



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia de diversas dosis de biochar elaborado con cáscara de naranja para la adsorción de plomo en suelos contaminados de la ribera del Rio Rímac - 2019

TESIS PAR OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORES:

Jhoselin Margarita Garcia Bardales (ORCID: 0000-0001-9742-1853)

Yahaira Lisseth Perez Becerra (ORCID: 0000-0003-4201-2547)

ASESOR:

Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

Lima – Perú

2019

Dedicatoria

Queremos dedicarle este trabajo principalmente a nuestros padres, que han sido nuestra principal fuente de energía, sin ellos nada de esto podría ser posible, a su amor incondicional y a la gran confianza depositada en nosotras para ver realizados nuestros sueños.

Agradecimiento

A nuestros maestros que a lo largo de nuestra vida profesional han aportado un granito de arena que se ve reflejado hoy, un agradecimiento especial a nuestro asesor de tesis, el Ing. Fernando Sernaque por el apoyo incondicional en cada día de trabajo, a nuestra casa de estudios la Universidad César Vallejo por permitirnos lograr nuestras metas trazadas.

PÁGINA DEL JURADO

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jhoselin Margarita García Bardales con DNI N° 77414368 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo fundamento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica. Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 03 de Diciembre del 2019



García Bardales Jhoselin Margarita

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Yahaira Lisseth Perez Becerra con DNI N° 48341310 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo fundamento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica. Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 03 de Diciembre del 2019



Perez Becerra Yahaira Lisseth

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
PÁGINA DEL JURADO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	VI
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XI
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
I. Introducción.....	1
II. Método.....	17
2.1.Tipo y diseño de investigación.....	17
2.2.Operacionalización de variables.....	21
2.3.Población y muestra.....	22
2.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
2.5.Procedimiento.....	24
2.6.Método de análisis de datos.....	36
2.7.Aspectos éticos.....	37
III. Resultados.....	37
IV. Discusión.....	81
V. Conclusiones.....	82
VI. Recomendaciones.....	83
REFERENCIAS.....	84
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Componentes de la cascara de naranja.....	7
Tabla N°2: Composición Físico- química de la cáscara de naranja.....	7
Tabla N° 3: Tipos de pirolisis y distribución de productos	13
Tabla N°4: DECRETO SUPREMO N° 011- 2017- MINAM.....	15
Tabla N° 5: Operacionalización de variables.....	21
Tabla N°6: Técnicas, Instrumentos de recolección de datos.....	23
Tabla N° 7: Materiales y equipos.....	23
Tabla N°8: Análisis del Biochar de cascara de naranja Citrus cinensis.....	37
Tabla N°9: Concentración inicial de Plomo en la muestra del suelo previo al tratamiento elaborado con biochar.....	37
Tabla N°10: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M1 y T1.....	38
Tabla N° 11: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M2 y T2.....	39
Tabla N° 12: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M3 y T3.....	40
Tabla N°13: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M4 y T4.....	41
Tabla N°14: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M5 y T5.....	42
Tabla N° 15: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M6 y T6.....	43
Tabla N°16: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M7 y T7.....	44
Tabla N°17: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M8 y T8.....	45
Tabla N° 18: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M9 y T9.....	46
Tabla N°19: Concentración del Plomo antes y después del tratamiento (15 días de aplicación).....	47
Tabla N°20: Resumen de los resultados de la concentración del Plomo.....	49
Tabla N°21: Resultados de la concentración de Plomo el periodo de aplicación.....	50
Tabla N° 22: Anova de un solo factor.....	50
Tabla N° 23: Información del factor.....	50
Tabla N° 24: Análisis de Varianza.....	51
Tabla N° 25: Resumen del Modelo.....	51
Tabla N° 26: Medias.....	51
Tabla N° 27: Información usando en método Tukey.....	51
Tabla N° 28: Concentración del Plomo antes y después del tratamiento (30 días de aplicación).....	54
Tabla N° 29: Concentración de Plomo	56
Tabla N° 30: Método.....	57
Tabla N° 31: Información del factor.....	57
Tabla N° 32: Análisis de Varianza.....	57
Tabla N° 33: Resumen del Modelo.....	57
Tabla N° 34: Medias.....	57

Tabla N° 35: Información usando en método Tukey.....	57
Tabla N° 36: Resultados de Ph para el tratamiento al 5% (T1: M1) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	58
Tabla N° 37: Resultados de Ph para el tratamiento al 10% (T2: M2 15 días y 30 días de la aplicación del biochar	59
Tabla N° 38: Resultados de Ph para el tratamiento al 15% (T3: M3 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	59
Tabla N° 39: Resultados de Ph para el tratamiento al 20% (T4: M4 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	60
Tabla N° 40: Resultados de Ph para el tratamiento al 25% (T5: M5 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	60
Tabla: N° 41: Resultados de Ph para el tratamiento al 30% (T6: M6 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	61
Tabla: N° 42: Resultados de Ph para el tratamiento al 35% (T7: M7 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	61
Tabla: N° 43: Resultados de Ph para el tratamiento al 40% (T8: M8 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	62
Tabla: N° 44: Resultados de Ph para el tratamiento al 45% (T9: M9 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	62
Tabla N° 45: ph después del tratamiento (15 días de aplicación).....	63
Tabla N° 46: ph después del tratamiento (30 días de aplicación).....	65
Tabla N° 47: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 5% (T1: M1) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	68
Tabla N° 48: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 10% (T2: M2) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	68
Tabla N° 49: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 15% (T3: M3) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	69
Tabla N° 50: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 20% (T4: M4) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	70
Tabla N° 51: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 25% (T5: M5) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	70
Tabla N° 52: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 30% (T6: M6) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	71
Tabla N° 53: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 35% (T7: M7) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	71
Tabla N° 54: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 40% (T8: M8) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	73
Tabla N° 55: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 45% (T9: M9) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	73
Tabla N° 56: Temperatura después del tratamiento (15 días de aplicación).....	74
Tabla N°57: Temperatura después del tratamiento (30 días de aplicación).....	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico N°1: Prueba de normalidad.....	36
Grafico N°2: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M1 y T1.....	38
Grafico N°3: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M2 y T2.....	39
Grafico N°4: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M3 y T3.....	40
Grafico N°5: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M4 y T4.....	41
Grafico N°6: concentración en el tratamiento M5.....	42
Grafico N°7: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M6 y T6.....	43
Grafico N°8: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M7 y T7.....	44
Grafico N°9: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M8 y T8.....	45
Grafico N°10: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M8 y T8.....	46
Grafico N° 11: Concentración de Plomo.....	49
Grafico N°12: ICs simultáneos de 95% de Tukey.....	52
Gráfico N° 13: Gráfica de intervalos de Después de 15 días vs. Tratamientos.....	53
Gráfico N° 14: Concentración de Plomo	56
Gráfico N° 15: ICs simultáneos de 95% de Tukey.....	58
Gráfico N° 16: Gráfica de intervalos de Despues de 30 días vs. Tratamientos.....	59
Gráfico N° 17: Ph para el tratamiento al 5% (T1: M1) 15 días y 30 días de la aplicación.....	59
Gráfico N° 18: Resultados de Ph para el tratamiento al 10% (T2: M2 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	60
Gráfico N° 19: Resultados de Ph para el tratamiento al 15% (T3: M3 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	60
Gráfico N° 20: Resultados de Ph para el tratamiento al 20% (T4: M4 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	61
Gráfico N° 21: Resultados de Ph para el tratamiento al 25% (T5: M5 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	61
Gráfico N° 22: Resultados de Ph para el tratamiento al 30% (T6: M6 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	62
Gráfico N° 23: Resultados de Ph para el tratamiento al 35% (T7: M7 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	62
Gráfico N° 24: Resultados de Ph para el tratamiento al 40% (T8: M8 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	63
Gráfico N° 25: Resultados de Ph para el tratamiento al 45% (T9: M39 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	63

Gráfico N° 26: Resultados de pH después del tratamiento.....	66
Gráfico N° 27: Resultados de pH después del tratamiento.....	69
Gráfico N° 28: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 5% (T1: M1) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	70
Gráfico N° 29: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 10% (T2: M2) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	70
Gráfico N° 30: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 15% (T3: M3) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	71
Gráfico N° 31: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 20% (T4: M4) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	71
Gráfico N° 32: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 25% (T5: M5) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	72
Gráfico N° 33: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 30% (T6: M6) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	72
Gráfico N° 34: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 35% (T7: M7) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	73
Gráfico N° 35: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 40% (T8: M8) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	73
Gráfico N° 36: Resultados de Temperatura para el tratamiento al 45% (T9: M9) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar.....	74
Gráfico N° 37: Resultado de Temperatura después del tratamiento.....	77
Gráfico N° 38: Resultados de Temperatura después del tratamiento.....	80

Resumen

El presente trabajo de investigación abarca principalmente en disminuir la adsorción del plomo de los suelos contaminados en la Ribera del Rio Rímac mediante la aplicación de diversas dosis de biochar con cascara de naranja (*Citrus cinensis*).

Antes de realizar el presente trabajo de investigación se realizó un análisis inicial donde se midió la concentración del plomo en dicha área previo al tratamiento, lo cual dio como resultado que dicho suelo contenía 76.03 mg/Kg de Plomo. Se elaboró biochar con la materia prima cascara de naranja (*Citrus cinensis*) a una temperatura de 590° aproximadamente, lo cual fue añadido en 1 kg de suelo contaminado en proporciones diferentes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% y 45% de biochar respectivamente, para luego determinar la adsorción de plomo por el biochar en cada tratamiento, dicho análisis se realizó a los 15 días y a los 30 días de su aplicación.

En esta investigación se determinó que la aplicación al 40%(donde se agregó 400 gramos de biochar),en el tratamiento 8 a los 30 días de aplicación del biochar elaborado con cáscara de naranja obtuvo una eficiencia al 33.84% de absorcion de plomo ya que la concentracion inicial de plomo fue de 76.03 y la muestra final del T8 fue de 50.3, por lo tanto fue la más eficiente.

Palabras Clave: Biochar, cascara de naranja, adsorción

Abstract

His research work mainly involves reducing the adsorption of lead from contaminated soils in the Ribera del Rio Rímac by applying various doses of biochar with orange peel (*Citrus cinensis*).

Before carrying out this research work, an initial analysis was carried out where the concentration of lead in said area was measured prior to treatment, which resulted in said soil containing 76.03 mg / kg of Lead. Biochar was made with the orange peel raw material (*Citrus cinensis*) at a temperature of approximately 590 °, which was added in 1 kg of contaminated soil in different proportions of 5%, 10%, 15%, 20%, 25% , 30%, 35%, 40% and 45% of biochar respectively, to then determine the adsorption of lead by biochar in each treatment, said analysis was performed 15 days and 30 days after its application.

In this investigation it was determined that the application at 40% (where 400 grams of biochar was added), in treatment 8 at 30 days of application of the biochar made with orange peel obtained an efficiency at 33.84% of lead absorption since The initial concentration of lead was 76.03 and the final sample of T8 was 50.3, therefore it was the most efficient.

Keywords: Biochar, orange peel, adsorption

I. INTRODUCCIÓN:

El río Rímac es el principal recurso de consumo humano, y actualmente se encuentra enfrentando un problema de contaminación debido a los diversos contaminantes que llegan hasta ellas generando el deterioro de su calidad.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (1992, p 160), El río Rímac cuenta con un área de la cuenca de 3,400 km² y una longitud de corriente fluvial de 132 km, nace en la Cordillera de los Andes desde Ticlio a 4,800 m.s.n.m.

En la parte más alta de la cuenca se pueden encontrar zonas mineras donde la actividad es intensa, vertimientos con contenidos de plomo, oro, zinc, cobre y plata son arrojados directamente a las aguas del río. Aguas más abajo existe actividad agrícola e industrial las cuales generan efluentes con altas concentraciones de sólidos suspendidos, además de las actividades mencionadas se puede encontrar centros poblados, cuyos desechos son arrojados directamente al río Rímac, siendo esta la razón por la cual al llegar las aguas a la Atarjea se puede notar una alta concentración de sólidos disueltos y en suspensión.

Desde hace muchos años, el Río Rímac lejos de embellecer la ciudad se ha convertido en un gigantesco botadero, ya que, toneladas de residuos sólidos son arrastrados por la corriente del río y desechados directamente por parte de los pobladores e industrias adyacentes a la rivera del Río Rímac, la cantidad de basura y desmonte que se acumulan la ribera del río es impresionante, el nivel de contaminación en esta zona ha generado impactos negativos en la flora y fauna, se ha naturalizado ver al Río Rímac como un gigantesco basural, sin considerar que es la principal fuente de provisión de agua potable para Lima y Callao, el aumento de contaminación del Río genera un gasto creciente a la empresa de SEDAPAL.

Residuos de desmonte, basura o aguas servidas que son desechados diariamente, generan un olor nauseabundo que caracterizan a la rivera del Río Rímac, la principal fuente de contaminación se debe a los residuos domésticos y botaderos.

El crecimiento informal de la ciudad obliga a estos pobladores a arrojar sus residuos y conectar directamente sus desagües al Río, debido a que no cuentan con

servicios básicos y la falta de servicios de recojo de servicios eficientes; el arrojo de desperdicios domésticos, las toneladas de desmonte, los relaves mineros en la cuenca alta y los desechos industriales en la zona media, son los principales causantes de su contaminación, por si fuera poco se sabe que algunos camiones cisternas que riegan las áreas verdes de diversos distrito de Lima lo hace con el agua provenientes del Río Rímac, exponiendo a las personas a diversas enfermedades.

La contaminación permanente del río Rímac no solo se debe a los malos hábitos de los ciudadanos, sino que las industrias y mineras también son participes ya que desechan directamente sus efluentes sin previo tratamiento, relaves mineros y residuos generados en su producción, han convertido al Río en un vertedero.

En conformidad con lo descrito anteriormente, se tallan a continuación los **trabajos previos**, los cuales nos muestras diseños y métodos aplicados para la elaboración de biochar, tenemos a

AGUIAR, Leonardo, RAMOS, Boris, MARQUEZ, Francisco; GONZALO, Alberto y ARAUZO, Jesús (2015), Se encuentra una relación directa entre el rendimiento del gas y la temperatura en las dos velocidades. El aumento de las temperaturas de 300 a 450 °C, favorece la descomposición primaria y secundaria de la biomasa, siendo la descomposición primaria la predominante en elevadas temperaturas.

Referente a la velocidad de calentamiento en el rango de 300 a 450°C esta ventaja es más elevado para la $V_{cal} = 50^{\circ}C/min$, que para la $V_{cal} = Fast$, producto a que el aumento de la velocidad de calor beneficia el rompimiento de los enlaces de la biomasa.

ARTEAGA, Juan; ARENAS, Erika; LOPEZ, David; SANCHEZ, Carlos y ZAPATA Zulamita (2012). En su artículo nos menciona que mediante el proceso de la pirolisis rápido de despojos de palma africana, en un reactor de caída libre, previo a ello la biomasa pasa por un proceso de tamizado y secado, posterior a ello es alimentada al reactor. Los análisis se hicieron en un rango de temperatura de 500-700°C y como se resultado se llegó a la conclusión que ha 600°C el

rendimiento del proceso fue máximo con un 23,3% de biocombustible condensado.

CONCILCO, Alberto (2018), en su artículo evaluó los efectos del mejoramiento y la calidad de la avena forrajera, mediante un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones, incluyendo 3 tratamientos y un testigo. Se tomó en cuenta como variables: la altura de la planta, materia verde y materia seca. Como resultados se obtuvo un buen rendimiento en los atributos de la avena forrajera, exclusivamente en la altura.

CONDEÑA, E. (2017) realizo biochar con bagazo de caña de azúcar para recobrar suelos contaminados con plomo, realizaron el biochar a 350°C, constó de 19 muestras de suelo contaminado con plomo con el 3%, 5% y 10% de biocarbon, tres muestras de suelo con plomo más el 50% de biocarbon y una muestra control con dos repeticiones en 30 y 45 días, posteriormente se analizó el pH y la lignina del biocarbon siendo 8.7 y 21.96 respectivamente. El biocarbon logró reducir el plomo del suelo con una eficiencia del 61.09% con el 10% de biocarbon y 61.7% de eficiencia con el 50% de biocarbon ambos a los 45 días de su aplicación.

CUETO, María (2016), realizo un estudio donde el objetivo principal fue el de cuantificar la reducción de emisiones de CO₂ hacia la atmósfera, y la cantidad de biochar que se puede producir a partir de los residuos de papeleras., lo cual manifiesta que lo que es referente a la cuantificación la reducción es notable, encontrándose entre un promedio de 22.53% y un 96.12%, para llevar la materia orgánica de los suelos agrícolas a un 3.5%, la demanda de biochar variara entre un mínimo de 158-.937t en el caso del biochar a 300°C de estiércol de vacuno aplicado en las Islas Canarias, y un máximo de 694.695.081 en el caso de la aplicación de biochar a 500°C de lodos de destinados, en Castilla la Mancha.

FORNES, Fernando; BELDA, Rosa (2018), nos menciona en su artículo que las plantas se desempeñaron bien solo cuando se cultivan en sustratos que contiene un máximo de 25% de biochar a partir de residuos forestales o hidrochar, este podría utilizarse de manera segura como un componente de sustrato favoreciendo al suelo

y es respetuoso con el ambiente cuando se aplica debido a su baja salinidad y bajo contenido de CO₂ emisión.

GOMEZ, Ximena; LADD, Brenton y ANAYA, Ruy (2017) nos manifiesta que la contaminación de suelos peruanos es una consecuencia muy notable afectando a toda la cadena trófica es por ellos lo que se busca en la investigación es utilizar el biocarbon para retención e inmovilización del mercurio en el suelo mediante cuatro tipos de biocarbon compostado, y evaluando sus diferencias generados a dos temperaturas (300 y 680 °C) activados con adición de ácido fosfórico o no activado, lo cual se calculó el coeficiente de absorción biológica que mide el metal en el suelo.

HERNANDEZ, Maria; ALVAREZ, Nabila; VACA, Rocio; MARQUEZ, Liliana y LUGO, Jorge, (2012) En este trabajo los autores quisieron demostrar cuáles son los efectos de diversos controles de recirculación de lixiviados en la concentración de MP, para ello se usaron 20 Biorreactores anaerobios con RSU del relleno Sanitario de Patzcuaro, cuatro como testigos y lo restante se les recircularon sus lixiviados durante dos veces por semana, con el fin de captar los contenidos de humedad 50, 60, 70 y 80% base humedad (%Hbh) por cuadruplicado. Se dio un control por 126 días a los lixiviados originados, de los cuales se estableció el ph, metales pesados totales. A los residuos sólidos descargados se determinó ph, materia orgánica y metales pesados disponibles, Ni, Pb, y Zn. Los lixiviados formados a 80 y 70 % Hbh, mostraron menor lixiviación de MP, por otro lado 50 % Hbh en las fases de hidrólisis y acidogénesis se presenciaron concentraciones muy altas. Para MPT en los residuos sólidos, Ni y Pb mostraron diferencias significativas de las muestras y en cuanto a los MPD sólo hubieron diferencias significativas para Zn. Los residuos sólidos de todas las tasas de recirculación pueden utilizarse como mejoradores de suelo por su elevada presencia de materia orgánica y baja concentración de MP.

Lee, M; Park, J y Chung, J. (2017) nos manifiestan en su investigación que lograron absorber Pb y Cu con biochar a base de hojas de ginkgo en diferentes temperaturas (400, 600, 800 y 1000°C) el biochar resultante se tamizó y trituró.

Se concluyó que el biochar a Temperaturas de 800 °C tenía carbones altos contribuyendo con una elevada adsorción de metales, obteniendo una tasa de adsorción de 93.2%.

MIRANDA, Rosa; SEGOVIA, Cio y SOSA, Cesar (2006), Se usaron llantas que se encontraron en un relleno sanitario, el análisis térmico fue desarrollado usando un microprocesador encargado de controlar la termogravimetría, con el fin de identificar y considerar los diversos mecanismos de las llantas que se utilizaron en el método cuasi- isotérmico; como resultados se presenta la curva de termogravimetría a diferentes velocidades de calentamiento, en ella se puede apreciar el desplazamiento de las curvas hacia elevadas temperaturas, mostrando que se requiere una mayor energía para realizar la misma conversión.

Mohammad, I; Alwabel, A; Ahmed, H; ElNaggar, A; Hesham, M; Salem, E; Abdulrasoul, A. (2015) elaboraron biocarbon mediante la materia prima el mangle con el objetivo de disminuir la acumulación de metales pesados en las plantas de maíz, en la investigación se logró disminuir la densidad aparentemente, reduciendo representativamente el contenido de Mn de 51.3% a 60.5% y Zn de 28% a 21%.

MORALES, Claudia (2007) en su tesis caracterizó cuatro metales pesados diferentes (plomo, cromo, mercurio y cadmio), generados por el Relleno Sanitario “La Esmeralda”, según los resultados que Morales obtuvo, tres de los cuatro metales pesados se encuentran dentro de los que rigen los ECAs, siendo el mercurio el único metal que excedió significativamente,

Núñez, B; Etchevers, B; Aguirre, G; Hidalgo, M. (2015) quienes elaboraron biochar mediante las materias primas lirio acuático y eucalipto, elaborándolo a una temperatura de 600°C, mezclaron 2g de biochar con 25 ml de agua destilada removiendo la muestra por un periodo 15 minutos, otra mezcla de 10g de residuo con 1g de biochar en 30 ml de agua destilada, de igual periodo de remoción y reposo.

Se obtuvo que el rendimiento de biochar de lirio era de 43.13% mientras que el biochar a base de eucalipto tuvo un 28.40%; concluyendo: el primero es más factible en la remediación de metales pesados como el Cu, Zn y Pb.

PEÑA, Karen; GIRALDO, Liliana y MORENO, Juan (2012) nos menciona en su artículo que por medio de pirolisis de prepararon carbones activados con cáscara de naranja mediante la impregnación con soluciones de ácido fosfórico a diferentes concentraciones (32%, 36%, 40% y 48% p/v) con una temperatura de 373° K, en un periodo de residencia de tres horas, obteniéndose un rendimiento del 30%, correspondiente a las muestras activadas de 40%.

SILVA, Marcos; QUEIROZ, María; NEVES, Antonio; SILVA, Antonio; OLIVEIRA, André; OLIVEIRA, Renan; AZEVEDO, Mariane y PEREIRA, Gustavo (2019, p.7) En este artículo se incorporó Biochar de bagazo de caña de azúcar en el suelo con el fin de reducir la lixiviación de herbicidas. Los contenidos de C, H, N y O en el biochar presentaron los siguientes resultados: 78,5% de C; 2,69% de H; 0,48% de N y 12,2% de O. Se mostró recuperaciones promedio superiores al 90%. La incorporación del biochar del bagazo de caña de azúcar en el suelo fue una estrategia efectiva para reducir la lixiviación de herbicidas.

VELOSO, Renato, APARECIDA, Luciana, GONCALVES, Mauricio, GANDINI, Bruna y ANTONIO, Marco (2019 p.7) La aplicación de biochar aumento la acumulación de nutrientes en 185%, 360%, 209% y 184%, respectivamente para N, K, Ca, y Mg, en comparación con la no aplicación de la misma. También aumento la eficacia del uso de nutrientes en el brote de la planta en un 283%, 177%, 78%, 250% y 283%, respectivamente para N, P, K, Ca y Mg.

Después del análisis de los trabajos previos relacionados con el tema de investigación, se describe como **teoría relacionada a la elaboración de biochar.**

La naranja (*Citrus sinensis*).- ORDOÑEZ (2014), nos manifiesta que la naranja específicamente conocida por su nombre científico *Citrus sinensis*, es una de las frutas más exquisitas subtropicales del mundo. El fruto es globoso y achatado, con una anchura de 6.5 a 9.5 cm. El epicarpio exterior es de color naranja cuando está maduro, mientras que el mesocarpio interno es blanco y esponjoso y no aromático. Tradicionalmente la cascara de naranja eran procesadas para obtener las fracciones volátiles y no volátiles de los aceites esenciales y aromas en las bebidas gaseosas helados, pasteles, ambientadores, perfumes y los productos cosméticos.

Actualmente, se han reportado diferentes aplicaciones en el ámbito farmacéutico, gracias a sus propiedades antioxidantes germicida, Sin embargo, la aplicación de estos componentes es limitada debido a la demanda global de estos productos con valor agregado es relativamente insignificante.

Como se puede observar en la tabla 1, la cascara de naranja está compuesta básicamente de hemicelulosa, celulosa azucares esenciales y pectina.

TABLA N°1: Componentes de la cascara de naranja:

Componentes	%
Azucares Solubles	16.90%
Celulosa	9.21
Hemicelulosa	10.5
Pectina	42.25

Fuente: Rincón (2010)

TABLA N°2: Composición Físico- química de la cáscara de naranja

Componentes principales (%)	materia seca	90.00
	Proteína	6.00
	Carbohidratos	62.70
	Grasas	3.40
	Fibra	13.00
	Cenizas	6.90
Minerales (%)	Calcio	2.00
	Magnesio	0.16
	Fósforo	0.10
	Potasio	0.62
	Azufre	0.06
Vitaminas (mg/Kg)	Colina	770.00
	Niacina	22.00
	ac.	
	Pantoténico	14.96

	Riboflavina	22.20
Aminoácidos (%)	Arginina	0.28
	Cistina	0.11
	lisina	0.20
	Metionina	0.11
	Triptófano	0.06

Fuente: Demain A. Y Solomon N. (1986)

La cascara de naranja como adsorbente, según AGUILAR, FLORES (2018), nos indica referente a ello que la cascara de naranja está compuesta por dos partes claramente visibles, el flavedo (parte externa de color amarillo) y el albedo (parte esponjosa de color blanco), este último es de interés dentro de los estudios de adsorción ya que contiene pectina en su estructura y que junto con las manzanas y uvas se considera como el fruto cítrico es la más promisoría entre las otras.

La pectina. - ORDOÑEZ (2014), las pectinas son una mezcla de polímeros ácidos y neutros muy ramificados. Constituyen el 30% del peso seco a la pared celular primaria de células vegetales. Determinan la porosidad de la pared, y por tanto el grado de disponibilidad de los sustratos de las enzimas implicadas en las modificaciones de la misma. Las pectinas también proporcionan superficies cargadas que regulan el pH, y el balance iónico.

Remoción de plomo, por la pectina de la cascara de naranja reticulada con Ca^{2+} . - La remoción de metales por pectina reticulada con Ca^{2+} se da básicamente por un fenómeno de intercambio iónico entre el Ca^{2+} y los iones metálicos en solución hasta lograr un equilibrio. De esta forma el Ca^{2+} unido a las cadenas poligalacturónicas es desplazado por Pb^{2+} hasta alcanzar las concentraciones de equilibrio en ambas fases.

SUAREZ (2016), nos explica que se presenta una mayor cantidad de celulosa en el exocarpo y mesocarpo que son partes de la cáscara de los cítricos.

La cáscara de naranja tiene propiedad que lo hace un potenciador absorbente de metales pesados, es por ello que por el método de pirolisis usaremos estos residuos para elaborar biochar y tratar el suelo contaminado con lixiviados.

CARDONA, et al (2012) menciona que la las cáscaras de naranja son una buena fuente de pectina, que son el resultado del intercambio ionico entre el Ca^{2+} y los iones metálicos en la solución hasta lograr el equilibrio; la pectina también se encuentra presente en las frutas y vegetales.

Biochar o biocarbón es el producto de la descomposición térmica de los materiales orgánicos, con oxígeno limitado, a este proceso se le denomina pirolisis y se realiza a temperaturas entre los 500 y 700 °C, destinado para uso agrícola.

SILVA et al (2018), nos afirma que el biochar es un material carbonoso que tiene un excelente potencial como fertilizante y acondicionador del suelo. El biochar es un material solido que es obtenido por un proceso denominado pirolisis de biomasa a temperaturas bajas en el rango ($300^{\circ}C \leq t \leq 700^{\circ}C$) y en ausencia total o disminuida del oxígeno. Cuando se realiza el proceso de la pirolisis el suelo mejora sus funciones lo cual ayuda a contribuir de manera importante a disminuir las emisiones de biomasa que por otro lado se degradan naturalmente a gases de efecto invernadero.

HASHEM, et al. (2018), nos comenta que hoy en día el biochar se ha empleado para fines científicos y comerciales. Uso como enmienda del suelo para mejorar la productividad de cultivos.

El biochar tiene la capacidad de poder almacenar carbono de forma apreciable debido a su estructura altamente porosa, así como aumento de retención de agua y nutrientes. Es por ello, que se puede considerar al tratamiento con biochar como una estrategia muy sencilla y prometedora para combatir los efectos nocivos provocados por el cambio climático. A continuación mencionaremos las propiedades físico-químicas del biochar

pH. - Es una de las características más importantes en el proceso del biochar ya que determina directamente la relación entre los factores suelo- biochar-planta, el pH va a depender de la materia prima y de las diversas situaciones operacionales.

Capacidad de intercambio catiónico.- RAJ, et al. (2018) , afirma que el biochar tiene propiedades en el aumento del pH del suelo, la capacidad de intercambio de cationes, intercambiables calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{2+}), Potasio (K^{+}) y suelo carbónico. El biochar tiene la capacidad de intercambio catiónico va a determinar básicamente la adsorción y desorción de los nutrientes es por ello que es una característica fundamental ya que también determina la disponibilidad del suelo, una elevada capacidad de intercambio catiónico en el biochar puede ocasionarse a que los grupos funcionales oxidados se encuentran presentes en su superficie posterior a una degradación microbiana.

Conductividad eléctrica o sólidos totales disueltos. - SUAREZ (2016), nos dice que es la medida total del contenido de sales disueltas en el biochar, tomando en cuenta todas las sales neutras y los fertilizantes pertenecientes a la solución. Es importante resaltar que el exceso de presencia de sales en el biochar también puede presentar un efecto adverso en las plantas.

Formación del biochar. - HASHEM et al. (2018), El biochar se genera cuando la biomasa sólida es sometida a altas temperaturas o gasificación bajo disponibilidad de aire limitada. En su mayoría preparados a partir de los residuos como el estiércol, astillas de madera, etc., y generalmente es visible como un simple producto similar al carbón.

El biochar es obtenido mediante un proceso llamado pirolisis, el cual se describe como un proceso térmico sin presencia de oxígeno, que consta de descomponer los materiales orgánicos de los subproductos sólidos, para que se convierta en una combinación de hidrocarburos, gases y agua con un gran poder energético variable. RAJ, et al. (2018), deduce que la mala retención de agua y nutrientes son las principales limitaciones de fertilidad en los suelos agrícolas de baja productividad. La adición de biochar en estos suelos es una vez que se puede superar estos obstáculos.

El biochar se obtiene mediante la carbonización de la biomasa, es un material altamente estable, que acelera el drenaje impidiendo la entrada de bacterias permitiendo la buena circulación del aire y se puede considerar una buena opción como un sustrato de cultivo para las plantas. Como producto de la descomposición

de la materia orgánica a temperaturas relativamente bajas y con ausencia del oxígeno se obtiene un producto rico en carbono llamado biochar.

Mejoras en el suelo a partir del uso de biochar. - Una de las características resaltantes del biochar es que esta mejora la resistencia del cultivo a las enfermedades, lo que contribuye a una mayor producción de los cultivos. El biochar a largo plazo puede mejorar notablemente las propiedades físico- químicas del suelo, por ejemplo, puede mejorar la infiltración de agua, ayuda a retener a humedad en el suelo, la capacidad de intercambio de iones y la retención de nutrientes.

Impactos ambientales del biochar. - Una de las principales funciones muy notorias del biochar es la retención e infiltración de agua en el suelo, la capacidad de intercambio catiónico, eficacia del uso de nitrógeno para la retención de nutrientes, el aumento del pH, añadiendo la estimulación del aumento microbiano.

Metales Pesados. - ROMERO (2009), describe a los metales pesados como elementos propios de la naturaleza, muy útiles, difundidos y con un gran peso molecular.

Efectos de los metales en el Suelo.- SORAYA, *etal* (2006), nos indica en su artículo de investigación que la absorción de metales pesados en las raíces de los cultivos se debe a que estos suelen acumularse en las superficies de los suelos quedando accesibles para su consumo, generando que absorban más oligoelementos, impactando de ésta manera a la calidad de los alimentos, la salud del ambiente, y la seguridad en la producción de cultivos, ya que por medio de la cadena alimenticia son transportados entre las plantas, animales y a su vez por los humanos,

Plomo. - POMA (2008), nos comenta que desde la antigüedad el plomo es un metal usado extensamente, demostrado por la mayoría de personas. La presencia de este metal en la sangre de los seres humanos podría llegar a ser muy perjudicial, afectando principalmente a los órganos, sistemas y tejidos, el efecto puede variar según el organismo del portador y la cantidad presente en ellos.

Residuos sólidos urbanos. - REYES (2015), menciona que el grado de Humedad, disponibilidad de nutrientes, microorganismos y la temperatura, determinan las características de los residuos.

Los residuos sólidos urbanos, actualmente son uno de los problemas más alarmantes que tienen las localidades, ya que hay una mal gestión de los residuos sólidos tanto en la recogida como en el tratamiento de los mismos que está generando problemas de contaminación en la atmosfera, en los cuerpos de agua y en suelo.

Se entiende por residuos sólidos urbanos todo desecho que es producido o generado por diversos núcleos urbanos, estos residuos son provenientes de comercios, domicilios hospitales, clínicas, ambulatorios, etc.

Residuos sólidos Orgánicos. - Se llaman residuos orgánicos a residuos provenientes de los restos de cocina, jardines, comercio, etc. Están generalmente compuestos por materia orgánica, su periodo de degradación es inferior a los inertes.

El suelo. - MARTINEZ (2016) afirma que el suelo está formado por meteorización de las rocas en las que están enraizadas las plantas, constituyendo un medio ecológico para ciertos tipos de seres vivos, siendo el suelo la capa más sólida en el planeta.

Contaminación del suelo. - JARAMILLO (2012), Teniendo como problema principal del manejo inadecuado de los residuos sólidos al deterioro estético de las ciudades, paisaje natural, tanto urbano como rural. Se ha hecho muy común hallar botaderos a cielo abierto debido a los residuos desechados sin ningún control.

Muestreo de suelos. - Según el MINAM (2013), nos explica que los muestreos de suelos, son actividades por las cuales logramos caracterizar el suelo, por otro lado, la muestra puede ser descrita como una parte representativa del suelo que se está estudiando, ya que presentará las mismas características y propiedades del suelo en estudio.

Pirólisis. - ARTEAGA, et.al (2012) en su artículo menciona que, debido a la facilidad en el almacenamiento y transporte, y al buen rendimiento en conversión

de líquidos; la pirolisis rápida ha tomado una gran importancia en el área académica y en la industria.

MIRANDA (2006) nos dice que la descomposición térmica de macromoléculas en ausencia del oxígeno da como resultado al proceso de la pirolisis, del cual se obtienen productos de menor peso molecular, siendo muy eficientes como combustibles o materias primas en otros procesos.

SAN MIGUEL y GUTIERREZ (2015), afirman que mediante el proceso de la pirolisis la biomasa de lignocelulósica se transforma en tres fracciones: mezcla de gases de combustible, sólido carbonizado y una mezcla de compuestos orgánicos volátiles.

TABLA N°3: Tipos de pirolisis y distribución de productos

TIPO	CONDICIONES	LÍQUIDO	SOLIDO	GAS
Rápida	Temperatura del reactor 500°C	75%	12%	13%
	Tasas de calentamiento altas >1000°C/S			
	Tiempos de residencia cortos -1s			
Intermedia	Temperatura del reactor 400-500°C	50%	25%	25%
	Tasas de calentamiento de 1-1000°C/S			
	Tiempos de residencia cortos 1-10s			
Torrefacción	Temperatura del reactor- 290°C	0-5%	77%	23%
	Tasas de calentamiento de 1°C/S			
	Tiempos de residencia -30 min			
Carbonización	Temperatura del reactor 400°C-500°C	30%	35%	35%
	Tasas de calentamiento de 1°C/S			
	Tiempos de residencia largos, horas - días			

Fuente: MONTTOYA (2014)

Marco legal

Ley General del Medio Ambiente Ley N°28611.- Es el marco legal y normativo estándar en la gestión ambiental en el Perú.

Establece el derecho a vivir en un ambiente sano para el adecuado desarrollo de la vida, y el deber de sostenibilidad para mejorar la calidad de vida de la población.

Artículo 31. – Del Estándar de Calidad Ambiental

Establece los niveles de concentraciones que no representan un riesgo significativo en la salud humana o del medio ambiente. Depende del parámetro partículas pueden expresarse como máximo, mínimo o rangos.

DECRETO SUPREMO N° 011- 2017- MINAM

Parámetros en mg/kg PS	Usos de Suelo			Métodos de ensayo
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0.03	0.03	0.03	EPA 8260 EPA 8021
Tolueno	0.37	0.37	0.37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0.082	0.082	0.082	EPA 8260 EPA 8021
Xileno	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0.1	0.6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo (a) pireno	0.7	0.7	0.7	
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de Hidrocarburos F1(C6- C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28 - C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifelinos policlorados – PCB	0.5	1.3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetraclorocetileno	0.1	0.2	0.5	EPA 8260
Tricloroetileno	0.01	0.01	0.01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bbario Total	750	500	2000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1.4	10	22	EPA 3050 EPA 3051

Cromo Total	***	400	1000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0.4	0.4	1.4	EPA 3060 EPA 7199 ó DIN en 15192
Mercurio	6.6	6.6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0.9	0.9	8	EPA 9013 SEMWW- AWWA- WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/ó ISO 17690 2015

TABLA N°4: DECRETO SUPREMO N° 011- 2017- MINAM

Estándares de Calidad

Según el DECRETO SUPREMO N° 011- 2017- MINAM:

Suelo agrícola: Es el tipo de suelo en el que cultiva, y que se encuentra apto para el crecimiento de éstos, además del desarrollo de la ganadería. En donde además se encuentra flora y fauna con en el caso de ANP, teniendo las tierras clasificadas según el hábitat de las especies.

Luego de la revisión de teorías relacionas al tema y en acuerdo con la realidad problemática se formuló como **problema general**: ¿Cuál de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja es la más eficiente para la adsorción de plomo en suelos contaminados de la ribera del Rio Rímac durante el periodo 2019? A partir del problema general se expresan **problemas específicos**: ¿En qué medida la aplicación de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja influirán en los parámetro fisicoquímico: temperatura? ¿ En qué medida la aplicación de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja influirán en los parámetro fisicoquímico: pH? y ¿ En qué medida la aplicación de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja influirán en las diferentes concentraciones de plomo?

Justificación del estudio

Debido a que el aumento de población trae como consecuencia el incremento de la demanda de residuos sólidos, además de la mala gestión del recojo y disposición final de los residuos, generando un gran impacto negativo en las capas del suelo, a causa de la descomposición de los residuos orgánicos y la relación con el tiempo en que permanecen en ellos.

El proceso de elaborar biochar a base de cáscaras de naranja, ayudará a disminuir la presencia de estos residuos, ya que se proporcionará un segundo uso que será beneficioso para la recuperación de suelos contaminados por metales pesados como el plomo.

El biochar representa una alternativa de solución a los problemas de contaminación en suelo y agua, ya que su capacidad de retención de metales en el suelo no perjudica al agua, el aporte de nutrientes, permitirá que se disminuya la acumulación de sustancias tóxicas.

La elaboración de esta investigación nos permitirá estudiar de manera más cercana el biochar y los efectos que tiene sobre las características físicas y químicas del suelo, permitiéndonos de esta forma presentar alternativas de solución para mejorar las condiciones del suelo, y ahí promover la conservación de éstos.

La cascara de naranja es un residuo orgánico que muchas veces es desechado, con este proyecto de investigación se le va a dar un valor agregado a este residuo ya que al reutilizar la cascara de naranja y convertirlo en biochar este va a ser beneficioso para el suelo adsorbiendo el plomo, a su vez va a contribuir con la economía para los comerciantes de jugo de naranja ya que no habría la necesidad de que estos residuos sean desechados ya que obtendrían algún ingreso adicional con la venta de ellos.

Partiendo del problema general y los problemas específicos, se planteó la siguiente **hipótesis general**: La eficiencia de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja reduce el nivel de concentración del plomo en suelos contaminados de la ribera del Río Rímac, a partir de la hipótesis general se formularon las **hipótesis específica**: La aplicación de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja influirán positivamente con el parámetro

fisicoquímico: temperatura. La aplicación de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja influirán positivamente con el parámetro fisicoquímico: pH. Y La aplicación de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja influirán positivamente en las diferentes concentraciones de plomo.

A partir de las hipótesis descritas, se determinó como **objetivo general:** Evaluar la eficiencia de las diversas dosis de biochar elaborado con cáscara de naranja para la adsorción de plomo en suelos contaminados de la ribera del Rio Rímac durante el periodo 2019. Y como **objetivos específicos:** Analizar la aplicación de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja para calcular el parámetro fisicoquímico: Temperatura. Analizar la aplicación de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja para calcular el parámetro fisicoquímico: pH. Y Analizar la aplicación de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja a diferentes concentraciones de plomo.

I. MÉTODO:

1.1. Tipo y diseño de la investigación

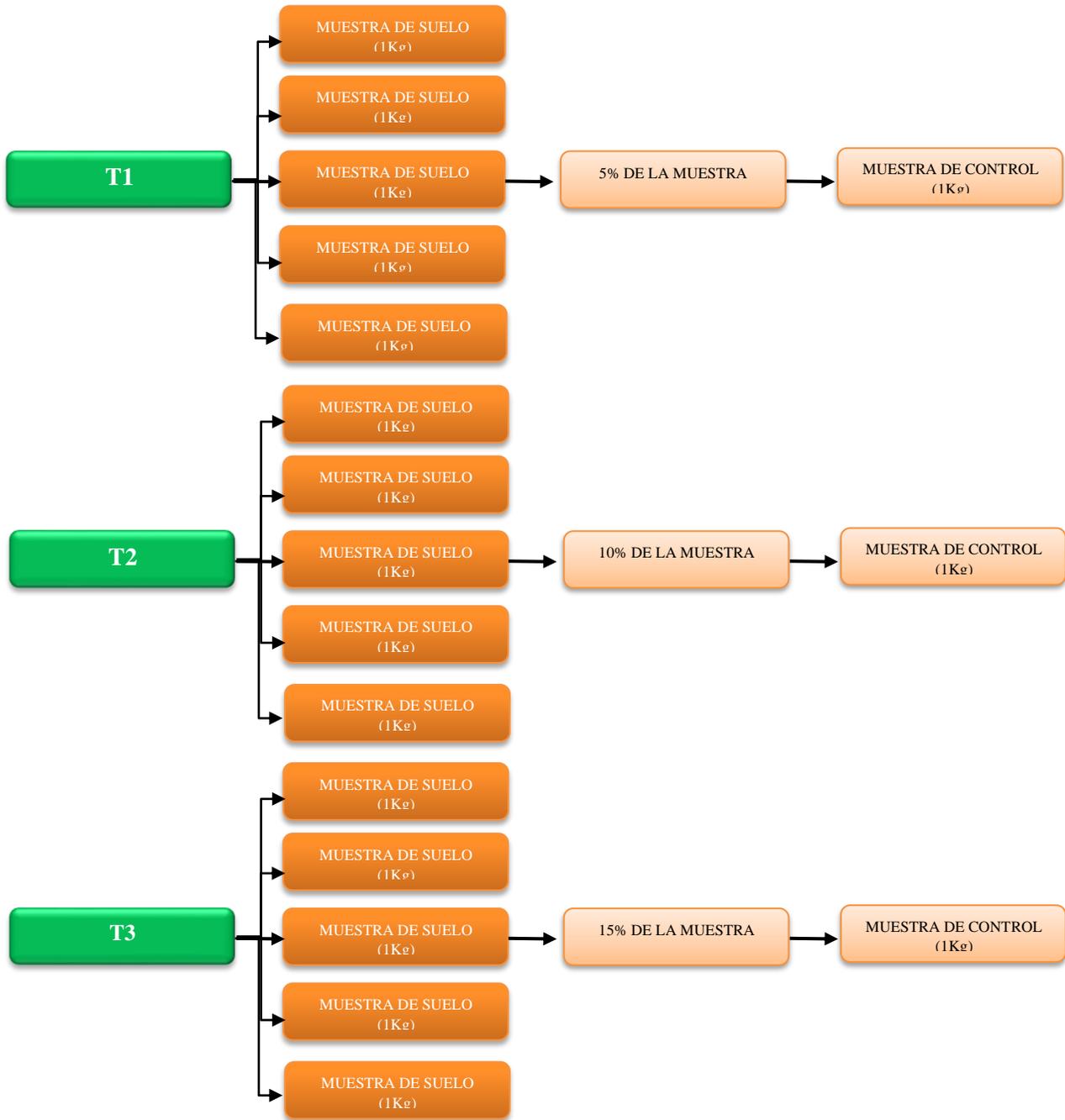
Tipo: Aplicado

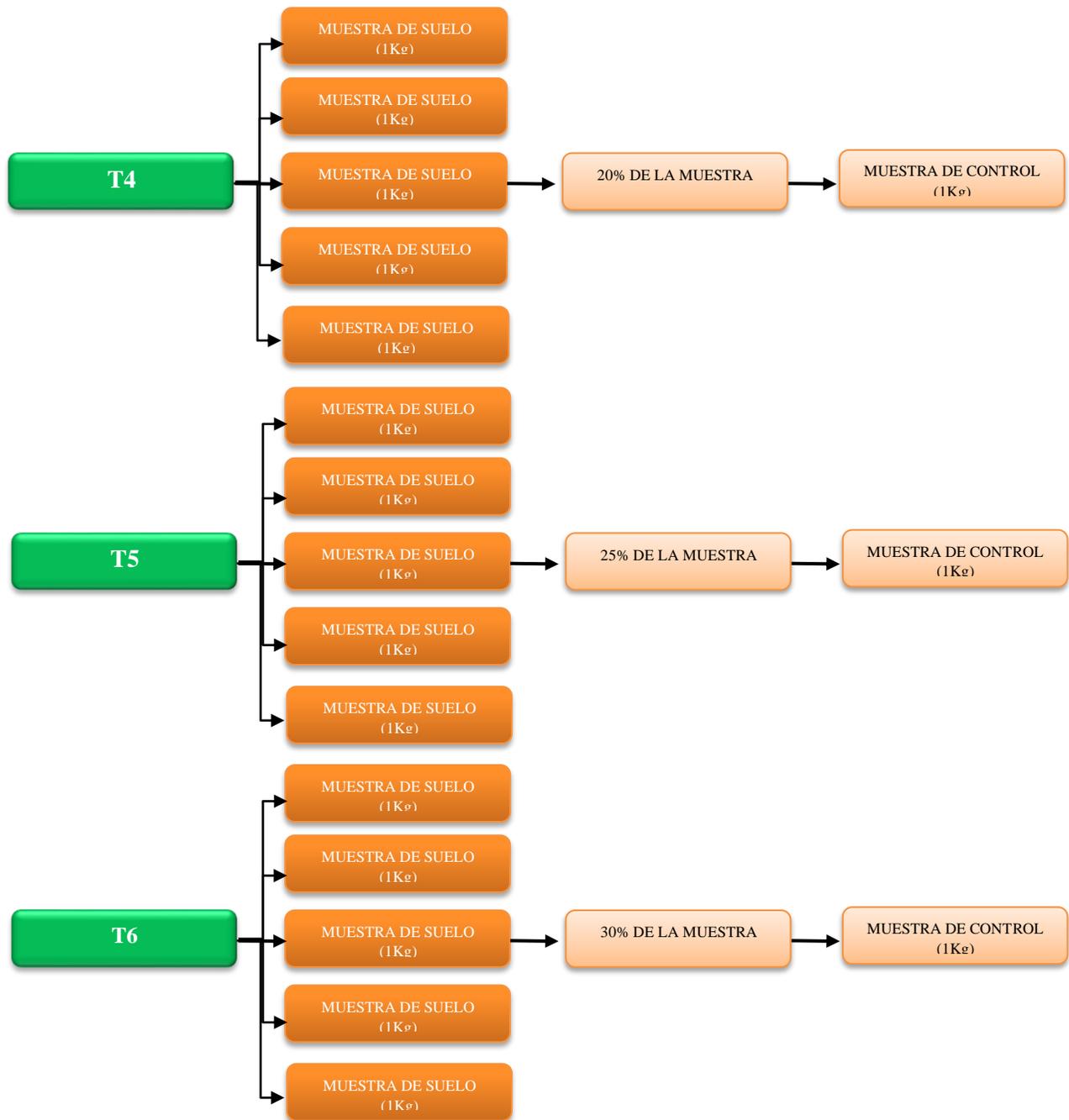
Diseño: Experimental, cuantitativo y explicativo

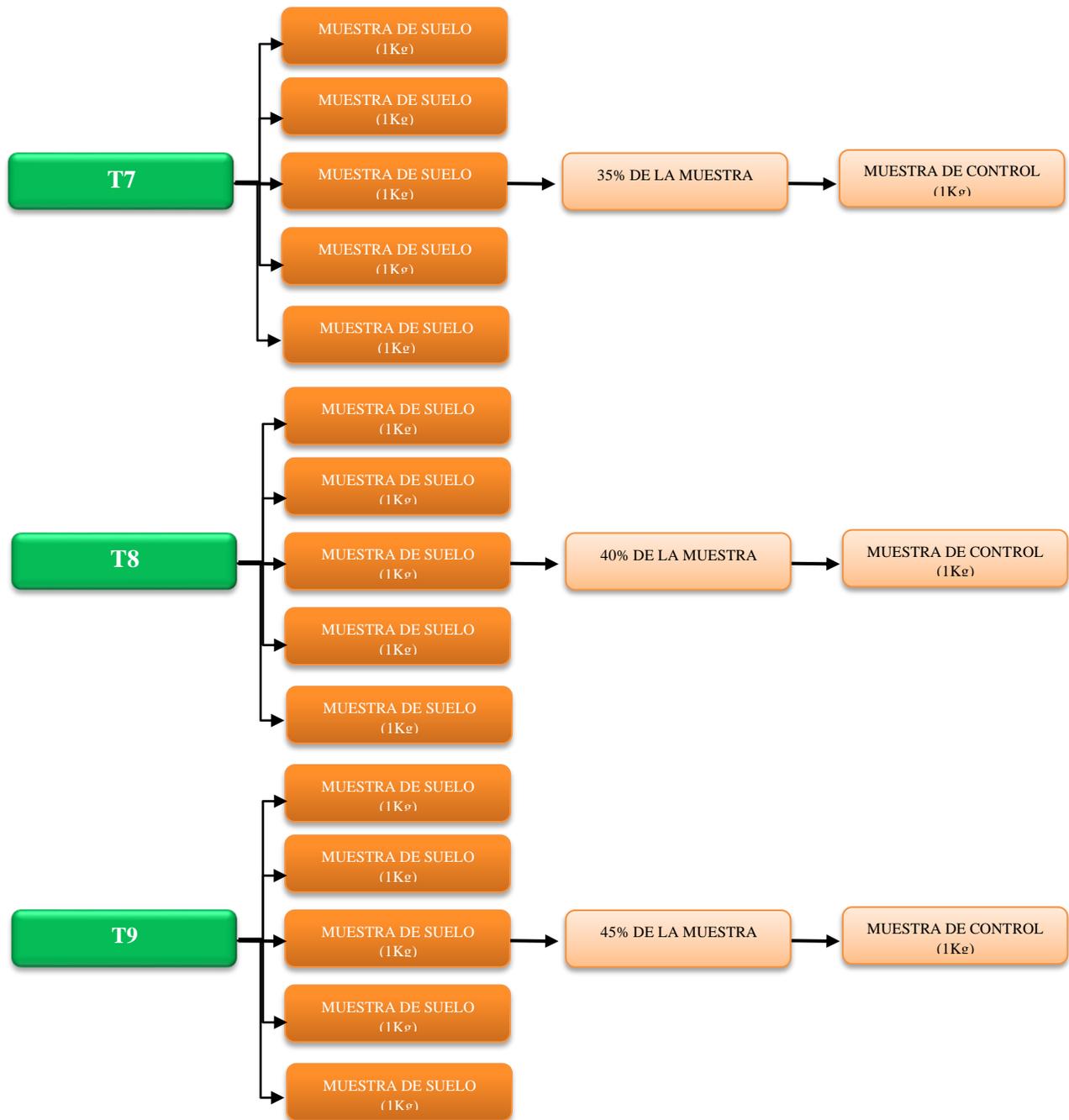
Según Hernández et.al (2004), nos mencionan al diseño experimental como un estudio donde una o más variables independientes se pueden manipular intencionalmente, para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre o más variables dependientes.

Se efectuaron 9 tratamientos, los cuales constan de 5 Muestras (5kg de suelo contaminado) + 1 muestra control (1kg de suelo contaminado), dosificando la preparación de biochar a base de cáscara de naranja, de manera ascendente.

Se hicieron dos repeticiones del tratamiento, la primera se realizó después de 15 días de la aplicación del tratamiento y la segunda después de 30 días de la aplicación del tratamiento.







1.2.Operacionalización de variables (Tabla N°5)

Título	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Medida
<p>“EFICIENCIA DE DIVERSAS DOSIS DE BIOCHAR ELABORADO CON CÁSCARA DE NARANJA PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO EN SUELOS CONTAMINADOS DE LA RIBERA DEL RIO RIMAC, 2019”.</p>	<p>Variable Independiente: Eficiencia de las diversas dosis de biochar con cáscara de naranja</p>	<p>El biochar es un material carbonoso que tiene un excelente potencial como fertilizantes y acondicionador del suelo. (SILVA, Marcos, 2018)</p>	<p>Se usarán cáscaras de naranja para la elaboración de biochar, sometiéndolo al método de pirolisis para obtener carbón vegetal.</p>	<p>Características Físicas del biochar con cascara de naranja</p>	Temperatura	T°
					pH	1 – 14
				<p>Características Químicas del biochar con cascara de naranja</p>	Potasio	%
					Calcio	%
					Fósforo	%
					Magnesio	%
					Hierro	%
				<p>Dosis de biochar con cáscara de naranja</p>	50	gr
					100	gr
					150	gr
	200	gr				
	250	gr				
	300	gr				
	350	gr				
	400	gr				
	450	gr				
<p>Variable Dependiente: Adsorción del Plomo</p>			<p>Se medirá en diferentes dosis de biochar para ver cuál de ellas es más factible para la adsorción del Plomo.</p>	<p>Parámetros Físicoquímicos</p>	Temperatura	T°
					pH	1 – 14
					Tiempo	Días
				<p>Concentraciones de Plomo</p>	Concentración de Pb Inicial	mg/kg
					Concentración de Pb Final	mg/kg

Fuente: Elaboración propia

1.3.Población y Muestra

Población. - La población del presente trabajo fue el suelo contaminado por plomo presente en la margen derecha de la ribera del río Rímac, Av. Malecón de la Amistad y a la altura de la Calle 7 de Junio. (Ver Figura N° 1)

Figura N° 1



Fuente: Elaboración propia

Muestra. - La muestra de suelo fue recolectada de manera manual, de diferentes puntos de muestreo, a la altura de la margen derecha de la ribera del río Rímac, la muestra se obtuvo, aplicando la Guía para muestreo de suelos, según el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.

$$NPM = 18 + 2.34 * A$$

NPM= Número de puntos de muestreo

A= Superficie en hectáreas

$$NMP = 18 + 2.34 * 1.71$$

$$NMP = 22 \text{ PUNTOS}$$

Unidad de Análisis. - Se tomó como unidad de análisis la cáscara de naranja ya que servirá como materia prima para la elaboración de biochar. (Ver Figura N°2)

Figura N°2: Materia prima



Fuente: Elaboración propia

1.4. Técnicas, Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica. - Debido a que el investigador tendrá la capacidad de manipular las variables. La técnica que se utilizarán en la presente investigación es la observación y que es de tipo experimental.

Tabla N° 6

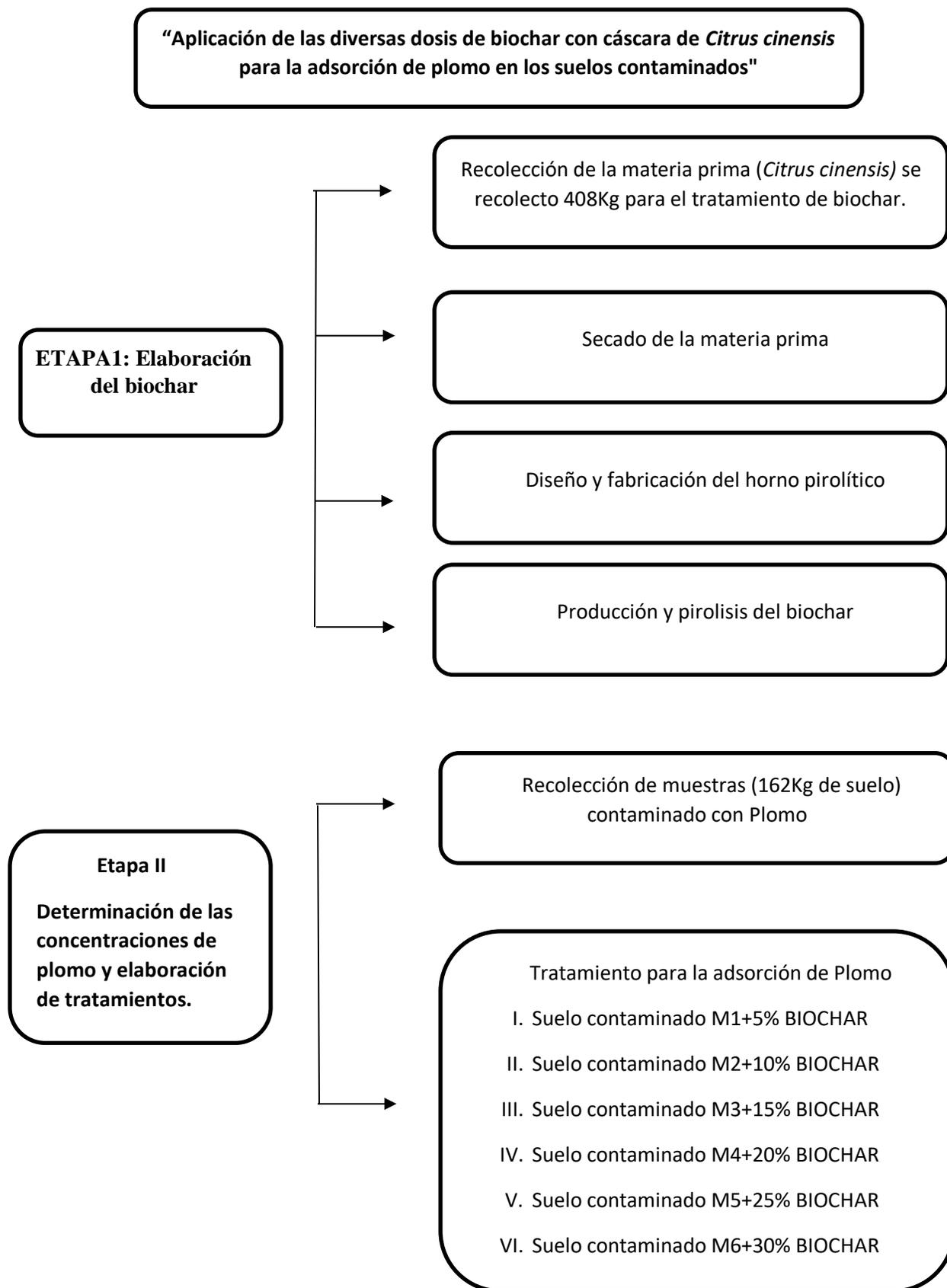
Actividad	Desarrollo	LUGAR	TECNICA
Selección del lugar de estudio	Ubicación y área de estudio	ribera del río Rímac	Observación directa
Toma de muestras	Identificación del área	ribera del río Rímac	Observación directa
	Puntos de muestreo	ribera del río Rímac	Observación directa
Elaboración de biochar	Recolección de la materia prima	Mercado Valle Sagrado y alrededores	Observación directa
	Pesado de la materia prima	Laboratorio de biotecnología UCV	Observación directa
	Lavado de la materia prima	Laboratorio de biotecnología UCV	Observación directa
	Secado de la materia prima	Laboratorio de biotecnología UCV	Observación directa
	Pirolizado de la materia prima	Vivero Municipal de El Agustino	Observación directa
Tratamiento de la muestra	Análisis de pH	Laboratorio de biotecnología UCV	Observación directa
	Análisis de temperatura	Laboratorio de biotecnología UCV	Observación directa
	Análisis de CIC	Laboratorio de biotecnología UCV	Observación directa
	Análisis de la disminución de plomo en la muestra	Laboratorio de biotecnología UCV	Observación directa

Fuente: Elaboración propia

1.1.Procedimiento:**Tabla N° 7: Materiales y equipos**

ETAPAS	MATERIALES	EQUIPOS
Producción del biochar	Guantes	Termómetro digital
	Mascarilla	
	Bolsa ziploc	
	2 Cilindros (pequeño y grande)	
	Balanza	
	Cáscara de naranjas	
	Restos de poda	
Extracción y división de la muestra	Costales	
	Pala	
	Pico	
	Guantes	
	Mascarilla	
	Contenedores plásticos de 3 kg	
	Balanza	
	Cernidor	
Análisis de la muestra en el laboratorio	Bagueta	Balanza calibrada
	Fiola	Termocupla
	Probeta	Ph- metro
	Embudo	Perkin Elmer 300 ^a
	Papel filtro Whatman 41	
	Luna de reloj	
	Contenedor de 250ml	
	Agua desionizada	
	HNO ₃ (ácido nítrico)	
	H ₂ O ₂ (Peróxido de Hidrógeno 30%)	

1.2. Procedimiento:



ETAPA1: Elaboración del biochar

a. Recolección de la materia prima (*Citrus cinensis*):

El material en estudio se obtuvo básicamente de desechos o subproductos de la manufactura de jugos casaca de naranja (*Citrus cinensis*) del mercado Valle Sagrado y alrededores ubicado a la Altura del Mercado 10 de Canto grande.

Para realizar el tratamiento biochar se recolecto 408 kg de cascara de naranja aproximadamente lo cual se recolecto a inicios del mes de junio hasta el 15 del de agosto del 2019. (Ver Figura N°3)

Figura N°3 Materia prima seleccionada



Fuente: Elaboración propia

b. Secado de la materia prima

La cascara de naranja debe estar libre de aceite esencial ubicado en el flavedo parte naranja de la cascara, esto se realizó cortándola en piezas pequeñas y lavadas muy cuidadosamente con agua desionizada, se lavó varias veces para eliminar compuestos indeseables como azúcares, ácido cítrico, glucósidos y polímeros de cadena corta que están presentes en la naranja, seguidamente se llevó a secar a temperatura ambiente durante el periodo de una semana, posteriormente se llevó a la estufa a una temperatura de 105° C durante 1 hora añadiendo 1 kg de cascara de naranja, este proceso se realizó con el fin de retirar por completo la humedad de la cascara, el proceso fue realizado durante un periodo de 60 días durante 7 horas y media por día con el objetivo de lograr secar 408 kg de cascara de naranjas. (Ver Figura N°4 y N°5)

Figura N°4 Estufa



Fuente: Elaboración propia

Figura N°5 Secado de la materia prima



Fuente: Elaboración propia

c. **Diseño y fabricación del horno pirolítico**

La habilitación del horno pirolítico fue diseñada mediante dos cilindros uno grande y uno pequeño.

El cilindro interno: tiene las siguientes dimensiones: 35 cm de diámetro, 65 cm de alto, capacidad de 3 a 10 Kg. En la parte superior del cilindro, se hicieron perforaciones pequeñas con el fin de lograr una ventilación del mismo, compuesto por una tapa de metal

El cilindro externo: representa la cámara de combustión del horno, siendo sus dimensiones 88.5 cm de alto, 58 cm de diámetro. Se realizó 3 orificios en la parte inferior del cilindro, compuesto por una tapa de metal.

d. **Producción y pirolisis de la materia prima:** La materia prima (*Citrus cinensis*) recolectada y posteriormente seca para su producción en el horno pirolítico, se realizó el siguiente proceso:

Primero: Se procedió al llenado de la materia prima (*Citrus cinensis*) al cilindro pequeño de manera compacta. Aproximadamente 6 kg de cascara de naranja previamente secada. Ver figura N°6



Segundo: Se procedió al sellado del cilindro pequeño para así evitar una salida y/o escape de gases generados en el proceso de pirolisis. Ver figura N°7



Tercero: El espacio existente entre los dos cilindros, fue llenado con maleza, posteriormente se procedió a iniciar el fuego cuidadosamente para luego colocar la tapa al cilindro externo. Ver figura N°8



Cuarto: El tiempo de quema pirolítica fue por un tiempo aproximado de 3 horas, a una temperatura de 590°C, que fue controlado con un termómetro digital. Ver figura N°9



Quinto: Finalmente se procedió al retiro del cilindro pequeño, que dio origen al producto llamado biochar. Ver figura N°10

Figura N° 8 Llenado de malesa



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 9 Quema pirolítica



Fuente: Elaboración propia

Figura N°10 Temperatura a 590°C



Fuente: Elaboración propia

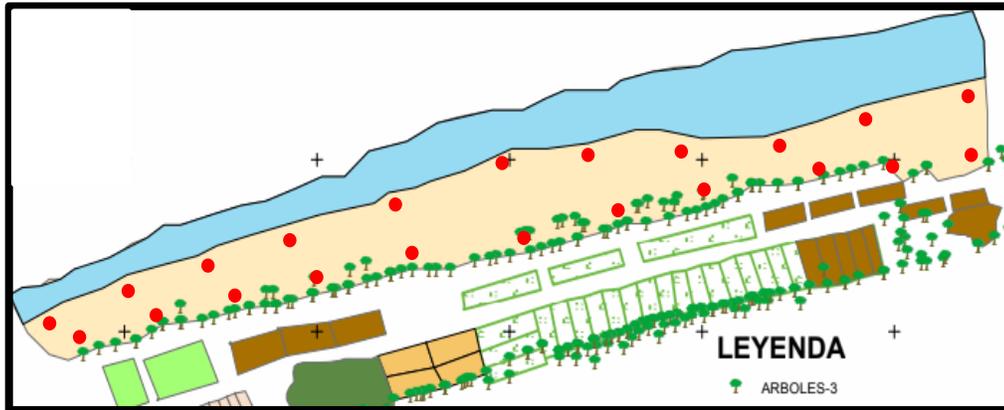
Etapas II: Determinación de las concentraciones de plomo y elaboración de tratamientos.

a. Recolección de muestras (162Kg de suelo) contaminado con Plomo

-Se recolectaron 22 muestras, con una distancia de 59 metros cada una, extrayendo 8 kilos de cada punto de muestreo, siguiendo los pasos de la Guía de muestreo del MINAM.

Seguidamente se realizó el cernido de las muestras para lograr una adecuada homogenización y evitar el contenido de piedras y demás desechos presentes en la zona (plásticos, plantas, etc.)

Figura N°11



Fuente: Elaboración propia

- Pesado de muestras de suelo contaminado con plomo, se distribuyó 1kg en cada contenedor según nuestro diseño experimental (Ver tabla N°), obtenido 54 contenedores por cada repetición, con un total de 108 contenedores.

Figura N°12 Pesado



Fuente: Elaboración propia

Figura N°13 Contenedores con la muestra



Fuente: Elaboración propia

Figura N°14 Repetición 1: con 54 contenedores de 1kg de muestra cada uno



Fuente: Elaboración propia

b. Tratamiento para la adsorción de Plomo

- Se pesó el biochar obtenido del horno pirolítico, obteniendo 1/2kg de biochar por cada 3kg de *citrus cinensis* previamente secada en la estufa.

Figura N° 15 Biochar obtenido del proceso de pirólisis



Fuente: Elaboración propia

Figura N°16 Pesado del biochar



Fuente: Elaboración propia

- Homogenización de la muestra de suelo contaminado con plomo, con el biochar obtenido, previamente tamizado hasta lograr la textura adecuada; el proceso de homogenización se realizó por el periodo de 10 a 15 minutos por cada contenedor, según las cantidades indicadas a continuación:
 - **M1:** 5 contenedores con 1kg de suelo + el 5% (50gr) de biochar de citrus cinensis; y 1 contenedor con la muestra de control.
 - **M2:** 5 contenedores con 1kg de suelo + el 10% (100gr) de biochar de citrus cinensis; y 1 contenedor con la muestra de control.
 - **M3:** 5 contenedores con 1kg de suelo + el 15% (150gr) de biochar de citrus cinensis; y 1 contenedor con la muestra de control.
 - **M4:** 5 contenedores con 1kg de suelo + el 20% (200gr) de biochar de citrus cinensis; y 1 contenedor con la muestra de control.
 - **M5:** 5 contenedores con 1kg de suelo + el 25% (250gr) de biochar de citrus cinensis; y 1 contenedor con la muestra de control.
 - **M6:** 5 contenedores con 1kg de suelo + el 30% (300gr) de biochar de citrus cinensis; y 1 contenedor con la muestra de control.

- **M7:** 5 contenedores con 1kg de suelo + el 35% (350gr) de biochar de citrus cinensis; y 1 contenedor con la muestra de control.
- **M8:** 5 contenedores con 1kg de suelo + el 40% (400gr) de biochar de citrus cinensis; y 1 contenedor con la muestra de control.
- **M9:** 5 contenedores con 1kg de suelo + el 45% (450gr) de biochar de citrus cinensis; y 1 contenedor con la muestra de control.

Figura N°17 Adición del biochar



Fuente: Elaboración propia

Figura N°18 Homogenización de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Figura N°19



Fuente: Elaboración propia

- Proceso de digestión para la evaluación de adsorción de plomo de la muestra de suelo contaminado.

PROCESO DE DIGESTIÓN MEDIANTE EL METHODO EPA 3050 CON EL EQUIPO ESPECTROFOTÓMETRO DE

Se tomó 500gr de la muestra, la cual se homogenizó por un periodo de 15 minutos, seguidamente se coloca en una base plana de una manera homogénea y uniforme, se realizó el respectivo cuarteo dividiendo la muestra en 4 partes y se toma solo las esquinas que se homogeniza durante 15 minutos y se vuelve a colocar en una superficie plana dividiéndola en 4 partes y tomando solo las esquinas homogenizando nuevamente la muestra que quedo.

La porción homogenizada se tamiza y se pesa solo 1 gramo de la muestra, en un recipiente de 150 ml, se lleva a la campana donde se agrega 5 ml de agua desionizada y 5 ml de HNO_3 con el propósito de eliminar alguna interferencia que pueda haber en la muestra.

La muestra se coloca en la plancha durante un periodo de 15 minutos tapado con una luna reloj a una temperatura de 90° , controlando que la muestra no se seque. Se retira la muestra y se deja enfriar durante 15 minutos.

Una vez que la muestra haya enfriado se agrega 5 ml de HNO_3 concentrado y nuevamente se lleva a la plancha a 90° tapado con una luna reloj obteniendo un volumen final de 5 ml. Se retira y se deja enfriar durante 15 minutos.

Se agrega 2ml de agua desionizada y 3ml de H_2O_2 al 30% con el fin de oxidar el plomo y seguir eliminando interferencias que se encuentren en la muestra. Se lleva a la plancha durante 15 minutos a 90° . Se verifica que la muestra empiece a burbujear, si se ve que es constante se añade 1ml de H_2O_2 . Se retira la muestra y se deja enfriar durante un periodo

Se agrega 10 ml de HCl concentrado y se lleva a la plancha durante 15 minutos a 90° , la muestra se tornara amarillenta ya que va a formar un agua regia, se retira la muestra y se deja enfriar durante 15 minutos.

La muestra pasa por un papel filtro whatman 41 y con un embudo se pondrá en una fiola y se afora hasta un volumen final de 100 ml.

Las muestras ya están lista para la lectura en el equipo de adsorción atómica.

- Proceso para medir el pH y la temperatura de la muestra

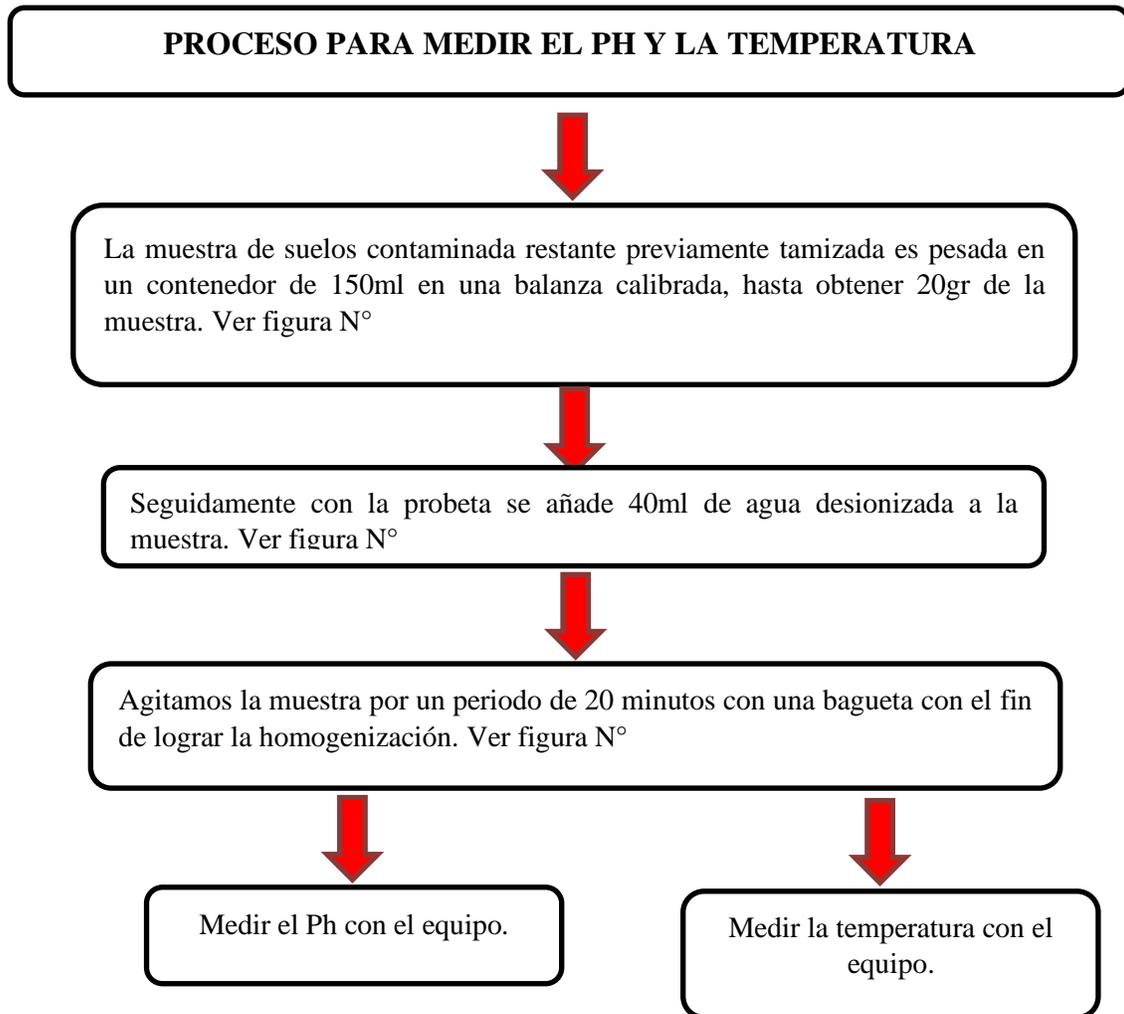
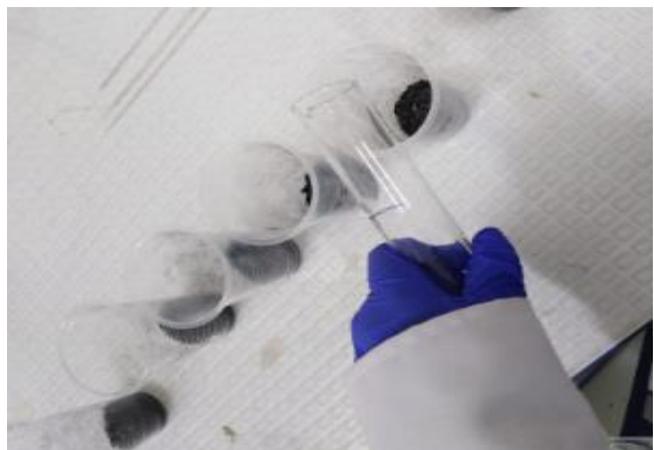


Figura N° 20 Pesado de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Figura N°21 Añadir 40ml de agua desionizada



Fuente: Elaboración propia

Figura N°22 Homogenización de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Figura N°23 Medición del pH



Fuente: Elaboración propia

Figura N°24 Medición de la temperatura



Fuente: Elaboración propia

- **Eficacia de los tratamientos:**

Una vez obtenidos los resultados de los 9 tratamientos elaborados con biochar con sus respectivas dosis (15 días de aplicación, 30 días de aplicación), se determinó el porcentaje de la eficiencia de la inmovilización del plomo. Para poder determinar la eficiencia se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Eficiencia de Inmovilización} = \frac{C_i \left(\frac{mg}{kg} \right) - C_f \left(\frac{mg}{kg} \right)}{C_i \left(\frac{mg}{kg} \right)} \times 100$$

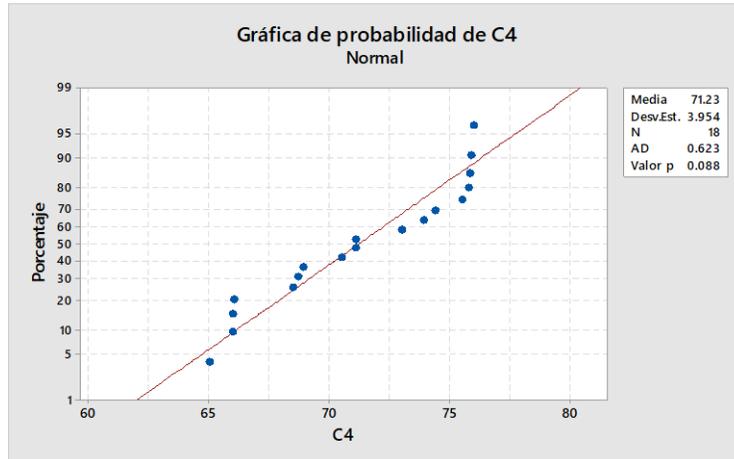
Dónde:

- Ci: Concentración inicial de plomo en el suelo
- Cf: Concentración final de plomo en el suelo

2.1. Métodos de análisis de datos

Se utilizaron cuadros estadísticos, se utilizó el Programa Microsoft Excel y ANOVA, con el programa MINITAB, los cuales nos permitieron hacer la comparación de la variación de resultados, respecto a las dosis aplicadas y al tiempo transcurrido luego de aplicar el biochar hecho a base de *Citrus cinensis* a las muestras de suelo contaminadas con plomo.

Grafico N°1: Prueba de normalidad



p valor > 0.05, entonces el grupo de datos son normales

Como se puede observar en el Grafico N°1, se realizó la prueba de normalidad en el programa MINITAB, lo cual nos dio como resultado el valor de p de 0.088, entonces el grupo de datos son normales.

2.2. Aspectos éticos

Las investigadoras se comprometen a actuar con veracidad, brindando los datos obtenidos en la presente investigación.

III. Resultados

3.1. Producción de Biochar elaborado con cascara de naranja

La producción de biochar se elaboró mediante un horno pirolítico que fue elaborado con dos cilindros uno pequeño y uno grande. Se produjo un total de 22.500 Kilogramos de biochar de cascara de naranja *Citrus cinensis*, para luego ser llevado al tratamiento con suelo contaminado con plomo.

El biochar fue analizado en el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. y en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla N°8: Análisis del Biochar de cascara de naranja *Citrus cinensis*

	Calcio	Fosforo	Hierro	Manganeso	Potasio	pH
Cascara de naranja (<i>Citrus cinensis</i>)	3799	1528	27 455	985.3	2 498	7.6

Fuente: Laboratorio Analytical Laboratory

3.2. Resultados de la adsorción de plomo en el suelo mediante la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Se realizó el análisis en el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. y en la Universidad Cesar Vallejo para determinar la adsorción de plomo elaborado con el biochar cascara de naranja. Considerando que el suelo inicial (muestra control) previo al tratamiento tiene una concentración inicial de 76.00 mg/Kg de Plomo.

Tabla N°9: Concentración inicial de Plomo en la muestra del suelo previo al tratamiento elaborado con biochar

	Pb (mg/Kg)
Muestra de suelo previo al tratamiento elaborado con biochar	76.00

Resultados de la adsorción de la concentración de plomo para el tratamiento al 5% (T1: M1) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

El tratamiento T1, M1 consiste en agregar una concentración del 5% que equivale a 50 gramos de biochar al suelo contaminado con plomo. Se utilizaron 5 recipientes cada recipiente contenía 1 kg de suelo contaminado, adicional a ello 1 recipiente de suelo contaminado sin biochar que fue nuestra muestra control. El tratamiento se realizó durante dos periodo de 15 y 30 días.

Tabla N°10: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M1 y T1

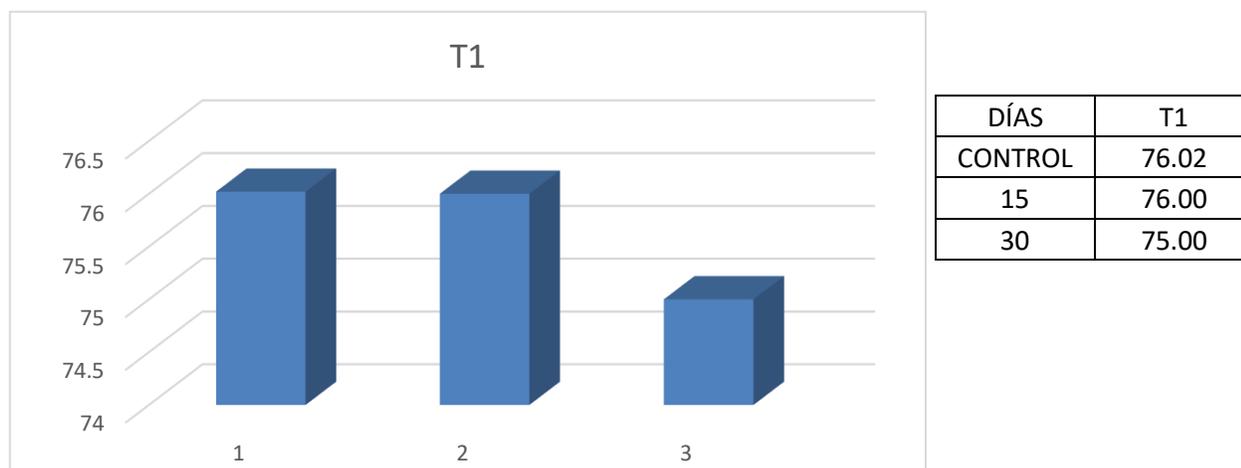
	Control	15 días		30 días	
		M1	T1	M1	T1
Pb (mg/Kg)	76.02	76.01	0.02%	75.00	1.34%

T1= % Eficiencia de inmovilización de Pb

M1= Resultado de la concentración de Pb

Fuente: Analytical Laboratory

Grafico N°2: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M1 y T1



En el grafico N°2 se puede observar que en el T1 (15 días de tratamiento) obtuvo como resultado: 76.00, con una eficiencia de 0,02%, mientras que en el T1 (30 días de aplicación) del tratamiento obtuvo como resultado 76.00, con una eficiencia de 1,34%.Por lo tanto, se

puede evidenciar que el T1 (a los 30 días de aplicación) fue el más eficiente, ya que absorbió una mayor cantidad de plomo, obteniendo una mayor eficiencia.

Resultados de la adsorción de la concentración de plomo para el tratamiento al 10% (T2: M2) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

El tratamiento T2, M2 consiste en agregar una concentración del 10% que equivale a 100 gramos de biochar al suelo contaminado con plomo. Se utilizaron 5 recipientes cada recipiente contenía 1 kg de suelo contaminado, adicional a ello 1 recipiente de suelo contaminado sin biochar que fue nuestra muestra control. El tratamiento se realizó durante dos periodo de 15 y 30 días.

Tabla N° 11: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M2 y T2

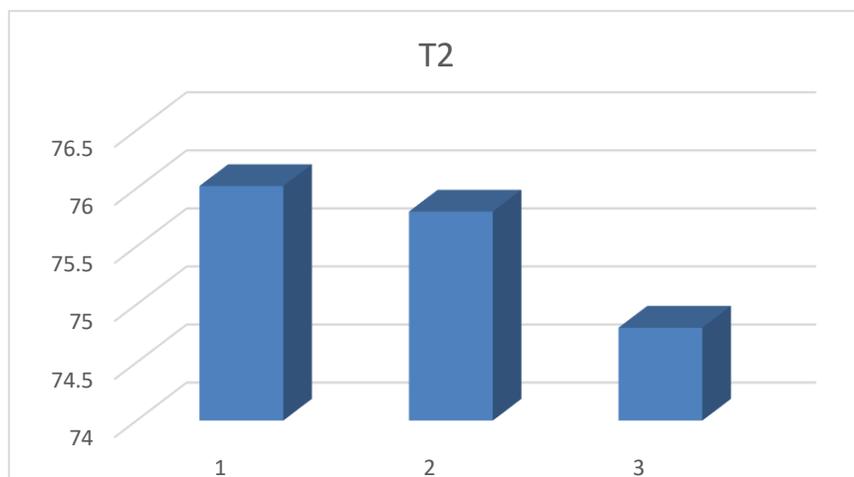
	Control	15 días		30 días	
		M2	T2	M2	T2
Pb (mg/Kg)	76.02	75.80	0.28%	74.08	2.56%

T2= % Eficiencia de inmovilización de Pb

M2= Resultado de la concentración de Pb

Fuente: Analytical Laboratory

Grafico N°3: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M2 y T2



DÍAS	T2
CONTROL	76.02
15	75.80
30	74.08

En el grafico N°3 se puede observar la concentración en el tratamiento M2 (15 días de tratamiento) obtuvo como resultado: 75.80, con una eficiencia de 0,28%, mientras que en el

T1 (30 días de aplicación) del tratamiento obtuvo como resultado 74.08, con una eficiencia de 2,56%.

Por lo tanto, se puede evidenciar que el T2 (a los 30 días de aplicación) fue el más eficiente, ya que absorbió una mayor cantidad de plomo, obteniendo una mayor eficiencia.

Resultados de la adsorción de la concentración de plomo para el tratamiento al 15% (T3: M3) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

El tratamiento T3, M3 consiste en agregar una concentración del 15% que equivale a 150 gramos de biochar al suelo contaminado con plomo. Se utilizaron 5 recipientes cada recipiente contenía 1 kg de suelo contaminado, adicional a ello 1 recipiente de suelo contaminado sin biochar que fue nuestra muestra control. El tratamiento se realizó durante dos periodo de 15 y 30 días.

Tabla N°12: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M3 y T3

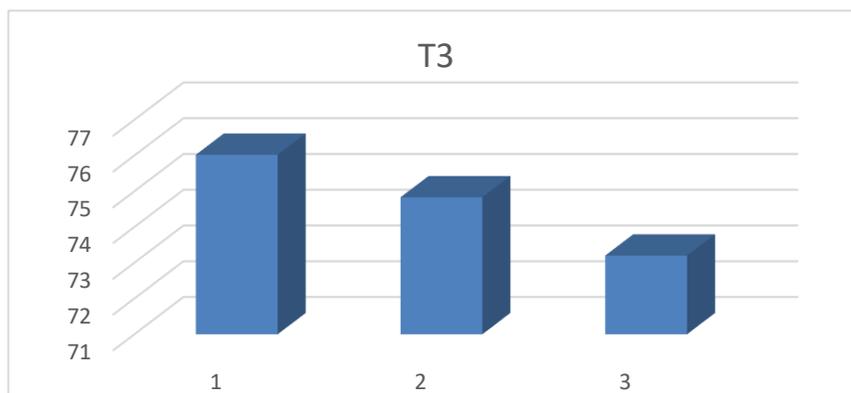
	Control	15 días		30 días	
		M3	Eficiencia (%)	M3	Eficiencia (%)
Pb (mg/Kg)	76.02	74.83	1.57%	73.20	3.71%

T3= % Eficiencia de inmovilización de Pb

M3= Resultado de la concentración de Pb

Fuente: Analytical Laboratory

Grafico N4: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M3 y T3



DÍAS	T3
CONTROL	76.02
15	74.83
30	73.20

En el grafico N°4 se puede observar la concentración en el tratamiento T3 (15 días de tratamiento) obtuvo como resultado: 74.83, con una eficiencia de 1,57%, mientras que en el T1 (30 días de aplicación) del tratamiento obtuvo como resultado 73.20, con una eficiencia de 3,71%.

Por lo tanto, se puede evidenciar que el T3 (a los 30 días de aplicación) fue el más eficiente, ya que absorbió una mayor cantidad de plomo, obteniendo una mayor eficiencia.

Resultados de la adsorción de la concentración de plomo para el tratamiento al 20% (T4: M4) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

El tratamiento T4, M4 consiste en agregar una concentración del 20% que equivale a 200 gramos de biochar al suelo contaminado con plomo. Se utilizaron 5 recipientes cada recipiente contenía 1 kg de suelo contaminado, adicional a ello 1 recipiente de suelo contaminado sin biochar que fue nuestra muestra control. El tratamiento se realizó durante dos periodo de 15 y 30 días.

Tabla N°13: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M4 y T4

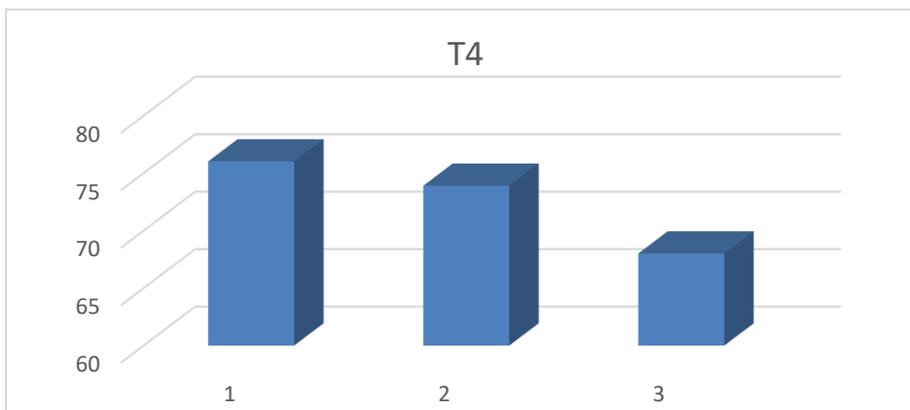
	Control	15 días		30 días	
		M4	T4	M4	T4
Pb (mg/Kg)	76.02	73.90	2.79%	68.01	10.54%

T4= % Eficiencia de inmovilización de Pb

M4= Resultado de la concentración de Pb

Fuente: Analytical Laboratory

Grafico N°5: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M4 y T4



DÍAS	T4
CONTROL	76.02
15	73.90
30	68.01

En el grafico N°5 se puede observar la concentración en el tratamiento T4 (15 días de tratamiento) obtuvo como resultado: 73.90, con una eficiencia de 2,79%, mientras que en el T1 (30 días de aplicación) del tratamiento obtuvo como resultado 68.01, con una eficiencia de 10,54%.

Por lo tanto, se puede evidenciar que el T4 (a los 30 días de aplicación) fue el más eficiente, ya que absorbió una mayor cantidad de plomo, obteniendo una mayor eficiencia.

Resultados de la adsorción de la concentración de plomo para el tratamiento al 25% (T5: M5) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

El tratamiento T5, M5 consiste en agregar una concentración del 25% que equivale a 250 gramos de biochar al suelo contaminado con plomo. Se utilizaron 5 recipientes cada recipiente contenía 1 kg de suelo contaminado, adicional a ello 1 recipiente de suelo contaminado sin biochar que fue nuestra muestra control. El tratamiento se realizó durante dos periodo de 15 y 30 días.

Tabla N°14: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M5 y T5

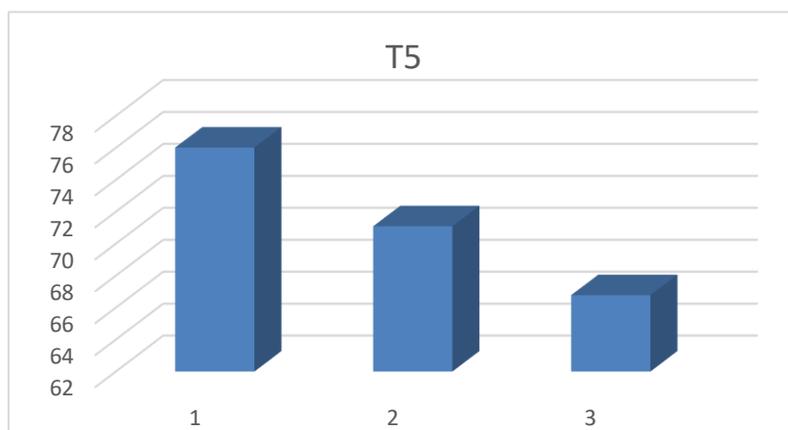
	Control	15 días		Eficiencia (%)		30días		Eficiencia (%)	
		M5	T5	M5	T5	M5	T5		
Pb (mg/Kg)	76.02	71.09	6.50%	66.78	12.16%				

T5= % Eficiencia de inmovilización de Pb

M5= Resultado de la concentración de Pb

Fuente: Analytical Laboratory

Grafico N°6: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M5 y T5



DÍAS	T5
CONTROL	76.02
15	71.09
30	66.78

En el grafico N°6 se puede observar la concentración en el tratamiento T5 (15 días de tratamiento) obtuvo como resultado: 71.09, con una eficiencia de 6,50%, mientras que en el T5 (30 días de aplicación) del tratamiento obtuvo como resultado 66.78, con una eficiencia de 12.16%.

Por lo tanto, se puede evidenciar que el T5 (a los 30 días de aplicación) fue el más eficiente, ya que absorbió una mayor cantidad de plomo, obteniendo una mayor eficiencia.

Resultados de la adsorción de la concentración de plomo para el tratamiento al 30% (T6: M6) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

El tratamiento T6, M6 consiste en agregar una concentración del 30% que equivale a 300 gramos de biochar al suelo contaminado con plomo. Se utilizaron 5 recipientes cada recipiente contenía 1 kg de suelo contaminado, adicional a ello 1 recipiente de suelo contaminado sin biochar que fue nuestra muestra control. El tratamiento se realizó durante dos periodo de 15 y 30 días.

Tabla N°15: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M6 y T6

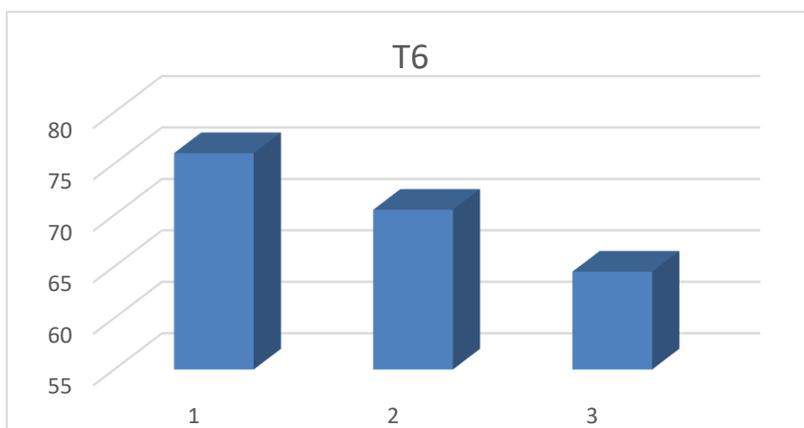
	Control	15 días		30 días	
		M6	T6	M6	T6
Pb (mg/Kg)	76.02	70.52	7.23%	64.50	15.16%

T6= % Eficiencia de inmovilización de Pb

M6= Resultado de la concentración de Pb

Fuente: Analytical Laboratory

Grafico N°7: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M6 y T6



DÍAS	T6
CONTROL	76.02
15	70.52
30	64.50

En el grafico N°7 se puede observar la concentración en el tratamiento T6 (15 días de tratamiento) obtuvo como resultado: 70.52, con una eficiencia de 7,23%, mientras que en el T1 (30 días de aplicación) del tratamiento obtuvo como resultado 64.50, con una eficiencia de 15,16%.

Por lo tanto, se puede evidenciar que el T6 (a los 30 días de aplicación) fue el más eficiente, ya que absorbió una mayor cantidad de plomo, obteniendo una mayor eficiencia.

Resultados de la adsorción de la concentración de plomo para el tratamiento al 35% (T7: M7) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

El tratamiento T7, M7 consiste en agregar una concentración del 35% que equivale a 350 gramos de biochar al suelo contaminado con plomo. Se utilizaron 5 recipientes cada recipiente contenía 1 kg de suelo contaminado, adicional a ello 1 recipiente de suelo contaminado sin biochar que fue nuestra muestra control. El tratamiento se realizó durante dos periodo de 15 y 30 días.

Tabla N°16: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M7 y T7

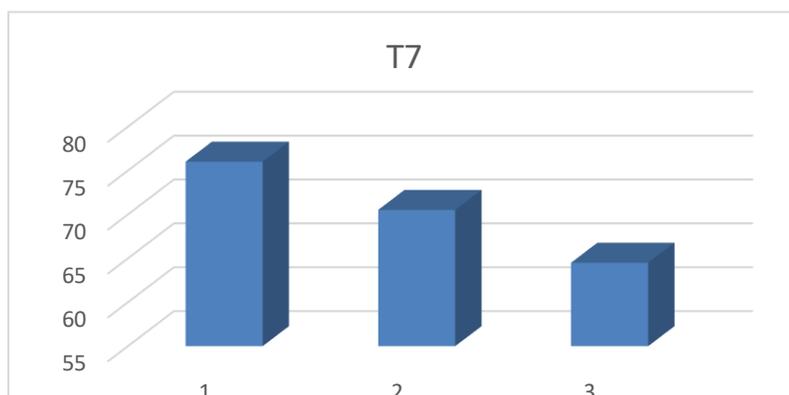
	Control	15 días		Eficiencia (%)		30 días		Eficiencia (%)	
		M7	T7	M7	T7	M7	T7		
Pb (mg/Kg)	76.02	68.91	9.36%	62.01	18.44%				

T7= % Eficiencia de inmovilización de Pb

M7= Resultado de la concentración de Pb

Fuente: Analytical Laboratory

Grafico N°8: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M7 y T7



DÍAS	T7
CONTROL	76.02
15	68.91
30	62.01

En el grafico N°8 se puede observar la concentración en el tratamiento T7 (15 días de tratamiento) obtuvo como resultado: 68.91, con una eficiencia de 9,36%, mientras que en el T7 (30 días de aplicación) del tratamiento obtuvo como resultado 62.01, con una eficiencia de 18,44%.

Por lo tanto, se puede evidenciar que el T7 (a los 30 días de aplicación) fue el más eficiente, ya que absorbió una mayor cantidad de plomo, obteniendo una mayor eficiencia.

Resultados de la adsorción de la concentración de plomo para el tratamiento al 40% (T8: M8) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

El tratamiento T8, M8 consiste en agregar una concentración del 40% que equivale a 400 gramos de biochar al suelo contaminado con plomo. Se utilizaron 5 recipientes cada recipiente contenía 1 kg de suelo contaminado, adicional a ello 1 recipiente de suelo contaminado sin biochar que fue nuestra muestra control. El tratamiento se realizó durante dos periodo de 15 y 30 días.

Tabla N°17: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M8 y T8

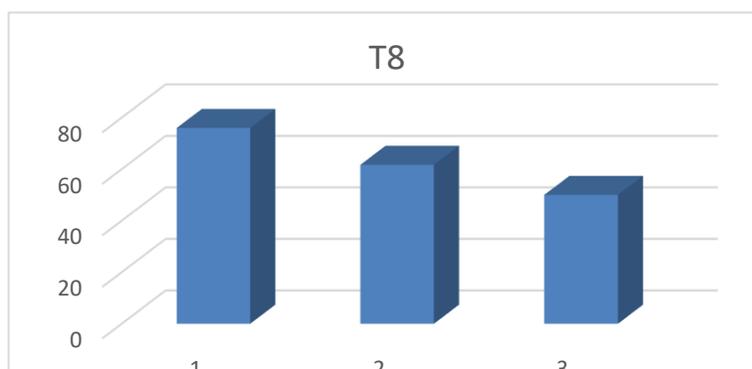
	Control	15 días		Eficiencia (%)		30 días		Eficiencia (%)	
		M8	T8	M8	T8	M8	T8		
Pb (mg/Kg)	76.02	67.7	10.94%	50.03	34.20%				

T8= % Eficiencia de inmovilización de Pb

M8= Resultado de la concentración de Pb

Fuente: Analytical Laboratory

Grafico N°9: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M8 y T8



DÍAS	T8
CONTROL	76.02
15	67.70
30	50.03

En el grafico N°9 se puede observar la concentración en el tratamiento T8 (15 días de tratamiento) obtuvo como resultado: 67.70, con una eficiencia de 10,94%, mientras que en el T1 (30 días de aplicación) del tratamiento obtuvo como resultado 50.03, con una eficiencia de 34,20%.

Por lo tanto, se puede evidenciar que el T8 (a los 30 días de aplicación) fue el más eficiente, ya que absorbió una mayor cantidad de plomo, obteniendo una mayor eficiencia.

Resultados de la adsorción de la concentración de plomo para el tratamiento al 45% (T9: M9) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

El tratamiento T9, M9 consiste en agregar una concentración del 45% que equivale a 450 gramos de biochar al suelo contaminado con plomo. Se utilizaron 5 recipientes cada recipiente contenía 1 kg de suelo contaminado, adicional a ello 1 recipiente de suelo contaminado sin biochar que fue nuestra muestra control. El tratamiento se realizó durante dos periodo de 15 y 30 días.

Tabla N°18: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M9 y T9

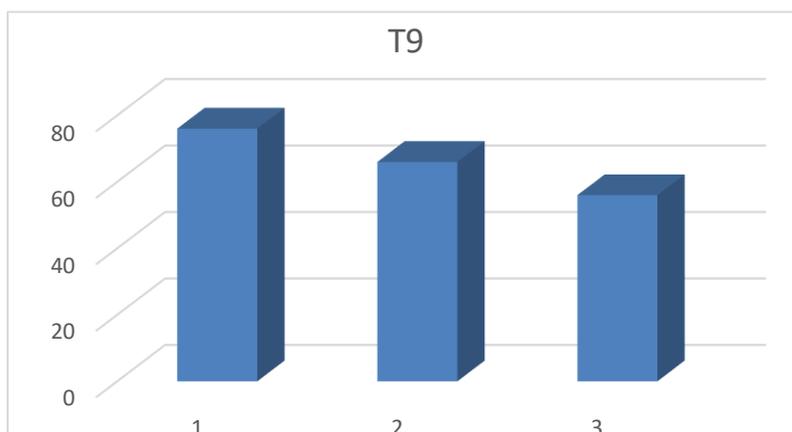
	Control	15 días		30 días	
		M9	T9	M9	T9
Pb (mg/Kg)	76.02	66.00	13.17%	56.01	26.33%

T9= % Eficiencia de inmovilización de Pb

M9= Resultado de la concentración de Pb

Fuente: Analytical Laboratory

Grafico N°10: Resultado de adsorción de nivel de concentración de Pb para el tratamiento elaborado con biochar al M9 y T9



DÍAS	T9
CONTROL	76.02
15	66.00
30	56.01

En el grafico N°10 se puede observar la concentración en el tratamiento T9 (15 días de tratamiento) obtuvo como resultado: 66.00, con una eficiencia de 13,17%, mientras que en el T1 (30 días de aplicación) del tratamiento obtuvo como resultado 56.01, con una eficiencia de 26,33%.

Por lo tanto, se puede evidenciar que el T9 (a los 30 días de aplicación) fue el más eficiente, ya que absorbió una mayor cantidad de plomo, obteniendo una mayor eficiencia.

3.3. Resumen de la concentración del Plomo en el suelo durante los primeros 15 días de aplicación.

TABLAN°19 Concentración del Plomo antes y después del tratamiento (15 días de aplicación)

DATA		CONCENTRACIÓN DE PLOMO					
		DOSIS	ANTES DEL TRATAMIENTO	DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	PROMEDIO	EFICACIA	
T1	M1	5%	76.02	76.01	76.00	0.01%	0.02%
	M1	5%	76.02	76.00		0.03%	
	M1	5%	76.02	76.00		0.03%	
	M1	5%	76.02	76.01		0.01%	
	M1	5%	76.02	76.00		0.03%	
	C1	5%	76.02	76.02			
T2	M2	10%	76.02	75.80	75.80	0.29%	0.28%
	M2	10%	76.02	75.81		0.28%	
	M2	10%	76.02	75.81		0.28%	
	M2	10%	76.02	75.80		0.29%	
	M2	10%	76.02	75.80		0.29%	
	C2	10%	76.02	76.02			
T3	M3	15%	76.02	74.83	74.83	1.57%	1.57%
	M3	15%	76.02	74.82		1.58%	
	M3	15%	76.02	74.83		1.57%	
	M3	15%	76.02	74.83		1.57%	
	M3	15%	76.02	74.82		1.58%	

	C3	15%	76.02	76.02			
T4	M4	20%	76.02	73.90	73.90	2.79%	2.79%
	M4	20%	76.02	73.90		2.79%	
	M4	20%	76.02	73.90		2.79%	
	M4	20%	76.02	73.89		2.80%	
	M4	20%	76.02	73.89		2.80%	
	C4	20%	76.02	76.02			
T5	M5	25%	76.02	71.08	71.09	6.50%	6.50%
	M5	25%	76.02	71.08		6.50%	
	M5	25%	76.02	71.08		6.50%	
	M5	25%	76.02	71.09		6.49%	
	M5	25%	76.02	71.08		6.50%	
	C5	25%	76.02	76.02			
T6	M6	30%	76.02	70.52	70.52	7.23%	7.23%
	M6	30%	76.02	70.52		7.23%	
	M6	30%	76.02	70.52		7.23%	
	M6	30%	76.02	70.53		7.22%	
	M6	30%	76.02	70.53		7.22%	
	C6	30%	76.02	76.02			
T7	M7	35%	76.02	68.90	68.91	9.37%	9.36%
	M7	35%	76.02	68.91		9.35%	
	M7	35%	76.02	68.91		9.35%	
	M7	35%	76.02	68.90		9.37%	
	M7	35%	76.02	68.91		9.35%	
	C7	35%	76.02	76.02			
T8	M8	40%	76.02	67.70	67.70	10.94%	10.94%
	M8	40%	76.02	67.71		10.93%	
	M8	40%	76.02	67.70		10.94%	
	M8	40%	76.02	67.70		10.94%	
	M8	40%	76.02	67.70		10.94%	

	C8	40%	76.02	76.02			
T9	M9	45%	76.02	66.01	66.00	13.17%	13.17%
	M9	45%	76.02	66.02		13.15%	
	M9	45%	76.02	66.00		13.18%	
	M9	45%	76.02	66.00		13.18%	
	M9	45%	76.02	66.00		13.18%	
	C9	45%	76.02	76.02			

Grafico N° 11: Concentración de Plomo

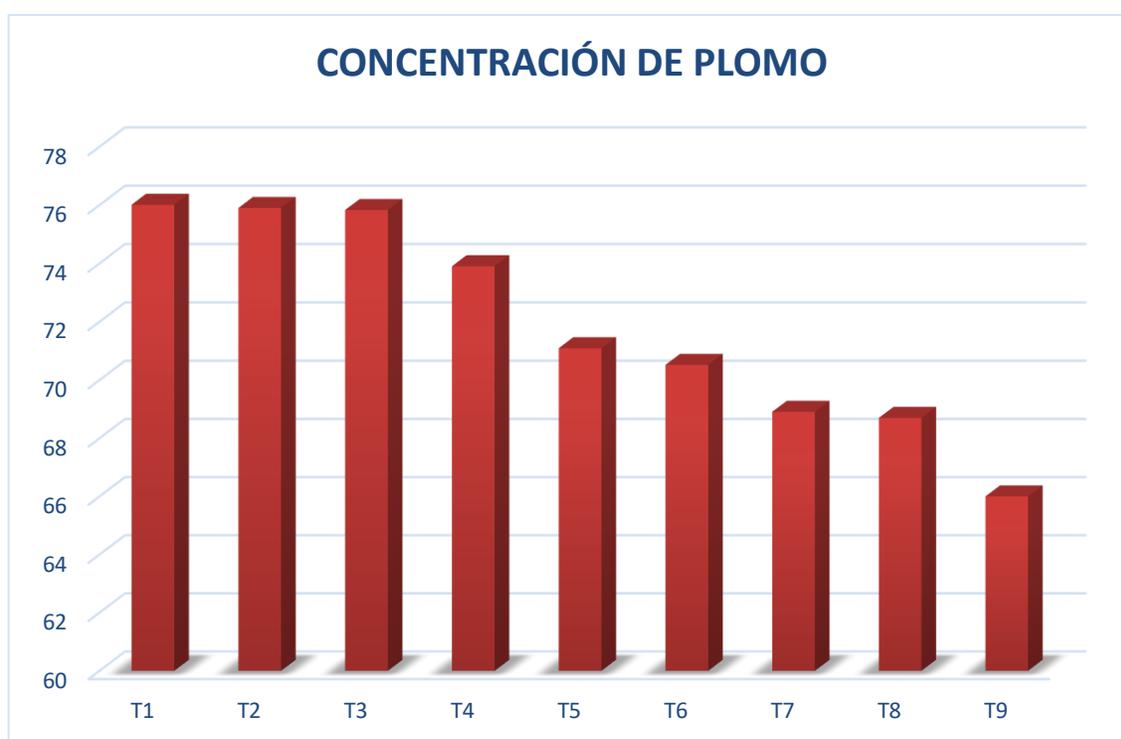


TABLA N°20: Resumen de los resultados de la concentración del Plomo

DATA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
PROM	76.01	75.90	75.83	73.90	71.09	70.52	68.91	68.70	66.00

INTERPRETACIÓN: En el cuadro estadístico se muestran los valores de la concentración de plomo presentes en la muestra de suelo, después de aplicado el tratamiento con las diversas dosis de biochar, observando que el tratamiento 9 presenta una mayor adsorción de plomo, mostrando hasta ahora una mejor eficiencia ya que con 450gr de biochar en un periodo de 15 días de aplicación, se pudo adsorber 10.00 mg/l de plomo.

En el grafico podemos observar que la concentración de Plomo presentes la muestra de suelo tiende a disminuir respecto a la concentración inicial,

Respecto al tratamiento anterior se puede observar que cuanto mayor es el porcentaje de biocarbon añadido al suelo contaminado, mayor será la cantidad de plomo adsorbido.

Prueba de ANOVA para la eficiencia de las diversas dosis de biochar elaborado con cascara de naranja según el periodo de aplicación:

Tabla N°21: Resultados de la concentración de Plomo el periodo de aplicación

	En 15 días	En 30 días
T1	76.00	75.00
T2	75.80	74.80
T3	74.83	73.02
T4	73.90	68.01
T5	71.09	66.78
T6	70.52	64.50
T7	68.91	62.01
T8	67.70	50.03
T9	66.00	56.01

ANOVA de un solo factor: Depues de 15 dias vs. Tratamientos Método

Tabla N° 22

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Tabla N° 23: Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	9	M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9

Análisis de Varianza

Tabla N° 24

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	0.093359	0.011670	2023216.67	0.000
Error	36	0.000000	0.000000		
Total	44	0.093359			

A un nivel de confianza del 95% se puede decir que existen diferencias entre las medias de los tratamientos después de los 15 días

Resumen del modelo

Tabla N° 25

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0000759	100.00%	100.00%	100.00%

Medias

Tabla N° 26

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
M1	5	0.000210	0.000072	(0.000142, 0.000279)
M2	5	0.002841	0.000072	(0.002772, 0.002910)
M3	5	0.015706	0.000072	(0.015638, 0.015775)
M4	5	0.027940	0.000072	(0.027871, 0.028009)
M5	5	0.064957	0.000059	(0.064888, 0.065025)
M6	5	0.072297	0.000072	(0.072228, 0.072366)
M7	5	0.093581	0.000072	(0.093512, 0.093650)
M8	5	0.109419	0.000059	(0.109350, 0.109487)
M9	5	0.131728	0.000118	(0.131660, 0.131797)

Desv.Est. agrupada = 0.0000759472

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

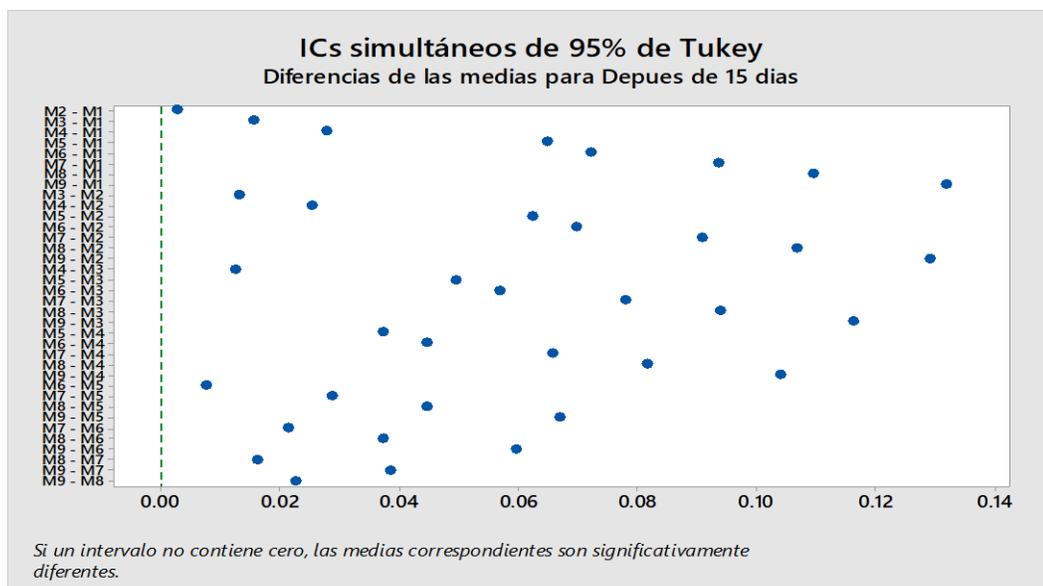
Tabla N° 27

Tratamientos	N	Media	Agrupación							
M9	5	0.131728	A							
M8	5	0.109419		B						
M7	5	0.093581			C					
M6	5	0.072297				D				
M5	5	0.064957					E			
M4	5	0.027940						F		
M3	5	0.015706							G	
M2	5	0.002841								H
M1	5	0.000210								I

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey

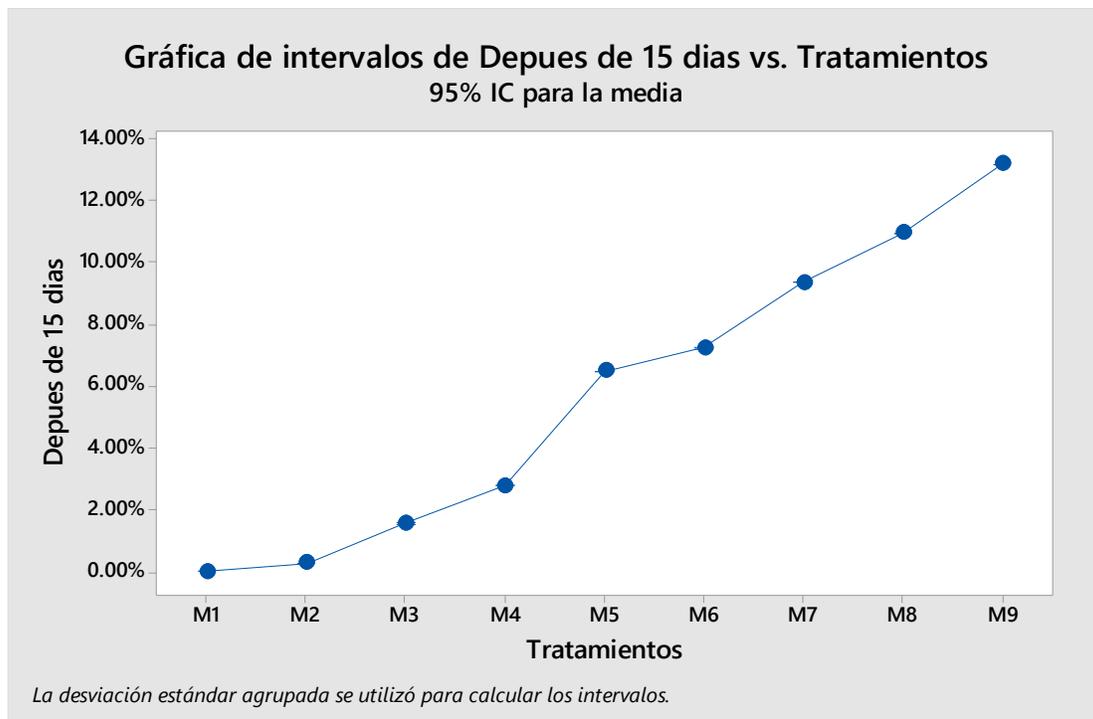
Grafico N° 12



Como se observa la menor diferencia se encuentra entre el tratamiento 8 y 9. A nivel de confianza del 95 %

Gráfica de intervalos de Depues de 15 días vs. Tratamientos

Gráfico N° 13



IV. Resumen de la concentración del Plomo en el suelo durante los 30 días de aplicación.

TABLAN°28 Concentración del Plomo antes y después del tratamiento (30 días de aplicación)

DATA		CONCENTRACIÓN DE PLOMO					
		DOSIS	ANTES DEL TRATAMIENTO	DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	PROMEDIO	EFICACIA	
T1	M1	5%	76.02	75.00	75.00	1.34%	1.34%
	M1	5%	76.02	75.01		1.33%	
	M1	5%	76.02	75.01		1.33%	
	M1	5%	76.02	75.00		1.34%	
	M1	5%	76.02	75.00		1.34%	
	C1	5%	76.02	76.02			
T2	M2	10%	76.02	74.08	74.08	2.55%	2.56%
	M2	10%	76.02	74.08		2.55%	
	M2	10%	76.02	74.07		2.57%	
	M2	10%	76.02	74.08		2.55%	
	M2	10%	76.02	74.08		2.55%	
	C2	10%	76.02	76.02			
T3	M3	15%	76.02	73.20	73.20	3.71%	3.71%
	M3	15%	76.02	73.20		3.71%	
	M3	15%	76.02	73.21		3.70%	
	M3	15%	76.02	73.20		3.71%	
	M3	15%	76.02	73.21		3.70%	
	C3	15%	76.02	76.02			
T4	M4	20%	76.02	68.01	68.01	10.54%	10.54%
	M4	20%	76.02	68.00		10.55%	
	M4	20%	76.02	68.01		10.54%	
	M4	20%	76.02	68.00		10.55%	
	M4	20%	76.02	68.01		10.54%	
	C4	20%	76.02	76.02			
T5	M5	25%	76.02	66.78	66.78	12.15%	12.16

	M5	25%	76.02	66.77		12.17%	
	M5	25%	76.02	66.78		12.15%	
	M5	25%	76.02	66.77		12.17%	
	M5	25%	76.02	66.78		12.15%	
	C5	25%	76.02	76.02			
T6	M6	30%	76.02	64.50	64.5	15.15%	15.16
	M6	30%	76.02	64.50		15.15%	
	M6	30%	76.02	64.49		15.17%	
	M6	30%	76.02	64.49		15.17%	
	M6	30%	76.02	64.50		15.15%	
	C6	30%	76.02	76.02			
T7	M7	35%	76.02	62.00	62.01	18.44%	18.44%
	M7	35%	76.02	62.01		18.43%	
	M7	35%	76.02	62.01		18.43%	
	M7	35%	76.02	62.00		18.44%	
	M7	35%	76.02	62.01		18.43%	
	C7	35%	76.02	76.02			
T8	M8	40%	76.02	50.00	50.03	34.23%	34.20%
	M8	40%	76.02	50.03		34.19%	
	M8	40%	76.02	50.03		34.19%	
	M8	40%	76.02	50.03		34.19%	
	M8	40%	76.02	50.03		34.19%	
	C8	40%	76.02	76.02			
T9	M9	45%	76.02	56.01	56.01	26.32%	26.33%
	M9	45%	76.02	56.00		26.34%	
	M9	45%	76.02	56.00		26.34%	
	M9	45%	76.02	56.01		26.34%	
	M9	45%	76.02	56.00		26.32%	
	C9	45%	76.02	76.02			

Grafico N°14: Concentración de Plomo

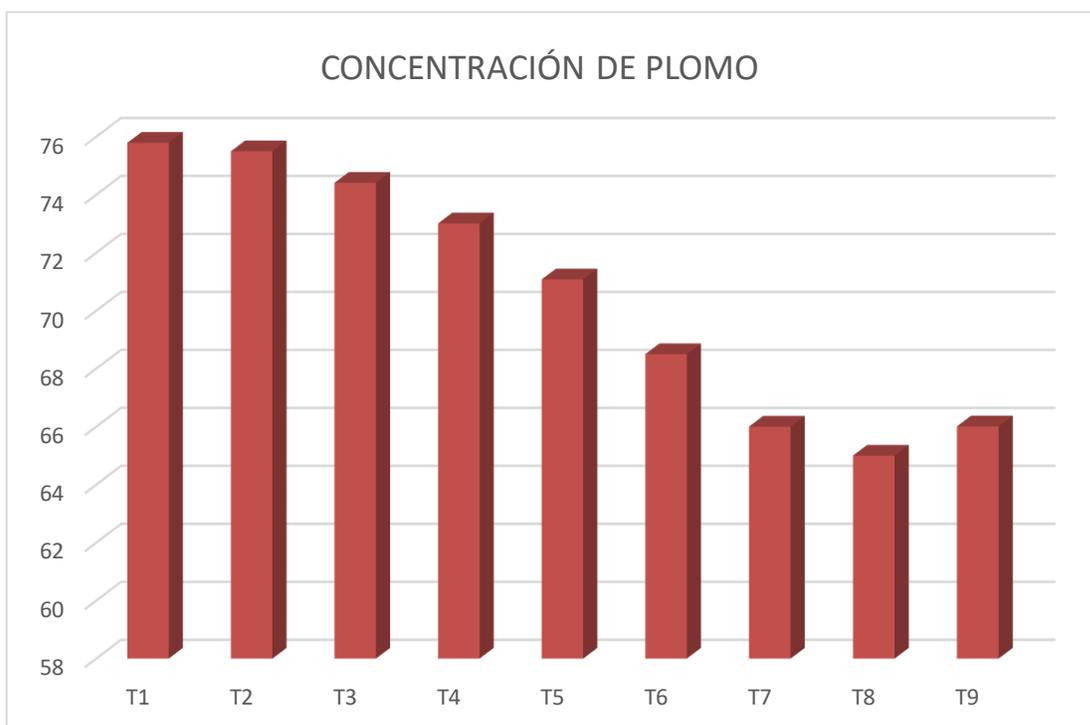


TABLA N°29

DATA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
PROM	75.79	75.5	74.41	73.01	71.08	68.50	66.00	65.00	66.01

INTERPRETACIÓN:

En el cuadro estadístico se muestran los valores de la concentración de plomo presentes en la muestra de suelo, después de aplicado el tratamiento con las diversas dosis de biochar, observando que el tratamiento 8 presenta una mayor adsorción de plomo, mostrando una mejor eficiencia ya que con 450gr de biochar en un periodo de 30 días, se pudo adsorber 11.00 mg/l de plomo.

ANOVA de un solo factor: Después de 30 días vs. Tratamientos

Método

Tabla N° 30

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Tabla N° 31

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	9	M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9

Análisis de Varianza

Tabla N° 32

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	8	0.496677	0.062085	7875871.26	0.000
Error	36	0.000000	0.000000		
Total	44	0.496677			

A un nivel de confianza del 95% se puede decir que existen diferencias entre las medias de los tratamientos después de los 30 días

Resumen del modelo

Tabla N° 33

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0000888	100.00%	100.00%	100.00%

Medias

Tabla N° 34

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
M1	5	0.013365	0.000072	(0.013284, 0.013445)
M2	5	0.025546	0.000059	(0.025465, 0.025626)
M3	5	0.037043	0.000072	(0.036962, 0.037123)
M4	5	0.105420	0.000072	(0.105339, 0.105500)
M5	5	0.121600	0.000072	(0.121519, 0.121680)

M6	5	0.151592	0.000072	(0.151511, 0.151672)
M7	5	0.184346	0.000072	(0.184266, 0.184427)
M8	5	0.341963	0.000176	(0.341882, 0.342043)
M9	5	0.263299	0.000072	(0.263219, 0.263380)

Desv.Est. agrupada = 0.000088785

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

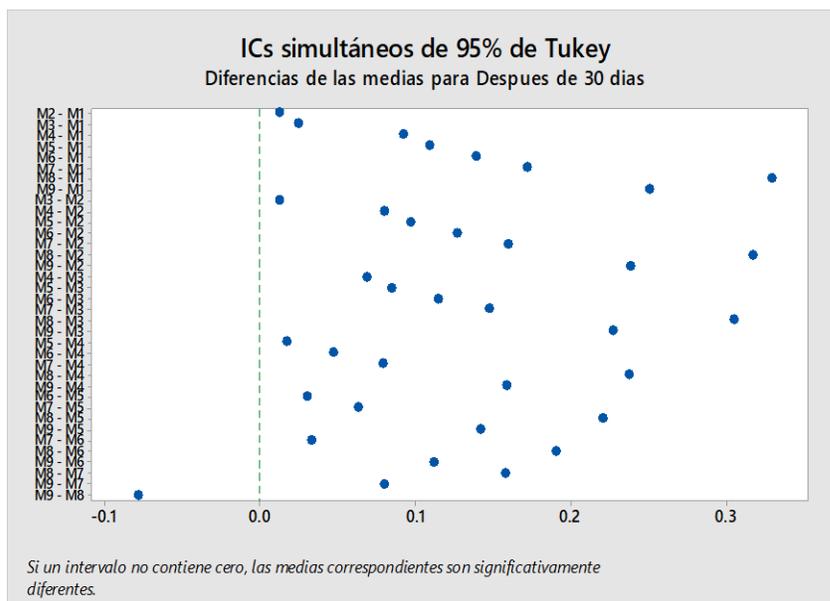
Tabla N° 35

Tratamientos	N	Media	Agrupación							
M8	5	0.341963	A							
M9	5	0.263299		B						
M7	5	0.184346			C					
M6	5	0.151592				D				
M5	5	0.121600					E			
M4	5	0.105420						F		
M3	5	0.037043							G	
M2	5	0.025546								H
M1	5	0.013365								I

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

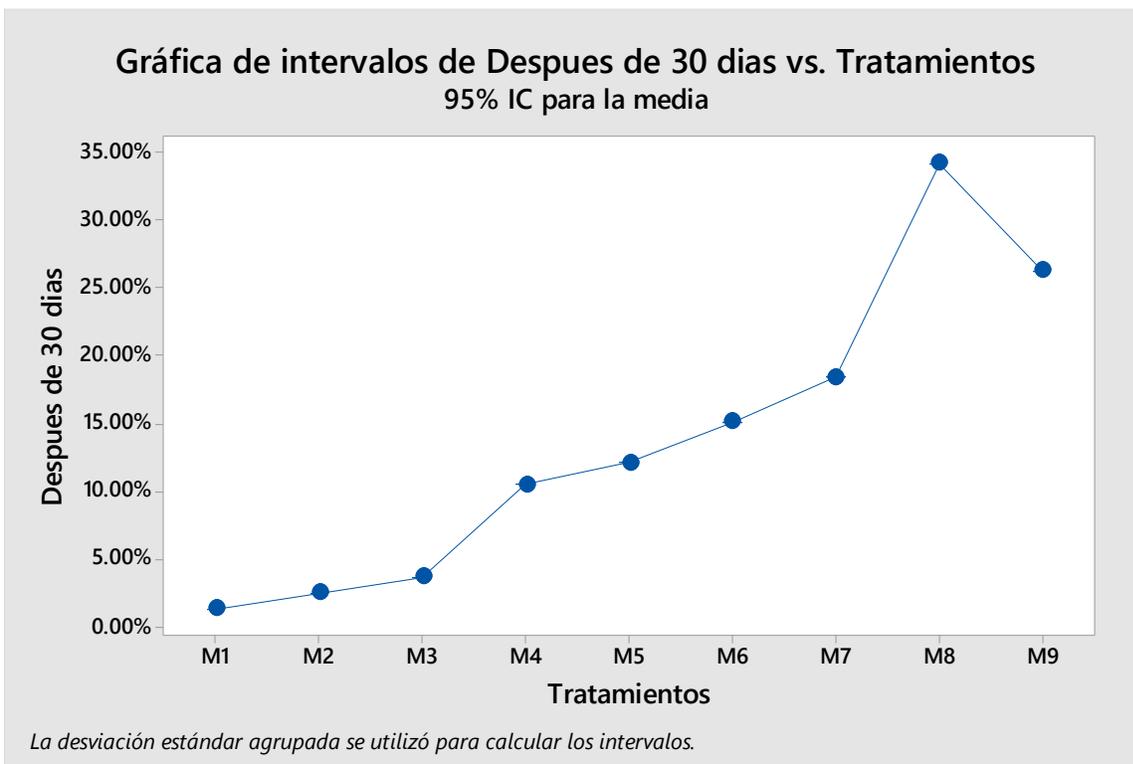
ICs simultáneos de 95% de Tukey

Gráfico N°15



Como se observa la menor diferencia se encuentra entre el tratamiento 8 y 9. A nivel de confianza del 95 %

Gráfica de intervalos de Después de 30 días vs. Tratamientos
Gráfico N°16

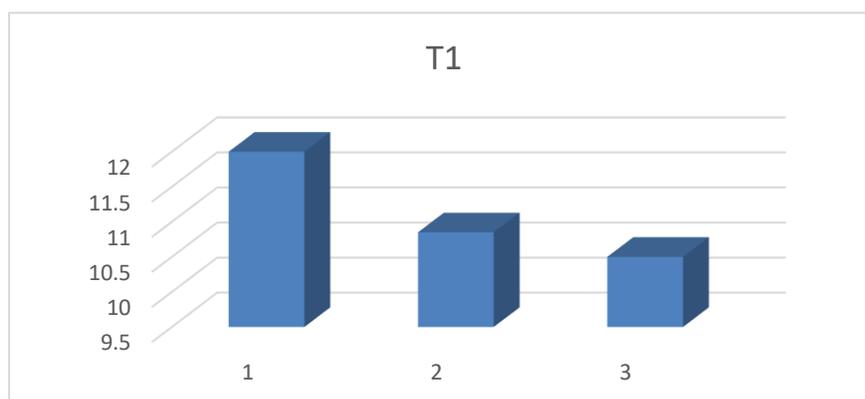


Resultados de Ph para el tratamiento al 5% (T1: M1) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 36

	Muestra Control	15 días	30 días
pH	12	10.85	10.5

Gráfico N° 17: Ph para el tratamiento al 5% (T1: M1) 15 días y 30 días de la aplicación

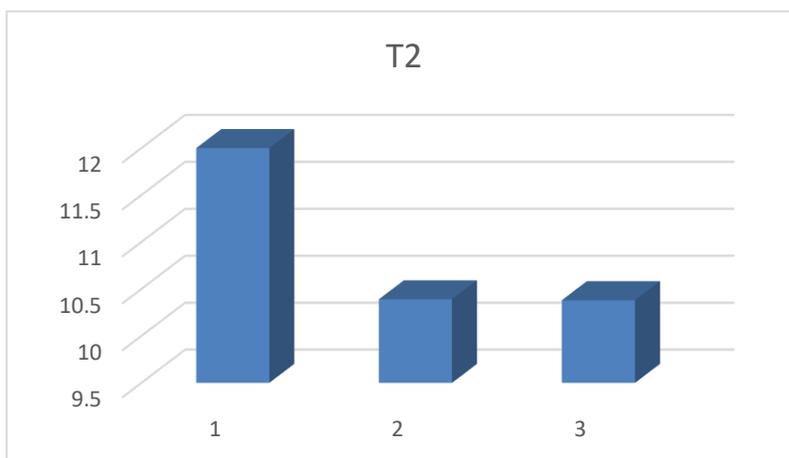


Resultados de Ph para el tratamiento al 10% (T2: M2 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*))

Tabla N° 37

	Muestra Control	15 días	30 días
pH	12	10.39	10.38

Gráfico N° 18

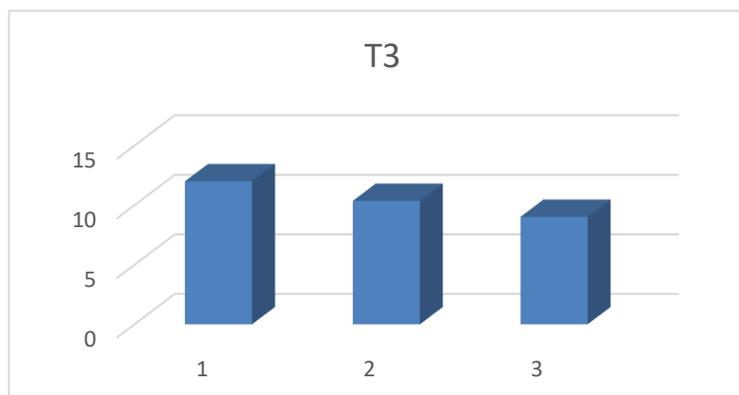


Resultados de Ph para el tratamiento al 15% (T3: M3 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*))

Tabla N° 38

	Muestra Control	15 días	30 días
pH	12	10.36	9.02

Gráfico N° 19

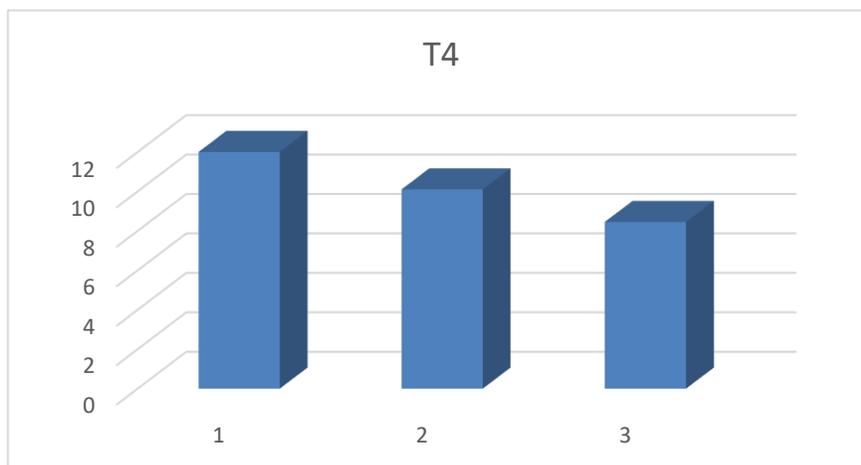


Resultados de Ph para el tratamiento al 20% (T4: M4 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*))

Tabla N° 39

	Muestra Control	15 días	30 días
Ph	12	9.84	8.4

Gráfico N° 20

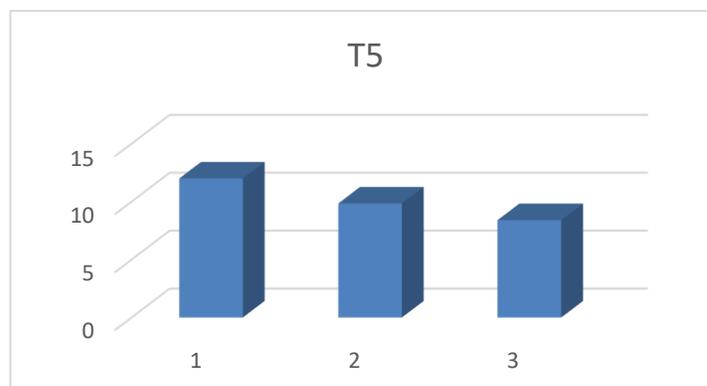


Resultados de Ph para el tratamiento al 25% (T5: M5 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*))

Tabla N° 40

	Muestra Control	15 días	30 días
pH	12	9.84	8.4

Gráfico N° 21

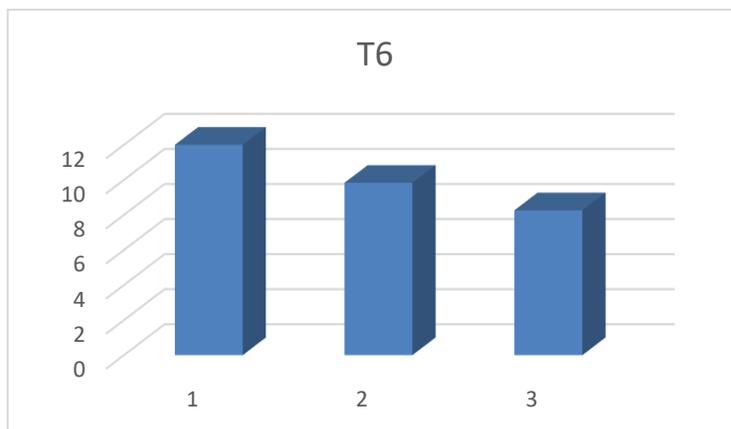


Resultados de Ph para el tratamiento al 30% (T6: M6 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*))

Tabla N° 41

	Muestra Control	15 días	30 días
pH	12	9.83	8.26

Gráfico N° 23

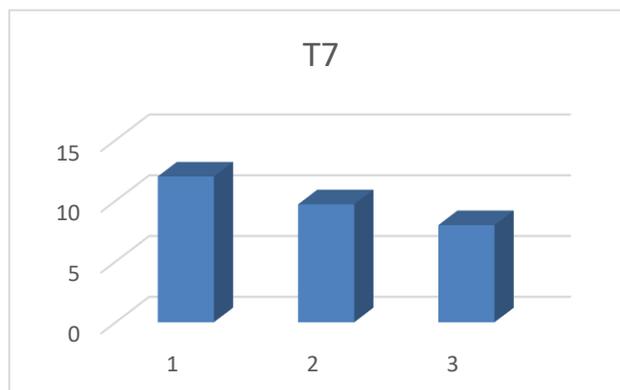


Resultados de Ph para el tratamiento al 35% (T7: M7 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*))

Tabla N° 42

	Muestra Control	15 días	30 días
pH	12	9.71	8

Gráfico N° 24

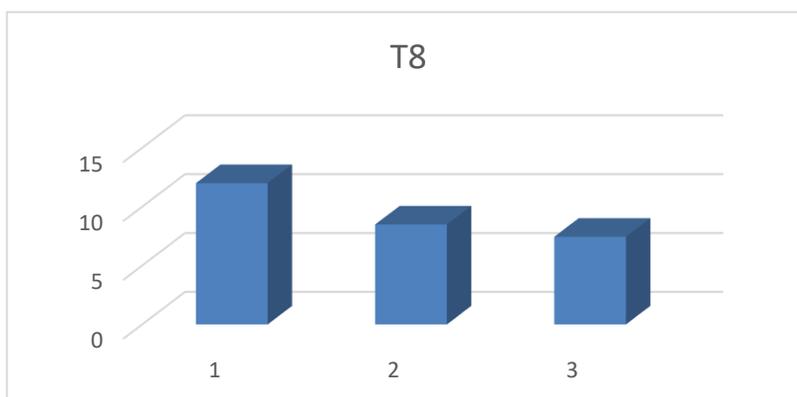


Resultados de Ph para el tratamiento al 40% (T8: M8 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*))

Tabla N° 43

	Muestra Control	15 días	30 días
pH	12	8.49	7.45

Gráfico N° 24

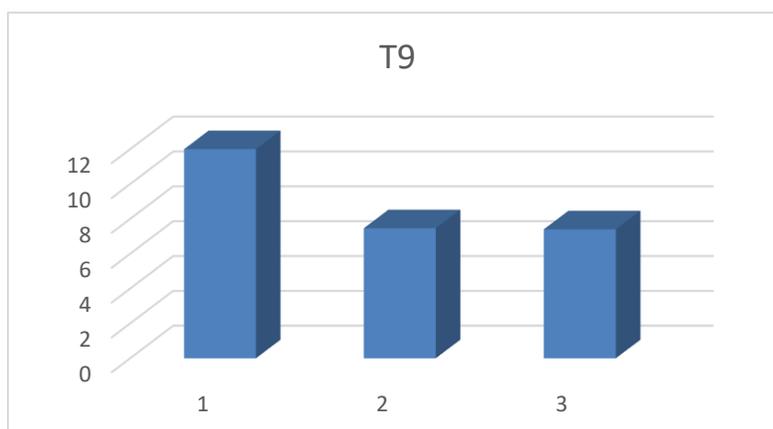


Resultados de Ph para el tratamiento al 45% (T9: M9 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*))

Tabla N° 44

	Muestra Control	15 días	30 días
pH	12	7.46	7.4

Gráfico N° 25



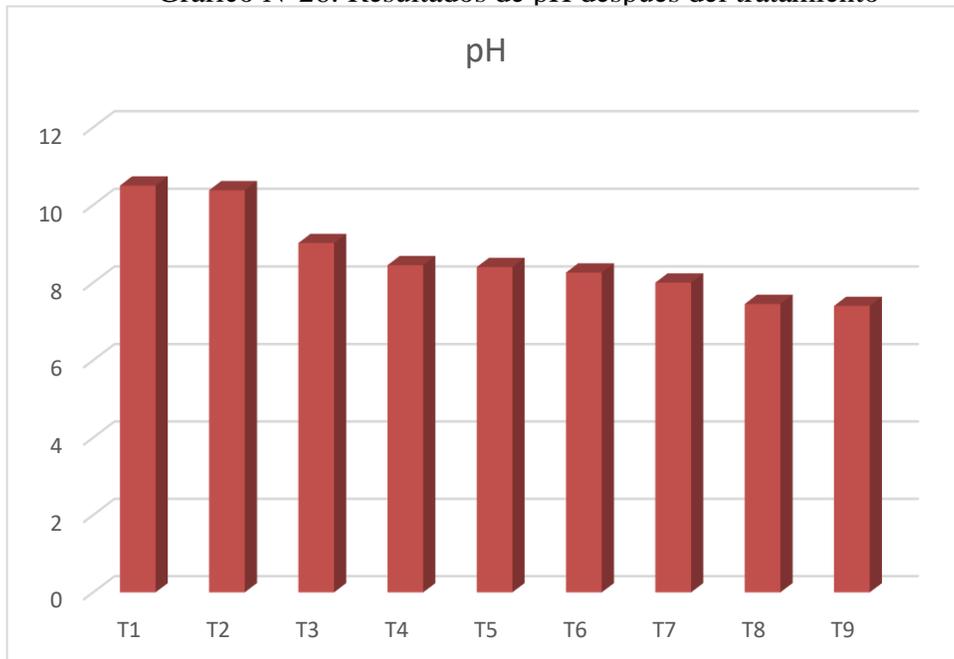
V. **Resumen del pH en la muestra de suelo durante los primeros 15 días de tratamiento.**

TABLAN°45 ph después del tratamiento (15 días de aplicación)

DATA		Ph		
		DOSIS	DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	PROMEDIO
T1	M1	5%	10.89	10.85
	M1	5%	10.89	
	M1	5%	10.90	
	M1	5%	10.79	
	M1	5%	10.78	
	C1	5%	12.00	
T2	M2	10%	10.40	10.39
	M2	10%	10.41	
	M2	10%	10.39	
	M2	10%	10.38	
	M2	10%	10.40	
	C2	10%	12.00	
T3	M3	15%	10.37	10.36
	M3	15%	10.36	
	M3	15%	10.37	
	M3	15%	10.35	
	M3	15%	10.37	
	C3	15%	12.00	
T4	M4	20%	10.12	10.10
	M4	20%	10.10	
	M4	20%	10.11	
	M4	20%	10.12	
	M4	20%	10.09	
	C4	20%	12.00	

T5	M5	25%	9.86	9.84
	M5	25%	9.86	
	M5	25%	9.85	
	M5	25%	9.84	
	M5	25%	9.83	
	C5	25%	12.00	
T6	M6	30%	9.84	9.83
	M6	30%	9.83	
	M6	30%	9.82	
	M6	30%	9.84	
	M6	30%	9.83	
	C6	30%	12.00	
T7	M7	35%	9.71	9.71
	M7	35%	9.70	
	M7	35%	9.72	
	M7	35%	9.72	
	M7	35%	9.70	
	C7	35%	12.00	
T8	M8	40%	8.49	8.49
	M8	40%	8.48	
	M8	40%	8.50	
	M8	40%	8.50	
	M8	40%	8.50	
	C8	40%	12.00	
T9	M9	45%	7.46	7.46
	M9	45%	7.45	
	M9	45%	7.46	
	M9	45%	7.46	
	M9	45%	7.45	
	C9	45%	12.00	

Grafico N°26: Resultados de pH después del tratamiento



DATA	PROMEDIO
T1	10.85
T2	10.39
T3	10.36
T4	10.1
T5	9.84
T6	9.83
T7	9.71
T8	8.49
T9	7.46

INTERPRETACIÓN:

En el cuadro estadístico se muestran los valores del pH presente en la muestra de suelo, después de aplicado el tratamiento con las diversas dosis de biochar, observando que el tratamiento 9 presenta una reducción de 4.54, mostrando hasta ahora una mejor eficiencia ya que con 450gr se obtuvo como resultado 7.46 de pH.

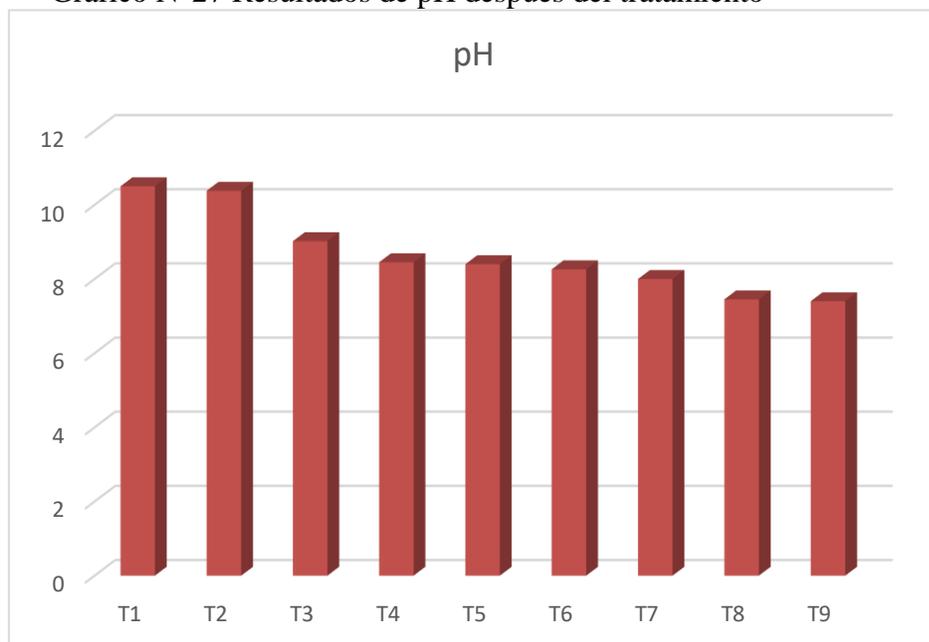
VI. Resumen del pH en la muestra de suelo durante los 30 días de tratamiento.

TABLAN°46 ph después del tratamiento (30 días de aplicación)

DATA		Ph		
		DOSIS	DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	PROMEDIO
T1	M1	5%	10.49	10.50
	M1	5%	10.50	
	M1	5%	10.48	
	M1	5%	10.50	
	M1	5%	10.50	
	C1	5%	12.00	
T2	M2	10%	10.38	10.38
	M2	10%	10.37	
	M2	10%	10.38	
	M4	10%	10.37	
	M2	10%	10.38	
	C2	10%	12.00	
T3	M3	15%	9.00	9.02
	M3	15%	9.02	
	M3	15%	9.02	
	M3	15%	9.00	
	M3	15%	9.02	
	C3	15%	12.00	
T4	M4	20%	8.45	8.45
	M4	20%	8.46	
	M4	20%	8.45	
	M4	20%	8.45	
	M4	20%	8.45	
	C4	20%	12.00	
T5	M5	25%	8.40	

	M5	25%	8.41	
	M5	25%	8.41	8.40
	M5	25%	8.40	
	M5	25%	8.40	
	C5	25%	12.00	
T6	M6	30%	8.25	8.26
	M6	30%	8.26	
	M6	30%	8.27	
	M6	30%	8.26	
	M6	30%	8.26	
	C6	30%	12.00	
T7	M7	35%	8.00	8.00
	M7	35%	8.01	
	M7	35%	8.00	
	M7	35%	8.00	
	M7	35%	8.00	
	C7	35%	12.00	
T8	M8	40%	7.45	7.45
	M8	40%	7.46	
	M8	40%	7.45	
	M8	40%	7.45	
	M8	40%	7.46	
	C8	40%	12.00	
T9	M9	45%	7.40	7.40
	M9	45%	7.39	
	M9	45%	7.40	
	M9	45%	7.39	
	M9	45%	7.40	
	M9	45%	12.00	

Grafico N°27 Resultados de pH después del tratamiento



DATA	PROMEDIO
T1	10.5
T2	10.38
T3	9.02
T4	8.45
T5	8.40
T6	8.26
T7	8.00
T8	7.45
T9	7.40

INTERPRETACIÓN:

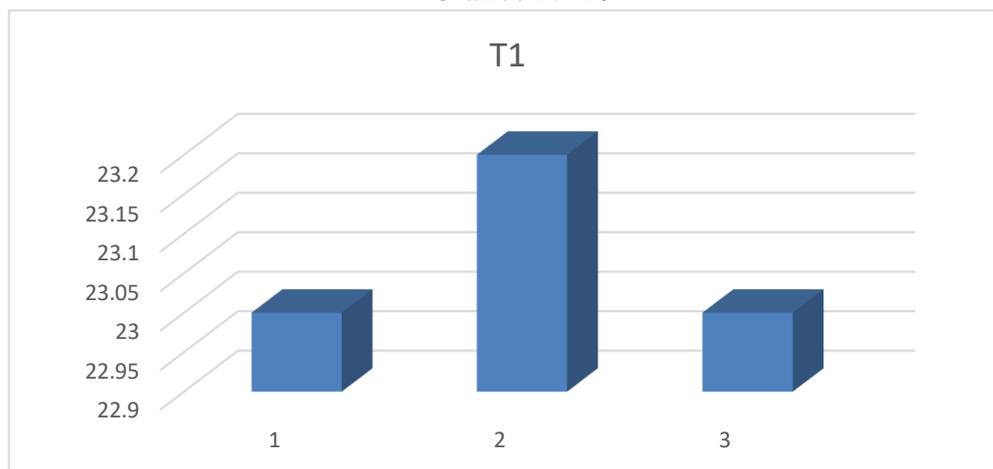
En el cuadro estadístico se muestran los valores del pH presente en la muestra de suelo, después de aplicado el tratamiento con las diversas dosis de biochar, observando que el tratamiento 9 presenta una reducción de 4.60, mostrando hasta ahora una mejor eficiencia ya que con 500gr se obtuvo como resultado 7.40 de pH.

Resultados de Temperatura para el tratamiento al 5% (T1: M1) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 47

	Muestra Control	15 días	30 días
Temperatura	23.0	23.2	23.0

Gráfico N° 28

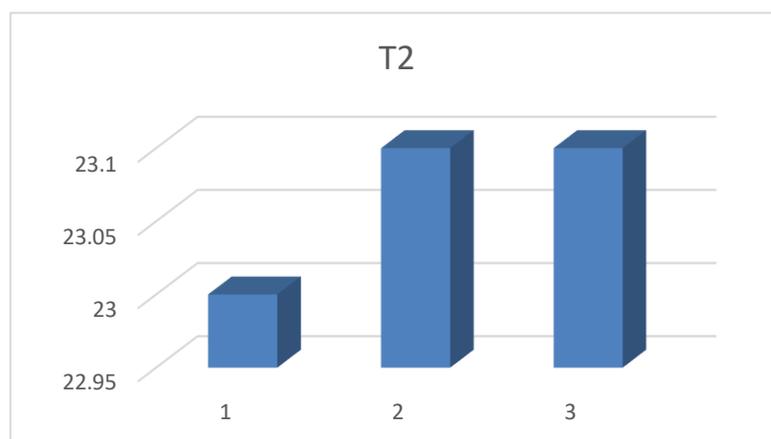


Resultados de Temperatura para el tratamiento al 10% (T2: M2) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 48

	Muestra Control	15 días	30 días
Temperatura	23.0	23.1	23.1

Gráfico N° 29

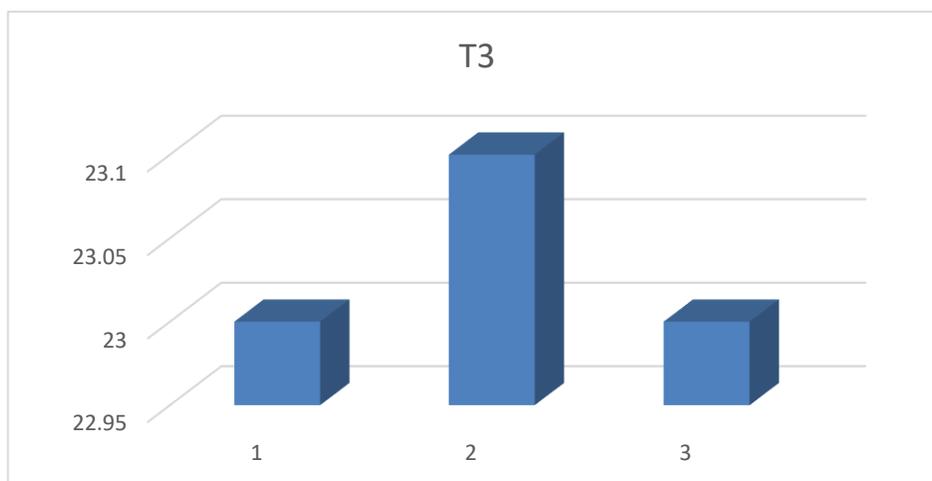


Resultados de Temperatura para el tratamiento al 15% (T3: M3) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 49

	Muestra Control	15 días	30 días
Temperatura	23.0	23.1	23.0

Gráfico N° 30

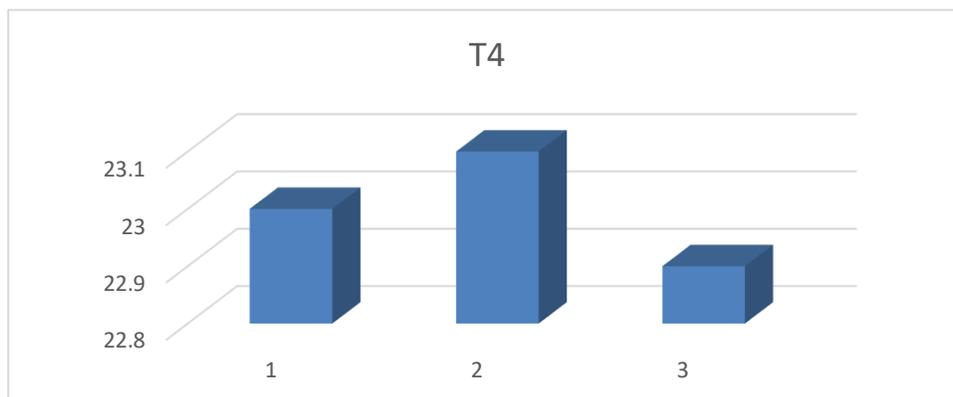


Resultados de Temperatura para el tratamiento al 20% (T4: M4) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 50

	Muestra Control	15 días	30 días
Temperatura	23.0	23.1	22.8

Gráfico N° 31

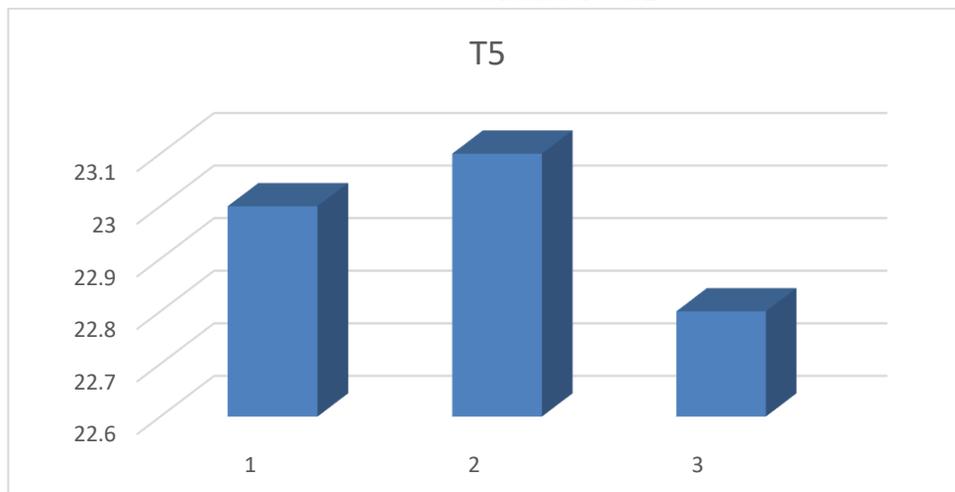


Resultados de Temperatura para el tratamiento al 25% (T5: M5) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 51

	Muestra Control	15 días	30 días
Temperatura	23.0	23.1	22.8

Gráfico N° 32

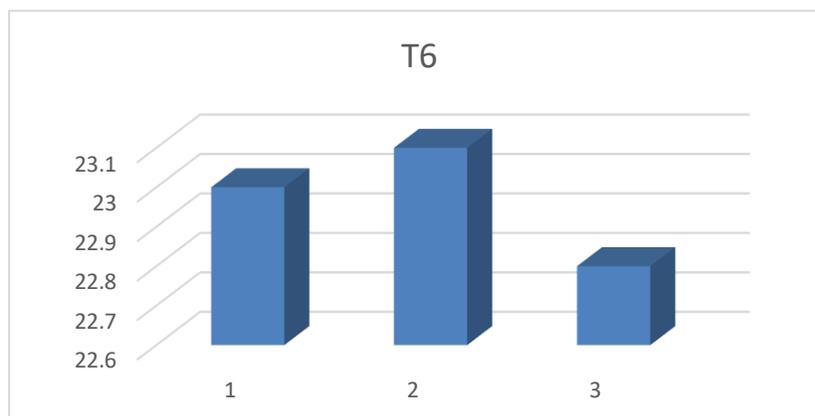


Resultados de Temperatura para el tratamiento al 30% (T6: M6) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 52

	Muestra Control	15 días	30 días
Temperatura	23.0	23.1	22.8

Gráfico N° 33

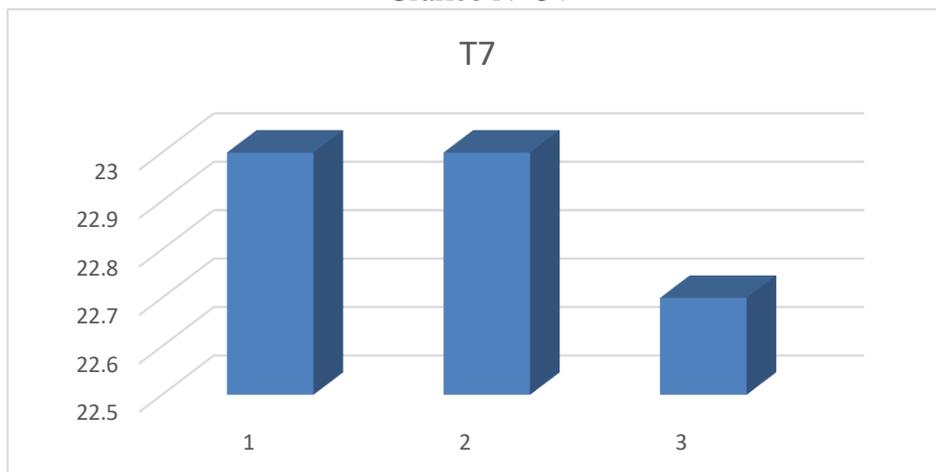


Resultados de Temperatura para el tratamiento al 35% (T7: M7) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 53

	Muestra Control	15 días	30 días
Temperatura	23.0	23	22.7

Gráfico N° 34

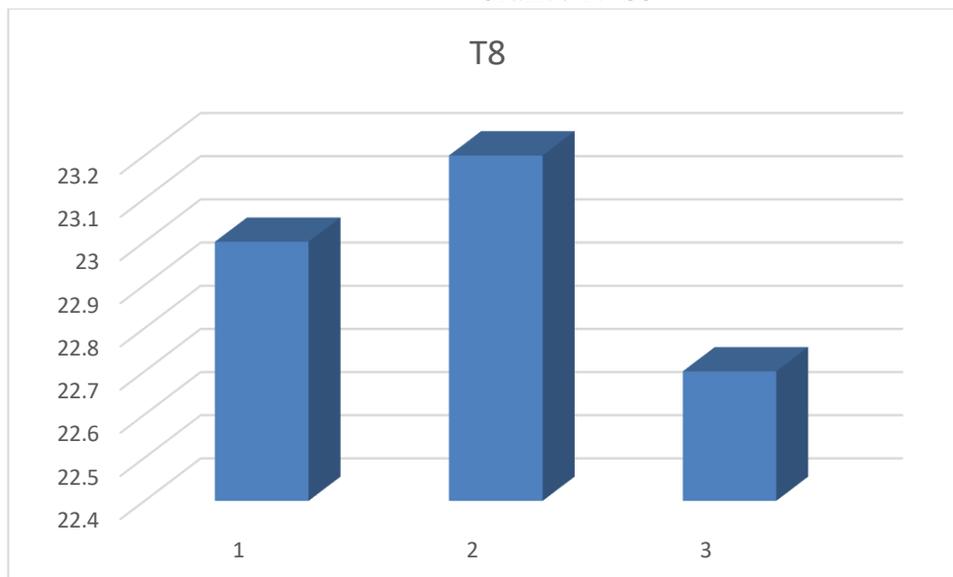


Resultados de Temperatura para el tratamiento al 40% (T8: M8) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 54

	Muestra Control	15 días	30 días
Temperatura	23.0	23.2	22.7

Gráfico N° 35

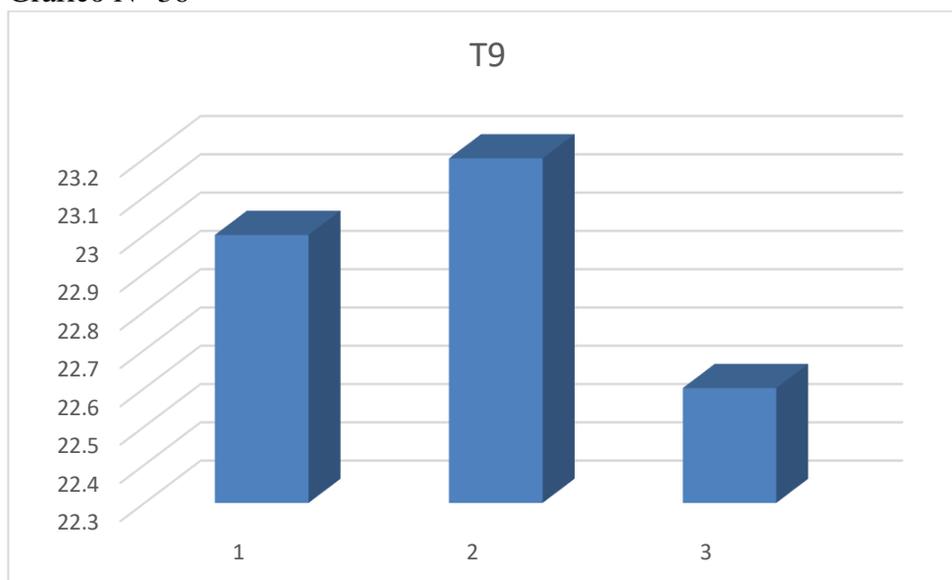


Resultados de Temperatura para el tratamiento al 45% (T9: M9) 15 días y 30 días de la aplicación del biochar elaborado con cascara de naranja (*Citrus cinensis*)

Tabla N° 55

	Muestra Control	15 días	30 días
Temperatura	23.0	23.2	22.6

Gráfico N° 36



VII. Resultados de la Temperatura en la muestra de suelo durante los primeros 15 días de tratamiento.

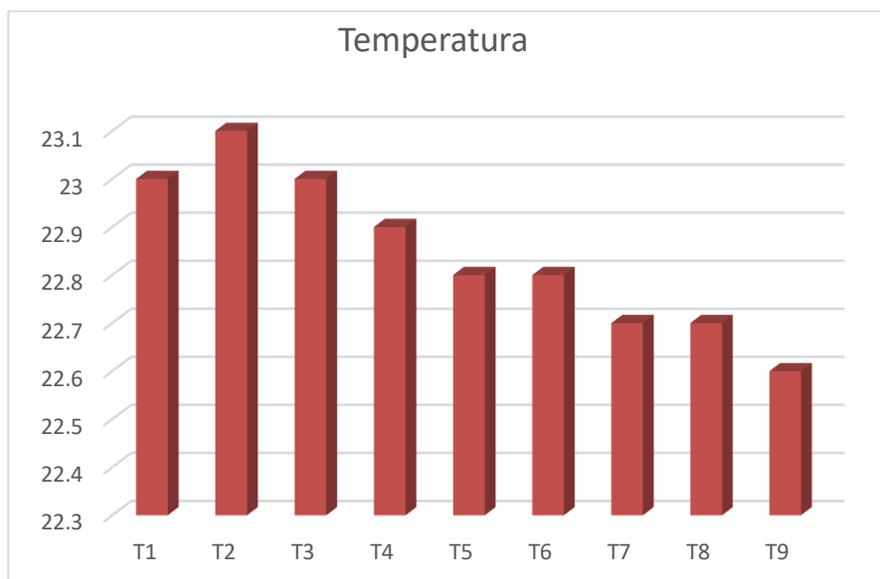
TABLA N° 56 Temperatura después del tratamiento (15 días de aplicación)

DATA		Temperatura		
		DOSIS	DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	PROMEDIO
T1	M1	5%	23.2	23.2
	M1	5%	23.2	
	M1	5%	23.1	
	M1	5%	23.2	
	M1	5%	23.1	

	C1	5%	23.0	
T2	M2	10%	23.1	23.1
	M2	10%	23.2	
	M2	10%	23.1	
	M2	10%	23.2	
	M2	10%	23.2	
	C2	10%	23.0	
T3	M3	15%	23.2	23.1
	M3	15%	23.1	
	M3	15%	23.1	
	M3	15%	23.0	
	M3	15%	22.9	
	C3	15%	23.0	
T4	M4	20%	23.2	23.1
	M4	20%	23.0	
	M4	20%	23.2	
	M4	20%	23.0	
	M4	20%	23.0	
	C4	20%	23.0	
T5	M5	25%	23.3	23.1
	M5	25%	23.2	
	M5	25%	23.0	
	M5	25%	23.0	
	M5	25%	23.2	
	C5	25%	23.0	
T6	M6	30%	23.1	23.1
	M6	30%	23.1	
	M6	30%	23.2	
	M6	30%	23.1	
	M6	30%	23.1	

	C6	30%	23.0	
T7	M7	35%	23.0	23.0
	M7	35%	23.0	
	M7	35%	23.0	
	M7	35%	23.0	
	M7	35%	23.1	
	C7	35%	23.0	
T8	M8	40%	23.2	23.2
	M8	40%	23.1	
	M8	40%	23.2	
	M8	40%	23.2	
	M8	40%	23.1	
	C8	40%	23.0	
T9	M9	45%	23.2	23.2
	M9	45%	23.1	
	M9	45%	23.2	
	M9	45%	23.1	
	M9	45%	23.2	
	C9	45%	23.0	

Grafico N°37 Resultado de Temperatura después del tratamiento



DATA	PROMEDIO
T1	23.2
T2	23.1
T3	23.1
T4	23.1
T5	23.1
T6	23.1
T7	23.0
T8	23.2
T9	23.2

INTERPRETACIÓN:

En el cuadro estadístico se muestran los valores de la temperatura en la muestra de suelo, después de aplicado el tratamiento con las diversas dosis de biochar, observando que la temperatura tiene un leve incremento, esto se debe a las propiedades que tiene el carbón activado, ya que al exponerlo entre los 400 – 600 °C, hace que sea un material térmico.

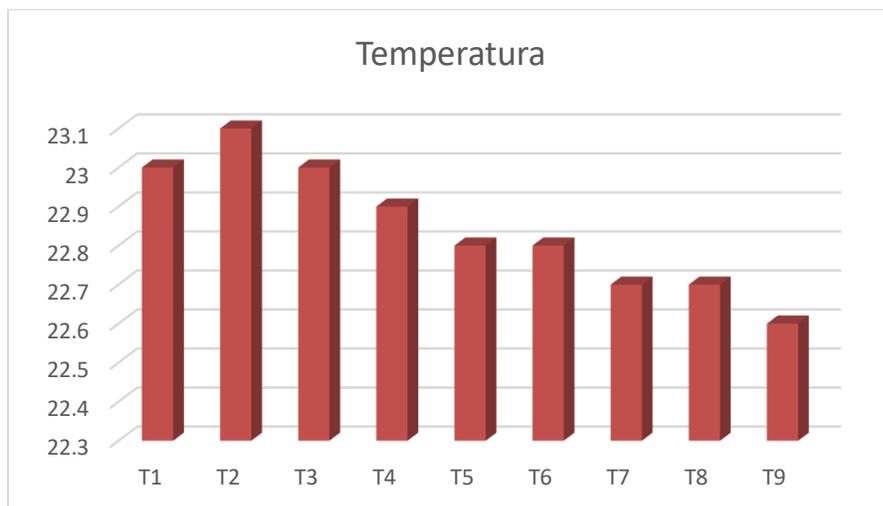
a. Resultados de la Temperatura en la muestra de suelo durante los 30 días de tratamiento.

TABLAN°57 Temperatura después del tratamiento (30 días de aplicación)

DATA		Temperatura		
		DOSIS	DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	PROMEDIO
T1	M1	5%	23.0	23.0
	M1	5%	23.1	
	M1	5%	23.0	
	M1	5%	23.0	
	M1	5%	23.1	
	C1	5%	23.0	
T2	M2	10%	23.1	23.1
	M2	10%	23.1	
	M2	10%	23.1	
	M2	10%	23.1	
	M	10%	23.2	
	C2	10%	23.0	
T3	M3	15%	23.0	23.0
	M3	15%	23.0	
	M3	15%	23.1	
	M3	15%	23.0	
	M3	15%	23.0	
	C3	15%	23.0	
T4	M4	20%	22.9	22.9
	M4	20%	22.8	
	M4	20%	22.8	
	M4	20%	22.9	
	M4	20%	22.9	
	C4	20%	23.0	

T5	M5	25%	22.8	22.8
	M5	25%	22.7	
	M5	25%	22.8	
	M5	25%	22.8	
	M5	25%	22.8	
	C5	25%	23.0	
T6	M6	30%	22.8	22.8
	M6	30%	22.7	
	M6	30%	22.8	
	M6	30%	22.8	
	M6	30%	22.8	
	C6	30%	23.0	
T7	M7	35%	22.7	22.7
	M7	35%	22.7	
	M7	35%	22.6	
	M7	35%	22.6	
	M7	35%	22.7	
	C7	35%	23.0	
T8	M8	40%	22.7	22.7
	M8	40%	22.7	
	M8	40%	22.6	
	M8	40%	22.7	
	M8	40%	22.7	
	C8	40%	23.0	
T9	M9	45%	22.6	22.6
	M9	45%	22.5	
	M9	45%	22.6	
	M9	45%	22.5	
	M9	45%	22.6	
	C9	45%	23.0	

Grafico N°38: Resultados de Temperatura después del tratamiento



DATA	PROMEDIO
T1	23.0
T2	23.1
T3	23.0
T4	22.9
T5	22.8
T6	22.8
T7	22.7
T8	22.7
T9	22.6

INTERPRETACIÓN:

En el cuadro estadístico se muestran los valores de la temperatura en la muestra de suelo, después de aplicado el tratamiento con las diversas dosis de biochar, observando que la temperatura tiene un leve incremento, esto se debe a las propiedades que tiene el carbón activado, ya que al exponerlo entre los 400 – 600 °C, hace que sea un material térmico.

IV. DISCUSIÓN:

Los resultados que se obtuvieron en el periodo inicial de 15 días y periodo final de 45 días de la toma de muestra de suelo se tienen:

Iniciando con los resultados de los análisis tomados al suelo contaminado con plomo en la Ribera del Rio Rimac, se encontró una concentración de Plomo inicial de 76.00 mg, considerando que la norma vigente **DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM** que aprueba el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, nos indica que debería tener una concentración máxima de 70.00mg de plomo para este tipo de suelo (agrícola), por lo que la concentración de plomo del suelo de dicho lugar se encuentra sobre los ECA establecidos en el Decreto Supremo normados en la legislación ambiental peruana.

La elaboración del horno pirolítico en base a dos cilindros para la producción de biochar con cascara de naranja (*Citrus cinensis*) es una alternativa muy eficiente y económica ya que contribuye con la adsorción del plomo en los suelos contaminados.

El biochar fue producido a una temperatura aproximada de 590°C, presento un buen porcentaje de cascara de naranja, lo cual facilito la adsorción de Plomo de manera eficiente, y en su investigación los autores Lee, M; Park, J y Chung, J. (2017), elaboraron biochar a base de hojas de ginkgo a diferentes temperaturas (400, 600,800 y 1000°C), siendo la más eficiente la de 800°C. Donde se concluye que utilizando menor temperatura se obtuvieron resultados favorables en la absorción del Plomo.

V. CONCLUSIONES

- El biochar elaborado con cáscara de naranja, logra recuperar significativamente el suelo contaminado por plomo de la ribera del Río Rímac, el mayor porcentaje de adsorción de plomo se obtuvo en el tratamiento T8 y T9 a los 15 y 30 días de aplicación del tratamiento, pero el más eficiente fue el T8 a los 30 días de aplicación, con lo cual se obtuvo una eficiencia de 34.20%, absorbiendo 25.99 mg/kg de Plomo.
- El parámetro fisicoquímico: Temperatura en la muestra de suelo, después de aplicado el tratamiento con las diversas dosis de biochar, se observa que tiene un leve incremento, esto se debe a las propiedades que tiene el carbón activado, ya que al exponerlo entre los 400 – 600 °C, hace que sea un material térmico.
- El parámetro fisicoquímico: pH presente en la muestra de suelo, después de aplicado el tratamiento con las diversas dosis de biochar, se observa una reducción significativa de los valores, según se incrementa la dosis de biochar.

VI. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda secar bien la muestra a temperatura ambiente y en las estufa, para un resultado más óptimo en el proceso de la pirolisis, y así lograr obtener el biochar con los valores adecuados para la adsorción de metales.
- Se recomienda utilizar la proporción de 40% de biochar en suelos contaminados con plomo, para lograr la reducción de ello.
- Se recomienda que en las próximas investigaciones se considere hacer el tratamiento in situ, teniendo la participación de factores externos, como regado y sembrado.
- Se recomienda continuar la investigación, debido a que es un técnica poco estudiada y una alternativa muy eficaz y económica en su producción.

REFERENCIAS

- AGUIAR TRUJILLO, Leonardo et al. PROCESO DE PIRÓLISIS RÁPIDA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE NARANJA. INFLUENCIA DE FACTORES EN EL PROCESO. *cen. az.* [online]. 2015, vol.42, n.2 [citado 2019-06-15], pp.39-47.
DISPONIBLE EN:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612015000200005
- ARTEAGA V., JUAN C. et al. OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES PRODUCTO DE LA PIROLISIS RÁPIDA DE RESIDUOS DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Rev.Bio.Agro* [online]. 2012, vol.10, n.2 [cited 2019-06-29], pp.144-151.
DISPONIBLE EN:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612012000200017&lng=en&nrm=iso. ISSN 1692-3561.
- CARDONA Anahí, CABANAS Dulce y ZEPEDA Alejandro. (2013). Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) Y Zn (II). *Ingeniería*, vol. 17.
DISPONIBLE EN:
<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/Vol%2017/evaluacion.pdf>
- CAMPOS-RODRIGUEZ, Roel; BRENES-PERALTA, Laura and JIMENEZ-MORALES, María Fernanda. Evaluación técnica de dos métodos de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables domiciliarios y su uso en huertas caseras. *Tecnología en Marcha* [online]. 2016, vol.29, suppl.5 [cited 2019-05-11], pp. 25-32.
Disponible en:
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000900025&lng=en&nrm=iso
- CONCILCO ALBERTO, Ernesto et al. Influencia del biocarbón aplicado al suelo sobre atributos de rendimiento y calidad de avena forrajera. *Terra Latinoam* [online]. 2018, vol.36, n.3 [citado 2019-05-11], pp.221-228.
DISPONIBLE EN:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792018000300221&lng=es&nrm=iso.

- CODEÑA, Edwin; Recuperación de suelos contaminados con plomo mediante el uso de biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el parque Chota del AAHH Ramón Castilla, Lima, Peru (2017, p.)
- CUETO María. Potencial de producción de biochar en España a partir de residuos de la industria papelera, de lodos de E.D.A.R., de residuos sólidos urbanos y de residuos ganaderos: Estudios de la fijación de carbono. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la faculta de ciencias ambientales. Madrid. (2016)
DISPONIBLE EN:
http://oa.upm.es/39453/1/MARIA_JESUS_CUETO_GARCIA.pdf
- FERNANDEZ, Alex. Contaminación por lixiviados. 13 de octubre de 2006.
Disponible en:
[http:// www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/10/13/156373.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/10/13/156373.php)
- FORNES, Fernando y BELDA, Rosa M .. Biochar versus hydrochar como constituyentes de medios de crecimiento para el cultivo de plantas ornamentales. *Sci. agric (Piracicaba, Braz.)* [En línea]. 2018, vol.75, n.4 [citado 2019-05-11], pp.304-312. Disponible en:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162018000400304&lng=en&nrm=iso
- GARCES, Luz y COAVAS, Susana. Evaluación de la capacidad de adsorción de la cáscara de naranja (citrus x sinensis) modificada con quitosano para la remoción de Cr (VI) en aguas residuales Cartagena, 2012.
- GOMEZ, Ximena; LADD, Brenton y ANAYA, Ruy (2017) “Determinación del efecto de biocarbon en movilidad del Mercurio en sistema suelo - planta”, localizado en Lima, Perú.
Disponible en:
https://drive.google.com/drive/folders/1e_QIBO3F9ST3AkEogE-UEZICJcPknOl
- HASHEM, Abeer, et al. Arbuscular mycorrhizal fungi and biochar improves drought tolerance in chickpea. 2018. Arabia.
DISPONIBLE EN:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X18302614>

- HERNANDEZ BERRIEL, María del Consuelo et al. Determinación de metales pesados en residuos sólidos y lixiviados en biorreactores a diferentes tasas de recirculación. *Rev. Int. Contam. Ambient* [online]. 2012, vol.28, suppl.1 [citado 2019-05-11], pp.79-84.
Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992012000500011&Ing=es&nrm=iso.
- JARAMILLO, Jorge. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Antioquía: Colombia. 2002. 303p.
- LAINES CANEPA, José Ramón; GONI AREVALO, Jorge Alberto; ADAMS SCHROEDER, Randy Howard y CAMACHO CHIU, Wilder. Mezclas con potencial coagulante para tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario. *INCI* [online]. 2008, vol.33, n.1 [citado 2019-06-15], pp. 22-28 . DISPONIBLE EN:
<http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442008000100006&Ing=es&nrm=iso>. ISSN 0378-1844.
- Lee, M; Park, J y Chung, J. (2017). Adsorción de Pb (II) y Cu (II) por biochar derivado de hoja de Ginkgo producido bajo varias temperaturas y tiempos de carbonización. DISPONIBLE EN:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5750946/>
- LLONTOP, María; NUNURA, María (2015). Extracción y caracterización del aceite esencial y pectina de naranja (*Citrus sinensis*) obtenidos de los desechos recolectados en las juguerías del mercado modelo del distrito de Lambayeque. Facultad de ingeniería química e industrias alimentarias, Lambayeque, Perú.
Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/156/BC-TES-3888.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MARTINEZ, Fabiola. Edafología y fertilidad de suelos. Instituto Tecnológico Superior JUAN MONTALVO. Loja: Ecuador. 2018.92p.
- Ministerio del Ambiente, Guía de muestreo de suelos. 2014, Perú. pp39.
Disponible en:

http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf

- MIRANDA, Rosa C; SEGOVIA, Ciro C y SOSA, César A. Pirólisis de Llantas Usadas: Estudio Cinético e Influencia de Variables de Operación. Inf. tecnol. [online]. 2006, vol.17, n.2 [citado 2019-06-29], pp.7-14.
DISPONIBLE EN: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642006000200003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-0764.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642006000200003>.
- MONTOYA, Iván. Pirólisis rápida de biomasa. Colombia: Medellín, 2014.
ISBN: 9789587617740
- MORALES, Claudia (2007) “Estudio para la remoción de metales pesados en los lixiviados de rellenos sanitarios”, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, facultad en Ingeniería Ambiental, Colombia, Manizales.
Disponible en:
https://drive.google.com/drive/folders/1e_QIBO3F9ST3AkEogE-UEZICJCpkjnl
- Organización de las naciones unidad para la agricultura y la alimentación, 1992. Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Santiago: chile. 160p.
ISBN: 9253033800
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>
- PELLON ARRECHEA, Alexis; LOPEZ TORRES, Matilde; ESPINOSA LLORENS, María del Carmen y GONZALEZ DIAZ, Orestes. Propuesta para tratamiento de lixiviados en un vertedero de residuos sólidos urbanos. *riha* [online]. 2015, vol.36, n.2 [citado 2019-05-11], pp.3-16. Disponible en:
<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000200001&lng=es&nrm=iso>
- PENA H, Karen J; GIRALDO, Liliana and MORENO, Juan Carlos. PREPARACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA POR ACTIVACIÓN QUÍMICA. CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA. Rev.Colomb.Quim. [online]. 2012, vol.41, n.2 [cited 2019-06-29], pp.311-323.

DISPONIBLE EN: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042012000200010&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-2804.

- PUGA, Soraya et al. Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera: Heavy metals pollution in soils damaged by mining industry. *Ecol. apl.* [online]. 2006, vol.5, n.1-2 [citado 2019-06-30], pp.149-155.

DISPONIBLE EN:

<http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162006000100020&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1726-2216.

- POMA, Pedro A. Intoxicación por plomo en humanos. *An. Fac. med.* [online]. 2008, vol.69, n.2 [citado 2019-06-30], pp.120-126.

DISPONIBLE EN: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000200011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1025-5583.

- PRADI VENDRUSCOLO, Eduardo et al. Efeitos do biochar, culturas de cobertura e lodo de esgoto nos atributos físicos do solo. *Cienc. suelo* [online]. 2018, vol.36, n.1 [citado 2019-05-11], pp.01-10. Disponible

en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672018000100001&lng=es&nrm=iso

- RAJ, Naba, et al. Multi-year double cropping biochar field trials in Nepal: Finding the optimal biochar dose through agronomic trials and cost- benefit analysis. 2018. Nepal.

DISPONIBLE EN:

<https://dl.sciencesocieties.org/publications/jeq/abstracts/45/4/1196>

- RCE, Ingrid. et al. Xanthomonas citri subsp. Los aislados de citri desencadenan distintas respuestas histológicas y transcripciones. [en línea]. 2016, vol. 73.

DISPONIBLE EN:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=SO103-90162016000600552&lng=en&nrm=iso

- REYES, M. (2015). Lixiviados en plantas de residuos. Una contribución para la selección del proceso de tratamiento. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Brasil.
- ROMERO LEDEZMA, Karla Pamela. CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS. *Rev Cient Cienc Méd* [online]. 2009, vol.12, n.1 [citado 2019-06-29], pp. 45-46 .

DISPONIBLE

EN:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332009000100013&lng=es&nrm=iso. ISSN 2077-3323.

- SAAVEDRA, Antonella SARDI et al. GRUPOS FUNCIONALES FITOPLANCTÓNICOS EN UNA LAGUNA ALGAL DE ALTA TASA USADA PARA LA BIORREMEDIACIÓN DE LIXIVIADOS DE RELLENOS SANITARIOS. *Acta biol. Colomb.* [online]. 2018, vol.23, n.3 [cited 2019-05-11], pp.295-303.

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2018000300295&lng=en&nrm=iso

- SAN MIGUEL, Guillermo y GUTIERREZ, Fernando [en línea]. Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética. España: Ediciones Mundi Prensa, 2015 [fecha de consulta: 2 de noviembre del 2017].

DISPONIBLE EN:

<https://books.google.com.pe/books?id=k9ISCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Tecnolog%C3%ADas+para+el+uso+y+transformaci%C3%B3n+de+biomasa+energ%C3%A9tica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjs9bewwqrcAhXIYN8KH W9SBP0Q6AEIJzAA#v=onepage&q=Tecnolog%C3%ADas%20para%20el%20uso%20y%20transformaci%C3%B3n%20de%20biomasa%20energ%C3%A9tica&f=false> ISBN: 9788484766742.

- SILVA, MARCOS RF DA et al. Impacto del porcentaje y tamaño de partículas del biochar de caña de azúcar en el comportamiento de sorción de clomazona en Red Latosol. *Un. Acad Brasieres Ciênc.* [en línea]. 2018, vol.90, n.4 [citado 2019-05-11], pp.3745-3759.

DISPONIBLE EN:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652018000703745&lng=en&nrm=iso.

- SILVA, Marcos; QUEIROZ, María; NEVES, Antonio; SILVA, Antonio; OLIVEIRA, André; OLIVEIRA, Renan; AZEVEDO, Mariane y PEREIRA, Gustavo. Efecto de la incorporación de biochar de bagazo de caña de azúcar en la lixiviación y biodisponibilidad de clomazone en el suelo, 2019, vol. 30, n. 11 (p.7)

DISPONIBLE EN:

<http://www.scielo.br/pdf/jbchs/v30n11/0103-5053-jbchs-30-11-2386.pdf>

- SUAREZ, Erika (2016). Obtención de pulpa de papel a partir de residuos de la naranja común y limón poderoso. Tesis de titulación (Ingeniería Química) [en línea] Quito: Ecuador, Universidad Central de Ecuador, 2016.

DISPONIBLE EN:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bistream/25000/6856/1/T.UCE-0017-0014-2016.pdf>

- VELOSO, Renato, APARECIDA, Luciana, GONCALVES, Mauricio, GANDINI, Bruna y ANTONIO, Marco. El biochar y la mucuna aumentan el crecimiento y la nutrición de las plantas de papaya, así como la fertilidad del suelo. 2019, vol. 49, p.7

DISPONIBLE EN: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v49/1983-4063-pat-49-e55210.pdf>

- WEBLER, Alberto Dresch; MAHLER, Claudio Fernando and DEZOTTI, Márcia. Tratamento de lixiviado por processos combinados: coagulação/floculação, air stripping, ozonização e lodo ativado. *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2018, vol.23, n.5 [cited 2019-05-11], pp.901-911.

Available from:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522018000500901&lng=en&nrm=iso

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE - 086	
INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7877		
I.- DATOS DEL SERVICIO		
1.-RAZÓN SOCIAL	: YAHAIRA LISSETH, PEREZ BECERRA	
2.-DIRECCIÓN	: RIBERA DEL RIO RIMAC, AV. MALECON DE LA AMISTAD Y A LA ALTURA DE LA CALLE 7 DE JUNIO	
3.-PROYECTO	: EFICIENCIA DE LAS DIVERSAS DOSIS DE BIOCHAR ELABORADO CON CASCARA DE NARANJA PARA LA ADSORCIÓN DE PLÓMO EN SUELOS CONTAMINADOS DE LA RIBERA DEL RIO RIMAC, 2019	
4.-PROCEDENCIA	: RIBERA DEL RIO RIMAC	
5.-SOLICITANTE	: YAHAIRA LISSETH, PEREZ BECERRA	
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-1040	
7.-PLAN DE MONITOREO	: NO APLICA	
8.-MUESTREO POR	: CLIENTE	
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-09-20	
II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO		
1.-MATRIZ	: SUELOS	
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1	
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-09-06	
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-09-06 al 2019-09-20	
 <hr/> María Luisa Avila Zárate Jefa de Laboratorio		

IV. RESULTADOS

ITEM			1
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-15000
CÓDIGO DEL CLIENTE:			A-1
COORDENADAS:			NO INDICA
UTM WGS 84:			
MATRIZ:			SUELOS
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA
FECHA DE MUESTREO		FECHA:	2019-09-05
		HORA:	16:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS
Plomo ¹	ng/Kg MS	20	76

L.D.M.: Límite de detección de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA.

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7878

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: YAHAIIRA LISSETH, PEREZ BECERRA
2.-DIRECCIÓN	: RIBERA DEL RIO RIMAC, AV. MALECON DE LA AMISTAD Y A LA ALTURA DE LA CALLE 7 DE JUNIO
3.-PROYECTO	: EFICIENCIA DE LAS DIVERSAS DOSIS DE BIOCHAR ELABORADO CON CASCARA DE NARANJA PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO EN SUELOS CONTAMINADOS DE LA RIBERA DEL RIO RIMAC, 2019
4.-PROCEDENCIA	: RIBERA DEL RIO RIMAC
5.-SOLICITANTE	: YAHAIIRA LISSETH, PEREZ BECERRA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-1040
7.-PLAN DE MONITOREO	: NO APLICA
8.-MUESTREO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-10-04

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-MATRIZ	: SUELOS
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-09-23
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-09-23 al 2019-10-04



María Luisa Avila Zárate
Jefa de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7878

IV. RESULTADOS

ITEM			1
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-15061
CÓDIGO DEL CLIENTE:			BIOCHAR
COORDENADAS:			NO INDICA
UTM WGS 84:			
MATRIZ:			SUELOS
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA
INICIO DE MUESTREO	FECHA:		2019-09-21
	HORA:		09:30
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS
Metales Totales²			
Calcio	mg/Kg MS	1	3799
Fosforo	mg/Kg MS	6	1528
Hierro	mg/Kg MS	3	27 455
Manganeso	mg/Kg MS	0.1	985.3
Potasio	mg/Kg MS	30	2 498
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	7.6

L.C.M.: Limite de cuantificación de método

L.D.M.: Limite de detección de método

¹ Parámetro acreditado por el INACAL-DA

² Parámetro acreditado por el IAS

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7879

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: YAHAIRA LISSETH, PEREZ BECERRA
2.-DIRECCIÓN	: RIBERA DEL RIO RIMAC, AV. MALECON DE LA AMISTAD Y A LA : ALTURA DE LA CALLE 7 DE JUNIO
3.-PROYECTO	: EFICIENCIA DE LAS DIVERSAS DOSIS DE BIOCHAR ELABORADO : CON CASCARA DE NARANJA PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO EN : SUELOS CONTAMINADOS DE LA RIBERA DEL RIO RIMAC, 2019
4.-PROCEDENCIA	: RIBERA DEL RIO RIMAC
5.-SOLICITANTE	: YAHAIRA LISSETH, PEREZ BECERRA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-1040
7.-PLAN DE MONITOREO	: NO APLICA
8.-MUESTREO POR	: CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-10-28

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-MATRIZ	: SUELOS
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 54
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-10-14
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-10-14 al 2019-10-28

Maria Luisa Avila Zárate
Jefa de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7879

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4	5	6
CODIGO DE LABORATORIO:	M-16606	M-16607	M-16608	M-16609	M-16610	M-16611
CODIGO DEL CLIENTE:	M1	M1	M1	M1	M1	C1
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13
	HORA:	09:30	09:35	10:40	10:45	10:50
						10:55
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Plomo ¹	mg/Kg MS	20	76.01	76.00	76.03	76.01
			76.00	76.03	76.01	76.02
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	10.89	10.89	10.90	10.79
			10.78	10.78	10.78	12.00

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

IV. RESULTADOS

ITEM	7	8	9	10	11	12
CODIGO DE LABORATORIO:	M-16606	M-16607	M-16608	M-16609	M-16610	M-16611
CODIGO DEL CLIENTE:	M2	M2	M2	M2	M2	C2
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13
	HORA:	11:00	11:05	11:30	11:35	11:20
						11:25
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Plomo ¹	mg/Kg MS	20	75.80	75.81	75.81	75.80
			75.80	75.80	75.80	76.02
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	10.40	10.41	10.39	10.38
			10.40	10.40	10.40	12.00

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7879

IV. RESULTADOS

ITEM	13	14	15	16	17	18
CODIGO DE LABORATORIO	M-18812	M-18813	M-18814	M-18815	M-18816	M-18817
CODIGO DEL CLIENTE	M3	M3	M3	M3	M3	C3
COORDENADAS: UTM WGS 84	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA: HORA	2019-10-13 11:30	2019-10-13 11:35	2019-10-13 11:40	2019-10-13 11:45	2019-10-13 11:50
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Promo ¹	mg/Kg MS	20	74.83	74.82	74.83	74.83
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ²	mg/Kg MS	0.01	10.37	10.36	10.37	10.36

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

IV. RESULTADOS

ITEM	19	20	21	22	23	24
CODIGO DE LABORATORIO	M-18818	M-18819	M-18820	M-18821	M-18822	M-18823
CODIGO DEL CLIENTE	M4	M4	M4	M4	M4	C4
COORDENADAS: UTM WGS 84	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA: HORA	2019-10-13 12:00	2019-10-13 12:05	2019-10-13 12:10	2019-10-13 12:15	2019-10-13 12:20
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Promo ¹	mg/Kg MS	20	73.90	73.90	73.90	73.89
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ²	mg/Kg MS	0.01	10.12	10.10	10.11	10.12

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7879

IV. RESULTADOS

ITEM	25	26	27	28	29	30
CODIGO DE LABORATORIO:	M-18824	M-18825	M-18826	M-18827	M-18828	M-18829
CODIGO DEL CLIENTE:	M5	M5	M5	M5	M5	C5
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO:	FECHA:	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13
	HORA:	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Ploro ¹	mg/Kg MS	20	71.08	71.08	71.08	71.08
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	71.08			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	9.88	9.86	9.85	9.84

L.D.M: Límite de detección de método

L.C.M: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

IV. RESULTADOS

ITEM	31	32	33	34	35	36
CODIGO DE LABORATORIO:	M-18830	M-18831	M-18832	M-18833	M-18834	M-18835
CODIGO DEL CLIENTE:	M6	M6	M6	M6	M6	C6
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO:	FECHA:	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13
	HORA:	13:00	13:05	13:10	13:15	14:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Ploro ¹	mg/Kg MS	20	70.52	70.52	70.53	70.53
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	70.52			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	9.84	9.83	9.82	9.84

L.D.M: Límite de detección de método

L.C.M: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7879

IV. RESULTADOS

ITEM	37	38	39	40	41	42
CODIGO DE LABORATORIO:	M-16636	M-16637	M-16638	M-16639	M-16640	M-16641
CODIGO DEL CLIENTE:	M7	M7	M7	M7	M7	C7
COORDENADAS: UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13
	HORA:	14:10	14:15	14:20	14:25	14:30
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Piomo ¹	mg/Kg MS	20	68.0	68.91	68.91	68.91
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	9.71	9.70	9.72	9.70

L.D.M: Límite de detección de método

L.C.M: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

IV. RESULTADOS

ITEM	43	44	45	46	47	48
CODIGO DE LABORATORIO:	M-16642	M-16643	M-16644	M-16645	M-16646	M-16647
CODIGO DEL CLIENTE:	M8	M8	M8	M8	M8	C8
COORDENADAS: UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13
	HORA:	14:40	14:45	14:50	14:55	15:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Piomo ¹	mg/Kg MS	20	67.70	67.71	67.70	67.70
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	8.49	8.49	8.50	8.50

L.D.M: Límite de detección de método

L.C.M: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7879

IV. RESULTADOS

ITEM	48	50	51	52	53	54
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-16648	M-16649	M-16650	M-16651	M-16652	M-16653
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M9	M9	M9	M9	M9	C9
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13	2019-10-13
	HORA:	15:10	15:15	15:20	15:25	15:30
		15:35				
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Plorio ¹	mg/Kg MS	20	66.01	66.02	66.00	66.00
			66.00	66.00	66.00	76.02
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	7.46	7.45	7.46	7.46
			7.46	7.45	7.45	12.00

L.D.M: Límite de detección de método

L.C.M: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7880

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZÓN SOCIAL	YAHAIRA LISSETH, PEREZ BECERRA
2.-DIRECCIÓN	RIBERA DEL RIO RIMAC, AV. MALECON DE LA AMISTAD Y A LA ALTURA DE LA CALLE 7 DE JUNIO
3.-PROYECTO	EFICIENCIA DE LAS DIVERSAS DOSIS DE BIOCHAR ELABORADO CON CASCARA DE NARANJA PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO EN SUELOS CONTAMINADOS DE LA RIBERA DEL RIO RIMAC, 2019
4.-PROCEDENCIA	RIBERA DEL RIO RIMAC
5.-SOLICITANTE	YAHAIRA LISSETH, PEREZ BECERRA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	OS-19-1040
7.-PLAN DE MONITOREO	NO APLICA
8.-MUESTREO POR	CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	2019-11-22

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-MATRIZ	SUELOS
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	54
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	2019-11-11
4.-PERÍODO DE ENSAYO	2019-11-11 al 2019-11-22

María Luisa Avila Zárate
Jefa de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7880

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4	5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-16802	M-16803	M-16804	M-16805	M-16806	M-16807
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M1	M1	M1	M1	M1	C1
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO:	FECHA	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10
	HORA:	12:50	12:50	12:54	12:54	12:56
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Pb ¹	mg/Kg MS	20	75	75.01	75.01	75
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	10.49	10.50	10.48	10.50

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

IV. RESULTADOS

ITEM	7	8	9	10	11	12
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-16808	M-16809	M-16810	M-16811	M-16812	M-16813
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M2	M2	M2	M2	M2	C2
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO:	FECHA	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10
	HORA:	13:00	13:00	13:03	13:03	13:05
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Pb ¹	mg/Kg MS	20	74.08	74.08	74.07	74.08
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	10.38	10.37	10.38	10.38

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con norma de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-15-7880

IV. RESULTADOS

ITEM	13	14	15	16	17	18
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-16814	M-16815	M-16816	M-16817	M-16818	M-16819
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M3	M5	M3	M3	M3	C3
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA HORA	2019-11-10 13:06	2019-11-10 13:06	2019-11-10 13:09	2019-11-10 13:10	2019-11-10 13:15
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Pbno ¹	mg/Kg MS	20	73.2	73.2	73.21	73.2
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	9.00	9.02	9.02	9.00
			9.02	9.00	9.02	12.00

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

IV. RESULTADOS

ITEM	19	20	21	22	23	24
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-16820	M-16821	M-16822	M-16823	M-16824	M-16825
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M4	M4	M4	M4	M4	C4
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA HORA	2019-11-10 13:20	2019-11-10 13:20	2019-11-10 13:22	2019-11-10 13:22	2019-11-10 13:25
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Pbno ¹	mg/Kg MS	20	68.01	68	68.01	68
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	8.45	8.46	8.45	8.45
			8.45	8.45	8.45	12.00

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IL-19-7880

IV. RESULTADOS

ITEM	25	26	27	28	29	30
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-16826	M-16827	M-16828	M-16829	M-16830	M-16831
CÓDIGO DEL CLIENTE	M5	M5	M5	M5	M5	C5
COORDENADAS	NO INDICA					
UTM WGS 84	NO INDICA					
MATRIZ	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10
	HORA:	13:30	13:30	13:34	13:34	13:36
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Pomo ¹	mg/Kg MS	20	66.78	66.77	66.76	66.77
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	8.40	8.41	8.41	8.40
			8.40	8.40	8.40	12.00

L.D.M: Límite de detección de método

L.C.M: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

IV. RESULTADOS

ITEM	31	32	33	34	35	36
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-16832	M-16833	M-16834	M-16835	M-16836	M-16837
CÓDIGO DEL CLIENTE	M5	M5	M5	M5	M5	C5
COORDENADAS	NO INDICA					
UTM WGS 84	NO INDICA					
MATRIZ	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10
	HORA:	13:45	13:45	13:48	13:48	13:50
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Pomo ¹	mg/Kg MS	20	64.5	64.5	64.49	64.5
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	8.25	8.26	8.27	8.26
			8.25	8.26	8.26	12.00

L.D.M: Límite de detección de método

L.C.M: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.J.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7660

IV. RESULTADOS

ITEM	37	38	39	40	41	42
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-16839	M-16839	M-16840	M-16841	M-16842	M-16843
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M7	M7	M7	M7	M7	C7
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10
	HORA:	14:07	14:05	14:05	14:08	14:10
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Plomo ¹	mg/Kg MS	20	62	62.01	62.01	62
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	8.00	8.01	8.00	8.00

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

IV. RESULTADOS

ITEM	43	44	45	46	47	48
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-16844	M-16845	M-16846	M-16847	M-16848	M-16849
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M8	M8	M8	M8	M8	C8
COORDENADAS:	NO INDICA					
UTM WGS 84:	NO INDICA					
MATRIZ:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10
	HORA:	14:15	14:16	14:16	14:18	14:20
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Plomo ¹	mg/Kg MS	20	50	50.03	50.03	50.03
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	7.45	7.46	7.45	7.48

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7880

IV. RESULTADOS

ITEM	40	50	61	52	53	54
CODIGO DE LABORATORIO	M-16850	M-16851	M-16852	M-16853	M-16854	M-16855
CODIGO DEL CLIENTE	MS	MS	MS	MS	MS	CS
COORDENADAS UTM WGS 84	NO INDICA					
MATRIZ	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA					
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10
	HORA:	14:30	14:32	14:34	14:36	14:38
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS			
Plomo ¹	mg/Kg MS	20	56.01	56.00	56.00	56.01
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS			
pH ¹	mg/Kg MS	0.01	7.40	7.39	7.40	7.39
			7.40	7.39	7.40	7.40

L.D.M.: Límite de detección de método

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

¹ Ensayo acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"