



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

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 PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

CONDEÑA NAVENTA, EDWIN ANTONIO

**ASESOR:**

Dr. ELMER BENITES ALFARO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2017- II

PÁGINA DE JURADO  
MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
Presidente

---

Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
Secretario

---

Dr. Elmer Benites Alfaro  
Vocal

**DEDICATORIA**  
A mis Padres y Hermanos.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por Darme la oportunidad de Conocerlo cada día más, y poner en mi vida a personas maravillosas que suman y hacen de mí un mejor ser humano.

Este trabajo de investigación no se hubiese llevado acabo  
Sin el apoyo, enseñanzas, concejos y recomendaciones  
Del Ing. Elmer Benites Alfaro  
De quien estaré eternamente agradecido  
Por compartir sus ideas.

Agradecer infinitamente a mi Papá por su apoyo constante  
Y los concejos de mi Mamá  
Al igual que cada uno de mis hermanos, mil gracias.

Angelita Yaya  
Por enseñarme a volar cada día más alto  
Te Amo Reina.

## **Abstract**

This research work addresses the problem of lead contamination suffered by the constitutional province of Callao, focusing on the area of the av. Néstor Gambetta blocks three, we are located in the park Chota Ramon Castilla human settlement, in a sweep analysis of heavy metals in the park was determined that the soil has 1304 mg / kg of lead being the ECA soil for park a maximum of 140 mg / kg.

Before carrying out the research work, an initial control analysis was carried out, which determined the concentration of 1792.22 ppm of lead in said area. Sugarcane bagasse biocarbon was elaborated with 21.7% lignin and a PH of 8.7, then it was added in pots of 3 kilograms of soil in different proportions of 3%, 5%, 10% and 50% to then determine the Lead adsorption performed by the biocarbon in each treatment, the analysis was performed 30 days and 45 days after its application.

In the investigation it can be determined that the treatment at 10% turns out to be more efficient since the adsorption was of 1094.89 ppm of lead 45 days after its application, with an efficiency of 61.09% in the recovery of soils contaminated with lead.

**Key Words:** Biochar, sugar cane bagasse, adsorption.

## Resumen

El presente trabajo de investigación aborda la problemática de la contaminación por plomo que sufre la provincia constitucional del callao, enfocándonos en la zona de la av. Néstor Gambetta cuadra tres, nos ubicamos en el parque Chota del asentamiento humano Ramón Castilla, en un análisis de barrido de metales pesados en parque en mención se determinó que el suelo presenta 1304 mg/kg de plomo siendo el ECA suelo para parque un máximo de 140 mg/kg.

Antes de realizar el trabajo de investigación se realizó un análisis inicial control el cual se determinó la concentración de 1792.22 ppm de plomo en dicha área. Se elaboró biocarbon de bagazo de caña de azúcar con un 21.7% de lignina y un PH de 8.7, luego se añadió en muestras de 3 kilogramos de suelo en proporciones diferentes de 3%, 5%, 10% y 50% de biocarbon para luego determinar la adsorción de plomo por el biocarbon en cada tratamiento, el análisis se realizó a los 30 días y a los 45 días de su aplicación.

En la investigación se determinó que el tratamiento al 10% resulta ser más eficiente con una adsorción de 1094.89 ppm de plomo a los 45 días de su aplicación teniendo una eficiencia de 61.09% en la recuperación de suelos contaminados con plomo.

**Palabra Clave.** Biocarbon, bagazo de caña de azúcar, adsorción

# INDICE

I.	INTRODUCCION.....	11
1.1	REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	12
1.2	TRABAJOS PREVIOS.....	13
1.3	TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA.....	20
1.3.1	BIOCARBON.....	20
1.3.2	BIOCARBON DE CAÑA DE AZUCAR.....	21
1.3.3	LIGNINA.....	21
1.3.4	BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR.....	22
1.3.5	EL SUELO.....	22
1.3.6	CONTAMINACION DE SUELO.....	23
1.3.7	PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS DEL PLOMO.....	23
1.3.8	CARBONO.....	24
1.3.9	LA ADSORCIÓN.....	24
1.3.10	La Pirolisis.....	25
1.5	JUSTIFICACION.....	26
1.6	HIPOTESIS.....	28
1.7	OBJETIVOS.....	28
II.	METODO.....	29
2.1	DISEÑO DE INVESTIGACION.....	30
2.2	Variables, Operacionalización.....	34
2.3	Población y muestra.....	39
2.3.1	Población.....	39
2.3.2	Muestra.....	39
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	41
2.5	Método de análisis de datos.....	41
III.	RESULTADOS.....	42
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
V.	CONCLUSIONES.....	60
VI.	RECOMENDACIONES.....	61
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	61
VIII.	ANEXO.....	65

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 ubicación del área de estudio .....	13
Ilustración 2: Diagrama del proceso experimental .....	32
Ilustración 3: Esquema del Montaje Experimental .....	33
Ilustración 4:Esquema de Procedimiento de Selección de Muestra .....	40
Ilustración 5: fotografías de los maceteros con biocarbón. ....	45



## INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: NIVEL DE PH EN LOS TRATAMIENTOS APLICADOS AL SUELO, PERIODO 45 DIAS.....	47
Grafico 2: Resultado de la Concentración de plomo en el tratamiento M3, al 3% de biocarbon.....	49
Grafico 3: Resultado de la concentración de plomo en el tratamiento M3, al 5% de biocarbon.....	50
Grafico 4: Resultado de la concentración de plomo en el tratamiento M10, al 10% de biocarbon.....	51
Grafico 5: Resultado de la adsorción del biocarbon al 10% a los 30 días.....	53
Grafico 6: Resultado de la concentración de plomo en el tratamiento M50, al 50% de biocarbon.....	54
Grafico 7: RESULTADO DE LA CONCENTRACION DE PLOMO EN EL SUELO A LOS 45 DIAS.....	54
Grafico 8: CONCENTRACION DE PLOMO A LOS 45 DIAS.....	55
Grafico 9: TABLA DE ADSORCIÓN DEL BIOCARBON.....	56

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Temperatura de Descomposición de Elementos .....	22
Tabla 2, Capacidad de Remoción de la Biomasa .....	25
Tabla 3:ANALISIS DE LIGNINA Y PH. ....	34
Tabla 4:Matriz de Operacionalización.....	36
Tabla 5: Profundidad de Muestreo Según el Uso del Suelo.....	39
Tabla 6:Análisis del Biocarbón Elaborado en la Investigación,.....	43
Tabla 7:Análisis del Nivel de PH para M3 .....	45
Tabla 8:Análisis del nivel de pH para M5 .....	46
Tabla 9:Análisis del nivel de pH para M10 .....	46
Tabla 10: Resultado del análisis del nivel de Ph para M50.....	47
Tabla 11: Resultado del Análisis del Nivel de Concentración del Plomo para M3 .....	48
Tabla 12: Resultado del análisis del nivel de concentración de plomo para M3.....	50
Tabla 13: Resultado del Análisis de concentración de plomo para M3.....	51
Tabla 14: Resultado de la concentración de plomo para M10 a los 30 días al 10% de biocarbon .....	52
Tabla 15: Resultado del Análisis de concentración de plomo para M50.....	53
Tabla 16: Concentración de plomo adsorbido por el biocarbon en los tratamientos.....	55
Tabla 17: Tabla Resumen de Resultados de Concentraciones en los tratamientos.....	57

## I. INTRODUCCION

La Provincia Constitucional del Callao atraviesa un problema ambiental general, desde la contaminación del aire por las emisiones de las industrias, las cuales son de partículas de plomo principalmente por el transporte de este mineral desde la sierra central del país hasta el almacén del puerto del callao, este mineral se dispersa durante las actividades de transporte, descarga y almacenaje en áreas colindantes a las viviendas, colegios y principales avenidas de gran congestión vehicular también sumando las emisiones a causa del parque automotor, en el presente estudio nos enfocamos al parque Chota del asentamiento humano Ramón Castilla, ubicado en la cuadra 3 de la avenida Nestor Gambetta.

Se realizó un análisis de barrido de metales de una muestra de suelo obtenida del parque en mención, teniendo como resultado de los estudios concentraciones realmente preocupantes para una zona de uso de suelo residencial/parque superando el ECA (estándar de calidad ambiental) para suelo.

El decreto supremo N°002-2013-MINAM que aprueba el Estándar de Calidad Ambiental para suelo indica que para el uso de suelo residencial/parque es de 140 mg/kg Ms y en los análisis realizados a la muestra de suelo del parque en mención, indica que el suelo presenta 1304 mg/kg Ms. Sabiendo la situación del suelo, el siguiente estudio busca la recuperación mediante una nueva tecnología utilizando biocarbon producido del bagazo de la caña de azúcar y sus propiedades de adsorción del metal. Para la siguiente investigación se obtendrá 19 muestras de suelo a las cuales se añadirá proporciones diferentes de biocarbon de bagazo de caña de azúcar y se analizará progresivamente su desarrollo para adsorber el plomo presente.

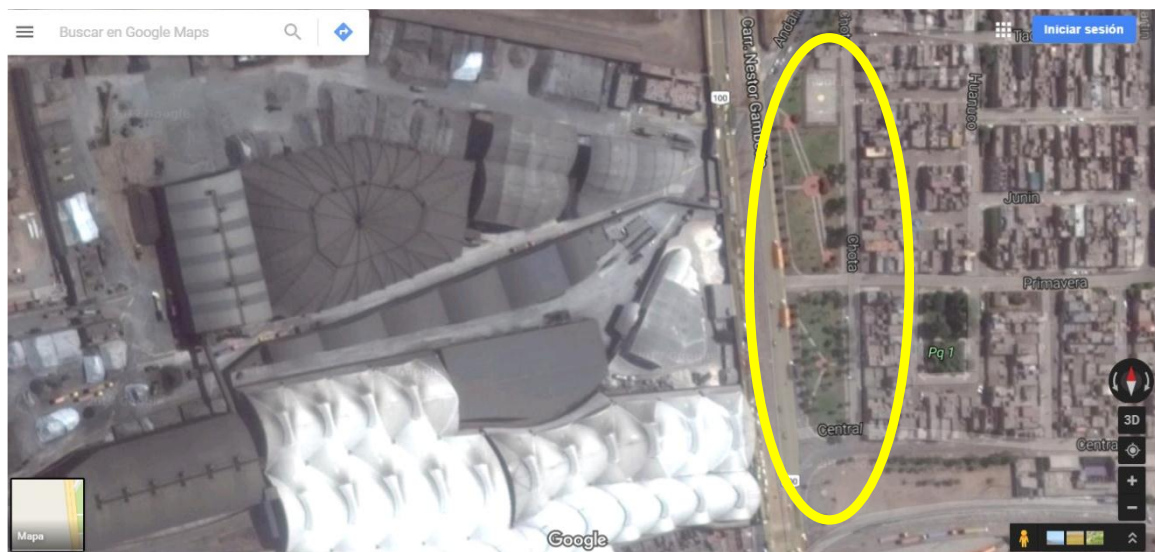
## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la Provincia Constitucional del Callao se encuentra ubicado el principal puerto del pacífico del sur, donde se desarrolla la mayor actividad de exportación e importación del sector, en la avenida contralmirante Mora cruce con la avenida Atalaya en el distrito del Callao, provincia constitucional del Callao se encuentra ubicado el almacén de plomo (Pb) para su exportación por el puerto del Callao.

El transporte de minerales hacia el depósito se desarrolla de dos formas, por vía férrea y por camiones, en ambos casos existe dispersión del contaminante afectando la salud de las personas y al suelo aledaño directamente, a falta de una medida de control eficiente de las empresas responsables del almacenamiento del material (plomo) y el pésimo transporte han contribuido a la dispersión de este contaminante al medio ambiente, un medio donde la población y su suelo son los más perjudicados, en esta oportunidad nos enfocamos al parque llamado PARQUE CHOTA de 11,450 m<sup>2</sup> y ubicado en la cuadra 6 de la avenida Néstor Gambetta cruce con la calle Primavera en el AA.HH Ramón Castilla, distrito del Callao.

El problema identificado es la contaminación de suelo por plomo (Pb), los resultados del análisis de barrido de metales que se desarrolló arrojó un nivel de concentración de 1304 mg/kg, que presenta el parque Chota, un problema en el cual no se han planteado soluciones para su recuperación.

Este parque es la principal zona de recreación de los pobladores principalmente los niños quienes están en contacto continuamente con la superficie del suelo, y expuesto al contacto e inhalación del mineral. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA realizó un monitoreo de concentración de plomo en el suelo en la zona de estudio del presente trabajo, el punto más cercano fue a 295 metros de distancia del parque en mención, reportando 1598 mg/kg de plomo, las cifras son en mg por kg y se refiere a la calidad del suelo, el siguiente punto de monitoreo más cercano al parque en estudio fue a 737.58 metros de distancia donde registro 4227 mg/kg la data corresponde al estudio realizado en el 2011.



**Ubicación de vista de planta del área de estudio.**

*Ilustración 1 ubicación del área de estudio*

Fuente: Google Map

## **1.2 TRABAJOS PREVIOS**

### **TRABAJOS PREVIOS A NIVEL INTERNACIONAL**

TSHEWANG, et al (2015) realizó la investigación de un experimento en macetas para determinar la influencia del biochar sobre la disponibilidad de As, Cd, Cu, Pb, Zn y al maíz ( *Zea mays* L.). Un biocarbón de madera activado, pirólisis a 550 8 C, se aplicó a las 3 tasas de (0, 5, y 15 g / kg) en combinaciones factoriales con 3 tasas de (0, 10, y 50 mg / kg) de cada uno de As, Cd, Cu, Pb y Zn por separado a una playa de suelo. Después de 10 semanas de crecimiento, se cosecharon las plantas, disparar el rendimiento de materia seca se midió, y se analizó la concentración de elementos traza en los brotes. El suelo en macetas se analizó para elementos traza extraíbles. Los resultados mostraron que la adición de carbón vegetal de madera para el suelo no tenía ningún efecto de peralte en el rendimiento de materia seca de las plantas de maíz, incluso a la más alta velocidad de aplicación. Sin embargo, la aplicación rastrear elemento significativamente redujo el rendimiento de materia seca 10-93%, dependiendo del tipo de elemento de traza. la aplicación del biochar disminuyó la concentración de As, Cd, Cu y en los brotes de maíz, especialmente en el más alto grado de aplicación de elementos traza, mientras que los efectos no fueron consistentes en

concentraciones de Pb y Zn en los brotes. Las concentraciones de extraíbles según y Zn en el suelo aumentaron con la aplicación del biochar, mientras que el Cu extractable no cambió, Pb disminuyó, y Cd mostraron una tendencia inconsistente. La sorción de elementos traza en el biocarbón con cargas iniciales hasta 200 metro mol a pH 7 se produjo en el orden: Pb > Cu > Cd > Zn > A medida. Los resultados muestran que la aplicación biochar puede significativamente reducir la disponibilidad de los oligoelementos a las plantas y sugieren que la aplicación biochar puede tener potencial para el tratamiento de suelos contaminados por elementos traza.

BEESLEY, et al (2011) desarrollo su investigación sobre el biochar y el papel potencial que cumple para la remediación, revegetación y restauración de suelos contaminados, en su investigación indica que los Biochars son residuos biológicos quemados en condiciones de bajo oxígeno, lo que resulta en un material rico poroso, carbono de baja densidad. Sus grandes áreas de superficie y capacidad de intercambio catiónico, determinados en gran medida por los materiales básicos y temperaturas de pirólisis, permite mejorar la adsorción de contaminantes tanto orgánicos como inorgánicos a sus superficies, lo que reduce la movilidad de contaminantes cuando se modifica suelos contaminados. El encalado efectos o liberación de carbono a la solución del suelo puede aumentar la movilidad del arsénico, mientras su bajo capital, pero la retención mejorada de nutrientes de las plantas puede restringir la revegetación de suelos degradados modificadas solamente con biochar; la combinación de compost, abonos y otras modificaciones con biochar podría ser su despliegue más eficaz de los suelos que requieren estabilización mediante la revegetación. Especifica mecanismos de retención de contaminantes biocarbón y liberar el paso del tiempo y el impacto ambiental de las enmiendas de biocha en los organismos del suelo sigue siendo poco clara, pero deben ser investigados para asegurar que la gestión de la contaminación ambiental coincide con la sostenibilidad ecológica.

JIANG, et al (2012) enfocaron su estudio en el desarrollo de nuevos métodos de regeneración de suelos ácidos contaminados por metales pesados, las fracciones químicas de Cu (II), Pb (II) y Cd (II) en un Ultisol con y sin biocarbón de paja de arroz se compararon Cd y el efecto de la incorporación de biochar en él se

investigó la movilidad y la biodisponibilidad de estos metales. A la luz de la CCA y el aumento de potencial zeta decreciente, la incorporación de biocarbón hizo la carga de la superficie del suelo negativo más negativo. Además, el pH del suelo aumentó notablemente después de la adición de biocarbón. Estos cambios en las propiedades del suelo eran ventajosos para la inmovilización de metales pesados en el suelo a granel. El ácido soluble Cu (II) y Pb (II) se redujo en 19,7-100,0% y 18,8-77,0%, respectivamente, como añadido aumentó la cantidad de biocarbón. La gama descendente de ácido soluble en Cd (II) era 5,6 a 14,1%, que era mucho menor que la de Cu (II) y Pb (II). Cuando se añadió 5,0 mmol / kg de estos metales pesados, el Pb reducible (II) para tratamientos que contenían 3% y 5% biochar era 2.0 y 3,0 veces mayor que la de muestras sin biochar, mientras que el Cu reducible (II) aumentó 61,6% y 132,6% para los tratamientos correspondientes, respectivamente. Cuando se añadió 3% y 5% biochar, la porción oxidable de Pb (II) aumentó 1,18 y 1,94 veces, respectivamente, mientras que la porción oxidable de Cu (II) aumentó 8.13 y 7.16 veces, respectivamente, debido principalmente a la alta adsorción por afinidad de los grupos funcionales de biochar a Cu (II). Los contenidos de metales pesados residuales eran bajos y con pocos cambios con la incorporación de biocarbón.

FOSTER Y NEUFELDT (2014) indican que los proyectos de biocarbón pueden conectar las finanzas climáticas con los pequeños agricultores y puede aportar beneficios considerables a la mejora productividad, salud y renta de la tierra, acceso al mercado, estabilidad institucional y, en última instancia, la seguridad alimentaria y pobreza para las comunidades rurales pobres. Mientras que la mayoría de los proyectos de biocarbón se centran en las tierras forestales o árboles este estudio explora el potencial de enfoques agroforestales con beneficios de carbono.

FOSTER Y NEUFELDT (2014) enfocaron su estudio de acuerdo a la experiencia en África, identificar los principales retos y oportunidades para desarrollar y desplegar biocarbón proyectos en sistemas agroforestales. Destacamos la necesidad de financiamiento externo y previo para superar costes de establecimiento y la necesidad de soluciones innovadoras minimizar los compromisos entre los medios de subsistencia y las metas. Sostenemos que las

limitaciones de recursos, flexibilidad, la capacidad técnica, la tenencia y los marcos institucionales deben para que los pequeños propietarios puedan invertir en proyectos de carbono. Por último, argumentamos que los beneficios no relacionados con el carbono, utilizando los ingresos herramienta para ayudar a los agricultores a lograr unas prácticas productivas en sus tierras.

KOŁTOWSKI, et al (2016) mencionaron que la inmovilización de contaminantes orgánicos utilizando biochar es cada vez más común. Sin embargo, también indica que el biochar es menos eficaz que el carbón activado en la inmovilización de contaminantes. Para aumentar la eficacia de la unión de contaminantes por biochar, proponen un método alternativo de activación del biochar que conduce un aumento de área superficial. En este sentido, mejora el biochar por sujeción a una gama de técnicas de activación utilizando microondas, dióxido de carbono o vapor sobrecalentado. Para probar su eficacia, añadieron los biochares no tratados y activados al 5% p / p en tres suelos contaminados industrialmente diferentes tomados de las áreas alrededor de una planta de carbón (KOK y KB) y una planta de procesamiento de betún (POPI).

Esta investigación muestra que la activación de biochar por diferentes métodos conduce a mejoras significativas en la unión de contaminantes y por lo tanto es un método prometedor para aumentar el uso potencial de biochar en la remediación del suelo.

BEESELEY, et al (2010) indicaron en su estudio que la aplicación de enmiendas a suelos contaminados con múltiples elementos puede tener efectos contradictorios sobre la movilidad, la biodisponibilidad y la toxicidad de elementos específicos, dependiendo de la enmienda. También mencionaron que las concentraciones de cobre y de As en el agua de poro del suelo aumentaron más de 30 veces después de agregar ambas enmiendas, asociadas con aumentos significativos de carbono orgánico disuelto y pH, mientras que Zn y Cd disminuyeron significativamente. Concluyendo que el biochar fue más eficaz, lo que resulta en una disminución de 10 veces de Cd en el agua de poro y una



reducción resultante en phytotoxicity. Los resultados destacan el potencial del biochar para la remediación de la tierra contaminada.

ZHU, et al (2016) desarrollaron un estudio donde indican que los biochares han atraído la atención tremenda debido a sus efectos en la mejora del suelo; Mejoran el almacenamiento de carbono, la fertilidad y calidad de los suelos y la inmovilización y transformación de contaminantes (orgánicos y de metales pesados). También mencionan que estos efectos podrían lograrse modificando los hábitats microbianos del suelo y (o) influenciando directamente los metabolismos microbianos, que en conjunto inducirían cambios en la actividad microbiana y en las estructuras comunitarias microbianas. Este estudio relaciona las respuestas microbianas, incluyendo la actividad microbiana, las estructuras comunitarias y las actividades de las enzimas del suelo, con cambios en las propiedades del suelo causadas por los biochares.

ZHU, et al (2016) Enfocaron su estudio en los posibles mecanismos que están involucrados en los efectos que las interacciones biochar-microbio que tienen en el secuestro de carbono del suelo y la remediación de la contaminación, también en la adsorción del biochar de los contaminantes, y la transferencia electrónica facilitada del biochar entre las células microbianas y los contaminantes y la materia orgánica del suelo.

LIANG, et al (2017), desarrollaron su estudio en la combinación de biochar y compost y demostraron la eficacia en la restauración de los suelos de humedales contaminados con metales pesados. Sin embargo, la influencia de diferentes proporciones entre el biochar y el compost sobre la inmovilización de metales pesados en el suelo ha sido menos estudiada hasta la fecha. También investigaron el efecto de diferentes proporciones de mezclas de biochar-compost sobre la disponibilidad y la distribución de especiación de metales pesados (Cd, Zn y Cu) en suelo de humedal.

Los resultados mostraron que la aplicación de todas las combinaciones de enmiendas en suelo de humedal aumentó gradualmente el carbono orgánico total

(TOC) y el carbono orgánico extraído con agua (WEOC) a medida que el porcentaje de compost aumentó en compostajes de biochar. Se determinó que el pH más alto se obtuvo en una determinada adición de biochar (20% y 40%) en combinaciones debido a la interacción eficiente de biochar con compost.

Finalizaron su estudio concluyendo que estos resultados demuestran que diferentes proporciones de biochar y compost tienen un efecto significativo en la disponibilidad y especiación de metales pesados en el suelo de humedales contaminados con varios metales.

LEHMANN, et al., (2002) en su estudio “La disponibilidad de nutrientes y lixiviación en un Anthrosol arqueológico y un Ferralsol de la cuenca del Amazonas central aplicando fertilizantes, estiércol y enmiendas de biocarbón”, quiso probar más a fondo si las adiciones de Biocarbón con otros aditivos orgánicos e inorgánicos podían producir suelos fértiles de manera similar como estos Anthrosoles arqueológicos, para ello preparo en macetas muestras de suelos con la enmienda y plantó arroz (*Oryza sativa*), obteniendo los siguientes resultados; las muestras mostraron significativamente mayor disponibilidad de P, Ca, Mn, Zn y lograron aumentar la producción de biomasa de arroz en 38-45% sin fertilización. Los contenidos de N en el suelo también fueron más altos y el contenido de C del suelo condujeron a la inmovilización de N. Se concluye que a pesar de la disponibilidad alta de nutrientes la lixiviación de nutrientes fue mínima proporcionando una explicación para su fertilidad sostenible.

También OLMO (2016), en resumen, da a conocer que los resultados sugieren que el biochar puede ser usado para mejorar la calidad del suelo, aumentar la eficiencia de los fertilizantes y la producción de un amplio rango de especies agronómicas. En este sentido, cabe destacar como aspectos clave para asegurar la eficacia del biochar: i) adecuar las características del biochar a las propiedades del suelo y condiciones de cultivo; y ii) determinar qué factores condicionan una mayor disponibilidad de nutrientes en el sistema suelo-biochar-planta, especialmente aquellos nutrientes retenidos en el biochar.

CELY (2016), en la actualidad el desarrollo en la investigación y el uso del biochars ha despertado gran interés para la lucha contra el calentamiento global, mejora de la calidad de los suelos y la productividad de los mismos. La presente investigación está orientada en evaluar la viabilidad de gestión de diversos residuos orgánicos utilizando diversos procesos de pirolisis y gasificación. Teniendo como propósito lo siguiente se estudió diferentes materias primas y procesos sobre las propiedades de los biochars y los procesos asociados al uso como enmienda orgánica. En la investigación se presentan cinco capítulos, el objetivo es identificar las propiedades del biocarbon, para esto se desarrolló la caracterización de todos los elementos que se utilizó. El resultado fue que las propiedades físico químicas del biocarbon varían dependiendo de qué elemento se utilizó para su elaboración, y de esto depende las propiedades de reducción de metales pesados.

En el capítulo cuatro se estudió las propiedades del biocarbon para la mejora del suelo, como beneficia en las propiedades biológicas del suelo, con este fin se desarrolló las pruebas donde se evalúa la respiración y actividades enzimáticas del suelo. En el capítulo cinco se evaluó la germinación para ello se desarrolló la prueba de germinación y un análisis foliar, con esto se determina que el biocarbon adquiere propiedades de acuerdo al elemento base con el que se elabora.

## **TRABAJOS PREVIOS A NIVEL NACIONAL**

GUERRA (2005), en su investigación de grado logro investigar las características físicas y químicas del biocarbon que se produjo mediante la pirolisis lenta, con un intervalo de temperatura de 550 – 600 °C, para esto utilizo ocho tipos de cultivos agroforestales entre cultivos de manejo tradicional todo esto de origen del norte de la amazonia peruana, su objetivo es determinar la aptitud de cada elemento para utilizarlo como una enmienda del suelo agrícola y como un agente potencial que contribuya al secuestro del carbono atmosférico.

En su investigación Utilizo biomasa residual de cacao (*Theobroma cacao*), palma aceitera, palmito de pijuayo (*Bactris gasipaes*) y cultivos tradicionales de sachá

inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) y arroz (*Oryza sativa*), resultando que los biochar de cascara de sachá inchi y de la corteza interna del palmito tuvieron mayores resultados para enmienda en el suelo y mayor captura de carbono.

TORRES (2015) enfocó su investigación a determinar si era factible elaborar biocarbon con viseras de pescado y lodo de laguna de oxidación para la recuperación de suelos áridos en el distrito de Ancón, considero su población como todo el suelo que presentan aridez en las condiciones deseadas, aproximadamente 100 ha, dentro del Parque Ecológico Nacional Antonio Raimondi, ubicado en el km 43.5 de la Panamericana Norte.

ACOSTA, (2014) ha demostrado que el proceso de pirolisis lenta puede generar más de un MWh (Mega vatio por hora) utilizando una tonelada de materia produciendo biocarbon entre 31% y 33%.

También está dentro de su investigación que se puede reutilizar el 90% de la biomasa utilizada para producir azúcar utilizando los mismos hornos y generando biocarbon de bagazo de caña de azúcar de muy alta calidad y utilizar remediación de suelos.

### **1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1 BIOCARBON**

Según la oficina de investigación de la Universidad de Córdoba, España indica que El biocarbón es el resultado de la técnica llamada pirolisis de biomasa, es decir, de la descomposición térmica en una atmósfera con bajo o nulo en oxígeno. Este Tratamiento logra estabilizar el carbón presente en la materia orgánica de forma más resistente y estable a la descomposición química y biológica, ya que cuando es incorporado al suelo logra estabilizarse por más tiempo y este elemento no es emitido de vuelta al medio como ocurre en la descomposición normal de la materia.

Según Lehmann, et al (2015) el biocarbon es rico en carbón orgánico que se produce al calentarse a altas temperaturas en ausencia poca o total de oxígeno.

El biocarbon posee una amplia superficie que puede llegar a los 200 metros cuadrados por centímetro cúbico, que le permite poder mejorar suelos contaminados e inmovilizar contaminantes. Sus propiedades físico – químicas

pueden retener nutrientes y mejorar la estructura del suelo presente, además es una herramienta potente para el secuestro de carbono (Minan, 2015).

### 1.3.2 BIOCARBON DE CAÑA DE AZUCAR

Tomando en cuenta datos mundiales en el 2011 se cultivaron mil ochocientos millones de toneladas de caña de azúcar, logrando producir un aproximado de 171 millones de toneladas de azúcar FAOSTAT, (2013)

CHEN et al, (2010) indica que cantidad de investigaciones demuestran las propiedades del biocarbon de bagazo de caña de azúcar. También se comprobó el rendimiento también la retención de humedad y menor lixiviación de nitrógeno, también se ha demostrado la disminución de suelos con óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

El bagazo de caña de azúcar es una materia que muchas veces termina en la basura produciendo contaminación por descomposición de materia orgánica al ambiente, por infecciones, la alternativa es de utilizarlo como base para producir biocarbon para recuperar tantos suelos contaminados que están presentes en relaves mineros, almacenes de materiales peligrosos.

### 1.3.3 LIGNINA

La lignina es uno de los biopolímeros más abundantes en las especies vegetales y junto con la celulosa y la hemicelulosa conforma la pared celular de las mismas en una disposición regulada a nivel nano-estructural, dando como resultado redes de lignina-hidratos de carbono. La composición o distribución de los tres componentes en esas redes varía dependiendo del tipo de planta. En el caso de la composición de la madera, los rangos más comúnmente encontrados son: Celulosa: 38-50%; Hemicelulosa: 23-32% y Lignina: 15-25%. (Sustainable Forestry for Bioenergy & Bio-based Products, 2007)

La celulosa es más resistente a la descomposición termina que la hemicelulosa, por lo tanto, los rendimientos en la producción de carbón son mayores con proporciones crecientes de lignina. Los materiales más adecuados para maximizar la producción de biochar son los materiales leñosos, que presentan un alto contenido de lignina, tales como cascara de nuez, bagazo de caña, residuos forestales y madera.

*Tabla 1 Temperatura de Descomposición de Elementos*

<b>Componente</b>	<b>Temperatura de descomposición (°C)</b>
<b>Agua</b>	<b>&gt;120</b>
<b>Hemicelulosa</b>	<b>200 – 260</b>
<b>Celulosa</b>	<b>240 – 350</b>
<b>Lignina</b>	<b>280 – 500</b>

Fuente: Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CEBAS – CSIC-Murcia.

#### 1.3.4 BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

El término Bagazo Proviene de la palabra Francesa Bagasse, se le da el nombre al residuo fibroso que se origina en la trituración de la caña de azúcar en el proceso de molienda para extraer el jugo.

En el callao podemos encontrar fácilmente bagazo de caña de azúcar como residuo del resultado de extraer jugo de caña en los puestos ambulantes de la capital como también el distrito del callao, aproximadamente en el callao tenemos 100 puestos de venta de este producto con un consumo diario de 40 a 50 kg de caña.

En el 90% de los puestos considerados el residuo es desechado a la basura, sin clasificarlo como material orgánico y como destino final los botaderos de la ciudad.

#### 1.3.5 EL SUELO

Según Oposito, (1989) El suelo es un cuerpo natural, no consolidado, compuesto por materia orgánica y mineral, líquidos y gases característicos del lugar. Presenta horizontes, capas diferenciales puede presentar diferencias y pérdidas a través del tiempo, puede tener diferencias de espesor superficial y hasta de varios metros de profundidad.

También podemos considerar que el suelo es la capa principal y la superficie en la cual se desarrolla el cuerpo vegetal, que puede tener diferentes características dependiendo del lugar geográfico, clima, humedad, aireación y el tipo de uso, también es importante mencionar que las diferentes actividades antropogénicas contaminan el suelo de tal manera que afecta el equilibrio del ecosistema.

#### 1.3.6 CONTAMINACION DE SUELO

Se denomina contaminación a la introducción en un medio cualquiera de un contaminante como por ejemplo el plomo, con potencial de variar la proporción de sus constituyentes, con efectos perjudiciales o irreversibles en el medio contaminado.

Nolasco, (2011) menciona que en el suelo las concentraciones normales están entre 5 -25 mg/kg de plomo, pero en suelos adyacentes a industrias, fundiciones y almacenes se ha encontrado concentraciones de plomo en el suelo que superan los 60 000 mg/kg. En los suelos urbanos podemos encontrar los contaminantes en mezcla de polvo, partículas en la atmosfera que al final sedimentaran sobre el suelo. El plomo que está expuesto en el suelo es una fuente de contaminación directa para las personas, vegetación se ubica entre 2 a 5 centímetros de profundidad, y puede estar en capas más profundas si se ha removido el suelo.

#### 1.3.7 PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS DEL PLOMO

El plomo (Pb) es un metal pesado presente en la tierra, de apariencia blando azulado, tiende a cambiar de color a gris y plateado, cuya densidad es (11.35 g/cm<sup>3</sup>). Lo podemos encontrar en el ambiente como puro, cuyas propiedades son blandas y maleables, poco dúctil, pésimo conductor de la electricidad, en ambientes húmedos se oxida y su número de oxidación es 207.2 y su punto de fusión es 324.4° C y su punto de ebullición es de 1740°C.

La investigación de García y Mendoza (1999) concluyen que el elemento plomo es insoluble en agua, pero se disuelve lentamente en soluciones de agua acidificada con ácidos débiles. El plomo es soluble en ácido nítrico, así da lugar a

sales solubles, también produce humos vapores) metálicos a partir de 500°C, y estos son peligrosos para la salud humana, ya que penetran a los alveolos ocasionando enfermedades cancerígenas.

LADOU, (1999) El plomo no se biodegrada, es toxico que contamina todo el ambiente y principalmente los centros urbanos.

### 1.3.8 CARBONO

En el ambiente encontramos el carbono en dos formas, en orgánico e inorgánico, en lo orgánico está presente en el medio como humos, recalcitrante y es duro y no asimilable, y también lo encontramos como lábil, o biodisponible eso quiere decir fácil de asimilar por las plantas, y es fácil de ser poblado por microorganismos según Wilson, (2015)

En el otro caso el carbono inorgánico se compone de iones carbonato presentes típicamente de forma de sales como carbonato de calcio, dolomita y diferentes minerales, también está en forma de rocas y arena, y en esta forma la presencia de microorganismo es nula. Se estima que los suelos han perdido entre 55 y 320 millones de toneladas de carbono según Ruddiman, (2003).

### 1.3.9 LA ADSORCIÓN

Podemos definir que es el proceso mediante el cual se extrae material fase y este se deposita sobre la superficie de la otra. Entonces a la superficie lo llamamos adsorbato y la fase en la cual se dio el proceso se llama adsorbente, también debe haber afinidad entre el adsorbente y los adsorbatos ya que en este últimos sean transportados hacia la parte sólida, ya en este proceso se conoce como adsorción según Dabrowski, (2001)

También es importante mencionar la siguiente investigación.

Según OSMAN et al. (2010), el bagazo de caña de azúcar ha logrado la mayor eficiencia en la remoción analizada, es así que la técnica de la bio adsorción se convierte en la esperanza para la remoción de los metales pesados presentes en los ambientes acuosos, especialmente, aquellos adsorbentes que sean derivados



de materiales lignocelulosicos, que presentan gran cantidad de polímeros dentro de su estructura como: celulosas, hemicelulosa, lignina estos los hacen biomateriales eficientes, es promisorio ya que la tecnología no requiere de mucha inversión, es limpia y se puede utilizar en efluentes contaminados a concentraciones bajas.

*Tabla 2, Capacidad de Remoción de la Biomasa*

Biomasa Utilizada	Metal Removido	Capacidad de Remoción mg/g	Ref. Bibliográfica
Hojas de Moringa (M. oleifera)	Ni (II)	163,88	Harikishore et al. 2012
Cáscara de Naranja (C. sintensis)	Ni (II)	162,6	Feng et al. 2011
Corteza de Acacia (A. leucocephala)	Ni (II)	294,1	Venkata et al. 2009
Hojas de Bael (A. marmelos)	Pb(II)	104	Chakravarty et al. 2010
Bagazo de Caña de Azúcar	Pb(II)	333	Karnitz & Alves, 2009
Tallos de Maíz (Z. mays)	Pb(II)	80	García & Colín, 2010

Fuente: Quiñones, E; Tejada, C (2013)

### 1.3.10 La Pirolisis

Es la descomposición termo-química de una materia orgánica por calentamiento en ausencia total o casi nula de oxígeno. El termino pirolisis deriva del griego “pyro” que significa fuego y “lisis” que indica la descomposición de sus partes. En la práctica no es posible crear un ambiente completamente libre de oxígeno, por lo que una pequeña de oxidación siempre se dará. Sin embargo, el grado de oxidación de la materia orgánica es bajo en comparación con la que se produce durante el proceso de combustión, donde la materia se oxida prácticamente por completo, y por ello se mantiene una proporción sustancialmente mayor del carbono presente en el material de alimentación y que no se emite de forma de CO<sub>2</sub>.

La pirolisis se produce de forma espontánea a más de 300°C para la madera esta temperatura varía en función del material (Izquierdo c. et al 2014)

## **1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **Problema general.**

¿Cuánto es la recuperación del suelo contaminado con plomo utilizando el biocarbon de bagazo de caña de azúcar en el Parque Chota del Asentamiento Humano Ramón Castilla ubicado en la cuadra n° 3 de la avenida Néstor Gambetta en el distrito del callao, provincia constitucional del callao?

### **Problema específico**

- 1.- ¿Cuáles son las propiedades físico – químicas del biocarbon de bagazo de caña de azúcar para la recuperación del suelo contaminado con plomo?
- 2.- ¿Cuánto es la adsorción del biocarbon para la recuperación de suelos contaminados con plomo?

## **1.5 JUSTIFICACION**

El Perú es el cuarto exportador mundial de plomo y también es uno de los países más contaminados por este metal pesado tanto en forma de aerosol, vapor y polvo.

En el Perú la exportación llega a 216000 toneladas métricas/año la gran mayoría es proveniente de la sierra central del país de esto solo el 25% es trasladado en ferrocarril en pésimas condiciones, y el restante en camiones que muchas veces no cumplen con los requerimientos para el transporte de este material.

La dispersión de este elemento en toda la ruta de transporte hasta llegar al puerto del callao está causando un gran problema ambiental el cual debemos actuar y plantear soluciones desde nuestra posición de estudiantes universitarios con el fin de cuidar la salud de la población y minimizar la contaminación del aire y del suelo.

DEIGESA en el 2012 realizó un estudio en los niños del Callao, aledaña a la zona de estudio de esta investigación determinando un alarmante índice de contaminación en la sangre de los infantes, se evidenció entre 50mg/dl y 60mg/dl de plomo en la sangre en la edad escolar, teniendo como referencia que el valor máximo en niños de esta edad no debe superar los 10mg/dl según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La investigación se fundamenta en la necesidad de hallar una solución para la descontaminación del suelo del Parque Chota de la Urbanización Ramón Castilla en el Callao ya que según el estudio que se realizó al inicio de esta investigación se encontró que presenta 1304mg/kg Ps de plomo, excediendo alarmantemente el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, que para plomo es 140 mg/kg Ps para suelo de uso residencial y parques según el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAN.

En la búsqueda de nuevas tecnologías que ayuden a la recuperación del suelo contaminado con plomo, se opta por la técnica de usar biocarbon de bagazo de caña de azúcar para descontaminar el suelo de un parque del Callao, haciendo un antecedente a nuevas tecnologías que pueden mejorar el proceso para el bien de la comunidad.

También es importante el compromiso de las empresas de almacenes adyacentes al parque, que implementen controles que minimicen la dispersión de sus elementos perjudicando la salud de la población aledaña, el aire y el suelo.

Evidenciando la contaminación por el almacenamiento inapropiado de las empresas aledañas, el transporte de plomo en camiones que muchas veces no cumplen con los controles de seguridad necesarias para tal función y añadiendo el tráfico generado por proyectos a medio concluir en la Avenida Nestor Gambetta el presente proyecto de investigación está enfocado en la recuperación del suelo de la zona afectada.

## **1.6 HIPOTESIS**

### **HIPOTESIS GENERAL**

El biocarbon de bagazo de caña de azúcar logrará recuperar los suelos contaminados con plomo del parque chota en el distrito del callao, provincia constitucional del callao.

### **HIPOTESIS ESPECÍFICA**

1.- Las propiedades físico – químicas del biocarbón recuperará el suelo con plomo en el parque chota en el distrito del callao, provincia constitucional del callao.

2.- La adsorción del biocarbón contribuirá a la recuperación del suelo contaminado con plomo en el parque chota del distrito del callao, provincia constitucional del callao.

## **1.7 OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERAL**

Recuperar los suelos contaminados con plomo utilizando el biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el parque chota del distrito del callao, provincia constitucional del callao.

### **OBJETIVO ESPECIFICO**

1.- Determinar las propiedades físico – químicas del biocarbon de bagazo de caña de azúcar para recuperar el suelo contaminado con plomo.

2.- Determinar la adsorción del biocarbon de bagazo de caña de azúcar para la recuperación de suelo contaminado con plomo.

## **II. METODO**

## 2.1 DISEÑO DE INVESTIGACION

**Tipo de investigación:** Experimental

En la investigación de enfoque experimental se manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o acontecimiento particular. Los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales Claude Bernard (1865).

**Nivel de investigación:** Según Sapieri (2007), corresponde al nivel explicativo, ya que se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto; asimismo, determinan dichos factores mediante la prueba de hipótesis.

La presente investigación se enmarca dentro de lo aplicativo.

Según Corbetta, (2010) la investigación aplicada se fundamenta en conocimientos que se encuentran como proceso de la investigación, al igual que el hallazgo del problema, que podrían ser mejorados aplicando preceptos científicos (p.63).

### **Tipo de Muestra**

Es una muestra probabilística; según (Sampieri, 2007), menciona que “todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis”.

### **Por su diseño:**

Se enmarca dentro del pre experimental.

Diseño pre experimental que comprende tres pasos:

- Una medición previa de la variable dependiente a ser estudiada (pre test).

- Introducción o aplicación de la variable independiente o experimental X a los sujetos Y.
- Una nueva medición de la variable dependiente en los sujetos (post test).

Esquema

G: O1-X-O2
------------

G: El sujeto viene a ser el grupo que son asignado de forma aleatoria simple.

O1: Se realiza una medición previa o pre – test de la variable dependiente.

(Recuperación de suelos contaminados con plomo)

X: Se realiza medición a la variable independiente que es asignado como experimental o variable independiente (uso del biocarbon).

O2: Se hace una nueva evaluación o post – test de la variable dependiente (recuperación de suelos contaminados con plomo).

**Dónde:**

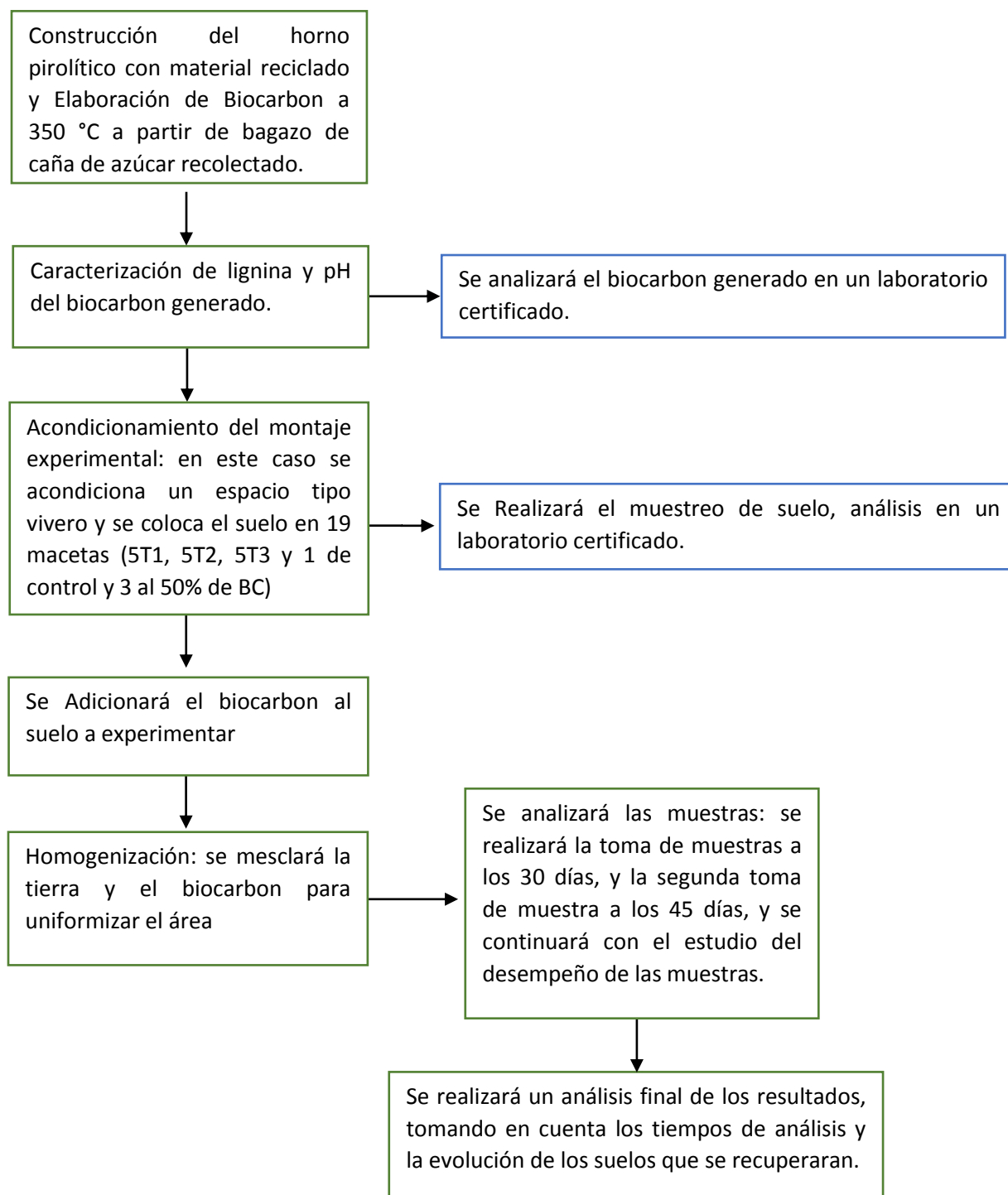
O1: pre – test

X: uso del biocarbon

O2: post – test

**Por su alcance:** la presente investigación es temporal – longitudinal ya que se tomará datos a través del tiempo en puntos o periodos establecidos para hacer inferencia respecto al cambio, determinantes y consecuencias. Según el autor son aquellos en los que se registran más de dos medidas repetidas en el tiempo con el propósito de conocer el proceso de crecimiento de una muestra de sujetos. León y Montero (1997).

El proceso de montaje de la investigación se realizó de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 2: Diagrama del proceso experimental**

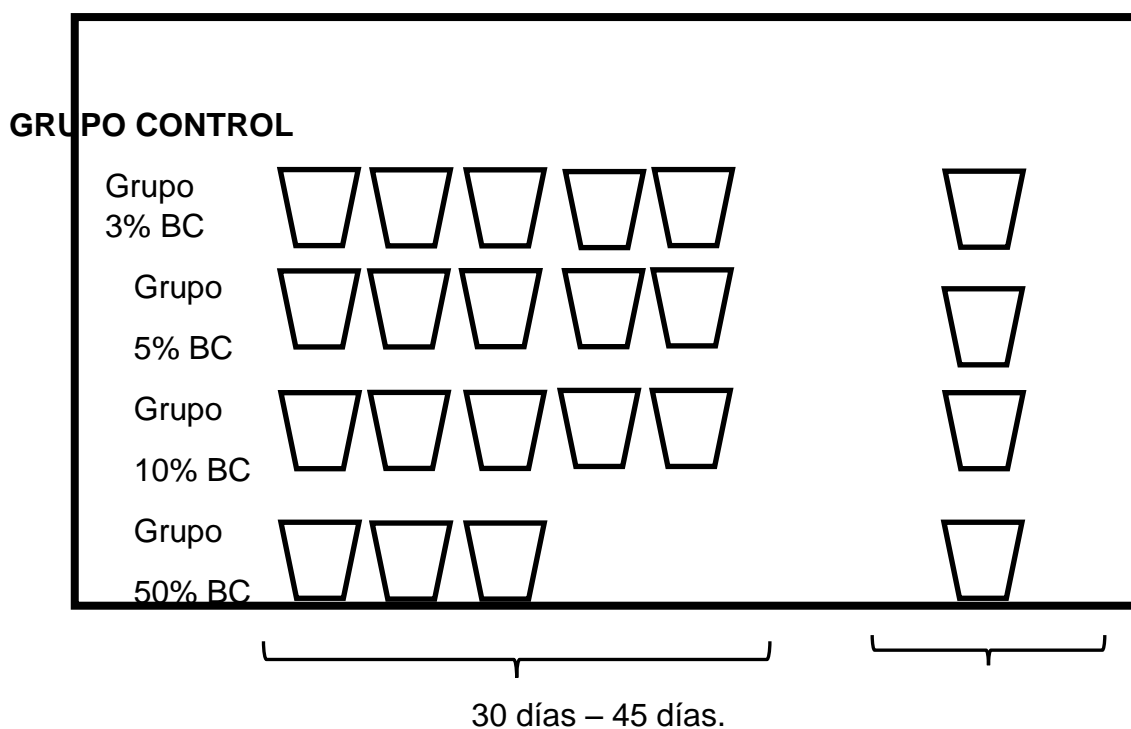


### Elaboración de tratamientos y control de análisis.

Consta de 19 muestras de 3 kg cada una con concentración de biocarbón de 5 muestras de 3%, 5 muestras de 5% y 5 muestras de 10%, también 3 muestras de 50% y uno de control con 2 repeticiones de análisis en 30 y 45 días, también una muestra de control de 3 kilogramo.

- **Tratamiento 1:** Cinco muestras de suelo contaminado con plomo + 3 % de biocarbon
- **Tratamiento 2:** Cinco muestras de suelo contaminado con plomo + 5 % de biocarbon.
- **Tratamiento 3:** Cinco muestras de suelo contaminado con plomo + 10 % de biocarbon.
- **Tratamiento 4:** Tres muestras de suelo contaminado con plomo + 50% de biocarbon
- **1 muestra de control.**

### Esquema del montaje experimental – Recuperación de suelos contaminados con plomo.



Muestra de control

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 3: Esquema del Montaje Experimenta

### **PRODUCCION DE BIOCARBON DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR**

Para este proceso de obtención del biocarbon se desarrolló un horno pirolítico en base a productos reciclados como cilindros y tubería usada, en el cual se produjo 20 kg de biocarbon de bagazo de caña de azúcar, la cual fue llevada a analizar para determinar la cantidad de lignina presente y el nivel de ph del producto.

Para la producción se utilizó 65 kg de bagazo de caña de azúcar arrojando un peso del producto de 24.5 kg de biocarbon.

La producción de Biocarbon alcanzo una temperatura máxima de 310°C y la biomasa utilizada se recolecto de los comerciantes de jugo de caña.

El producto obtenido se analizó en el laboratorio de la facultad de farmacia y bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, teniendo como resultado de LIGNINA un 21.96 % y Ph de 8.7.

*Tabla 3: ANALISIS DE LIGNINA Y PH.*

	Plomo (mg/kg Ps)	Lignina %	Ph
BIOCARBON		21.96	8.7
SUELO	1304		8.6

Fuente: Elaboración Propia

## **2.2 Variables, Operacionalización**

### **Variable 1: Uso de biocarbon:**

El biocarbón es el resultado de la pirolisis de biomasa, exponer a una alta temperatura termina en ausencia del oxígeno total o casi nula. Esta técnica lo que hace es estabilizar el carbono que está presente en la materia y lo convierte más resistente a la descomposición química y biológica, y cuando se incorpora al suelo logra mantenerse estable y no es emitido de vuelta a la atmosfera, como ocurre con una descomposición de la materia normalmente.

Zhu, et al (2016) desarrollaron un estudio donde indican que los biochares han atraído la atención tremenda debido a sus efectos en la mejora del suelo;

Mejoran el almacenamiento de carbono, la fertilidad y calidad de los suelos y la inmovilización y transformación de contaminantes (orgánicos y de metales pesados). También mencionan que estos efectos podrían lograrse modificando los hábitats microbianos del suelo y (o) influenciando directamente los metabolismos microbianos, que en conjunto inducirían cambios en la actividad microbiana y en las estructuras comunitarias microbianas.

## **Variable 2: Recuperación de suelos.**

Definamos como recuperación de suelo la acción de restaurar sus propiedades físicas y químicas, lograr la separación del suelo y de los compuestos de cualquier índole presentes en el mismo, donde el suelo mantenga sus características y propiedades naturales.

Nolasco, (2011) menciona que en el suelo las concentraciones normales están entre 5 -25 mg/kg de plomo, pero en suelos adyacentes a industrias, fundiciones y almacenes se ha encontrado concentraciones de plomo en el suelo que superan los 60 000 mg/kg. En los suelos urbanos podemos encontrar los contaminantes en mezcla de polvo, partículas en la atmosfera que al final sedimentaran sobre el suelo. El plomo que está expuesto en el suelo es una fuente de contaminación directa para las personas, vegetación se ubica entre 2 a 5 centímetros de profundidad, y puede estar en capas más profundas si se ha removido el suelo.

Tabla 4: Matriz de Operacionalización.

<b>Tabla N° 4: Matriz de Operacionalización</b>					
<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA / UNIDADES DE MEDICION</b>
<b>USO DEL BIOCARBON A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR</b>	El biocarbón es el resultado es el resultado de la pirolisis de biomasa, exponer a una alta temperatura termina en ausencia del oxígeno total o casi nula. Esta técnica lo que hace es estabilizar el carbono que está presente en la materia y lo convierte más resistente a la descomposición química y biológica, y cuando se incorpora al suelo logra mantenerse estable y no es emitido de vuelta a la atmosfera, como ocurre con una descomposición de la materia normalmente. Lehmann,	Se desarrollará la recuperación del suelo contaminado con plomo utilizando las propiedades físico – químicas y adsorción del biocarbon y se medirá la eficiencia para su uso en la descontaminación.	Propiedades físico – química del biocarbon	- Lignina - PH	% 1 – 14
			Adsorción de Plomo	- Cantidad de plomo	ppm

	et al (2015).				
<b>RECUPERACIÓN DE SUELO CONTAMINADO CON PLOMO Pb</b>	Nolasco, (2011) menciona que en el suelo las concentraciones normales están entre 5 - 25 mg/kg de plomo, pero en suelos adyacentes a industrias, fundiciones y almacenes se ha encontrado concentraciones de plomo en el suelo que superan los 60 000 mg/kg. En los suelos urbanos podemos encontrar los contaminantes en mezcla de polvo, partículas en la atmosfera que al final sedimentaran sobre el suelo. El plomo que está expuesto en el suelo es una fuente de contaminación directa para las personas, vegetación se ubica entre 2 a 5 centímetros de	La recuperación del suelo se determinó por la concentración presente del contaminante plomo en el suelo y la eficiencia de descontaminación.	Reducción de plomo	Concentración de plomo Pb	ppm
			Eficiencia de descontaminación	Porcentaje de eficiencia de remoción de plomo.  $((C1 - Cf)/C1) \times 100$	%  %

	profundidad, y puede estar en capas más profundas si se ha removido el suelo.				
--	---	--	--	--	--

## 2.3 Población y muestra

### 2.3.1 Población

Todo suelo contaminado con plomo (Pb) del parque Chota de área total de 10146 m<sup>2</sup> ubicado en la cuadra número tres de la avenida Néstor Gambetta en el distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao.

### 2.3.2 Muestra

Constará de 57 kg de suelo que serán tomadas siguiendo la técnica del muestreo aleatoria simple (como indica en el procedimiento de selección de muestra) en el parque chota de la avenida Néstor Gambetta Cuadra n° 3 del distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao.

*Tabla 5: Profundidad de Muestreo Según el Uso del Suelo.*

<b>USO DEL SUELO</b>	<b>PROFUNDIDAD DE MUESTREO (CAPAS)</b>
Suelo agrícola	0 – 30 cm ** (1) 30 - 60cm
Suelo residencial/ parques	0 – 10cm ** (2) 10 – 30cm *** (3)
Suelo comercial/industrial/extractivo	0 – 10cm ** (2)

(Fuente: Guía para el Muestreo de Suelos / Ministerio del Ambiente. Dirección General de Calidad Ambiental. -- Lima: MINAM, 2014)

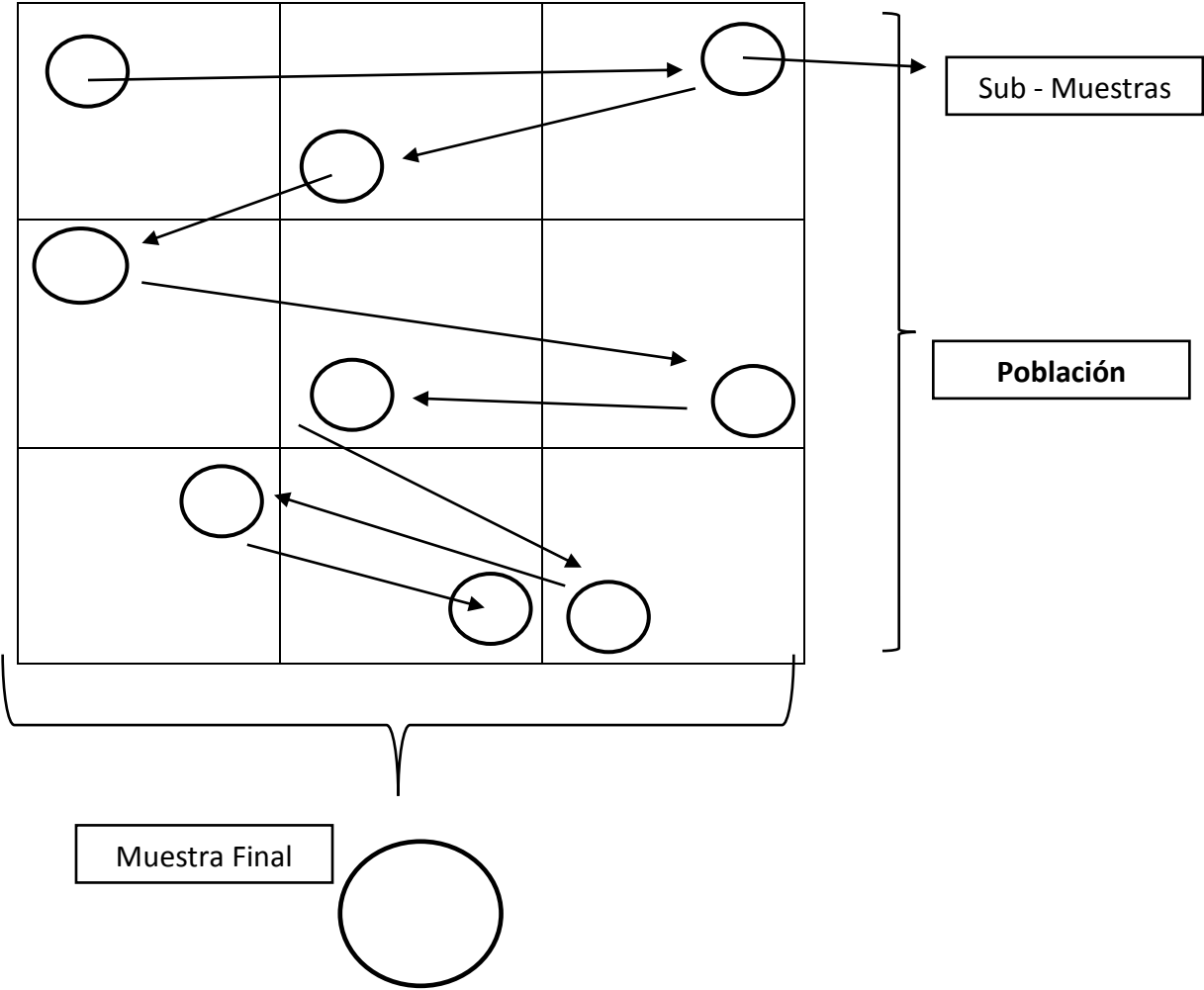
\* **(1) Profundidad de aradura.**

\*\* **(2) Capa de contacto oral o dermal de contaminantes.**

\*\*\***(3) Profundidad máxima alcanzable por niños.**

**Tipo de muestreo:** Se realizará un muestreo aleatorio simple, en el cual se tomará 09 puntos al azar para otorgar la misma posibilidad de ser elegidos a todos los elementos de la población. Finalmente se homogenizará para obtener una muestra final.

**Procedimiento de selección de la muestra:** El método de selección de la muestra consiste en distribuir el terreno en 09 partes. Para ello, las sub-muestras se deben tomar al azar, trazando líneas imaginarias dentro del área de las parcelas seleccionadas, sobre las cuales se muestrea a determinada distancia o número de pasos. Las sub-muestras se mezclan homogéneamente y en forma manual en el cubo y se toma una porción de 57 kg para conformar una única muestra.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 4: Esquema de Procedimiento de Selección de Muestra



## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

a) Las técnicas a utilizar son:

- Observación, participativo ya que se generará y producirá el biocarbon de bagazo de caña de azúcar, y se utilizará la ficha de observación para aumentar la confiabilidad. Se caracterizará el biocarbon generado a partir de bagazo de caña de azúcar para determinar su porcentaje de lignina y nivel de pH que presenta para recuperar los suelos contaminados con plomo.
- Experimentación: Análisis de corrida y Caracterización de las muestras de suelo obtenidas para la comparación de los resultados con los análisis finales de la muestra.

b) Instrumentos.

- ficha de observación: producción de biocarbon. (Anexo 1)
- ficha de recolección de datos: provenientes de la toma de muestra. (Anexo 2)
- informe de caracterización del biocarbon (Laboratorio de análisis).
- Ficha comparativa del análisis físico – químico del suelo recuperado.

Validez del instrumento:

- Validez de contenido. Se ha utilizado el criterio de 3 jueces expertos en el tema de estudio.

Confiabilidad:

- Los resultados de las diferentes muestras serán obtenidas mediante laboratorios confiables y certificados.

## **2.5 Método de análisis de datos**

El método de análisis que se utilizará es el estadístico cuantitativo para analizar la comparación de los resultados de la adsorción y eficiencia en la recuperación de los suelos contaminados con plomo en las muestras y respectivos tratamientos, que serán obtenidos por las muestras puntuales tomadas con dos repeticiones 30 y 45 días.

### **III. RESULTADOS**

Se plantearon objetivos y se obtuvieron los siguientes resultados.

#### **ELABORACION DE BIOCARBON DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR**

En esta etapa la producción de biocarbon se elaboró mediante un horno elaborado con productos reciclados (anexo 01) que constan de 3 cilindros metálicos soldados de tal forma que en su interior se genere 310 °C grados centígrados en ausencia casi nula de oxígeno. Se elaboró 25 kilogramos de biocarbon de bagazo de caña de azúcar, la biomasa se dejó secar a temperatura ambiente y protegido de polvo y contaminantes externos por dos días antes de la producción, el bagazo de caña de azúcar en su composición presenta de 15% a 25 % de lignina y este polímero se descompone perdiendo sus propiedades a una temperatura de 280 -500°C.

El proceso de elaboración de biocarbon se desarrolló utilizando como biomasa el bagazo de la caña de azúcar recolectado de los puestos de venta de jugo de caña y sus derivados, se recolectó 90 kilogramos de bagazo, se dejó secar por dos días, se limpió de impurezas como residuos inorgánicos. Luego se utilizó 85 kilogramos de bagazo de caña de azúcar seco el cual se añadió al horno pirolítico construido para esta investigación, después de 4 horas y expuesta a una temperatura máxima de 310 °C grados centígrados se apagó el horno, se dejó enfriar dos horas para poder abrir el recipiente, se pesó el producto final obteniendo 25 kilogramos de biocarbon.

Se comprueba que el peso final del biocarbon es aproximadamente el 30% de la biomasa utilizada, se recomienda no abrir el recipiente donde se realiza la pirolisis antes de las dos horas de haber apagado el horno.

Horno elaborado dentro de la investigación. Ver anexo 1.

El biocarbon elaborado fue analizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, facultad de Farmacia y Bioquímica, obteniendo como resultado del análisis un PH de 8.7 y el porcentaje de Lignina 21.96 %.

Tabla 6: Análisis del Biocarbón Elaborado en la Investigación,

MATERIAL ANALIZADO	PARAMETRO	RESULTADOS
BIOCARBON	LIGNINA	21.96 %
	PH	8.7

Fuente: Laboratorio CCA - UNMSM

### APLICACIÓN DE BIOCARBON AL SUELO CONTAMINADO

Se realizó los montajes de 19 maceteros de suelo preparado de la siguiente manera:

El biocarbon se preparó de tal manera que tenga la granulometría similar al suelo de la muestra, donde al mesclar se obtuvo una composición homogénea.

**Primer montaje:** 5 macetas que contienen 3 kilogramos de suelo con el 3% de biocarbon cada uno.

**Segundo montaje:** 5 macetas que contienen 3 kilogramos de suelo con el 5% de biocarbon cada uno.

**Tercer montaje:** 5 macetas que contienen 3 kilogramos de suelo con el 10% de biocarbon cada uno.

**Cuarto montaje:** 3 macetas que contienen 3 kilogramos de suelo con el 50% de biocarbon cada uno.

Se utilizó la siguiente leyenda para la investigación.

**M50:** muestra al 50% de biocarbon.

**M10:** muestra al 10% de biocarbon.

**M5:** muestra al 5% de biocarbon.

**M3:** muestra al 3% de biocarbon.



En la imagen podemos apreciar la mezcla de 3 kilogramos de suelo con 90 gramos de biocarbon correspondiente al 3% en la muestra, se acondiciono maceteros para el tratamiento respectivo.



En las imágenes observamos el tratamiento al 10% de biocarbon, cada macetero acondicionado presenta 3 kilogramos de suelo mezclado con 300 gramos de biocarbon.



En la siguiente imagen se puede observar los maceteros al 5% de biocarbón, cada macetero contiene exactamente 3 kilogramos de suelo contaminado y 150 gramos de biocarbón.

*Fuente: Elaboración propia, 2017*

*Ilustración 5: fotografías de los maceteros con biocarbón.*

## **RESULTADOS DE LA EVALUACION DEL NIVEL DE PH EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON BIOCARBON PARA RECUPERACION DE SUELO.**

### **Resultados de la evaluación del nivel de pH para el tratamiento al 3% de Biocarbon.**

De acuerdo al seguimiento del desarrollo del suelo, se observa que el tratamiento M3 (primer montaje) que consiste añadir una concentración de 3% de biocarbon al suelo contaminado con plomo tiene una leve disminución del pH respecto a la muestra inicial (control), se tomó la muestra a los 45 días del tratamiento.

Ver tabla 7

*Tabla 7: Análisis del Nivel de PH para M3*

	Control	M3- 45 días
Nivel de Ph	9.2	8.97

Fuente: Laboratorio H&F laboratorios s.a.c

### **Resultados de la evaluación del nivel de pH para el tratamiento al 5% de Biocarbon**

De acuerdo al seguimiento del desarrollo del suelo, se observa que el tratamiento M5 (segundo montaje) que consiste añadir una concentración de 5% de biocarbon al suelo contaminado con plomo tiene una leve disminución del pH respecto a la muestra inicial (control), se tomó la muestra a los 45 días del tratamiento. Ver tabla 8.

*Tabla 8: Análisis del nivel de pH para M5*

	Control	M5- 45 días
Nivel de pH	9.2	8.92

Fuente: Laboratorio H&F laboratorios s.a.c

### **Resultados de la evaluación del nivel de pH para el tratamiento al 10% de Biocarbon**

De acuerdo al seguimiento del desarrollo del suelo, se observa que el tratamiento M10 (tercer montaje) que consiste en añadir una concentración de 10% de biocarbon al suelo contaminado con plomo tiene una disminución del pH respecto a la muestra inicial (control), se tomó la muestra a los 45 días del tratamiento. Ver tabla 9.

*Tabla 9: Análisis del nivel de pH para M10*

	Control	M10- 45 días
Nivel de pH	9.2	8.66

Fuente: Laboratorio H&F laboratorios s.a.c

### **Resultados de la evaluación del nivel de pH para el tratamiento al 50% de Biocarbon**

De acuerdo al seguimiento del desarrollo del suelo, se observa que el tratamiento M50 (cuarto montaje) que consiste añadir una concentración de 50% de biocarbon al suelo contaminado con plomo tiene una disminución del pH respecto a la muestra inicial (control), se tomó la muestra a los 45 días del tratamiento. Ver tabla 10.

*Tabla 10: Resultado del análisis del nivel de Ph para M50*

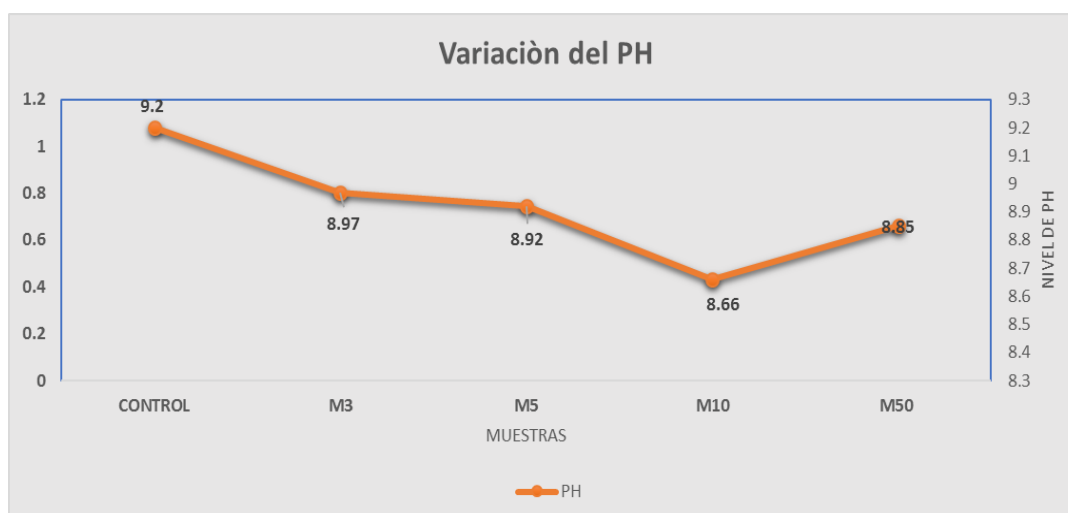
	Control	M50- 45 días
Nivel de pH	9.2	8.85

Fuente: Laboratorio H&F laboratorios s.a.c

### **TRATAMIENTO DEL SUELO CON BIOCARBON**

Se determinó el nivel de pH del suelo en las etapas de la investigación.

En la gráfica N° 1 podemos evidenciar las variaciones según el tipo de tratamiento realizado al suelo.



**Gráfico 1: NIVEL DE PH EN LOS TRATAMIENTOS APLICADOS AL SUELO, PERIODO 45 DIAS.**

Fuente: Laboratorio H&F laboratorios s.a.c

Se observó que el nivel de pH tuvo una leve variación menos alcalina de 9.2 llegando a 8.97 en el desarrollo del tratamiento al 3% de biocarbon.

También se observa que en el tratamiento al 5% de biocarbon el nivel de pH ha variado levemente respecto al tratamiento anterior, la variación fue de 0.05.

En el tratamiento al 10% de biocarbon el suelo presenta una variación también bastante corta de 0.26 y en el tratamiento al 50% de biocarbon el nivel de pH sube a 8.85, con estos datos podemos determinar que el nivel de pH no sufrirá ningún cambio considerable y solo se mantendrá en variaciones de intervalos de 0.35 sin afectar ni cambiar la calificación del suelo respecto a este parámetro.

Los resultados a los 45 días de la investigación, indican que el pH obtuvo una variación promedio de 0.35 menos alcalina.

Para la recuperación de suelos contaminados con plomo mediante el uso de biocarbon de bagazo de caña de azúcar el nivel de pH no presentará una variación importante que cambie la calificación de alcalino a ácido el suelo.

## **RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS REALIZADOS CON BIOCARBON DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR AL SUELO CONTAMINADO.**

Se realizó un análisis en el laboratorio de CCA - UNMSM para determinar la concentración de plomo en el suelo, también podemos determinar la cantidad de plomo adsorbido por el biocarbon.

Considerando que el biocarbon tiene una concentración de plomo nula al inicio y que la concentración inicial (control) de suelo que estamos utilizando es 1792.22 ppm, es el último análisis que se le realizó a la muestra en el laboratorio CCA -UNMSM.

### **Resultados de la evaluación de la concentración de plomo para el tratamiento al 3% de Biocarbon.**

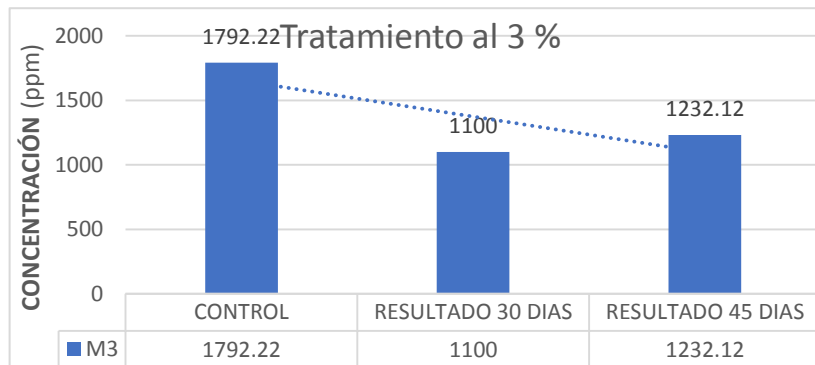
De acuerdo al seguimiento del desarrollo del suelo, se observa que el tratamiento que consiste en añadir una concentración del 3% de biocarbon al suelo contaminado con plomo tiene una disminución en su concentración respecto al análisis inicial (control), también se evidencia que el biocarbon adsorbió una importante cantidad del metal pesado inicialmente presente en el suelo contaminado. Ver tabla 11.

*Tabla 11: Resultado del Análisis del Nivel de Concentración del Plomo para M3*



	Control	M3- 30 días	M3- 45 días
Plomo (Pb)(ppm)	1792.22	1100	1232.12

Fuente: Laboratorio CCA –UNMSM



Fuente: Laboratorio CCA -UNMSM

*Gráfico 2: Resultado de la Concentración de plomo en el tratamiento M3, al 3% de biocarbon*

En el gráfico 2 se observa que la concentración en el tratamiento al 3% de biocarbon obtuvo una disminución de 692.22 ppm en los primeros 30 días de su aplicación.

Podemos evidenciar según el gráfico que el tratamiento a los 45 días tuvo una disminución en su concentración de 560.1 ppm respecto al control, y un aumento de 132.12 ppm respecto a la concentración en los primeros 30 días

Podemos demostrar que la diferencia de concentraciones es a causa de la adsorción del biocarbon logrando inmovilizarlo y reteniéndolo en sus poros.

### **Resultados de la evaluación de la concentración de plomo para el tratamiento al 5% de Biocarbon.**

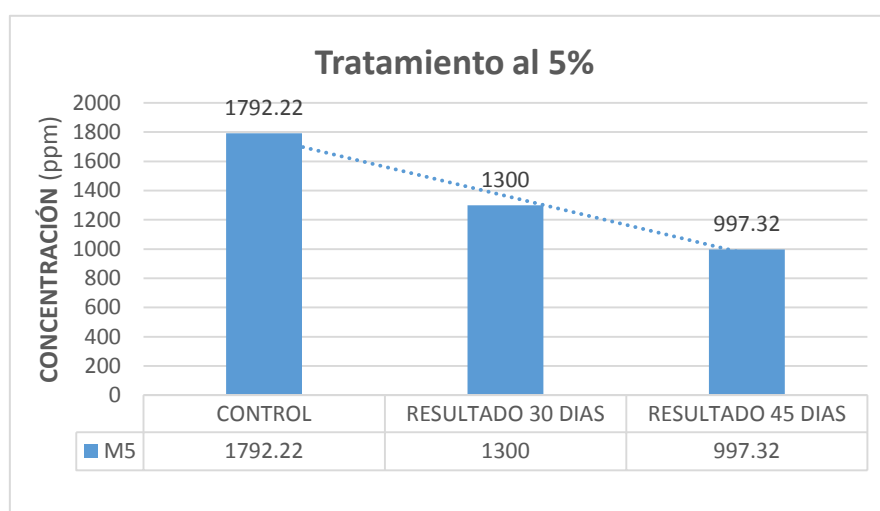
En la tabla 12, se observa que el tratamiento que consiste en añadir una concentración del 5% de biocarbon al suelo contaminado con plomo tiene una

disminución en su concentración respecto al análisis inicial (control), también se evidencia que el biocarbon a adsorbido una importante cantidad del metal pesado inicialmente presente en el suelo contaminado. Ver tabla 12.

*Tabla 12: Resultado del análisis del nivel de concentración de plomo para M3*

	Control	M5- 30 días	M5- 45 días
Plomo (Pb) (ppm)	1792.12	1300	997.32

Fuente: Laboratorio CCA -UNMSM



*Gráfico 3: Resultado de la concentración de plomo en el tratamiento M3, al 5% de biocarbon.*

En el gráfico 3 se observa que la concentración en el tratamiento al 5% de biocarbon obtuvo una disminución de 492.22 ppm en los primeros 30 días de su aplicación.

Podemos evidenciar según el gráfico que el tratamiento a los 45 días obtuvo una disminución en su concentración de 794.9 ppm respecto al control, y una disminución de 302.68 ppm respecto a la concentración en los primeros 30 días

Respecto al tratamiento anterior se observa que cuanto mayor es el porcentaje de biocarbon añadido al suelo contaminado es mayor la cantidad de plomo adsorbido e inmovilizado del suelo.

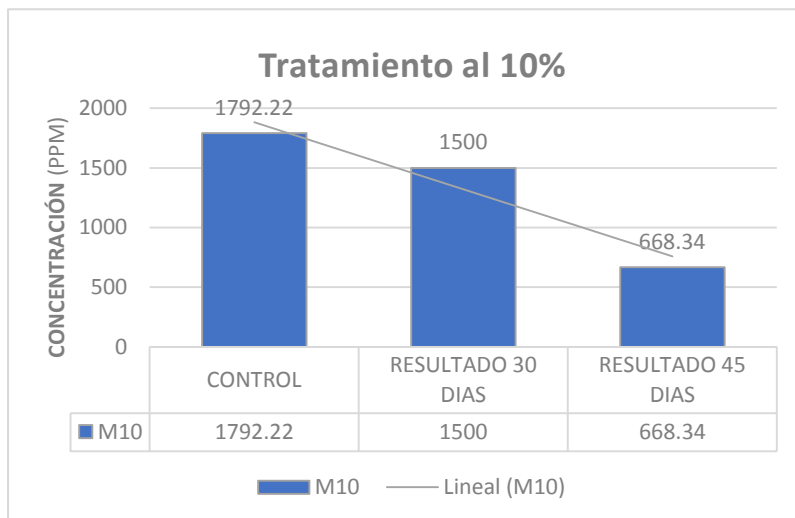
**Resultados de la evaluación de la concentración de plomo para el tratamiento al 10% de Biocarbon.**

En la tabla 13 se observa que el tratamiento que consiste en añadir una concentración del 10% de biocarbon al suelo contaminado con plomo tiene una disminución en su concentración respecto al análisis inicial (control), también se evidencia que el biocarbon a adsorbido una importante cantidad del metal pesado inicialmente presente en el suelo contaminado. Ver tabla 13.

*Tabla 13: Resultado del Análisis de concentración de plomo para M3*

	Control	M10- 30 días	M10- 45 días
Plomo (Pb) (ppm)	1792.12	1500	668.34

Fuente: Laboratorio CCA -UNMSM



*Gráfico 4: Resultado de la concentración de plomo en el tratamiento M10, al 10% de biocarbon.*

**Evaluación de la concentración de plomo en el tratamiento M10, al 10% de biocarbon.**

En el gráfico 4 podemos observar las concentraciones obtenidas en los tratamientos de 30 días y 45 días, obteniendo en los primeros 30 días una concentración de 1500

ppm y a los 45 días se evidencia que la concentración es de 668.34 ppm logrando disminuir un total de 1123.88 ppm con una tendencia a disminuir respecto al tiempo del tratamiento.

El 10% de biocarbon usado en este tratamiento adsorbió e inmovilizó 1123.88 ppm en los 45 días de su aplicación.

### **RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE PLOMO ADSORBIDO POR EL BIOCARBON EN EL TRATAMIENTO M10**

De acuerdo al seguimiento del desarrollo de recuperación del suelo con tratamiento del 10% de Biocarbon se realizó el análisis para determinar la concentración de plomo adsorbido por este, también se analizó la concentración del suelo a los 30 días de tratamiento.

*Tabla 14: Resultado de la concentración de plomo para M10 a los 30 días al 10% de biocarbon*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESULTADO PLOMO (ppm)</b>
BIOCARBON	1600
SUELO	900

Fuente: Laboratorio H&F Laboratorios s.a.c

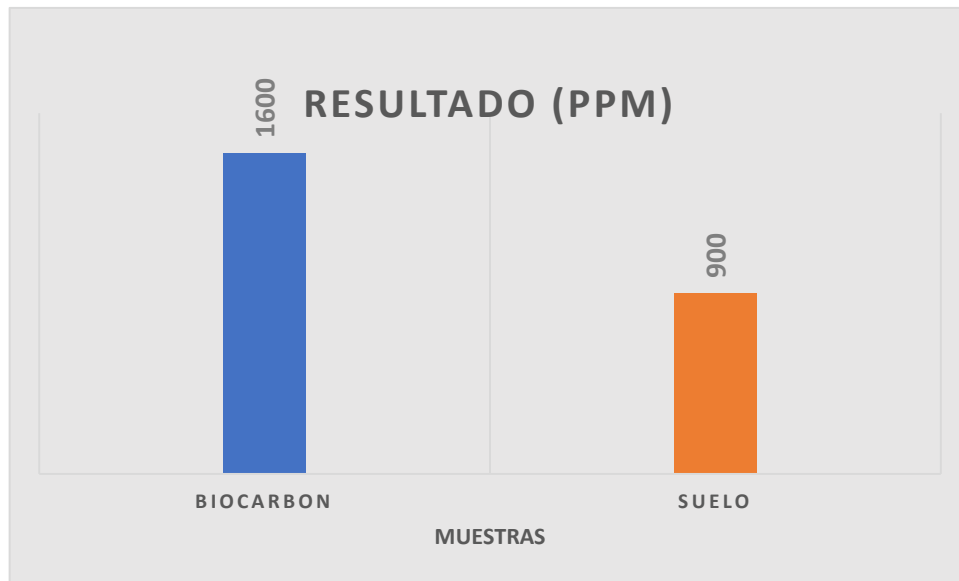


Grafico 5: Resultado de la adsorción del biocarbon al 10% a los 30 días.

### Resultados de la evaluación de la concentración de plomo para el tratamiento al 50% de Biocarbon.

De acuerdo al seguimiento del desarrollo del suelo, se observa que el tratamiento que consiste en añadir una concentración del 50% de biocarbon al suelo contaminado con plomo tiene una disminución en su concentración respecto al análisis inicial (control), también se evidencia que el biocarbon a adsorbido una importante cantidad del metal pesado inicialmente presente en el suelo contaminado. Ver tabla 15.

Tabla 15: Resultado del Análisis de concentración de plomo para M50

	Control	M50- 30 días	M50- 45 días
Plomo (Pb) (ppm)	1792.12	1100	689.12

Fuente: Laboratorio CCA -UNMSM

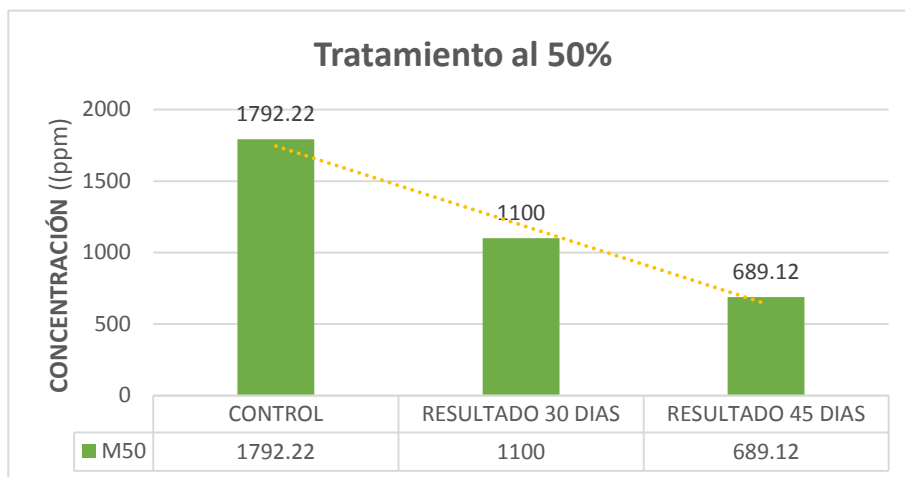


Grafico 6.: Resultado de la concentración de plomo en el tratamiento M50, al 50% de biocarbon.

En el grafico 5 podemos observar que la concentración en los primeros 30 días de tratamiento presenta una disminución de 692.22 ppm, siendo adsorbido por el biocarbon utilizado.

También presenta una disminución total de 1103.1 ppm en los 45 días de su aplicación, por lo que podemos asegurar que en transcurso de los días siguientes el biocarbon seguirá adsorbiendo el metal pesado del suelo.

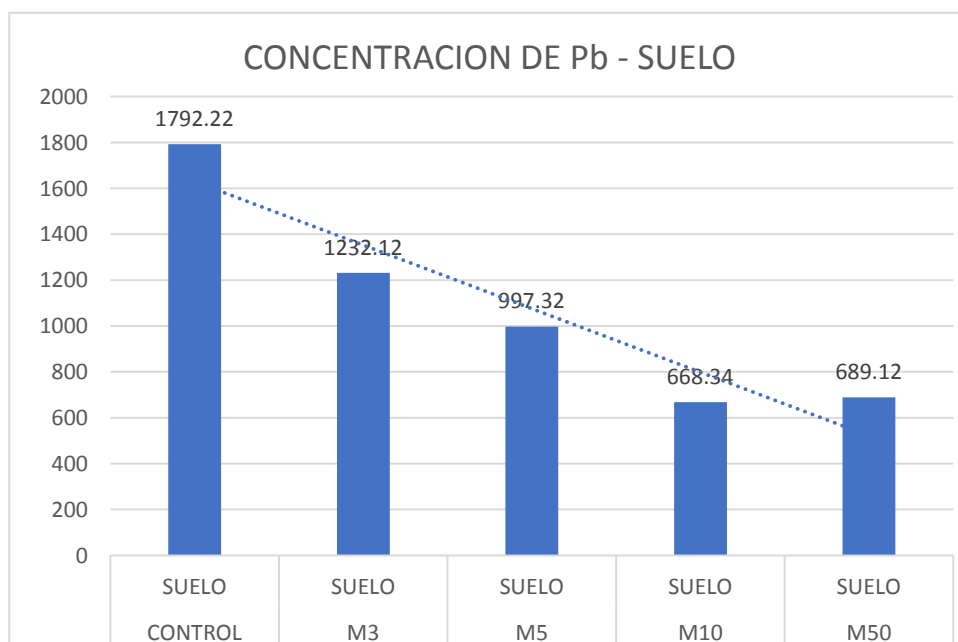
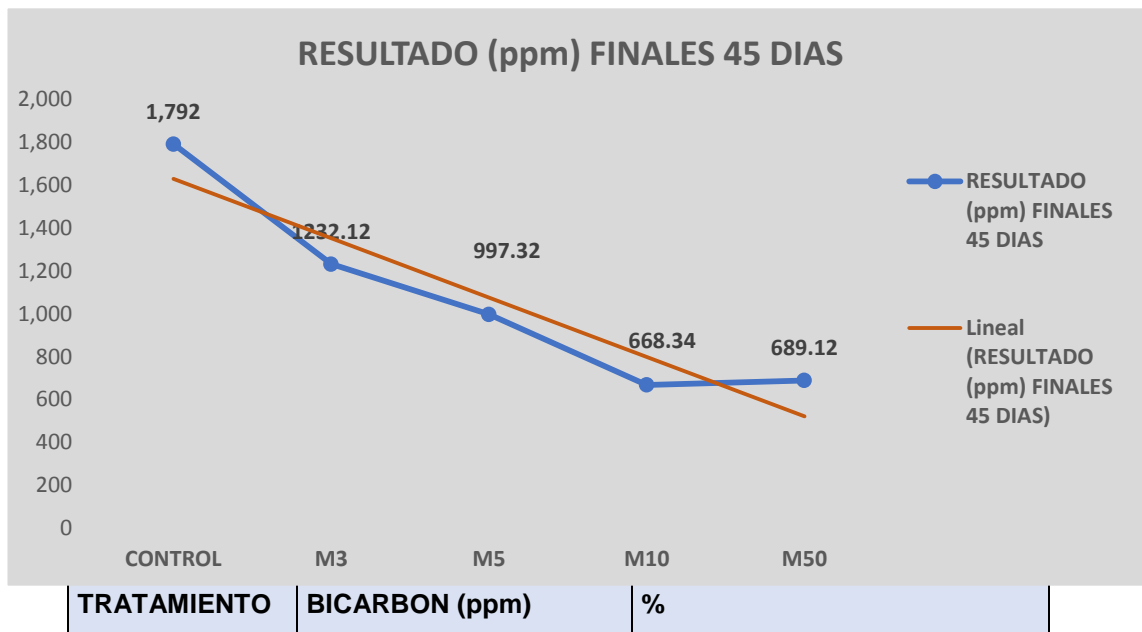


Grafico 7: Resultado de la concentración de plomo en el suelo a los 45 días



**Grafico 8: CONCENTRACION DE PLOMO A LOS 45 DIAS.**

En el grafico 8 podemos observar la tendencia a disminuir la concentración de plomo respecto a la concentración inicial (control), la tendencia a la disminución es clara, mientras se aumenta la cantidad de porcentaje de biocarbon utilizado en el tratamiento se obtendrá mayor adsorción de plomo por aplicación.

**Resultados de los análisis de Adsorción de plomo del biocarbon para los diferentes tratamientos aplicados en la investigación.**

Tomando en cuenta la concentración inicial de la muestra podemos calcular la cantidad de plomo adsorbido por el biocarbon en cada tratamiento.

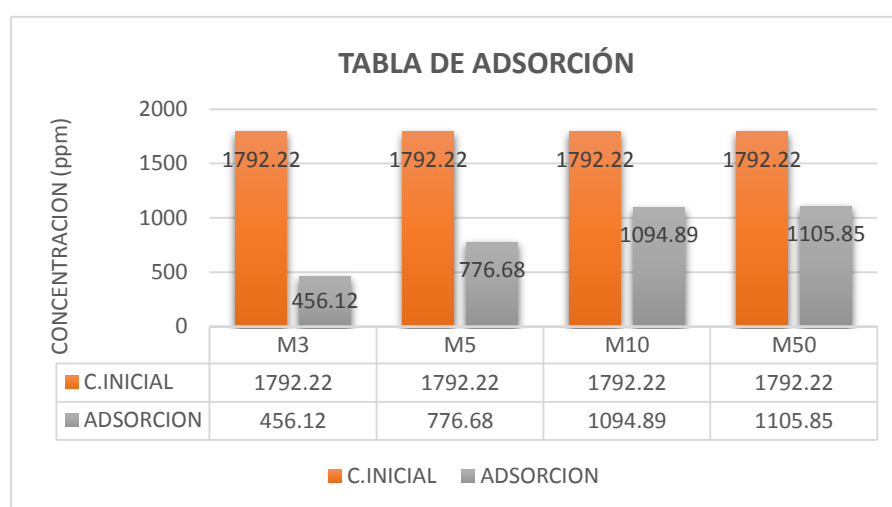
En la siguiente tabla se muestra las concentraciones de plomo en el biocarbon a los 45 días de su aplicación.

Para determinar la concentración del biocarbon por cada tratamiento se separó el biocarbon del suelo y se analizó por separado, obteniendo los siguientes resultados de concentración.

*Tabla 16: Concentración de plomo adsorbido por el biocarbon en los tratamientos.*

<b>M3</b>	456.12	25.45000056
<b>M5</b>	776.68	43.33619757
<b>M10</b>	1094.89	61.09127228
<b>M50</b>	1105.85	61.70280434

Fuente: Laboratorio CCA-UNMSM



*Grafico 9: TABLA DE ADSORCIÓN DEL BIOCARBON*

Del grafico 9 se resuelve el siguiente:

La adsorción de plomo generado por el biocarbon en el tratamiento del 3% es de 456.12 ppm, la concentración se evaluó a los 45 días de su aplicación, también se indica su % de eficiencia de adsorción el cual es de 25.45%.

La adsorción de plomo generado por el biocarbon en el tratamiento del 5% es de 776.68 ppm analizada a los 45 días de su aplicación, y una eficiencia de adsorción de 43.33%.



La adsorción de plomo generado por el biocarbon en el tratamiento de 10% es de 1094.89 ppm analizada a los 45 días de su aplicación, y una eficiencia de adsorción del 61.09%.

La adsorción de plomo generado por el biocarbon en el tratamiento de 50% es de 1105.85 ppm el cual también fue analizada a los 45 días de su aplicación, también presenta una eficiencia de adsorción de 61.7%.

### **RESULTADOS GENERALES DE CONCENTRACIONES DE PLOMO EN EL SUELO ANALIZADOS A LOS 30 DÍAS Y 45 DÍAS DEL TRATAMIENTO CON BIOCARBON.**

En la siguiente tabla se observa las diferentes concentraciones de plomo que presenta el suelo a los 30 días y 45 días de su aplicación.

***Tabla 17: Tabla Resumen de Resultados de Concentraciones en los tratamientos.***

<b>PRUEBA</b>	<b>RESULTADOS (ppm) INICIALES 30 DIAS</b>	<b>RESULTADOS (ppm) FINALES 45 DIAS</b>
<b>CONTROL</b>	<b>1792</b>	<b>1792</b>
<b>M3</b>	1100	1232.12
<b>M5</b>	1300	997.32
<b>M10</b>	1500	668.34
<b>M50</b>	1100	689.12

Fuente: Laboratorio CCA -UNMSM, Laboratorios H&F SAC

En la tabla N.º 17 se evidencia las diferencias en las concentraciones en la primera etapa del tratamiento (30 días) respecto al control (1792 ppm), en el cual el tratamiento m3 donde se utilizó el 3% de biocarbón y el tratamiento m50 donde se utilizó el 50% de biocarbón presentaron una misma concentración de 1100 ppm.

En el segundo resultado (45 días) el tratamiento que presenta menor concentración de plomo es el M10, donde se utilizó el 10% de biocarbón, el cual presentó 668.34 ppm.

#### **IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados que se obtuvieron en el periodo inicial de 30 días y periodo final de 45 días de la toma de muestra de suelo se tienen:

Partiendo de los resultados de los análisis tomados al suelo contaminado con plomo en el parque chota ubicado en el asentamiento humano Ramon Castilla del callao, se encontró una concentración de 1792.22 ppm o equivalente a mg/kg, y considerando que la normativa vigente, el Ds 002-2013-MINAN que aprueba el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, indica que debería de tener una concentración máxima de 140 mg/kg de plomo para el tipo de uso de suelo (residencial/parque), por lo que el suelo de dicho lugar esta sobre los ECA`s normados por la legislación ambiental peruana.

La elaboración del horno pirolítico en base a productos reciclados para la producción de biocarbón de bagazo de caña de azúcar es una alternativa muy eficiente y económica para poder inmovilizar y recuperar el metal pesado del suelo contaminado.

En la presente investigación el porcentaje de lignina del biocarbon elaborado fue de 21.7%, teniendo en cuenta que el bagazo de caña de azúcar contiene entre 15% y 25% de lignina en su composición, podemos afirmar que nuestro biocarbón es eficiente para la adsorción de metales pesados, y en la investigación del autor OSMA et al. (2010), menciona que el bagazo de caña de azúcar ha logrado la mayor eficiencia en la remoción analizada, es así que la técnica de la bio adsorción se convierte en la esperanza para la remoción de los metales pesados presentes en los ambientes acuosos, especialmente, aquellos adsorbentes que sean derivados de materiales lignocelulósicos, que presentan gran cantidad de polímeros dentro de su estructura como: celulosas, hemicelulosa, lignina estos los hacen biomateriales eficientes, es promisorio ya que la tecnología no requiere de mucha inversión, es limpia y se puede utilizar en efluentes contaminados a concentraciones bajas.

En la presente investigación el mayor porcentaje de eficiencia de adsorción fue de 61.09 %, la cual corresponde al tratamiento M10 (10% de biocarbon de bagazo de caña de azúcar) siendo esta técnica una alternativa muy importante para la inmovilización del metal pesado en suelos contaminados. Este resultado discrepa de los resultados de la investigación del autor KOLTOWSKI (2016), ya que en su investigación menciona que el biocarbón es menos eficaz que el carbón activado en la inmovilización de contaminantes.

En la presente investigación se utilizó cuatro tipos de tratamientos con porcentajes de biocarbón de 3%, 5%, 10% y 50% respecto al peso del suelo, y el más eficiente fue el de 10%, siendo una alternativa bastante económica si consideramos áreas extensas de recuperación, pero en la investigación del autor LIANG, et al (2017), se utilizó la combinación de biocarbon y compost en una proporción de 20% y 40% respectivamente buscando mejorar los parámetros de del suelo de humedales, y en su investigación logra inmovilizar los metales pesados. La presente investigación resulta ser más eficiente y factible para la recuperación de suelos contaminados en áreas extensas.

Un punto en el cual concordamos es que la influencia entre el biochar y el compost para la inmovilización de metales pesados ha sido la menos estudiada hasta la fecha.

Los resultados de la presente investigación utilizando bagazo de caña de azúcar se demuestra que el biocarbon inmovilizó y adsorbió el plomo del suelo contaminado reduciendo considerablemente su concentración final, sin afectar el pH alcalino del suelo, no evidenciándose efectos contradictorios a los que se esperaba, pero el autor BEESLEY, et al (2010), en su investigación indicó que la aplicación de enmiendas a suelos contaminados con múltiples elementos puede tener efectos contradictorios sobre la movilidad, la biodisponibilidad y la toxicidad de elementos específicos, dependiendo de la enmienda.

En la presente investigación se elaboró el biocarbón de bagazo de caña de azúcar en un horno pirolítico a una temperatura máxima de 310 °C para mantener las propiedades de la lignina, y en su investigación el autor TSHEWANG, et al (2015), elaboró biocarbón activado de madera, con una pirolisis a 550 °C, se concluye que utilizando menor temperatura en la producción de biocarbón se obtuvieron resultados favorables de adsorción de metal pesado.

Para producir biocarbon de bagazo de caña de azúcar se utilizó 100% de biomasa recolectada de puestos de venta de jugo de caña de azúcar, materia orgánica que es desechada por los comerciantes, y en el estudio del autor ACOSTA, (2014), menciona que el 90% de la biomasa utilizada para producir azúcar, utilizando los mismos hornos se puede producir biocarbon de bagazo de caña de azúcar de muy buena calidad y utilizarlo para remediación de suelos.

## V. CONCLUSIONES

De la investigación se concluyó lo siguiente:

- El Biocarbón de bagazo de caña de azúcar logra recuperar significativamente los suelos contaminados con plomo en el parque chota del AA. HH Ramón Castilla de la Provincia Constitucional del Callao, logrando reducir la concentración de plomo presente en el suelo en 61.09% en el tratamiento al 10% de biocarbón en 45 días de su aplicación.  
Se concluyó que el tratamiento más óptimo para recuperación de suelo fue donde se utilizó el 10% de biocarbón (M10), logrando adsorber 1094.89 ppm de plomo en un periodo de 45 días de su aplicación.
- Se concluyó que las propiedades físico-químicas del biocarbón analizadas en la presente investigación como el nivel del PH que fue de 8.7 y el porcentaje de lignina que fue de 21.7 % fueron parámetros importantes en la capacidad de adsorción del metal pesado por consiguiente en la recuperación del suelo. El PH alcalino del biocarbón no alteró el nivel de PH del suelo, y la materia lignocelulósica presente en su estructura lo hacen biomateriales eficientes para la adsorción de metales pesados.
- Se concluyó que las propiedades de adsorción que tiene el biocarbon de bagazo de caña de azúcar contribuyen en la captura e inmovilización del plomo en el suelo, de esta forma en la recuperación del suelo contaminado del metal pesado, logrando adsorber 1094.89 ppm de plomo en un periodo de 45 días de su aplicación.
- Se concluyó que es importante mantener una temperatura controlada menor a 350 °C en el horno pirolítico durante la elaboración del biocarbón para conservar las propiedades de la lignina en la adsorción de metales pesados.
- Del presente trabajo de investigación se concluyó que el suelo del parque chota del Asentamiento Humano Ramón Castilla presenta 12 veces el valor del ECA de suelo permitido, siendo un peligro para la salud de las personas y niños considerarlo área recreativa.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que el horno donde se elabore el biocarbón presente un controlador de temperatura para no exceder los 350 grados centígrados, para mantener las propiedades de la lignina en el producto.

Se recomienda limpiar minuciosamente y dejar secar dos días el bagazo de caña de azúcar antes de la producción del biocarbón.

Se recomienda utilizar la proporción de biocarbón al 10% respecto del suelo para obtener resultados más eficientes y factibles en la recuperación de suelos en áreas extensas.

Se recomienda continuar con la investigación ya que esta técnica es poco estudiada actualmente y es una alternativa bastante eficaz y económica para poder adsorber e inmovilizar el metal pesado que tanto daño puede causar a la salud de la población.

Se recomienda realizar los análisis correspondientes en laboratorios certificados para asegurarnos de obtener datos verídicos y confiables.

## **VII. BIBLIOGRAFIA**

1- Beesley, Luke, et al, A review of biochars' potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils. Environmental Pollution .[En línea] Julio 2011,nº3269e3282 .[fecha de consulta :29 de AGOSTO]

Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749111003939>

2.- Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud Ambiental. División de Salud y Ambiente. OPS, OMS. Introducción a la Toxicología Ambiental. Editora Dra. Lilia A. Albert. 1997: 180.

3- Determinación de plomo y arsénico en el jugo de caña de azúcar (*saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana. Jesus Emanuel Huanri Pacotaype. Tesis para optar el grado de químico farmacéutico. Universidad Mayor de San Marcos, 2015

4.- Determinación de Niveles de Plomo en Escolares del Distrito de Comas. Br. Juan José García López, Br. Mirtha Carolina Mendoza Albis. Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú 1999.

5.- Determinación de la concentración de plomo en suelos de lima metropolitana y su repercusión en la contaminación ambiental. Br. Nolasco Macollunco Gladis. Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. 2001.

6.- Efecto del biocarbón en cacao orgánico (*Theobroma cacao* L.) y manejo biológico del Mal de Panamá (*Fusarium Oxysporum* f.sp cubense) con biocarbón y microorganismos benéficos. ING. Jorge Orlando Acosta Buitrago. Tesis para optar el grado de magister en agricultura ecológica, CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA ESCUELA DE POSGRADO. Colombia. 2014

7.- Jiang, Jun, et al. Immobilization of Cu(II), Pb(II) and Cd(II) by the addition of rice straw derived biochar to a simulated polluted Ultisol . *Journal of Hazardous Materials* .[En línea].Junio , 2012. [fecha de consulta :27 de abril]

Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389412005973>

8.- Kołtowski, Michał, et al. Effect of biochar activation by different methods on toxicity of soil contaminated by industrial activity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. [en línea]. (2017). [fecha de consulta: 25 de agosto]

Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651316304389>

9- LEHMANN, JOHANNES. (2009). "Terra Preta de Indio", Encyclopedia of Soil Science.

10- LEHMANN, J.; RONDON, M.; 2006. Bio-char soil management on highly weathered soils in the humid tropic. En: UPHOFF, N. (ed): Biological approaches to sustainable soil systems. P.530. Taylor y Francis Group: London

11.- Liang B, Lehmann J, D Salomón, Kinyangi J, J Grossman, et al. ( 2006) Negro de carbono aumenta la capacidad de intercambio catiónico de los suelos. Soil Science Society of America Diario 70, 1719 - 1730. doi: 10.2136.

12- OLMOS, OLMO PRIETO. (2016). Efectos del biochar sobre el suelo, las características de la raíz y la producción vegetal. Publicado, UNIVERSIDAD DE CORDOBA. Consulta 10 de mayo del 2017, disponible en: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/13381/2016000001398.pdf?sequence=1>

13- Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana. Guerra Laura Patricia Amelia. Tesis para optar el título de ingeniero ambiental. Universidad Nacional Agraria la Molina. Peru.2015.

14- TOLEDO, BELLA KARINA. (2009). *Aplicación de Procesos Biológicos como medida Remediación para recuperar suelos Limo-Arcillosos contaminados con Gasolina*. Publicado, ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL. Consulta 10 de Mayo de 2017,, disponible en: [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6279/2/remediacion de suelos por procesos biologicos.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6279/2/remediacion%20de%20suelos%20por%20procesos%20biologicos.pdf).

15-Tshewang Namgay, et al, Influence of biochar application to soil on the availability of As, Cd, Cu, Pb, and Zn to maize (*Zea mays* L.). *Australian Journal of Soil Research* [En línea]Octubre 2010, nº( 638–647 ) .[fecha de consulta :29 de agosto]

Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916314892>

16- QUIÑONES, E; TEJADA, C.; 2013. Remocion de plomo y niquel en soluciones acuosas usando biomasa lignocelulósicas. U.D.C.A Act & Div. Cient, 16(2), 419-489.

17.- Zhu, J. et al (2016). Effects of Different Biochars on *Pinus elliottii* Growth, N Use Efficiency, Soil N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> Emissions and C Storage in a Subtropical Area of China. [consulta 25 de agosto 2017]

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S100201601760314X>



## VIII. ANEXO

# ANEXO 1: ELABORACION DE HORNO PIROLITICO A PARTIR DE CILINDROS

## PRIMERA ETAPA

1.- Se reciclo tres cilindros en buen estado, un cilindro se abrió por la mitad y se modificó para transformarlo en chimenea, el segundo solo se le corto la base, y el tercero se modificó para convertirlo en un cilindro más pequeño que ingrese dentro del grande, cuyas medidas deben de ser 65cm de altura por 34 cm de diámetro



2: Se realizó agujeros de una pulgada de diámetro al cilindro completo en el contorno cada 15 cm a 10 cm de la tapa y en la parte superior a 10 cm de la base.



3: Se acondicionó una tapa metálica soldado de la chimenea, como muestra la imagen, se le acondiciono una bisagra soldada en la tapa superior del cilindro mayor.

El horno presenta en la base de la chimenea 04 agujeros en su contorno para que ingrese el oxígeno y termine de realizar la combustión completa.

## SEGUNDA ETAPA

4: Se desarrolló el cilindro interno donde se colocará la biomasa que se desea transformar a biocarbón.





EL CILINDRO MENOR DE DIAMETRO DE 32 CM Y ALTURA DE 65 CM TIENE UNA TAPA CON AGUJEROS REALIZADOS CON UNA BROCA DE  $\frac{1}{4}$  DE PULGADA PARA QUE SALGAN LOS GASES QUE SE GENERAN Y AYUDEN A LA COMBUSTION DE LA LEÑA. ESTE CILINDRO INGRESA DENTRO DEL MAYOR TENIENDO 10 CM DE ESPACIO ENTRE AMBOS.



EL CILINDRO MENOR DE DIAMETRO DE 32 CM Y ALTURA DE 65 CM TIENE TAMBIEN AGUJEROS EN LA BASE.

## SISTEMA DE ENFRIAMIENTO MEDIANTE TUBERIA DE AGUA.

5: Se instaló una tubería de forma circular en el interior del cilindro mayor que tenga contacto con el cilindro menor, esta tubería tiene agujeros para que el agua que se le ingresa pueda tener contacto con el cilindro menor y así controlar la temperatura del biocarbon que se produce dentro del cilindro menor.

Esta tubería está colocada a 50 cm de la base del cilindro mayor.



## HORNO EN FUNCIONAMIENTO.



Se muestra la entrada de la tubería que sale del horno por un agujero y desde este punto ingresa agua para enfriar el sistema.

## ANEXO 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuánto es la recuperación de suelos contaminados con plomo utilizando el biocarbon de bagazo de caña de azúcar en el parque chota ubicado en la cuadra nº3 de la avenida Néstor Gambetta, en el distrito del callao provincia constitucional del callao?	<p>1.- ¿Cuáles son las propiedades físico – químicas del biocarbon de bagazo de caña de azúcar para la recuperación del suelo contaminado con plomo?</p> <p>2.-¿Cuánto es la adsorción del biocarbon para la recuperación de suelos contaminados con plomo?</p>	Recuperar los suelos contaminados con plomo utilizando el biocarbon de bagazo de caña de azúcar en el parque chota del distrito del callao, provincia constitucional del callao.	<p>1.- Determinar las propiedades físico – químicas del biocarbon de bagazo de caña de azúcar para recuperar el suelo contaminado con plomo.</p> <p>2.- Determinar la adsorción del biocarbon de bagazo de caña de azúcar para la recuperación de suelo contaminado con plomo.</p>	El biocarbon de bagazo de caña de azúcar logra recuperar los suelos contaminados con plomo del parque chota en el distrito del callao, provincia constitucional del callao.	<p>1.- las propiedades físico – químicas del biocarbon recuperan el suelo con plomo en el parque chota en el distrito del callao, provincia constitucional del callao.</p> <p>2.- la adsorción del biocarbon contribuye a la recuperación del suelo contaminado con plomo en el parque chota del distrito del callao, provincia constitucional del callao.</p>	Uso del Biocarbon	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades físico – química del biocarbon.</li> <li>Adsorción de Plomo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Textura</li> <li>PH</li> <li>Cantidad de plomo</li> </ul>
						Recuperación de suelos contaminados con plomo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la concentración de Plomo</li> <li>Eficiencia de descontaminación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentración de plomo</li> <li>Porcentaje de eficiencia de remoción de plomo</li> </ul> <p><math>((C1 - Cf)/C1) \times 100</math></p>



## REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

Solicitante : EDWIN CONDEÑA  
Tipo de Muestra : Muestra mineral  
Procedencia :  
Fecha de Recepción : 27 de octubre de 2017  
Referencia : H&F 3006 – 3007 /2017

Denominación de muestra:	RESULTADOS DE ANALISIS
	Pb %
SUELO MEJORADO	0.09
BIOCARBON	0.16

Lima, 30 de octubre de 2017

  
JUAN FERNÁNDEZ TRUJILLO  
Ing. Químico  
C.I.P. 31839





**LABORATORIOS S.A.C**  
DESDE 1999

Análisis químico de minerales, concentrados,  
aleaciones, agua, aire.  
Control ambiental  
Fabricación y venta de reactivos químicos

## REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

Solicitante : EDWIN CONDENIA  
Tipo de Muestra : Muestra mineral  
Procedencia :  
Fecha de Recepción : 26 de octubre de 2017  
Referencia : H&F 2992- 2986 /2017

Denominación de muestra:	RESULTADOS DE ANALISIS	
	Pb ppm	pH
SUELO MEJORADO 10%	1500	8.66
SUELO CONTROL	1700	9.20
SUELO MEJORADO 5%	1300	8.92
SUELO MEJORADO 50%	1100	8.85
SUELO MEJORADO 3%	1100	8.97

Lima, 27 de octubre de 2017

  
JUAN FERNÁNDEZ TRUJILLO  
Ing. Químico  
C.I.P. 31039



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
CENPROFARMA  
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA




## PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00338-CPF-2017

ORDEN DE ANÁLISIS : 04584/2017  
SOLICITADO POR : EDWIN CONDEÑA NAVENTA  
DIRECCIÓN : Mz. J Lte. 5 – Tiwinsa - Callao  
MUESTRA : SUELO MEJORADO CON BIOCARBÓN  
NÚMERO DE LOTE : ----  
CANTIDAD : 9 bolsas plásticas x 500g  
FECHA DE RECEPCIÓN : 30 de Octubre del 2017  
FECHA DE FABRICACIÓN : ----  
FECHA DE VENCIMIENTO : ----

PRUEBA		METODOS	RESULTADO
PLOMO			(PPM)
M3	SUELO	AAS	1232.12
	BIOCARBON	AAS	456.12
M5	SUELO	AAS	997.32
	BIOCARBON	AAS	776.68
M10	SUELO	AAS	668.34
	BIOCARBON	AAS	1094.89
M50	SUELO	AAS	689.12
	BIOCARBON	AAS	1105.85
CONTROL	SUELO	AAS	1792.22

Lima, 03 de Noviembre del 2017

  
Dra. María Elena Salazar Salazar  
Directora (e) del Centro de Control Analítico



"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002 Jardín Botánico Lima 1 - Perú  
☎ (511) 619-7000 anexo 4824 ✉ Ap. Postal 4559 - Lima 1  
E-mail: cca.farmacia@unmsm.edu.pe http://farmacia.unmsm.edu.pe

ISO 9001

BUREAU VERITAS  
Certification

N° BR233265



Ficha de Recoleccion de Materia para Produccion de Biocarbon	
1	Material organico Recolectado:
2	Nombre del Investigador:
3	Fecha y Hora de la Recoleccion:
4	Cantidad de material organico(kg):
5	Lugar de procedencia:
6	Nombre de la produccion inicial:
7	Tipo de residuo (detallar):
8	Caracteristicas:
9	observacion:

*Zenilys Garcia*

FIRMA DEL ESPECIALISTA

CIP:

GRADO ACADEMICO

Magister.

*Elmer Gonzalez Benites Alfaro*

FIRMA DEL ESPECIALISTA  
 ELMER GONZALEZ BENITES ALFARO  
 CIP: INGENIERO QUIMICO  
 GRADO ACADEMICO

*Orlando*

FIRMA DEL ESPECIALISTA

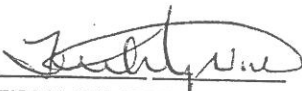
CIP: 000146.


GRADO ACADEMICO Doctor

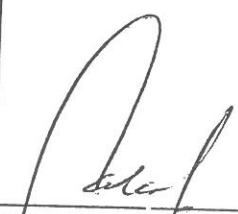
Orlando F. Caballero

FICHA DE PRODUCCION DE BIOCARBON

Centro de Produccion:	
Responsable de Produccion:	
N° Lote de produccion	
Peso de Materia Prima Entrante:	
Peso de Biocarbon Producido:	
Temperatura de la Reaccion (°C)	
textura:	
PH:	
Nitrogeno:	
Humedad:	
Fecha y Hora:	
Tiempo de produccion de Biocarbon:	
Uso de Biocarbon en suelo contaminado	
concentracion de plomo alcanzado/kilogramo de biocarbon	
% Eficiencia del uso del Biocarbon	
Observaciones:	

  
 FIRMA DEL ESPECIALISTA  
 CIP:  
 GRADO ACADEMICO  
 Magister.

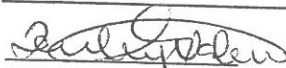
  
 FIRMA DEL ESPECIALISTA  
 CIP: ~~ELMER GONZALES BENITES ALFARO~~  
 INGENIERO QUIMICO  
 GRADO ACADEMICO  
 CIP N° 71998


  
 FIRMA DEL ESPECIALISTA  
 CIP: 010146  
 GRADO ACADEMICO *Del 706*  
 CARLOS F. CORREA C.

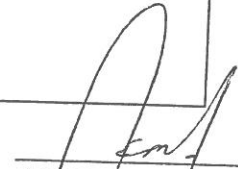
### Ficha de Recoleccion de Datos

Nombre del sitio de estudio:		Departamento	
Uso Principal:		Provincia:	
Direccion:			
<b>Datos del punto de muestreo:</b>			
Nombre del punto de muestreo:		Operador: (empresa/ persona):	
coordenadas:      x:                      y		Descripcion de la superficie: (pe, asfalto, cemento, vegetacion)	
(UTM,WGS84)		Precipitacion (si/no,intensidad):	
Temperatura (°C):		Instrumentos Usados:	
Técnica de Muestreo: (p.e, sondeo manual/semi mecanico/mecanico, zan		Relleno del agujero despues del muestreo (Si, no, descripcion)	
Profundidad Final: (en centimetros bajo la superficie)			
<b>Datos de las Muestras:</b>			
Clave de la Muestra:			
Fecha:			
Hora:			
Profundidad desde:			
Profundidad hasta:			
Características Organolepticas:			
Color:			
Olor:			
Concentracion de plomo ( Pb)			
Textura:			
Compactacion/consistencia:			
Humedad:			
Componentes Antropogenicos:			
Medidas de Concervacion:			
Tipo de Muestra (Simple/ compuesta):			
Area de Muestreo (m2):			
Numero de sub-muestras:			

Observacion	Croquis:
-------------	----------

  
 FIRMA DEL ESPECIALISTA  
 CIP:  
 GRADO ACADEMICO  
 Magister

  
 FIRMA DEL ESPECIALISTA  
 CIP: **ELNER GONZALES BENITES ALFARO**  
 INGENIERO QUIMICO  
 GRADO ACADEMICO  
 REGISTRO N° 71998

  
 FIRMA DEL ESPECIALISTA  
 CIP: **010146**  
 GRADO ACADEMICO  
 CIP N° 1. CASAS DE PIEDRA

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Elmer Gonzales Benites
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Proyecto tesis
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Chabela Navetta

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 14 de junio del 2017

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

DNI N° **ELMER GONZALES BENITES ALFARO**

INGENIERO QUÍMICO

Reg. CIP N° 71998



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valencia Reyes, Zorhy  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente CV  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ficha de recolección de datos  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: .....

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

57
—

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%
---

Lima, 14 de junio del 2017

Zorhy Valencia  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI No. 4025801 Telf.: 920423060



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Valencia Reyes Zambray  
 1.2. Cargo e institución donde labora: docente UCV  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ficha de recolección  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: .....

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación


**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

%
---

Lima, 14 de junio del 2017

*Andrés Valencia*  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI No. 4025301. Telf.: 920223060



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valencia Reyes Zauhy
- 1.2. Cargo e institución donde labora: docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ficha
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: .....

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación


### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%
---

Lima, 14 de junio del 2017

*Zauhy Valencia*

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 4012580 Telf.: 920123060

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Elmer Gonzales Benitez
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Proyecto de tesis
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Condon Nantz

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 14 de junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI NELMER GONZALES BENTES ALFARO

INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 71998



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Eliener Gonzales Benites  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UV.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: proyecto tesis  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Concepción Nazari

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

95 %

Lima, 14 de junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI: ENR GONZALES BENITES ALFARO  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CIP N° 74998

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Casari
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Proyecto
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ordelino Mantay

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

C
—

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 14 de junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 17402784 Telf. 945505134

*CAROL CABRERA CASARI*

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carlos
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Proyecto SEM
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Andrés Quintana

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
NO

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 14 de junio del 2017

Carlos Cabrera  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 17402204 Telf.: 945509179



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: CABRERA Carlos
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: \_\_\_\_\_
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Concepción Klavert, Edelmira

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

✓
—

85 %

Lima, 14 de junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 7902724 Telf. 945 509129

Yo, ELMER BENITES ALFARO, docente de la Facultad de INGENIERIA y Escuela Profesional de ING. AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo - LN revisor (a) de la tesis titulada:

"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" del estudiante CODEÑA NAVENTA EDWIN ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15% 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.

Los Olivos, 25 MAYO del 2018



Firma  
ELMER BENITES ALFARO  
DNI: 07867259

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

15 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias	
1	Entregado a Universidad... Fuente de coincidencia: 2 %
2	repositorio uo.edu.pe Fuente de internet: 2 %
3	cyberbasia.unmiami.edu... Fuente de internet: 2 %
4	belvia.uco.es Fuente de internet: 1 %
5	(lib)pdfaria.org.mx Fuente de internet: 1 %
6	www.alidestiano.net Fuente de internet: 1 %
7	www.esedu.com Fuente de internet: 1 %
8	repositorio.lamolina.edu... Fuente de internet: 1 %
9	www.scribd.com Fuente de internet: <1 %
10	www.gatoconstruccion.net Fuente de internet: <1 %
11	es.slideshare.net Fuente de internet: <1 %

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

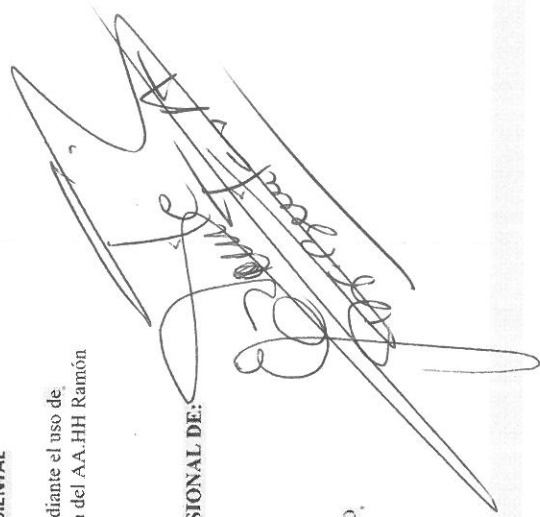
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

Recuperación de suelos contaminados con plomo mediante el uso de biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el Parque Chota del A.A.HH Ramón Castilla – Callao 2017.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
 INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**  
 CONDENA NAVENTA, EDWIN ANTONIO

**ASESOR:**  
 DR. ELMER BENITES ALFARO







# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Digitalización de tesis

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CONDENIA NAVENTA, EDWIN ANTONIO con DNI N° 45780959 domiciliado (a) en M2 J LOTE 05 A-H TWINZA - CALLO

ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

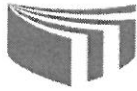
Que en mi condición de alumno de la promoción 2017 del programa ...INGENIERÍA AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° ..... de la Escuela de Ingeniería Ambiental, recorro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

Digitalización de tesis para optar el Grado de Ingeniero Ambiental.

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima, 04 de 06 de 2018

Edwin Navena  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental  
Lima



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)
CONDENA NAVENTA, EDWIN ANTONIO
D.N.I. : 45780959
Domicilio : N° 3 LOTE 05 - TIWIMZA - CALLAO
Teléfono : Fijo : Móvil : 979243502
E-mail : Ing. Condena @ Hornosul . com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:
[X] Tesis de Pregrado
Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería
Carrera : Ingeniería Ambiental
Título : Ingeniero Ambiental
[ ] Tesis de Post Grado
[ ] Maestría [ ] Doctorado
Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:
CONDENA NAVENTA, EDWIN ANTONIO
Título de la tesis:
RECUPERACIÓN de Suelos Contaminados con plomo mediante el uso de biocarbon de bagazo de caña de Azúcar en el parque chota del A.H. Ramón Castilla.
Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,
Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [X]
No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [ ]

Firma : [Handwritten Signature]

Fecha : 04.06.2015