 1000 ° C) y durante diferentes tiempos de carbonización (1, 2, 5, 10, 30, 60, 90, 120, 180 min) en un horno eléctrico, el biochar resultante se trituro y tamizo (<2mm). Para llevar a cabo las características de adsorción de metales pesados, se prepararon soluciones de nitrato de plomo y nitrato de cobre a 100mg/l respectivamente, los experimentos y resultados se realizaron por triplicado. El pH de biochar aumento conforme aumento la temperatura siendo de 10.2 a 12.9, el Carbono disminuyó con el aumento de la temperatura de carbonización de 51.15 a 43.34, el nitrógeno (N) y oxígeno (O) aumentaron con el aumento de la temperatura de carbonización hasta 800 ° C. Asimismo, el biochar empleado a diferentes temperaturas mostro como resultado que a 800°C durante 90 y 120 minutos contenía carbones altos contribuyendo a una alta adsorción de metales. Según lo determinado por la prueba de rango múltiple de Duncan, el biochar logro reducir significativamente los metales pesados ($p < 0,05$), el biochar derivado de la hoja de ginkgo producido a 800 °C durante 90 minutos se puede utilizar como un bioadsorbente, ya que alcanzaron las más altas tasas de adsorción siendo 93.2% y 88.2%, debido a que la mayor adsorción de plomo se atribuye a la formación de un compuesto estable de plomo y fosforo en la superficie del biocarbón, además existe una mayor afinidad con el plomo en comparación con el cobre.

Ramos, V (2013) quien realizo “Remoción de cianuro en relaves auríferos utilizando biochar producido a partir de tallos de gliricidia sepium” En esta Investigación el objetivo fue evaluar el potencial de adsorción del biochar a partir de tallo de Gliricidia sepium utilizado para la remoción de cianuro en soluciones acuosas. Los biochares fueron pirolizados a 200, 400 y 600°C durante 6 horas, los diseños experimentales están conformados por concentraciones de cianuro (40, 250 y 500 ppm) para soluciones sintéticas y soluciones contaminadas con relave aurífero, además la cantidad de biochar (0.5, 2 y 5 gramos) en los experimentos fueron realizados por duplicado. Por lo tanto, a una concentración de 40 ppm de cianuro y utilizando 5 g de biochar, el % de adsorción fue de 76.28 y de 50.78 % para la solución con relave y solución sintética respectivamente. La cantidad de cianuro adsorbido más alta (3 mg/g) fue lograda

utilizando 0.5 g de biochar con una Co de 500 ppm, seguido por 2,13 mg/g usando 2 g y una Co de 250 ppm. el valor P para todos los factores $p > 0.05$ con un 95% de confianza, hay diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el rendimiento del biochar mayor para el biochar elaborado a 200°C.

Amjad, A. *et al* (2017) quienes realizaron “Using bamboo biochar with compost for the stabilization and phytotoxicity reduction of heavy metals in mine-contaminated soils of China”. El estudio tiene como objetivo inmovilizar los metales pesados y reducir su fitotoxicidad en suelos contaminados en el condado de Feng (FC) y Tongguan (TG) mediante la aplicación de bambú biochar (BB). Para la remoción de metales pesados se utilizó 2.5% de compost de estiércol de cerdo y aserrín como acondicionador del suelo y suplemento nutricional en cada maceta, se diseñó un experimento para los dos tipos de suelos (diseño aleatorizado), se elaboró cuatro tratamientos conformadas por, T1 (Control), T2 (1.0% BB), T3 (2.5% BB) y T4 (5.0% BB) con un kg de suelo para cada maceta, luego se cultivaron semillas de mostaza oriental (*Brassica juncea*) y se realizó tratamientos por triplicado. La aplicación de biochar de bambú al suelo contaminado aumento el pH y CE del suelo precipitando los metales insolubles, por lo que redujo la biodisponibilidad de los metales pesados (excepto plomo y cobre en TG), además redujo la adsorción y fitotoxicidad de los metales en la raíz y brote de mostaza oriental. Los resultados del análisis al biochar son pH de 8.86, nitrógeno 7.13 g/kg, carbono orgánico 730 g/kg, la adición de biochar después de la aplicación en el suelo, registró un aumento significativo ($p < 0.05$) en el pH de 7.72 a 7.96 y EC de 224 a 280.67 uS/cm del suelo en macetas T5 (5% BB), debido a la liberación de sales alcalinas durante la pirolisis del biochar.

Li, H *et al.* (2016) quienes realizaron “Biochar amendment immobilizes lead in rice paddy soils and reduces its phytoavailability” Este estudio tuvo como objetivo determinar los efectos del biochar de paja de arroz en el secuestro de plomo en un sistema suelo-arroz. Se llevaron a cabo experimentos en macetas con plantas de arroz en suelos de arroz contaminados con plomo que se modificaron con 0, 2, 5 y 5% (p / p) de biochar. En comparación con el tratamiento control, modificación con 5% biochar resultó en 54 y 94% disminuye en el ácido soluble y CaCl₂ -extractable Pb, respectivamente, en los suelos que contienen plantas de arroz en la etapa de madurez. La modificación del biochar en un suelo contaminado con Pb dio como resultado una disminución en la disponibilidad

de Pb del suelo y cantidades de placa de Fe en las superficies de la raíz del arroz. Además, las concentraciones de Pb en la placa de Fe disminuyeron después de la adición de biochar. Ambos resultados posiblemente explicaron las cantidades decrecientes de absorción de Pb en las raíces de arroz. Para las raíces de arroz, encontramos Pb-pectina y Pb-cisteína en muestras con enmiendas de biochar. Tales complejos orgánicos podrían impedir la translocación de Pb de la raíz a la brotación y, posteriormente, conducir a una menor acumulación de Pb en el arroz integral con adición de biochar en los suelos.

1.2.2 Nacionales

Romero, J (2017) quien realizo “Eficiencia en la Inmovilización de Plomo en el Suelo Mediante la Aplicación de Cantidades de Biocarbón en el Distrito San Mateo, Lima”, el objetivo de la investigación fue evaluar la eficiencia de inmovilización de plomo en el suelo a partir del uso de biocarbon. Se elaboro el biocarbon a partir de estiércol de porcino a 500°C por 2 horas, la metodología aplicada para los tratamientos del suelo con biocarbon son 0%, 5%, 10% y 20% para cada mezcla de suelo respectivamente, cada maceta contiene 2 kg, posteriormente se realizó análisis al suelo, agua intersticial, se sembraron lechuga americana como bioindicador. Por consiguiente, el biocarbón a partir de estiércol de porcino a 500 °C por 2 horas permite obtener una enmienda orgánica con la capacidad de inmovilizar el plomo en el suelo y reducir su concentración en el agua intersticial e impidiendo que este metal tóxico sea absorbido por las plantas. La mayor eficiencia de inmovilización de plomo en el suelo fue de 70.34 % y en el agua intersticial de 81,89 % aplicando una cantidad de biocarbón del 20%. El análisis estadístico empleado es Correlación de Pearson, donde la concentración de plomo en el suelo ($p > 0,05$), concentración de plomo en el agua intersticial y para las raíces de las lechugas ($p < 0,05$), por lo tanto, como se muestra en los resultados estadísticos no existe una reducción significativa del plomo en el suelo, en cambio si existe una reducción del plomo en el agua intersticial, ya que el plomo permanece en el biocarbon y al ser inmovilizado no permite desplazarse impidiendo que el metal se lixivie al agua intersticial y no podrá ser adsorbido por las plantas.

Condeña, E. (2017) quien realizo “Recuperación de suelos contaminados con plomo mediante el uso de biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el parque Chota del AA. HH. Ramón Castilla – Callao 2017”. El presente estudio tiene por objetivo evaluar la adsorción del suelo contaminado con plomo mediante el uso de biocarbon. Se utilizo bagazo de caña para la elaboración de biocarbon a temperatura de 350°C, el diseño experimental consta de 19 muestras, cinco muestras de suelo con plomo con el 3%, 5% y 10% de biocarbon cada uno respectivamente, tres muestras de suelo con plomo mas 50% de biocarbon y una muestra control con dos repeticiones en 30 y 45 días, posteriormente se analizaron el pH y lignina del biocarbon siendo 8.7 y 21.96 respectivamente, las propiedades fisicoquímicas del biocarbon como pH alcalino hizo que no alterara el pH del suelo, así como la lignina con su estructura lignocelulósica ambos favorecieron en la adsorción del plomo. El biocarbon logro reducir significativamente el plomo del suelo en el parque chota del AA. HH Ramón Castilla de la Provincia Constitucional del Callao, con una eficiencia de adsorción del 61.09% con el 10% de biocarbon y 61.7% de eficiencia con el 50% de biocarbon ambos a los 45 días de su aplicación.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Concepto de biochar

El biochar o también considerado como biocarbón, elaborado a partir de biomasa vegetal o animal para su aplicación en el suelo. Según The International Biochar Initiative (2018), menciona que es un carbón de grano fino y altamente poroso. Empleándolo en el suelo se convierte en un mejorador ya que ayuda al suelo a retener agua y nutrientes evitando la filtración a aguas subterráneas y posible contaminación.

Según Ahmad *et al.* (2013), es un sólido poroso carbonáceo producido por la conversión termoquímica de materiales orgánicos a una atmósfera de oxígeno reducido que tiene propiedades fisicoquímicas adecuadas para el almacenamiento seguro y a largo plazo del carbono en el ambiente (p. 4). Por otro lado, Escalante *et al.* (2016), mencionan que es el resultado de la descomposición de la materia orgánica en limitado oxígeno (pirólisis), donde la biomasa pasa por un proceso de conversión termodinámica, a temperatura entre 300 a 700°C (p. 369).

El biochar se puede elaborar a partir de distintos materiales residuales o biomasa que contienen componentes lignocelulósicos. Según Montoya (2013), define como cualquier material orgánico derivado de plantas o animales; como una mezcla, constituida por celulosa, hemicelulosa, lignina, componentes orgánicos, agua y cenizas siendo la celulosa el principal componente (p. 23).

Montoya (2013), menciona durante la pirolisis cada componente de la biomasa empieza a desvolatilizarse, primero el contenido de agua, luego los lípidos o aceites orgánicos, azúcares, y finalmente la lignina siendo su descomposición lenta por su compleja estructura molecular (p. 29). Por consiguiente, la fuente de char (carbón vegetal) es proveniente de la lignina no transformada.

Según Gómez, Ladd, Muñoz y De la rosa (2017), el biocarbón considerado como producto del proceso de pirolisis, característico por retener carbono en el suelo, además de adsorber contaminantes metálicos como orgánicos disminuyendo su toxicidad y a la vez controlando su movilidad (p. 39). Diversos estudios comprueban la efectividad del biochar en la remoción de metales pesados, por lo tanto, su aplicación es una buena alternativa para contribuir con la problemática en la contaminación de metales pesados.

1.3.1.1 Propiedades físico químicas

Según Escalante *et al.* (2016), Las características químicas y físicas (estructurales) son generadas a través del proceso de pirolisis, al aumentar la temperatura aumenta la microporosidad del precursor. Además, también depende de la fuente y tamaño de la materia prima. (p.371). La biomasa al ser calentada como resultado de este proceso nos da un material carbonoso, a través de la temperatura adecuada se generan más poros o espacios en toda el área del carbón.

Por otro lado, Escalante *et al.* (2016), Los microporos son generados a partir del proceso de pirolisis, al aumentar la temperatura aumenta la microporosidad, el tamaño de los poros varía de 2 a 20 nm, se dividen en poros de tamaño nano (<0,9 nm), micro (<2 nm); y macro (<50nm), los microporos están asociados a la adsorción de compuestos líquidos, sólidos y de gases (p. 373).

García et al. (2014) Es indispensable evaluar las propiedades del biocarbón, ya que nos permite tener conocimiento de las relaciones O/C, O/H Y H/C sobre el proceso de pirolisis. El contenido de material orgánica volátil por encima del 80% puede señalar un biocarbon sin la capacidad para el secuestro de carbono (p. 67).

Según Montoya *et al.* (2014), La composición química de la biomasa en términos de componentes globales es (p. 30-31):

- Humedad: representada por la cantidad de agua por unidad de masa seca, es la humedad que se encuentra adsorbida en la parte externa de la biomasa y que se encuentra dentro de los poros.
- Material volátil: se refiere a los compuestos orgánicos condensables y no condensables que son liberados de la biomasa cuando entra en calentamiento.
- Cenizas: es el residuo orgánico que queda después de que la biomasa haya pasado por combustión completa, los elementos principales en las cenizas son sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), silicio (Si), hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cloro (Cl), cromo (Cr).
- Carbono fijo: es la masa de materia orgánica que queda luego que se haya liberado el material volátil, la humedad y el contenido de cenizas.

1.3.1.2 Proceso de Pirolisis

Este proceso requiere de un calentamiento lento de la biomasa lignocelulósica con el propósito de aumentar la fracción sólida (formación de carbón). Según Menéndez (2012), es el calentamiento de materiales orgánicos en ausencia de aire con temperatura que llegan hasta 500°C, se emplea la terminación pirolisis para obtener gases y aceites, además para la obtención de un producto solido (carbón) (p. 47).

Guillermo y Fernando (2015), La tecnología de pirólisis permite transformar la biomasa lignocelulósica en tres fracciones: solido carbonizado (carbón vegetal), mezcla de gases combustibles y una mezcla de compuestos orgánicos volátiles (COVs) (p. 163). según Guillermo y Fernando (2015), las etapas más importantes son las siguientes:

- Etapa de secado ($T < 200\text{ }^{\circ}\text{C}$), se evapora el agua y los extractos ligeros presentes en la biomasa. Reduciendo el consumo energético en la etapa pre-seca.
- Etapa de deshidratación ($T = 200\text{-}300\text{ }^{\circ}\text{C}$), deshidratación de los polisacáridos estructurales (celulosa y hemicelulosa), se generan gases permanentes (CO_2 , CO , agua, H_2 , N_2 , C_2H_4 , etc.).
- Etapa pirolítica ($T = 250\text{-}600\text{ }^{\circ}\text{C}$), descomposición térmica de los polímeros de la biomasa (celulosa, hemicelulosa y lignina), se forman compuestos orgánicos volátiles, gases permanentes.
- Etapa de carbonización ($T = 400\text{-}800\text{ }^{\circ}\text{C}$), se forman compuestos de mayor peso molecular (material carbonizado), formando el carbón vegetal.

1.3.1.3 Usos del biochar en el suelo

The International Biochar Initiative (2018) El biochar mejora los suelos, al convertir los desechos agrícolas en un poderoso mejorador del suelo que contiene carbono y hace que los suelos sean más fértiles, podemos aumentar la seguridad alimentaria, desalentar la deforestación y preservar la diversidad de las tierras de cultivo. La investigación ahora confirma beneficios que incluyen:

- Reducción de lixiviación de nitrógeno en aguas subterráneas
- Posibles emisiones reducidas de óxido nitroso
- Aumento de la capacidad de intercambio catiónico que da como resultado una fertilidad mejorada del suelo.
- Moderación de la acidez del suelo.
- Aumento de la retención de agua,
- Aumento del número de microorganismos beneficiosos en el suelo.

La incorporación de biocarbón al suelo puede alterar sus propiedades físicas tales como la textura, la estructura, capacidad de retención de humedad, crecimiento de las plantas. Por lo general incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo posibilitando la adsorción de sustancias químicas. Según Lori y Stanley (2013), La adición de biocarbon al suelo se caracteriza por mitigar el cambio climático a través de la captura de carbono en el suelo debido a su estructura porosa y partículas que interactúan con los componentes físicos y biológicos del suelo (p. 5).

El biocarbón como material granular en forma de polvo con alto contenido de carbono, es elaborado a partir de diversos residuos orgánicos. Por otro lado, según Masaguer (2015), durante años se realizaron diversos estudios con la finalidad de emplear el biocarbón en suelos agrícolas para recuperar las propiedades del suelo con el propósito de secuestrar carbono para la reducción de gases de efecto invernadero (p. 225).

1.3.2 Metales pesados

Según Ruda, Mongiello y Acosta (2014), los metales pesados son originados en las actividades antropogénicas, industrias, ganadería y proveniente de los residuos urbanos, algunos compuestos solubles llegando a incorporarse en las plantas y animales, sin embargo, los compuestos no solubles se mantienen en la superficie del suelo (p. 42). La acumulación de metales pesados en el suelo se encuentra entre la fase sólida y acuosa disponibles para las plantas y capaces de lixiviarse se encuentran como iones metálicos libres, complejos y/o quelatos.

Según Ruda, Mongiello y Acosta (2014), La peligrosidad de los metales pesados está asociado a su toxicidad y persistencia, la capacidad de las plantas de adsorber cualquier elemento acumulándose continuamente y si es para el consumo humano o animal se convierte en un problema muy grave para la salud (p. 45).

1.3.2.1 Plomo

Doménech (2013), en el suelo es fuertemente retenido, se adsorbe químicamente, a pH neutros el plomo se encuentra precipitado como carbonato, hidróxido, sulfuro o fosfato; a pH alcalinos la solubilidad aumenta por la formación de complejos solubles con compuestos orgánicos naturales como el humus o partes arcillosas (p. 138). El plomo se encuentra en el suelo en forma como Pb^{2+} , no cumple ninguna función importante para las plantas, pero su adsorción tiende a reducir al aumentar el pH y debido a bajas temperaturas.

1.3.2.2 Proceso de adsorción

Obregón (2013), La adsorción involucra la transferencia de masa del adsorbato a la superficie de un sólido (adsorbente) donde se concentra el contaminante que se desea remover, el adsorbato se acerca a la superficie externa del sólido, migra a través de la red porosa del sólido para adherir al adsorbente y es donde ocurre la adsorción, (p. 10).

Frente a los problemas de contaminación ambiental, surge la bioadsorción como el proceso amigable con el ambiente considerado como un método de bajo costo, reduce la concentración de contaminantes como compuestos orgánicos, iones metálicos y colorantes. Según Bonilla, Tejada y Del pino (2017), mencionan a la bioadsorción como un proceso que permite la captación de los iones metálicos, debido a las propiedades que diversas biomasas que poseen para acumular contaminantes (p. 31).

1.3.2.3 Inmovilización de metales pesados

Luego de evaluar que el suelo presenta contaminantes es indispensable aplicar estrategias de remediación, para eliminar o disminuir la concentración de los metales pesados y así poder reducir su biodisponibilidad en el suelo. Los metales pesados son más frecuentes en el ambiente, contaminado el suelo, agua, aire y la salud del ser humano. Por consecuencia este metal toxico debe ser removido, se conocen diferentes métodos para la remediación en el suelo, entre ellos está la adsorción. Según Obaji *et al.* (2017), Los materiales empleados como enmiendas tienen diferentes capacidades para la inmovilización de metales pesados en el suelo; es necesario evaluar la eficacia de cada una de las enmiendas a utilizar, para contribuir en la búsqueda de soluciones (p. 210)

Según Obaji *et al.* (2017), una alternativa es la incorporación de materiales que cumplen como enmienda capaz de inmovilizar los metales pesados, para así reducir la concentración de metales en el suelo y por lo tanto evitar que lleguen a la cadena trófica (p. 209).

Según Quiñones, Tejada, Arcia y Ruiz (2013) en el estudio realizado nos muestra la capacidad de las biomásas en la remoción de Níquel y Plomo:

Biomasa utilizada	Metal removido	Capacidad de remoción (mg/g)
Hojas de Moringa (M. oleifera)	Ni (II)	163,88
Cáscara de Naranja (C. sinensis)	Ni (II)	162,6
Corteza de Acacia (A. leucocephala)	Ni (II)	294,1
Hojas de Bael (A. marmelos)	Pb (II)	104
Bagazo de Caña de Azúcar	Pb (II)	333
Tallos de Maíz (Z. mays)	Pb (II)	80

1.3.2.4 Dosis de adsorbente

La dosis del adsorbente influye significativamente en la capacidad de la adsorción, ya que la aplicación de una dosis optima de biochar para reducir los contaminantes es fundamental para su útil aplicación. Según Tan *et al.* (2014), según estudios la eficiencia de adsorción de metales más altas es para biochar derivado de madera dura y paja de maíz de 1g/kg. Por ende, el aumento de la concentración del adsorbente resulto una mayor eficacia en la eliminación del metal (p. 14).

1.3.2.5 Parámetros fisicoquímicos del suelo

pH

Según Garrido (2012), Mide el grado de acidez del suelo, es la concentración de (H⁺) existentes en el suelo su valor máximo es 14, su valor neutro es 7 y valores inferiores a 7 representa un suelo acido, por ende, las plantas generalmente se desarrollan en valores cercanos a la neutralidad (p. 21). Un pH entre 5 y 8,5 valores intermedios, esta determinado por los componentes disueltos del suelo los más abundantes son los cationes intercambiables se basan en procesos de intercambio catiónico. Según Doménech y Peral (2013), A pH intermedios este valor resulta de la disolución del suelo entre cationes básicos (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ y Na⁺) y ácidos (H⁺, Al³⁺, Fe³⁺ y NH₄⁺, etc.) (p. 83).

Conductividad eléctrica (CE)

Según Garrido (2012), La conductividad eléctrica mide las sales disueltas que contiene el suelo se mide en (uS/cm, mS/cm), los suelos que presentan elevada conductividad eléctrica no permiten el buen desarrollo de las plantas, debido a que poseen una elevada cantidad de sales en el suelo (p. 23). El umbral para considerar que un suelo es salino a $CE \geq 4$ dS/m.

Materia orgánica

La materia orgánica representa los restos orgánicos que se han descompuesto que están presentes en el suelo, se convierte en un parámetro importante ya que a mayor materia orgánica existirá mayor fertilidad en el suelo. Según Garrido (2012), comprende la cantidad de residuos orgánicos que dan lugar al aumento de nutrientes en el suelo, posee una elevada capacidad de retener cationes (CIC), favorece en su estructura evitando la erosión del suelo (p. 24).

Según Porta, López y Poch (2014), Por lo general la materia orgánica aporta carga negativa que le permite interactuar con cationes que se encuentran en el suelo, además permite el almacenamiento de nutrientes disponibles para las plantas, amortigua los cambios de pH en el suelo (p. 182). Interviene en la formación de la estructura del suelo, en su porosidad, la materia orgánica tiene una mayor capacidad de almacenamiento de agua

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Según Porta, López y Poch (2014), Es la propiedad del suelo que está asociada a la carga negativa, es la capacidad de una masa de suelo (cambiador) para adsorber (fenómeno de superficie) iones de signo contrario (+) manteniendo su electroneutralidad. Según Garrido (2012), Las arcillas y materia orgánica tienen la propiedad de comportarse como iones de carga negativa, esta capacidad permite retener elementos necesarios y disponibles para el desarrollo de las plantas por lo tanto a mayor capacidad mayor será la fertilidad del suelo.

pH en la inmovilización de metales pesados

El pH es considerado como un factor importante ya que determinara el comportamiento del metal en el suelo. Al existir un pH bajo los metales tienden a aumentar su solubilidad en el suelo. Según Moreno y Giraldo (2010). La adsorción de iones metálicos por carbón activado se debe a las interacciones de los iones en solución y la superficie del carbón, esto depende del pH en solución; por lo tanto, el proceso de adsorción se relaciona con las interacciones electrostáticas entre los iones y la superficie del carbón activado (p. 62)

1.3.3 Marco legal

La Ley General del Ambiente Ley N°28611

Es el marco legal y normativo estándar en la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicos para el ejercicio del derecho a un medio ambiente sano, equilibrado para el desarrollo de la vida y el deber de contribuir a la gestión eficaz del medio ambiente y la protección del medio ambiente y sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y el desarrollo sostenible.

Artículo 31.- Del Estándar de Calidad Ambiental

Establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, el agua o el suelo como receptores. No representa un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente. Dependiendo del parámetro particular que se relaciona con la concentración o resistencia, puede expresarse como máximo, mínimo o rangos.

DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo son aplicables a todo proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere o pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál es la eficiencia del biochar elaborado a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿En qué medida la característica física influye en la inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018?
- ¿En qué medida la característica química influye en la inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación teórica

Con la investigación se podrá obtener más conocimientos acerca de la eficiencia del biochar empleado para la inmovilización de plomo en el suelo, además los resultados obtenidos servirán como antecedente para próximos estudios referente al tema. Por lo tanto, con los resultados se espera saber la capacidad de adsorción o inmovilización de plomo en el suelo, para más adelante poder usar el material precursor utilizado para aplicarlo al suelo y contribuir con el cuidado del ambiente.

1.5.2 Justificación metodológica

Los instrumentos utilizados en la investigación se podrán emplear para la recolección de datos en futuros estudios referentes al tema. Además, se recomienda realizar mejoras en el caso que existieran.

1.5.3 Justificación tecnológica

El uso de esta tecnología limpia como es el biochar a base de residuos orgánicos permitirá la recuperación de suelos contaminados por metales pesados, ya que es de bajo costo y además contribuye en la conservación del ambiente, reducción de residuos orgánicos generados en las actividades antropogénicas.

1.5.4 Justificación económica

Una vez finalizado el trabajo de investigación, y de acuerdo a los resultados obtenidos, se podrá emplear biochar en suelos agrícolas afectados por la contaminación de metales pesados y así poder minimizar costos.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La eficiencia del biochar a partir de residuos de poda influye significativamente en la inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.

1.6.2 Hipótesis específicas

- La característica física influye significativamente en la inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.
- La característica química influye significativamente en la inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar cómo influye la característica física para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.
- Determinar cómo influye la característica química para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación es experimental, según Hernández, Fernández y Baptista, se refiere a un estudio en el que se manipulan las variables independientes para analizar los resultados (2014, p. 129). En la presente investigación se evaluará la eficiencia del biochar para remover Plomo en el suelo, se determinará a través de las dosis aplicadas de biochar al suelo. Por lo tanto, se manipularán las variables y a través de los instrumentos de recolección de datos se podrá relacionar las variables a partir de los datos generados en el experimento.

El tipo de investigación es Cuasi experimental debido a que involucra la comparación de los grupos de tratamiento, por lo tanto, se realizara la comparación de los precursores (biochar) empleados para la adsorción de plomo para después determinar su capacidad de adsorción de cada material.

Longitudinal como lo señala Hernández, Fernández y Baptista, son estudios donde se obtiene datos en diferentes puntos del tiempo (2014, p.159). coincide con la investigación ya que la toma de datos en campo se realizará en diferentes periodos.

Estudio explicativo porque según Hernández et al., tiene la finalidad de explicar las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian, en qué condiciones se manifiesta o por que se relacionan dos o más variables (2014, p. 95).

2.2 Variables, operacionalización

2.2.1 Variables

Variable independiente: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda.

Variable dependiente: Inmovilizar Pb en el suelo.

2.2.2 Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 1 Matriz de operacionalización de las variables de investigación.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
VARIABLE INDEPENDIENTE Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda	Las características químicas y físicas (estructurales) son generadas a través del proceso de pirolisis, ya que al aumentar la temperatura aumenta la microporosidad. Además, también depende de la fuente y tamaño de la materia prima (Escalante, <i>et al.</i> , 2016, p. 371).	Condiciones en las que se preparara el biochar, además comprende análisis para determinar las características fisicoquímicas.	Característica física	Tipo de material precursor	gr
				Tamaño de las partículas	mm
				Temperatura de pirolisis	°C
			Característica química	Carbono total	%
				Nitrógeno	%
			VARIABLE DEPENDIENTE Inmovilizar plomo en el suelo	Una alternativa es la incorporación de materiales que cumplen como enmienda capaz de inmovilizar los metales pesados, para así reducir la concentración de metales en el suelo y por lo tanto evitar que lleguen a la cadena trófica (Obaji, <i>et al.</i> 2017, p. 209).	La capacidad del biochar para inmovilizar Plomo en el suelo, se determinará mediante la concentración de Plomo adsorbido.
Concentración de Pb adsorbido	mg/kg				
Condiciones fisicoquímicas	Temperatura	°C			
	pH	–			
	Materia orgánica	%			

Fuente: elaboración propia.

2.3 Población y muestra

Población

La población de estudio de la investigación son los residuos vegetales utilizados para la elaboración de biochar, se recolectaron semanalmente residuos conformados por: hojarasca y ramas secas del Cementerio Presbítero Maestro que semanalmente se acumulan un aproximado de una tonelada de residuos de poda.

Muestra

La muestra conformada para la elaboración de biochar comprende de ramas secas y hojarasca del arbusto molle costeño (*Schinus terebinthifolius*). Las muestras fueron recogidas directamente de una parcela escogidas al azar mediante recolección manual.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La técnica utilizada en el trabajo de investigación es la observación, debido a que la investigación es experimental, el investigador tendrá la capacidad de manipular las variables en los cuatro tratamientos

El instrumento que se utilizara en la recolección de datos, es la ficha de observación (Anexo 2) que a través del llenado de datos se podrá recolectar y registrar los cambios que se darán por la manipulación de las variables para los tratamientos mencionados anteriormente. Por lo tanto, los cambios se mostrarán mediante la capacidad de adsorción del Plomo.

Validez y confiabilidad del instrumento

La validez está dada por la validez de los expertos, quienes evaluarán el presente trabajo de investigación con un promedio es de 82.6% se detalla:

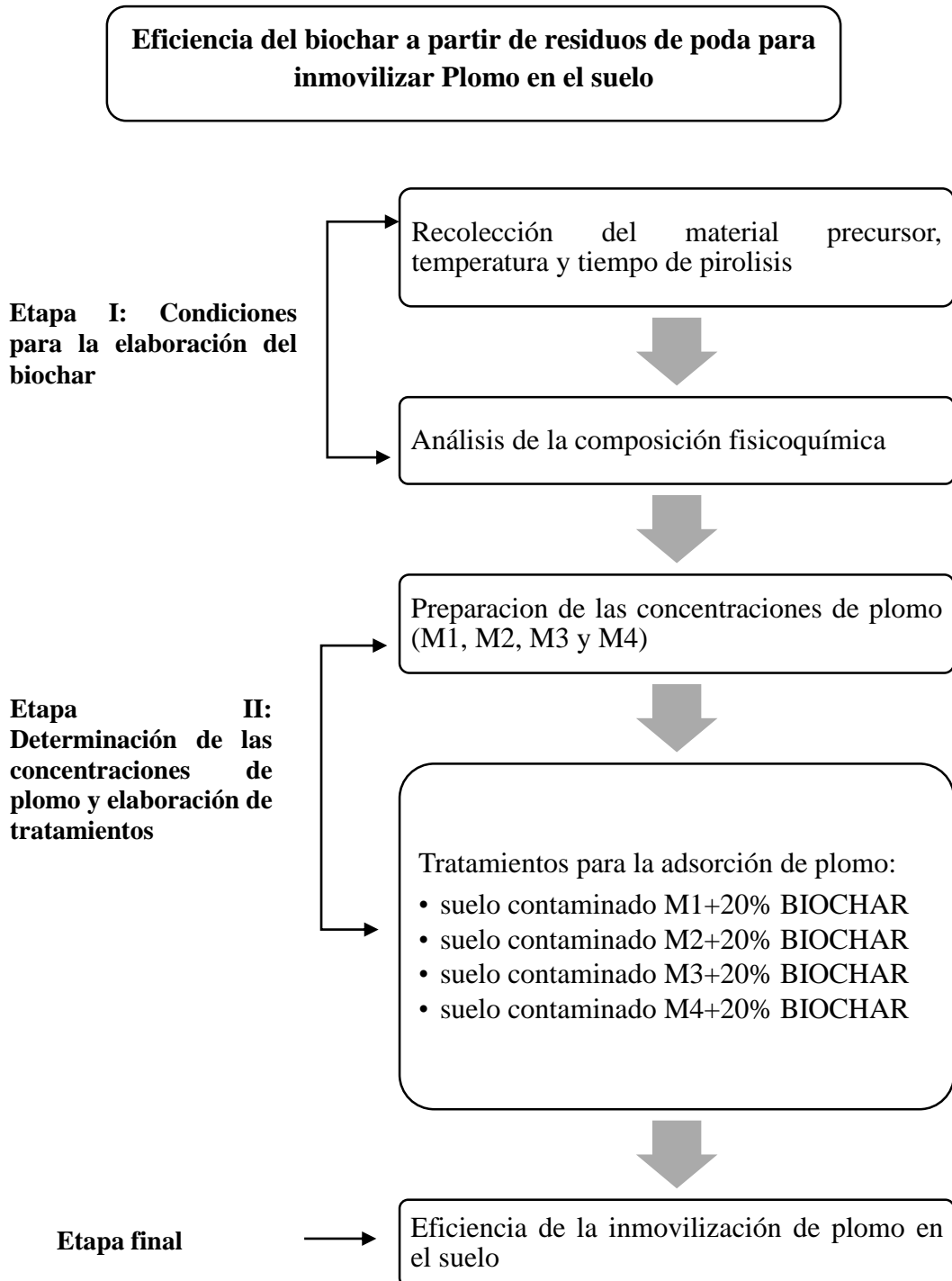
Tabla N°2 Validación de instrumento.

Expertos	Promedio
Dr. Suarez Alvites Alejandro	81%
Mg. Sernaque Auccahuasi Fernando	90%
Dr. Martel Javier Edwin	65%
Dr. Tullume Chavesta Milton	90%
Dr. Cuellar Bautista José Eloy	87%
Promedio total de validación	82.6%

Fuente: elaboración propia.

2.4.1 Descripción del procedimiento

Tabla N°3 Fases de la metodología de investigación.



Fuente: elaboración propia.

Etapa I: Condiciones para la elaboración del biochar

a. Recolección del material precursor:

Se recolectaron residuos vegetales para la elaboración de biochar los cuales comprenden de residuos de poda del arbusto molle costeño (*Schinus terebinthifolius*) del Cementerio Presbítero Maestro ubicado en el Distrito Cercado de Lima. Los residuos de jardinería se pre-secaron a temperatura ambiente por 10 días aproximadamente, pasaron a triturarse para poder realizar el quemado de los materiales, que se realizó en un horno para la pirolisis.

Posteriormente se determinó el contenido de humedad de las muestras, expresado por la diferencia de pesos (antes y después de ser secadas), definido en % de humedad (g de H₂O/100g de muestra). Se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ HUMEDAD (residuos de poda)} = \frac{110.26g - 100.80g}{110.26g} \times 100 = 3.6$$

b. Temperatura y tiempo de pirolisis:

Los materiales precursores fueron pirolizados por un tiempo aproximado 2 horas y una temperatura de 500°C, se realizó en horno controlando el tiempo y la temperatura con un termómetro digital. El biochar obtenido se secó por 24 horas a temperatura ambiente, luego se sometió a un proceso de molienda en un mortero, paso por un tamiz entre 1-2 mm. el biochar se almacena en bolsas ziploc hasta ser adicionadas al suelo (Anexo 5).

c. Composición fisicoquímica del material precursor

Para la composición química del biochar se realizó un análisis que consiste en la determinación de carbono y nitrógeno, los análisis mostraron los porcentajes en peso de los materiales empleados, los análisis se realizaron en el laboratorio de análisis de suelos y plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Etapa II: Determinación de las concentraciones de plomo y elaboración de tratamientos

Todos los experimentos se realizaron en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo Lima-Este, los ensayos se describen a continuación:

a. Concentración de soluciones de plomo

Se prepararon diferentes soluciones de plomo en laboratorio a partir de cloruro de plomo ($PbCl_2$). Para la preparación de la solución madre de 10000 mg/l, se pesaron 2.5 g de $PbCl_2$ y se adiciono en 250 ml de agua destilada. Debido a que el cloruro de plomo es poco soluble en agua se tuvo que calentar hasta obtener una solución homogénea. A partir de esta solución se prepararon soluciones 10, 20, 40 y 80 ml.

Tabla N°4 Cantidad de muestras testigo

N° Muestras	Soluciones de plomo	Cantidad de suelo
T1	10 ml	200g
T2	20ml	200g
T3	40ml	200g
T4	80ml	200g

Se tomaron muestras de suelo de 200g para ser contaminadas que ya fueron tamizadas previamente, para ello se mezclaron con cada solución de cloruro de plomo respectivamente por aproximadamente 30 minutos, se almacenaron en bolsas ziploc para después ser rotuladas adecuadamente, se realizó análisis inicial al suelo para conocer su composición (temperatura, pH, CE, Materia orgánica, CIC).

Finalmente se analizaron las concentraciones de plomo inicial en el suelo con cinco repeticiones por cada concentración, a través del equipo espectrofotómetro de adsorción atómica siguiendo el Método EPA 3050B: Digestión Ácida de Sedimentos, Lodos y Suelos (Anexo N° Procedimiento para la digestión de suelo

b. Tratamientos para la adsorción de plomo

Consta de 20 muestras todas con una concentración de biochar del 20 %, se describe a continuación:

- ✓ Tratamiento 1: cinco muestras de suelo contaminado con plomo (T1 + 20% biochar).
- ✓ Tratamiento 2: cinco muestras de suelo contaminado con plomo (T2 + 20% biochar).
- ✓ Tratamiento 3: cinco muestras de suelo contaminado con plomo (T3 + 20% biochar).
- ✓ Tratamiento 4: cinco muestras de suelo contaminado con plomo (T4 + 20% biochar).

Se mezclaron hasta tener una consistencia homogénea, luego se realizaron análisis al suelo de (temperatura, pH, CE, Materia orgánica, CIC). Finalmente se analizaron las concentraciones de plomo final en el suelo a través del equipo espectrofotómetro de adsorción atómica siguiendo el Método EPA 3050B: Digestión Ácida de Sedimentos, Lodos y Suelos (Anexo 6 digestión de la muestra de suelo).

c. Análisis de plomo en el agua intersticial

Se realizó el análisis de plomo en el agua intersticial para determinar que el plomo se ha inmovilizado, este análisis es muy importante ya que se comprobaba que el plomo no se ha lixiviado con el agua. Para este análisis se peso 20 gramos de muestra de suelo contaminado con plomo mezclado con el 20% de biochar de los tratamientos (T1+20%biochar, T2+20%biochar, T3+20%biochar y T4+20%biochar), fueron depositados en maceteros pequeños de plásticos para ello se les hizo agujeros para la extracción del agua, posteriormente fueron analizados por el equipo espectrofotómetro de adsorción atómica a través del método APHA AWWA WEF 3030E.3111B DIRECT AIR ACETYLEN. (Anexo 7 Digestión de las muestras de agua intersticial).

d. Eficiencia de los tratamientos

Después de haber obtenido los resultados de cada tratamiento en laboratorio, se determinará el porcentaje de inmovilización de plomo en el suelo en los tratamientos a diferentes concentraciones de plomo. La eficiencia de adsorción se calculará a través de la siguiente ecuación:

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

Donde:

- % E = es la eficiencia de inmovilización de plomo en el suelo
- C_o = concentración inicial de plomo en el suelo (mg/kg)
- C_e = concentraciones final plomo en el suelo (mg/kg)

2.5 Métodos de análisis de datos

Para los análisis estadísticos se utilizará en el trabajo de investigación es el software Microsoft Excel para la presentación de gráficos y tablas, SPSS para el análisis de datos.

- Microsoft Excel: los resultados que se obtendrán en el análisis inicial y final serán ingresados en hojas de cálculo para la elaboración de gráficos y tablas, donde se guardará información y además se visualizará la variación de los datos.
- Análisis de varianza (ANOVA): Según Hernández *et al* (2014), prueba estadística para analizar si dos muestras difieren significativamente entre sí en cuanto. Donde el nivel de medición de la variable independiente es categoría y la dependiente por intervalo o razón. Donde:

H_o : los grupos no difieren significativamente.

H_a : los grupos difieren significativamente entre sí.

$p > 0.05$, donde el Nivel de significancia > 0.05 (95% de confianza en que la correlación sea verdadera, 5% de probabilidad de error).

2.6 Aspectos éticos

Los aspectos éticos en esta investigación, es la autenticidad de la información que se ha obtenido durante la realización de la investigación. La finalidad de la investigación es poder contribuir a la obtención de información necesaria para posibles estudios posteriores.

III. RESULTADOS

3.1 Evaluación de la composición fisicoquímica del biochar

Tabla N°5 Resultados de la composición del biochar a partir de residuos de poda.

<i>Parámetros</i>	<i>Unidades</i>	<i>Cantidad</i>
<i>Carbono</i>	%	43.87
<i>Nitrógeno</i>	%	0.88
<i>Cenizas</i>	%	3.14
<i>Materia volátil</i>	%	41.05

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis del biochar muestran el contenido de carbono es de 43.87% mayor al contenido de nitrógeno 0.88% representa el consumo mayor de nutrientes que durante el proceso de pirolisis algunos nutrientes se volatilizaron con mayor facilidad a comparación de otros que se encuentran más estables en el biochar.

El contenido de cenizas esta relacionado con las sustancias minerales presentes en la biomasa que no se han volatilizado en su etapa gaseosa ni líquida, por ende, es el residuo orgánico resultante de la combustión completa. El material volátil comprende aquellas sustancias presentes en el material (biomasa) que se han liberado al elevarse la temperatura para la elaboración de biochar.

3.2 Evaluación de la composición fisicoquímica del suelo

Tabla N°6 Resultados de la composición del suelo con plomo.

Código	T°	pH	CE (mS/cm)	MO%	CIC
T1	18.3	8.45	0.27	0.72	9.81
T2	18.55	8.34	0.31	0.35	10.15
T3	18.38	8.33	0.36	0.54	11.03
T4	18.4	8.08	0.42	0.13	11.17

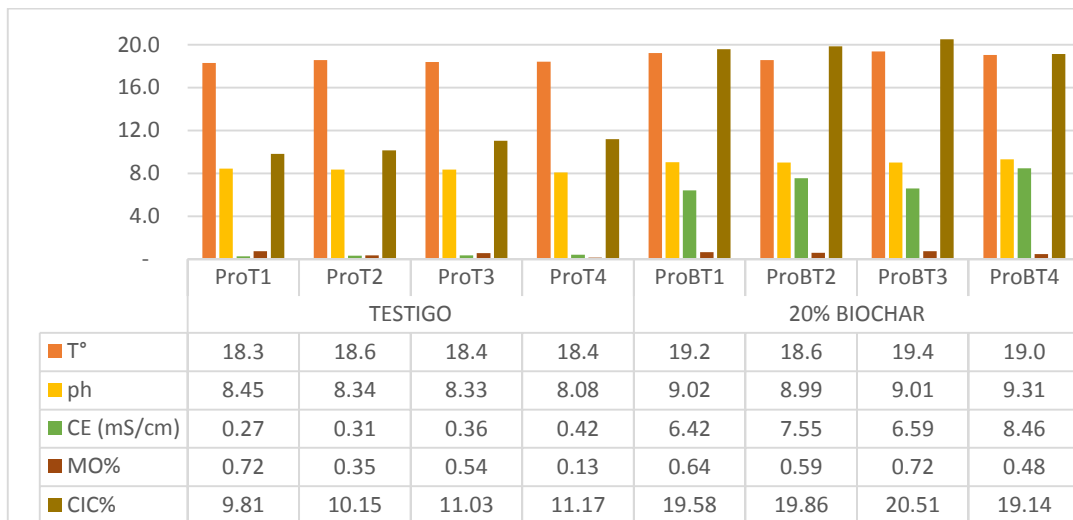
Fuente: elaboración propia.

Tabla N°7 Resultados de la composición del suelo con la adición de biochar.

Código	T°	pH	CE (mS/cm)	MO%	CIC
BT1	19.2	9.02	6.42	0.64	19.58
BT2	18.55	8.99	7.55	0.59	20.15
BT3	19.35	9.01	6.59	0.72	21.11
BT4	19.03	9.31	8.46	0.48	18.99

Fuente: elaboración propia.

Tabla N°8 Grafico de los resultados de los parámetros fisicoquímicos realizados al suelo contaminado con plomo y suelo con el tratamiento 20%biochar.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados del análisis del suelo de las muestras testigo y el tratamiento con el 20% de biochar muestran los parámetros analizados. Los resultados muestran un suelo moderadamente alcalino, la adición de biochar aumento el pH de 8.45 a 9.3, un pH alcalino no es adecuado para el desarrollo para algunas las plantas. La conductividad eléctrica aumento de 0.42 a 8.46 (mS/cm) lo que indica que el suelo no es salino, además el biochar apporto mas sales solubles al suelo aumentando su conductividad eléctrica.

Posee un porcentaje de materia orgánica bajo o pobre, el porcentaje de capacidad de intercambio catiónico (CIC) de nivel bajo, con la adición de biochar la CIC a variado de 9.81 a 20.51 mS/cm, la capacidad del suelo de retener nutrientes necesarios es baja para las plantas

3.3 Evaluación de la concentración de plomo en el suelo

Tabla N°9 Concentración de plomo en el suelo

Código	Inicial testigo	Final tratamiento con biochar
T1-20%biochar	750.50	383.00
T1-20%biochar	815.70	391.00
T1-20%biochar	815.70	379.00
T1-20%biochar	750.50	386.00
T1-20%biochar	750.50	388.00
T2-20%biochar	1,272.10	932.00
T2-20%biochar	1,337.30	946.00
T2-20%biochar	1,337.30	963.00
T2-20%biochar	1,402.60	1020.50
T2-20%biochar	1,141.70	901.50
T3-20%biochar	2,020.70	1972.00
T3-20%biochar	2,087.20	1970.00
T3-20%biochar	2,296.70	1940.00
T3-20%biochar	2,020.00	1900.00
T3-20%biochar	2,220.20	2000.00
T4-20%biochar	2,885.30	2952.80
T4-20%biochar	3,284.40	3217.90
T4-20%biochar	3,018.40	3002.00
T4-20%biochar	2,951.90	2905.00
T4-20%biochar	3,084.90	3000.00

Fuente: elaboración propia.

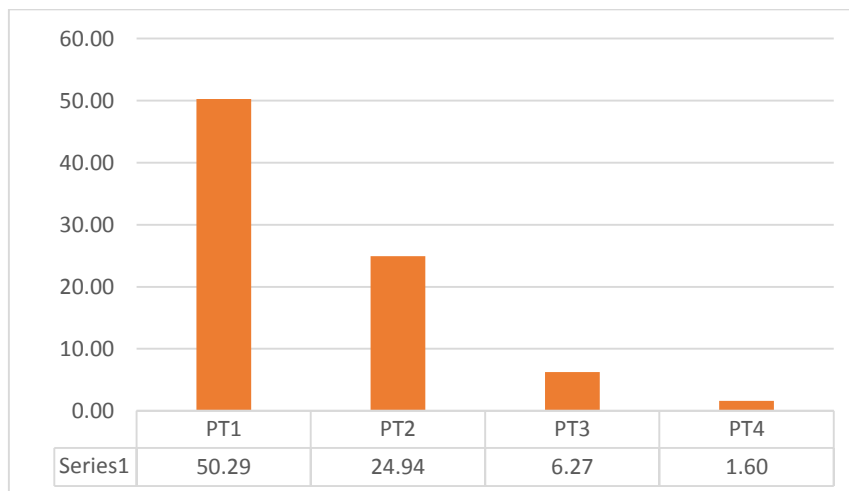
3.3.1 Eficiencia del biochar en la inmovilización de plomo en el suelo

Tabla N°10 Eficiencia del biochar en la inmovilización de plomo en el suelo

Código	Eficiencia %	Eficiencia promedio (%)
T1-20%biochar	48.97	50.29
T1-20%biochar	52.07	
T1-20%biochar	53.54	
T1-20%biochar	48.57	
T1-20%biochar	48.30	
T2-20%biochar	26.74	24.94
T2-20%biochar	27.27	
T2-20%biochar	27.99	
T2-20%biochar	21.66	
T2-20%biochar	21.04	
T3-20%biochar	2.41	6.27
T3-20%biochar	5.62	
T3-20%biochar	7.44	
T3-20%biochar	5.94	
T3-20%biochar	9.92	
T4-20%biochar	1.09	1.60
T4-20%biochar	2.02	
T4-20%biochar	0.54	
T4-20%biochar	1.59	
T4-20%biochar	2.75	

Fuente: elaboración propia.

Tabla N°11 Grafica de la eficiencia inmovilización de plomo en el suelo



Fuente: elaboración propia.

En el grafico N°11 se muestran los resultados promedio de la eficiencia del biochar en la inmovilización de plomo en el suelo, los tratamientos realizados a las muestras testigo (T1, T2, T3 y T4) de diferentes concentraciones de plomo, la aplicación de biochar a cada tratamiento fue el 20% de biochar, lograron eficiencias de 50.29%, 24.94%, 6.27% y 1.60%.

El tratamiento testigo T1 con el 20% de biochar fue el único tratamiento que obtuvo una eficiencia de inmovilización de plomo del 50.29%, los demás tratamientos donde se aplicaron la misma cantidad de biochar del 20% se obtuvieron eficiencias bajas con respecto al 50%.

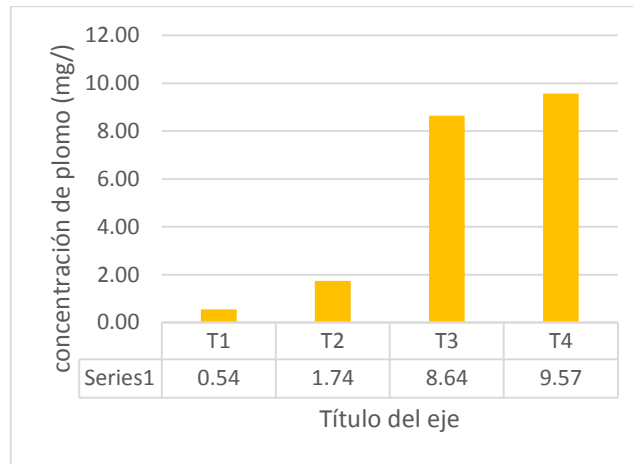
3.4 Evaluación de la concentración de plomo en el agua intersticial

Tabla N°12 Concentración de plomo en el agua intersticial

Código	Concentración de plomo	Concentración promedio
T1-20% biochar	0.49	0.54
T1-20% biochar	0.54	
T1-20% biochar	0.56	
T1-20% biochar	0.50	
T1-20% biochar	0.63	
T2-20% biochar	1.60	1.74
T2-20% biochar	1.90	
T2-20% biochar	1.49	
T2-20% biochar	1.60	
T2-20% biochar	2.10	
T3-20% biochar	8.23	8.64
T3-20% biochar	8.63	
T3-20% biochar	8.69	
T3-20% biochar	8.60	
T3-20% biochar	9.05	
T4-20% biochar	9.56	9.57
T4-20% biochar	9.20	
T4-20% biochar	9.97	
T4-20% biochar	9.50	
T4-20% biochar	9.64	

Fuente: elaboración propia.

Tabla N°13 Grafico del resultado promedio de la concentración de plomo en el agua intersticial



Fuente: elaboración propia.

En la tabla N°13, en el grafico se aprecia las concentraciones promedio de plomo en el agua intersticial, para ello se ha realizado el análisis después de 25 días de haber realizado el tratamiento a los testigos T1, T2, T3 y T4 respectivamente a cada uno con 20% de biochar de residuos de poda. Como se observa en el grafico el tratamiento del testigo T1, se logró obtener una menor concentración de plomo en el agua intersticial con respecto a los demás tratamientos, ya que fue el tratamiento que tuvo la más baja concentración de plomo. El biochar logro reducir la concentración de plomo en el agua, de esta manera se demuestra la capacidad del biochar de retener y reducir el plomo, todo esto posible debido a la estructura porosa del biochar (poros) que posee

3.4.1 Análisis estadísticos

Se realizaron análisis estadísticos con la finalidad de conocer el nivel de significancia (p valor) de los tratamientos realizados para poder determinar si existe una reducción significativa de plomo en el suelo, a través del análisis de varianza ANOVA.

a) Concentración de plomo en el suelo

Ho= No existe una reducción significativa de plomo en el suelo.

H1= Existe una reducción significativa de plomo en el suelo.

Nivel de significancia= 0.05

Resultados:

ANOVA de un factor

Concentración de plomo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	35755054,730	7	5107864,961	723,418	,000
Intra-grupos	225943,460	32	7060,733		
Total	35980998,190	39			

Descriptivos

Concentración de plomo

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	5	776,5800	35,71151	15,97067	732,2383	820,9217	750,50	815,70
T2	5	1270,8800	75,82211	33,90868	1176,7344	1365,0256	1141,70	1337,30
T3	5	2128,8200	124,05987	55,48126	1974,7793	2282,8607	2020,00	2296,00
T4	5	3025,0800	59,45428	26,58876	2951,2578	3098,9022	2951,90	3084,90
BT1	5	385,4000	4,61519	2,06398	379,6695	391,1305	379,00	391,00
BT2	5	952,6000	44,15229	19,74551	897,7777	1007,4223	901,50	1020,50
BT3	5	2096,4000	119,18389	53,30066	1948,4137	2244,3863	1972,00	2240,00
BT4	5	3015,6200	119,83477	53,59174	2866,8255	3164,4145	2905,40	3217,90
Total	40	1706,4225	960,51533	151,87081	1399,2348	2013,6102	379,00	3217,90

Conclusión:

$p < 0.05$, se acepta la hipótesis alterna, por lo tanto, si existe una reducción significativa de la concentración de plomo en el suelo.

IV. Discusión

En la presente investigación se basa en la eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo, mediante los resultados que se obtuvieron a través del análisis del biochar a partir de residuos de poda, los análisis de las diferentes concentraciones de plomo y análisis en el agua intersticial.

Con respecto a la evaluación de la eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018. De acuerdo a la Tabla N°11 se muestran los resultados de los tratamientos realizados, donde la eficiencia del biochar máxima para la inmovilización del plomo en el suelo es el tratamiento del testigo (T1) con un 50.29% de eficiencia con una aplicación del 20% de biochar, por lo tanto, el biochar preparado de residuos de poda del arbusto molle costeño (*Schinus terebinthifolius*), logro reducir un 50.29% a concentraciones mas bajas. Resultados que son semejantes a la investigación de Romero, J (2017) quien realizo la investigación “Eficiencia en la Inmovilización de Plomo en el Suelo Mediante la Aplicación de Cantidades de Biocarbón en el Distrito San Mateo, Lima” concluyo que la mayor eficiencia de inmovilización de plomo en el suelo fue de 70.34 % aplicando una cantidad de biocarbón del 20% elaborado de estiércol de porcino, el plomo permanece en el biocarbon y al ser inmovilizado no permite desplazarse impidiendo que el metal se lixivie al agua intersticial y no podrá ser adsorbido por las plantas. Sin embargo, los resultados obtenidos con la presente investigación difieren, Romero, J trabajo con otro tipo de biochar que no es algún residuo vegetal, además utilizo diferentes cantidades de biochar logrando la eficiencia con el 20% de biochar a concentraciones de plomo no tal elevadas.

Con respecto a la determinación de influencia de la característica física para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018. De acuerdo a la elaboración de biochar a partir de residuos de poda del arbusto molle costeño (*Schinus terebinthifolius*), preparado a una temperatura de 500°C, durante 2 horas y tamaño de partículas de 2mm logro reducir la concentración de plomo en el suelo en los tratamientos testigo, en el cual el tratamiento mas significativo fue el testigo (T1), los resultados son semejantes a la investigación de Lee, M. Park, J. y Chung, J. (2017) quienes realizaron “Adsorption of Pb (II) and Cu (II) by Ginkgo-Leaf-Derived Biochar Produced under Various Carbonization Temperatures and Times” concluyeron que el biochar elaborado a partir del árbol de ginkgo producido a 800°C, durante 90 minutos y tamaño de partículas de

2mm alcanzaron las más altas tasas de adsorción de plomo y cadmio que son 93.2% y 88.2%.

Con respecto a la determinación de la influencia de la característica química para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018. De acuerdo a los análisis realizados al biochar el contenido de carbono 43.87% y nitrógeno 0.88%, representan los nutrientes que aún permanecen en el biochar después del proceso de pirolisis, algunos nutrientes son más estables que otros y se volatilizan con mayor facilidad, al adicionar biochar al suelo los nutrientes y algunas sales se encuentran más solubles en el suelo por lo que el pH y CE del suelo aumentaron, los resultados son semejantes a la investigación de Amjad, A. *et al* (2017) quienes realizaron “Using bamboo biochar with compost for the stabilization and phytotoxicity reduction of heavy metals in mine-contaminated soils of China”. Utilizaron biochar de bambu concluyeron que el biochar de bambú contiene nitrógeno 7.13 g/kg, carbono orgánico 730 g/kg, la adición de biochar después de la aplicación en el suelo, registró un aumento significativo en el pH de 7.72 a 7.96 y EC de 224 a 280.67 uS/cm del suelo, debido a la liberación de sales alcalinas durante la pirolisis del biochar.

V. Conclusiones

Se concluye la eficiencia del biochar elaborado a partir de residuos de poda del arbusto del arbusto molle costeño (*Schinus terebinthifolius*) logro reducir la concentración de plomo en el suelo, la eficiencia máxima del biochar para la inmovilización del plomo en el suelo es el tratamiento del testigo (T1) con un 50.29% de eficiencia a una aplicación del 20% de biochar.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la elaboración de biochar a partir de residuos de poda del arbusto molle costeño (*Schinus terebinthifolius*), preparado a una temperatura de 500°C, durante 2 horas y tamaño de partículas de 2mm logro reducir la concentración de plomo en el suelo en los tratamientos testigo, en el cual el tratamiento más significativo fue el testigo (T1).

De acuerdo a los análisis realizados al biochar el contenido de carbono 43.87% y nitrógeno 0.88%, representan los nutrientes que aún permanecen en el biochar después del proceso de pirolisis, algunos nutrientes son más estables que otros y se volatilizan con mayor facilidad, al adicionar biochar al suelo los nutrientes y algunas sales se encuentran más solubles en el suelo por lo que el pH y CE del suelo aumentaron.

VI. Recomendaciones

Utilizar algún equipo que pueda capturar los gases producto del proceso de pirolisis, ya que algunos gases son emitidos a la atmosfera debido a la elaboración de biochar, los gases emitidos pueden ser capturados por lo que a partir de esto se producen nuevos productos que tienen valor agregado como es el bio oil.

Emplear otras biomásas residuales diferentes o parecidas a la que se utilizó en la investigación para la elaboración de biochar, realizar mas estudios al biochar para determinar su composición. El uso de otras biomásas además nos permitirá fomentar el aprovechamiento de otros residuos orgánicos de una mala gestión, esto se convierte en una alternativa para disminuir la cantidad de residuos orgánicos generados en una ciudad.

Existen lugares donde la contaminación del suelo por metales pesados sobrepasa los límites permisibles, alterando la calidad del suelo, los cultivos agrícolas, el ecosistema y la salud del ser humano se ve perjudicada. Es importante desarrollar nuevas alternativas de solución accesibles y de bajo costo como es el uso de biochar (biocarbon) en el suelo para reducir el impacto, además de fomentar la conservación de los recursos naturales que cada día se ve afectada por las actividades antropogénicas.

VII. Referencias

1. DIAZ, Walter. Estrategia de gestión integrada de suelos contaminados en el Perú [en línea]. Lima: Revista del Instituto de Investigación, UNMSM [fecha de consulta: 01 de mayo 2018]. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/13575>
2. ASTETE, Jonh *et al.* Intoxicación por plomo y otros problemas de salud en niños de poblaciones aledañas a relaves mineros. Lima: Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 2011. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v26n1/a04v26n1>
3. Al-Wabel, *et al.* Conocarpus biochar as a soil amendment for reducing heavy metal availability and uptake by maize plants [en línea]. Arabia Saudita: Saudi Journal of Biological Sciences [fecha de consulta: 6 de mayo 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X14001776>
4. GARCÍA, C. MARTÍNEZ, E. VIDALES y J. CONTRERAS. Bioadsorción de cristal violeta por carbón activado a partir de estiércol bovino y lodos de depuradora. México: Universidad Autónoma De Nuevo León, 2017, pp. 475.
5. HERNÁNDEZ, Carol. Evaluación de la capacidad de bioadsorción de Pb (II) y Cd (II) presentes en soluciones sintéticas independientes empleando retamo espinoso (*ulex europaeus*) como adsorbente [en línea]. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2015. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3797/1/Hern%C3%A1ndezRodr%C3%ADguezCarolBrigitte2016.pdf>
6. Lee, M. Park, J. y Chung, J. Adsorption of Pb(II) and Cu(II) by Ginkgo-Leaf-Derived Biochar Produced under Various Carbonization Temperatures and Times [en línea]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/321659314_Adsorption_of_PbII_and_CuII_by_Ginkgo-Leaf-Derived_Biochar_Produced_under_Various_Carbonization_Temperatures_and_Times
7. Pardavé, W. Delvasto, P. y Sánchez, M. Caracterización fisicoquímica y morfológica de dos muestras de biocarbón producidas mediante pirolisis de residuos de poda y jardinería. Colombia: Universidad Industrial de Santander – Revista de Ingeniería, 2017, pp. 7

8. Romero, John. Eficiencia en la Inmovilización de Plomo en el Suelo Mediante la Aplicación de Cantidades de Biocarbón en el Distrito San Mateo, Lima. Universidad Cesar Vallejo- Escuela de Ingeniería Ambiental, 2017, pp. 95
9. MONTROYA, Jorge *et al.* Pirolisis rápida de biomasa [en línea]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Minas, 2014 [fecha de consulta: 20 de noviembre 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=GHYRAwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=pirolisis+rapida+de+biomasa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWju1saiuPLaAhXEzFMKHQrAAAn0Q6AEIJzAA#v=onepage&q&f=true>
10. Que es biochar. International Biochar Initiative. 2018. Disponible en: <http://www.biochar-international.org/>
11. MASAGUER, Alberto *et al.* De residuo a recurso el camino hacia la sostenibilidad. III Recursos orgánicos: aspectos agronómicos y medioambientales. 2 Uso del compost como componente de sustratos para cultivo en contenedor [en línea]. España: Red española de compostaje, 2015 [fecha de consulta: 20 de abril 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=G-o9CQAAQBAJ&pg=PA225&dq=que+es+biocarbon&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWjX7ZP1oLaAhWM3VMKHVmlAQEQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false> ISBN: 9788484767091
12. GOMEZ, Ximena, LADD, Brenton, MUNOZ, Alexandra y DE LA ROSA, Ruy. Determinación del efecto del biocarbón en movilidad del mercurio en sistema suelo-planta [en línea]. Lima: The Biologist, 2017. Disponible en: <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/rtb/article/view/137/129> ISSN: 1994-9073
13. ESCALANTE, Ariadna. Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo [en línea]. Mexico: Terra Latinoamericana, 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000300367 ISSN: 2395-8030
14. García *et al.* Enmiendas orgánicas de nueva generación: biochar y otras biomoléculas. España: Red española de compostaje, 2014, pp. 142. ISBN: 9788484766926.

15. MENÉNDEZ, Ángel. El carbón en la vida cotidiana. De la pintura rupestre al ascensor espacial. Estados Unidos: Createspace independent publishing platform, 2012. 138pp. ISBN: 9781479386086
16. MUÑOZ, Eugenio y GRAU, Mario. Ingeniería química. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2013. 520 pp. ISBN: 9788436266429
17. Obregón, Daniel. Estudio comparativo de la capacidad de adsorción de cadmio utilizando carbones activados preparados a partir de semillas de aguaje y de aceituna. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú Facultad De Ciencias E Ingeniería, 2013, pp. 109.
18. Bonilla, Tejada y Del pino. Obtención de isothermas de adsorción del plomo del efluente Minero Rio Antícona- Cerro de Pasco utilizando el carbón activado de cascara de naranja. Tacna: Universidad nacional Jorge Basadre grohmann, 2017, pp. 8. ISSN: 23048891.
19. Obaji *et al.* Evaluación de materiales como potenciales retenedores de metales pesados para su aplicación como enmiendas en suelos contaminados [en línea]. Colombia: Memorias III Seminario Internacional de Ciencias Ambientales SUE-Caribe, 2017 [fecha de consulta: 19 de abril del 2018]. Disponible en: <http://revistas.unicordoba.edu.co/conferencias/index.php/siga/2017/paper/viewFile/187/181>
20. Quiñones, Tejada, Arcia y Ruiz. Remoción de plomo y níquel en soluciones acuosas usando biomasa lignocelulósicas: una revisión [en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n2/v16n2a23.pdf>
21. Moreno y Giraldo. Propiedades Termodinámicas del Proceso de Adsorción de Pb^{2+} sobre Carbón Activado a Diferentes pH [en línea]. Colombia, 2010. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642008000500008
22. Biodeterioro por plantas vasculares en el Museo Cementerio Presbítero Matías Maestro, Lima-Perú: <file:///C:/Users/LIDIA%20DE%20LA%20CRUZ/Downloads/1706-4928-1-PB.pdf>

23. Diagnóstico de los Residuos Sólidos en el Perú. Lima: Ministerio del Ambiente, 2013. [fecha de consulta: 1 mayo del 2018]. Disponible en: https://www.nefco.org/sites/ nefco.org/files/pdf-files/1_diagnostico_de_los_residuos_solidos_en_el_peru.pdf
24. RAMOS, Heleine. Remoción de cianuro en relaves auríferos utilizando biochar producido a partir de tallos de gliricidia sepium. Tesis (título de ingeniero químico). Colombia: Universidad de Cartagena, 2013. Disponible en: <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/135/1/Remoci%C3%B3n%20de%20cianuro%20en%20relaves%20aur%C3%ADferos.pdf>
25. Using bamboo biochar with compost for the stabilization and phytotoxicity reduction of heavy metals in mine-contaminated soils of China por Amjad Ali [et al]. College of Natural Resources and Environment. [en línea.]. junio 2017. [fecha de consulta: 20 de abril del 2018]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-03045-9#Sec13>
26. CONDEÑA, Edwin. Recuperación de suelos contaminados con plomo mediante el uso de biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el parque Chota del AA. HH. Ramón Castilla – Callao 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Ambiental) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/13006/Conde%C3%B1a_NEA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
27. GUILLERMO, San Miguel y FERNANDO, Martin [en línea]. Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética. España: Ediciones Mundi Prensa, 2015 [fecha de consulta: 2 de noviembre del 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=k9ISCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Tecnolog%C3%ADas+para+el+uso+y+transformaci%C3%B3n+de+biomasa+energ%C3%A9tica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjs9bewwqrcAhXIYN8KH W9SBP0Q6AEIJzAA#v=onepage&q=Tecnolog%C3%ADas%20para%20el%20uso%20y%20transformaci%C3%B3n%20de%20biomasa%20energ%C3%A9tica&f=false> ISBN: 9788484766742.
28. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis por Biederman, Lori y Harpole, Stanley. Global change biology bioenergy [en línea]. Marzo 2013. [fecha de consulta: 2 junio del 2018]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcbb.12037>

29. RUDA, Ester, MONGUIELLO, Adriana Y ACOSTA, Adriana. Contaminación y salud del suelo. argentina: Ediciones UNL, 2014. [fecha de consulta: 10 junio del 2018]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=GYWdzzcyZp0C&printsec=frontcover&dq=contaminacion+del+suelo+por+metales+pesados&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewj29_KQ1KTcAhVMzVMKHdI7Cy0Q6AEIUTAI#v=onepage&q&f=true
30. Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions por XiaofeiTan [et al]. China [en línea]. Abril 2015. [Fecha de consulta: 15 agosto del 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653514015008>
31. DOMENECH, Xavier y PERAL, José. Química ambiental de sistemas terrestres. España: Editorial REVERTE, 2013. 239pp. ISBN: 8429179062.
32. Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions por XiaofeiTan [et al]. China [en línea]. Abril 2015. [Fecha de consulta: 15 agosto del 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653514015008>

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA								
Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar Plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018								
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas
¿Cuál es la eficiencia del biochar elaborado a partir de residuos de poda para inmovilizar Plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018?	Evaluar la eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018	La eficiencia del biochar elaborado a partir de residuos de poda influye significativamente en la inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018	V. INDEPENDIENTE Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda	Las características químicas y físicas (estructurales) son generadas a través del proceso de pirolisis, ya que al aumentar la temperatura aumenta la microporosidad. Además, también depende de la fuente y tamaño de la materia prima (Escalante, et al., 2016, p. 371).	Condiciones en las que se preparara el biochar y que incluyen distintos análisis para determinar las características fisicoquímicas.	Características físicas	Tipo de material precursor	gr
							Tamaño de las partículas	mm
							Temperatura de pirolisis	°C
¿En qué medida la característica física influye en la inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018?	Determinar cómo influye la característica física para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018	La característica física influye significativamente en la inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018				Características químicas	Carbono	%
							Nitrógeno	%
¿En qué medida la característica química influye en inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018?	Determinar cómo influye la característica química para inmovilizar Plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018	La característica química influye significativamente en la inmovilización de plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018	V. DEPENDIENTE Inmovilizar Plomo en el suelo	Una alternativa es la incorporación de materiales que cumplen como enmienda capaz de inmovilizar los metales pesados, para así reducir la concentración de metales en el suelo y por lo tanto evitar que lleguen a la cadena trófica (Obaji, et al. 2017, p. 209).	La capacidad del biochar para inmovilizar Plomo en el suelo, se determinará mediante la concentración de Plomo adsorbido.	Cantidad de biochar	Concentración de Plomo en el suelo	mg/kg
							Concentración de Plomo adsorbido	mg/kg
							Condiciones fisicoquímicas del suelo	Temperatura
							pH	-

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2 Ficha de recolección de datos.

Materiales	Parámetros	Unidad	Cantidad	Observaciones
Biochar de residuos de hojarasca	Carbono	%		
	Nitrógeno	%		
Suelo inicial	Temperatura	°C		
	pH			
	Conductividad eléctrica	uS		
	Materia orgánica	%		
	Plomo total	mg/kg		
Suelo tratado	Temperatura	°C		
	pH			
	Conductividad eléctrica	uS		
	Materia orgánica	%		
	Plomo total	mg/kg		

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3 Recolección de los residuos orgánicos



Anexo 4 Pirolysis de las materias primas para la elaboración de biochar



Anexo 5 Biochar de residuos de poda.



Anexo 6 Digestión de las muestras de suelo



Anexo 7 Digestión de las muestras de agua intersticial



Anexo 8 Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr/Mg: Alejandro Suarez Alarín
- 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV-ESTE
- 1.3. Especialidad del validador: Ing. Químico
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5. Título de la investigación: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018
- 1.6. Autor del instrumento: De la Cruz Carpio Lidia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente e 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					81
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					81
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					81
4. Organización	Existe una organización lógica.					81
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					81
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					81
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					81
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					81
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					81
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					81
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						81



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO


PRIMERA VARIABLE: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características físicas	Tipo de material precursor	✓		
	Tamaño de las partículas	✓		
	Temperatura de pirolisis	✓		
Característica química	Carbono	✓		
	Nitrógeno	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 81 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 7 de Julio del 2018.


Firma del experto informante.

DNI N° 071064917 Teléfono N° 945 405 402



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr/Mg: Alejandro Suarez Alarza
- 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV-ESTE
- 1.3. Especialidad del validador: Ing. Químico
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5. Título de la investigación: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018
- 1.6. Autor del instrumento: De la Cruz Carpio Lidia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					81
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					81
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					81
4. Organización	Existe una organización lógica.					81
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					81
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					81
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					81
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					81
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					81
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					81
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						81



VII. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO


SEGUNDA VARIABLE: Inmovilizar plomo en el suelo

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Cantidad de biochar	Concentraciones de Pb en el suelo	✓		
	Concentración de Pb adsorbido	✓		
Condiciones fisicoquímicas del suelo	Temperatura	✓		
	pH	✓		
	Conductividad eléctrica	✓		
	Materia orgánica	✓		

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 81% %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 7 de Julio del 2018


Firma del experto informante.

DNI N° 07106895 Teléfono N° 945 405 402



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES:

5.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: _____

5.2. Cargo e institución donde labora: _____

5.3. Especialidad del validador: _____

5.4. Nombre del instrumento: _____

5.5. Título de la investigación: *Eficiencia del biochar a partir de residuos de podo para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018*

5.6. Autor del instrumento: _____

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
14. Organización	Existe una organización lógica.					90
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características físicas	Tipo de material precursor	✓		
	Tamaño de las partículas	✓		
	Temperatura de pirolisis	✓		
Característica química	Carbono	✓		
	Nitrógeno	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho,..... de..... del 201....

Firma del experto informante.

DNI N° 07268863 Teléfono N° 941424468



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES:

5.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: _____

5.2. Cargo e institución donde labora: _____

5.3. Especialidad del validador: _____

5.4. Nombre del instrumento: _____

5.5. Título de la investigación: *Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018*

5.6. Autor del instrumento: _____

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
14. Organización	Existe una organización lógica.					90
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						



VII. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Inmovilizar plomo en el suelo

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Cantidad de biochar	Concentraciones de Pb en el suelo	✓		
	Concentración de Pb adsorbido	/		
Condiciones fisicoquímicas del suelo	Temperatura	/		
	pH	/		
	Conductividad eléctrica	/		
	Materia orgánica	/		

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho,..... de..... del 201....

Firma del experto informante.

DNI N° 07268862 Teléfono N° 941424468



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Cuellar Bautista, José Eloy
 1.2 Cargo e institución donde labora: _____
 1.3 Especialidad del validador: Ing. Forestal
 1.4 Nombre del instrumento: Ficha de observación
 1.5 Título de la investigación: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.
 1.6 Autor del instrumento: De la Cruz Carpio Lidia

IV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente e 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					87
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					87
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					87
4. Organización	Existe una organización lógica.					87
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					87
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					87
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					87
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					87
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					87
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					87
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						87

V. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características físicas	Tipo de material precursor	/		
	Tamaño de las partículas	/		
	Temperatura de pirolisis	/		
Característica química	Carbono	/		
	Nitrógeno	/		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 87 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 14 de Mayo del 2018.

Firma del experto informante.

DNI N° 09367073 Teléfono N° 982505737



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Cuellar Bautista José Eloy

1.2 Cargo e institución donde labora: _____

1.3 Especialidad del validador: Ing. Forestal

1.4 Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5 Título de la investigación: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.

1.6 Autor del instrumento: De la Cruz Carpio Lidia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente e 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					87
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					87
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					87
14. Organización	Existe una organización lógica.					87
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					87
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					87
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					87
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					87
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					87
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					87
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						87



SEGUNDA VARIABLE: Inmovilizar Pb en el suelo

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Cantidad de biochar	Concentraciones de Pb en el suelo	/		
	Concentración de Pb adsorbido	/		
Condiciones fisicoquímicas del suelo	Temperatura	/		
	pH	/		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 87 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, ... 14 de ... Mayo ... del 2018..

Firma del experto informante.

DNI N° 09367013 / Teléfono N° 982505737



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr/Mg: Tullume Chavesa Milton Cesar
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Consultor del ministerio publico
- 1.3. Especialidad del validador: Ing. Forestal
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5. Título de la investigación: EFICIENCIA del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.
- 1.6. Autor del instrumento: De la Cruz Carpio Lidia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente e 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características físicas	Tipo de material precursor	/		
	Tamaño de las partículas	/		
	Temperatura de pirolisis	/		
Característica química	Carbono	/		
	Nitrógeno	/		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho,..... de..... del 201....


Firma del experto informante.

DNI N° 07482588 Teléfono N° 96625519



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr/Mg: Tullume Chavesa Milton Cesar
 1.2 Cargo e institución donde labora: Consultor del ministerio publico
 1.3 Especialidad del validador: Ing. Forestal
 1.4 Nombre del instrumento: Ficha de observación
 1.5 Título de la investigación: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para Inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.
 1.6 Autor del instrumento: De la Cruz Carpio Lidia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Inmovilizar plomo en el suelo

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Cantidad de biochar	Concentraciones de plomo en el suelo	/		
	Concentración de plomo adsorbido	/		
Condiciones fisicoquímicas del suelo	Temperatura	/		
	pH	/		
	Conductividad eléctrica	/		
	Materia orgánica	/		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho,..... de..... del 201....


Firma del experto informante.

DNI N° 07482588 Teléfono N° 966255191



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador Dr./Mg: Martel Javier Edwin A.
 1.2 Cargo e institución donde labora: _____
 1.3 Especialidad del validador: Ing. ambiental
 1.4 Nombre del instrumento: Ficha de observación
 1.5 Título de la investigación: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018
 1.6 Autor del instrumento: De la Cruz Carpio Lidia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente e 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				65	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				65	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				65	
4. Organización	Existe una organización lógica.				65	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				65	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				65	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				65	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				65	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				65	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				65	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					65	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características físicas	Tipo de material precursor	/		
	Tamaño de las partículas	/		
	Temperatura de pirólisis	/		
Característica química	Carbono	/		
	Nitrógeno	/		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 65 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho,..... de..... del 201....

Firma del experto informante.

DNI N° 09331912 Teléfono N° 994570252



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr/Mg: Martel Javier Edwin A.
- 1.2 Cargo e institución donde labora: _____
- 1.3 Especialidad del validador: Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5 Título de la investigación: Eficiencia del biochar a partir de residuos de poda para inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio UCV, 2018.
- 1.6 Autor del instrumento: De la Cruz Carpio Lidia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				65	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				65	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				65	
4. Organización	Existe una organización lógica.				65	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				65	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				65	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				65	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				65	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				65	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				65	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					65	



SEGUNDA VARIABLE: Inmovilizar Pb en el suelo

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Cantidad de biochar	Concentraciones de Pb en el suelo	✓		
	Concentración de Pb adsorbido	✓		
Condiciones fisicoquímicas del suelo	Temperatura	✓		
	pH	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 65 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho,..... de..... del 201....

Firma del experto informante.

DNI N° 09331912 Teléfono N° 994570212



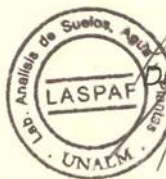
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : LIDIA DE LA CRUZ CARPIO
PROCEDENCIA : LIMA
MUESTRA DE : BIOCHAR
REFERENCIA : H.R. 63958
BOLETA : 1640
FECHA : 28/06/18

Nº LAB	CLAVES	C %	N %
591		4.3.87	0.99



[Signature]
Dr. Sady García Bendezú
Jefe de Laboratorio



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 4 de 6

Yo, Rita Jaqueline Cabello Torres, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental, de la Universidad César Vallejo - Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

" *Eficiencia del biochar a partir de residuos de papa para
inmovilizar plomo en el suelo a nivel laboratorio
UCV, 2018* "

, del (de la) estudiante *De la Cruz Campio Lidia*, constato que la investigación tiene un índice de similitud de *23%* verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

San Juan de Lurigancho, 17 de julio del 2018

Firma

Rita Jaqueline Cabello Torres
DNI N° 08947396

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo De la Cruz Carpio Lidia....., identificado con DNI N° 70451011,
egresado de la Escuela Profesional de de la
Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y
comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado
"....."
....."; en el Repositorio Institucional de la UCV
(<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822,
Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

DNI: 70451011

FECHA: 21 de Julio del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------