



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

Fitoextracción de plomo (Pb) del suelo contaminado utilizando *Sonchus Oleraceus L.* en una industria de metal mecánica, Puente Piedra – Lima, 2019

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

**AUTOR:**

OBREGÓN QUISPE, LUIS MAURICIO (ORCID: 0000-0003-4184-0631)

**ASESORA:**

MSc. ALIAGA MARTINEZ, MARÍA PAULINA (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

**Lima – Perú**

**2020**

## **DEDICATORIA**

A mis padres que me han dado la vida y fortaleza para poder afrontar los momentos más difíciles y terminar mi trabajo de investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiarme en el camino del bien y culminar con éxito una etapa importante en mi vida. A mi alma mater Universidad César Vallejo, a mi asesora Ing. María Aliaga Martínez y a todas las personas en general por haber aportado un granito de arena en mi proceso de formación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I.    INTRODUCCIÓN .....	1
II.   MÉTODO.....	11
2.1.Tipo y diseño de investigación.....	11
2.2.Operacionalización de variables.....	13
2.3.Población, muestra y muestreo.....	14
2.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	15
2.5.Procedimiento .....	18
2.6.Método de análisis de datos .....	26
2.7.Aspectos éticos.....	26
III.  RESULTADOS.....	27
IV.  DISCUSIÓN .....	81
V.   CONCLUSIONES .....	84
VI.  RECOMENDACIONES .....	86
REFERENCIAS.....	87
Anexos .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	13
Tabla 2. Coordenadas de los puntos del muestreo de suelo.....	14
Tabla 3. Técnica e Instrumentos.....	16
Tabla 4. Etapas del proyecto.....	16
Tabla 5. Validez de instrumentos de recolección de datos.....	17
Tabla 6. Resultados de la Concentración inicial y final de Plomo en el suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l. ....	27
Tabla 7. Prueba de normalidad de Plomo en el suelo.....	28
Tabla 8. ANOVA para el plomo en el suelo.....	29
Tabla 9. Tukey para el plomo en el suelo.....	29
Tabla 10. Resultados de pH inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l. ....	31
Tabla 11. Prueba de normalidad del pH.....	32
Tabla 12. ANOVA para pH .....	33
Tabla 13. Tukey para el pH.....	34
Tabla 14. Resultados de Temperatura inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l. ....	35
Tabla 15. Prueba de normalidad de Temperatura .....	36
Tabla 16. ANOVA para Temperatura.....	37
Tabla 17. Tukey para la temperatura.....	37
Tabla 18. Resultados de CE inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l. ....	39
Tabla 19. Prueba de normalidad para conductividad eléctrica.....	40
Tabla 20. ANOVA para conductividad eléctrica.....	41
Tabla 21. Tukey para conductividad eléctrica .....	42
Tabla 22. Resultados de Humedad inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l. ....	43
Tabla 23. Prueba de normalidad para humedad.....	44
Tabla 24. ANOVA para humedad.....	45
Tabla 25. Tukey para humedad.....	46
Tabla 26. Resultados de CIC inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l. ....	47
Tabla 27. Prueba de normalidad para CIC.....	48
Tabla 28. ANOVA para CIC.....	49
Tabla 29. Tukey para CIC.....	49

<i>Tabla 30. Resultados de Materia orgánica inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i> .....	51
<i>Tabla 31. Prueba de normalidad para materia orgánica</i> .....	52
<i>Tabla 32. ANOVA para materia orgánica</i> .....	52
<i>Tabla 33. Tukey para materia orgánica</i> .....	53
<i>Tabla 34. Resultados de Textura inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i> .....	55
<i>Tabla 35. Análisis textural del suelo inicial y final</i> .....	56
<i>Tabla 36. Resultados de concentración de plomo inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i> .....	57
<i>Tabla 37. Prueba de normalidad de plomo en la planta Sonchus oleraceus l.</i> .....	58
<i>Tabla 38. ANOVA de plomo en la planta Sonchus oleraceus l.</i> .....	59
<i>Tabla 39. Tukey para el plomo en la planta Sonchus oleraceus l.</i> .....	59
<i>Tabla 40. Eficiencia de los cultivos por diferentes tiempos de vida del Sonchus oleraceus l.</i> .....	62
<i>Tabla 41. Resultados de longitud de la raíz inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i> .....	64
<i>Tabla 42. Prueba de normalidad de longitud de raíz</i> .....	65
<i>Tabla 43. ANOVA de longitud de raíz</i> .....	66
<i>Tabla 44. Tukey para la longitud de raíz</i> .....	67
<i>Tabla 45. Resultados del número de hojas inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i> .....	69
<i>Tabla 46. Prueba de normalidad del número de hojas</i> .....	70
<i>Tabla 47. ANOVA del número de hojas</i> .....	71
<i>Tabla 48. Tukey para el número de hojas</i> .....	72
<i>Tabla 49. Resultados de longitud del tallo inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i> .....	75
<i>Tabla 50. Prueba de normalidad de la longitud de tallo</i> .....	76
<i>Tabla 51. ANOVA de la longitud de tallo</i> .....	77
<i>Tabla 52. Tukey para la longitud del tallo</i> .....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación de los puntos del muestreo de suelo</i> .....	15
<i>Figura 2. Puntos de muestreo de suelo a) Punto de muestreo SU-01, b) Punto de muestreo SU-02, c) Punto de muestreo SU-03, d) Punto de muestreo SU-04</i> .....	18

<b>Figura 3.</b> Homogeneización del suelo y Técnica de recolección .....	19
<b>Figura 4.</b> Muestra de suelo inicial.....	20
<b>Figura 5.</b> Asociación Agrícola Copacabana .....	20
<b>Figura 6.</b> Muestras iniciales del <i>Sonchus oleraceus</i> l.....	21
<b>Figura 7.</b> Maceta casera .....	22
<b>Figura 8.</b> Acondicionamiento de las especies implantadas inicialmente .....	22
<b>Figura 9.</b> Proceso de los análisis fisicoquímicos del suelo .....	23
<b>Figura 10.</b> Muestra final del suelo .....	24
<b>Figura 11.</b> Recepción de muestras .....	24
<b>Figura 12.</b> Medición de raíz, longitud y conteo de hojas para cada tratamiento T1, T2, T3.....	25
<b>Figura 13.</b> Muestras finales del <i>Sonchus oleraceus</i> l. ....	25
<b>Figura 14.</b> Concentración inicial y final de plomo en el suelo vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	27
<b>Figura 15.</b> Concentración inicial y final del pH en el suelo vs. tratamientos 1, 2 y 3 .....	31
<b>Figura 16.</b> Concentración inicial y final de la temperatura vs. tratamientos 1, 2 y 3 .....	35
<b>Figura 17.</b> Concentración inicial y final de conductividad eléctrica vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	39
<b>Figura 18.</b> Concentración inicial y final de la humedad vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	43
<b>Figura 19.</b> Capacidad de intercambio catiónico inicial y final del suelo.....	47
<b>Figura 20.</b> Concentración inicial y final de la muestra de la materia orgánica vs. tratamientos 1,2 y 3 .....	51
<b>Figura 21.</b> Concentración inicial y final de la textura del suelo vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	55
<b>Figura 22.</b> Diagrama textural del suelo .....	56
<b>Figura 23.</b> Concentración inicial y final de plomo en la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3 .....	57
<b>Figura 24.</b> Eficiencia de la fitoextracción del <i>Sonchus oleraceus</i> l. T1, T2 y T3 .....	63
<b>Figura 25.</b> Longitud de la raíz inicial y final de la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3 .....	64
<b>Figura 26.</b> Número de hojas inicial y final de la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	70
<b>Figura 27.</b> Longitud del tallo inicial y final de la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3 .....	75
<b>Figura 28.</b> Lugar y toma de la muestra <i>Sonchus oleraceus</i> L. ....	101
<b>Figura 29.</b> Asociación agrícola copacabana distrito puente piedra - lima.....	101
<b>Figura 30.</b> Implementación del proyecto con la especie <i>Sonchus oleraceus</i> L. ....	102
<b>Figura 31.</b> Recojo de la muestra etiquetada y medición de la especie foliar.....	102
<b>Figura 32.</b> Monitoreo in-situ de parametros de pH, humedad y temperatura .....	103
<b>Figura 33.</b> Análisis físico-químicos y muestra etiquetada del suelo .....	103
<b>Figura 34.</b> Peso de la muestra exacta del suelo en la báscula y balanza analítica .....	104
<b>Figura 35.</b> Secado en la mufla las muestras de suelo a analizar .....	104

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la remoción de plomo (Pb) en el suelo contaminado de una industria metal mecánica mediante el uso del *Sonchus oleraceus l*, ubicada en Puente Piedra, Lima. Se aplicó la técnica de fitoextracción del plomo en el suelo contaminado, el cual se observó la absorción del contaminante dentro de un periodo de 30 días en diferentes periodos vegetativo de la planta del *Sonchus oleraceus l*, considerando la especie con 1 mes de vida (T1), 2 meses de vida (T2) y la última con 3 meses vida (T3). Esta investigación fue de tipo aplicada, el enfoque cuantitativo y el diseño experimental. La población de estudio comprendió 1000 m<sup>2</sup>, del área de influencia directa de la industria metal mecánica y la muestra fue de 28 kg de suelo contaminado con plomo. Para la evaluación de los indicadores se aplicó los instrumentos de recolección de datos. El análisis de Plomo se determinó usando espectrometría de absorción atómica. Los resultados indicaron que la concentración inicial de Plomo en el *Sonchus oleraceus l*, antes del tratamiento era 16,53 mg/kg (T1), 18.72 mg/kg (T2) y 21.50 mg/kg (T3) y después de un mes la concentración final del Plomo en la especie presentaron los siguientes valores 223.30 mg/kg (T1), 352.96 mg/kg (T2) y 477.08 mg/kg (T3); mientras que la concentración inicial de plomo en el suelo contaminado fue de 895,10 mg/kg llegando a una concentración final de 673.49 mg/kg (T1), 538.58 mg/kg (T2) y 432.22 mg/kg (T3). Se concluye que el tratamiento 3 presentó mayor porcentaje de remoción de plomo en el suelo contaminado con un 51.71 %, y la especie *Sonchus oleraceus l*, absorbe 477.08 mg/kg. La presente investigación determina que la aplicación de la fitoextracción es una técnica importante para remediar suelos contaminados por plomo, así mismo el mejor periodo vegetativo de la especie es a los 3 meses donde absorbe mayor concentración de Plomo.

**Palabras clave:** Fitoextracción, Suelo contaminado, *Sonchus oleraceus l*.



## ABSTRACT

The present investigation was to determine the removal of lead (Pb) in the contaminated soil of a mechanical metal industry through the use of *Sonchus oleraceus l*, located in Puente Piedra, Lima. The technique of phytoextraction of lead in the contaminated soil was applied, which observed the absorption of the contaminant within a period of 30 days in different vegetative periods of the *Sonchus oleraceus l* plant, considering the species with 1 month of life (T1), 2 months of life (T2) and the last one with 3 months of life (T3). This research was applied type, quantitative approach and experimental design. The study population comprised 1000 m<sup>2</sup> of the area of direct influence of the mechanical metal industry and the sample was 28 kg of soil contaminated with lead. For the evaluation of the indicators the data collection instruments were applied. Lead analysis was determined using atomic absorption spectrometry. The results indicated that the initial concentration of lead in *Sonchus oleraceus l*, before treatment was 16.53 mg / kg (T1), 18.72 mg / kg (T2) and 21.50 mg / kg (T3) and after one month the Final concentration of lead in the species had the following values 223.30 mg / kg (T1), 352.96 mg / kg (T2) and 477.08 mg / kg (T3); while the initial concentration of lead in the contaminated soil was 895.10 mg / kg reaching a final concentration of 673.49 mg / kg (T1), 538.58 mg / kg (T2) and 432.22 mg / kg (T3). It is concluded that treatment 3 had a higher percentage of lead removal in the soil contaminated with 51.71%, and the species *Sonchus oleraceus l* absorbs 477.08 mg / kg. The present investigation determines that the application of the phytoextraction is an important technique to remedy soils contaminated by lead, likewise the best vegetative period of the species is at 3 months where it absorbs greater concentration of Lead.

**Keywords:** Phytoextraction, Contaminated soil, *Sonchus oleraceus l*

## I. INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación tuvo como tema principal la biorremediación ambiental de la calidad del suelo contaminado con plomo en una industria metal mecánica, mediante el uso de la técnica de fitoextracción. Por ello la **realidad problemática** refiere como área de estudio la localidad de Zapallal - distrito de Puente Piedra - Lima (Véase Figura 1), en el campo de la industria de metal mecánica con más de 2 décadas de ocupación en la zona, en la actualidad los principales problemas es a causa de elevadas partículas de plomo asistidas por descargas de agua usadas en sus procesos de pintura y por el desprendimiento de las sustancias tóxicas debido a la constancia de trabajo en caliente como la soldadura en materiales con superficie tratada donde se liberan varios contaminantes peligrosos y nocivos al ambiente como el Pb, As, Cr y Mn, etapas de granallado de piezas metálicas que expulsan grandes cantidades de partículas tóxicas derivadas de metales como el Pb, dispersadas en el aire, como también la utilización de matices de esmaltes, pinturas y barnices sintéticos de calidad mala y de muy elevada toxicidad de concentrados de plomo. Este problema afecta las zonas agrícolas y urbanas. En las capas de sustrato suelo alrededor de la planta metal mecánica, se halló en condiciones actuales existentes una cantidad de 895.10 mg/kg de plomo cerca de la zona de influencia directa de la empresa metal mecánica, superando el estándar de calidad ambiental DS 011-2017-MINAM, tal referencia vulnera los límites permitidos no mayor a 800 mg/kg en zonas industriales. Al no ser respetado el límite aceptable fue causante del motivo en que ejecutó el trabajo de investigación basándonos en la “Fitoextracción de plomo (Pb) del suelo contaminado utilizando *Sonchus oleraceus l.*

Asimismo, para dar base a la investigación desarrollada, se inicia con una constatación de los diferentes estudios que guardan afinidad, dentro de ellos los más relevantes son:

CARHUARICRA, Carmen (2013). Determina los géneros bioextractoras más efectivas para limpiar los suelos intoxicados por metales, producidos por el sector minero en Villa de Pasco. Para se hizo dos repeticiones, se evidenció arrojando resultados que las plantas, *Sonchus oleraceus*, *Lepidium bipinnatifidum*, *Plantago orbignyana* y el *Bidens triplinervia*, tienen

potencial efectividad para remediar los estratos de suelo en la ciudad de Villa de Pasco, la cual se encuentran afectados por cantidades excesivas Arsénico, Cadmio, Plomo y Zinc procedentes del sector minero. Dejando constancia que la especie *Sonchus oleraceus l.* cumple la labor de fitoextracción del metal pesado (Pb) en un suelo contaminado.

RODRÍGUEZ, Luciana (2014). Determina la suficiencia de fitorremediar con especies de plantas nativas ubicadas en áreas de contaminación por plomo; para ello usó tres tratamientos llegando a la conclusión según resultados que las plantas con procedencia nativa tienen efectividad fitorremediadora ubicadas en campo, perteneciendo a especies como la *Nicotiana*, *Glandularia*, *Muhlenbergia*, *Desmodium* y *Calamagrostis*, en que las *Calamagrostis* y *Nicotiana* son excesivamente bioacumuladoras del metal plomo. Esta aportación de calidad científica es una clara demostración que apoya a la presente investigación, ya que se cita a las especies nativas con la suficiencia de extraer contaminantes, por tanto, la especie *Sonchus oleraceus l.* como una especie nativa del grupo de *Cichorieae* de la familia *Asteraceae*, adquiere la cabida de reabsorber suelos contaminados con plomo (Pb).

BONILLA, S. (2013). Calcular la suficiencia de la alfalfa (*Medicago sativa*) para bioacumular plomo en sus tejidos, el estudio se clasificó en modo ex situ experimental, se escoge 3 plantas de especies diferentes. Aquellos maceteros que se usará en el estudio se colocará suelos afectados con partículas de plomo y sustrato de materia orgánica que facilitará a la planta para su desarrollo, como conclusión se diagnosticó que a través del desarrollo paulatino la planta de alfalfa en 60 días la bioretención de plomo en sus raíces y tallos aumenta. Asimismo, la autora asegura que la planta de alfalfa (*Medicago sativa*) presenta mayor biocapacidad de fitorremediar suelos contaminados con el metal plomo. Por lo que al final también la especie *Sonchus oleraceus l.* es competente en reabsorber el metal pesado.

ORTIZ, H. TREJO, R. (2009). Determina la suficiencia fitorremediadora de la especie Quelite (*Amaranthus hybridus l.*), para la bioremoción de Plomo y Cadmio; su estudio fue experimental ex situ, la especie vegetal se sembraron en bioplásticos negros con 2 kg de sustrato de suelo. Posteriormente el sustrato que fue obtenido para la muestra superficial, se homogeneizó con tierra de campo fértil y la muestra de suelo fue instalada a 72 maceteros, (36 para cada metal), la única disimilitud fue el elemento de metal con que se polucionó las muestras

de suelo que se ubican en las macetas. Como fin se registró que a través del quelite (*Amaranthus hybridus l*), aumenta su desarrollo crecimiento y longitud de tamaño, se mantuvo más la acumulación de plomo y cadmio en sus partes de la planta como las raíces y tallos; se llegó a una determinación que la especie quelite (*amaranthus hybridus l*) tiene la biocapacidad fitorremediar removiendo cadmio y plomo por medio de su desarrollo de crecimiento. Este estudio ayuda a constatar que las especies vegetales como el *Sonchus oleraceus l*, pueden ir desarrollándose y a la vez bioabsorbiendo en sus tejidos el metal plomo (Pb).

WANG (2007). Evidencia la biocapacidad acumuladora del *Bidens Maximowicziana*, el experimento radicó en inducir a la especie en suelo afectado con plomo con una presente acumulación de 3000 mg/kg Pb, la especie vegetal se desarrollan en un periodo de tiempo de 120 días, asimismo se empezó a calcular la concentración de Plomo en las raíces determinado una acumulación de (1509 mg/kg) y en la parte de arriba (2164.7 mg/kg), finalizando así, que la presente especie vegetativa es biocumuladora con una clara permisividad en suelos donde se encuentra concentraciones altas de plomo y resulta ser ideal para la fitoerremediación de este contaminante.

HAMIDI (2014). Determina los recursos excelentes de la fitorremediación del suelo contaminado con pb mediante la planta de la espinaca. Las plantas fueron trasplantadas en macetas acondicionadas previamente, estas contienen 7 kg de suelo contaminado con pb. Los indicadores independientes fueron las distintas concentraciones de pb en el suelo a 250, 500 y 750 mg/kg. Cada maceta se trasplantaba 2, 4 y 6 plantas de espinacas, y los tiempos de desarrollo fueron de 7, 14 y 21 días en lo largo del proceso. Los estudios hallados fueron que el plomo se concentró más en los brotes que en las raíces. En consecuencia, las condiciones favorables para la acumulación de plomo en el suelo (283.31 mg/kg), la cantidad de espinacas trasplantadas en cada maceta (seis plantas) y el tiempo en que se analizan las muestras (20.89 d), la capacidad de eliminación del pb fue de 60.05 %, dicho estudio evidencia que un plazo no tan largo en 30 días la eficiencia puede sobrepasar más del 50% con respecto a la planta *Sonchus oleraceus l*.

LINA, H. BUDI, W. HENNA, R. (2018). Determina la función de la especie de *Cordyline frucosa*, como un condicional biorremediador para suelos contaminados con plomo (Pb). El estudio de cultivo en macetas *Cordyline frucosa* con distintos niveles de plomo en el suelo a

250, 500 y 750 mg/kg. La variable de desarrollo de la raíz y la hoja de biomasa, la bioacumulación de Pb en la planta y la cantidad de pigmento fotosintético se calcularon después de 40 días. Los análisis demostraron que el incremento de las acumulaciones de plomo causó una reducción en la mayoría de las variables de crecimiento y la cantidad de pigmento fotosintético. Por otra parte, la concentración de plomo en la raíz y la hoja se potenció al incrementar las concentraciones de plomo. En consecuencia, que *Cordyline frucosa* acumula plomo en las raíces más altas que las hojas.

KHODIJAH NS, SUWIGNYO RA, HARUN MU, ROBIARTINI L. (2019). Determina el alcance de fitorremediación de Plomo por diferentes tipos de hierba y su interrelación con el tipo de progreso en los medios de relaves de estaño. Se usaron tres especies distintas de hierba, *Pennisetum purpureum*, *Saccharum spontaneum*, e *Hymenachne acutigluma*, y dos modelos de mejoradores, la cal y el compost. Los hallazgos indicaron que la mayor cantidad de fitorremediación fue localizada en el tratamiento de *H. acutigluma* hierba asistida con cal, subsiguiente de *S. spontaneum* asistida con cal, *ameliorous* y *S. espontaneum* asistido con compost mejorador. Concluyendo los tres tipos de césped usados se catalogaron como fitoestabilizadores.

BLAZ, M. RODRIGUEZ, M. Determina el resultado del pb en el desarrollo de plantas de *Acacia Macracantha Humb. & Espino Bonpl. ex Willd*, en trabajos de laboratorio. Se practicó un modo experimental de estimulación de desarrollo con 5 tratamientos y 3 repeticiones, usando 30 plantas para cada tratamiento (0, 50, 100, 200 y 400 mg Pb/L), en un modelo hidropónico. Los análisis, a los 45 días, determinaron que el pb causó efecto en 400 mgPb/L, así mismo se examinó una serie de cambios morfológicas (clorosis, necrosis) y gran cantidad de concentración de pb se halló en la parte alta de la planta (3.904 mgPb/g.). Se identifica que el plomo causó cambios en el tratamiento 5 en los parámetros de longitud de raíz (9.06 cm) y longitud de tallo (9.55 cm) en concordancia al testigo 12.26 cm y 13.46 cm respectivamente. En conclusión, el plomo provocó efecto en el tratamiento en las plantas de *A. macracantha*, llegando a los valores de 9.06 cm en longitud de raíz, 9.55 cm en longitud de tallo, hojas 11.

XIONG, ZT. (1997). Determina el estudio de las modificaciones morfológicas con cantidades diferentes de concentraciones de plomo con la planta *Sonchus oleraceus l.* Se colocaron plantas a suelo abastecido con acetato de plomo en cantidades de 0, 800, 1600 y 3200 mg/kg. Como desenlace en el tratamiento de 3200 mg/kg de plomo en el suelo, el contenido en todas las partes de la planta tanto como raíces, tallos y hojas fueron 65.67, 149.82 y 1113.24 mg/kg, respectivamente. Sólo a 3200 mg/kg de plomo en el suelo produjo que la cantidad de clorofila, disparara su tamaño de longitud y cuerpo de biomasa aumentando significativamente por 18, 15 y 44%, respectivamente. El aporte de esta investigación es evidenciar que la especie *Sonchus Oleraceus L.* es eficiente en la remoción del metal pesado el plomo (Pb) en altas concentraciones.

De igual modo, para dar relevancia en esta investigación se detalla las **teorías relacionadas al tema**, entre los que se puede notar:

*La calidad del suelo* se entiende al contenido utilitario de un modo propio de suelo para mantener la producción animal o vegetal, mejorando el ambiente, asimismo amparando la calidad de salud humana en el entorno, con condiciones originarias naturales o establecidos por el uso, e incorpora los criterios de desarrollo productivo fertilidad del suelo. (G.Navarro, 2013). *La Formación del suelo* es la consecuencia de la interrelación de cinco componentes: El relieve, material parental, el clima, los seres vivos y el tiempo. Los tres primeros componentes cumplen un papel pasivo, asimismo los seres vivos como el tiempo cooperan enérgicamente en el desarrollo del suelo. La parte dura que es la roca madre, es la parte del sustrato donde se genera el suelo. Las condiciones climáticas en el desarrollo del suelo mediante los factores de precipitación y temperatura. Las especies vegetativas, animales, hongos y bacterias son seres vivos que dan comienzo a la materia orgánica del sustrato y el factor tiempo es imprescindible para su entero desarrollo del sustrato suelo. (S.Mazparrote, 2005). *La contaminación de suelo* es en conjunto un evento de condiciones químicas o biológicas y físicas, que fueron inducidas de manera negativa por la asistencia de elementos de forma potencialmente perjudicial de procedencia antropogénica, en condiciones excesivas tal que manifieste un peligro para la salud humana o la naturaleza. (Fernández, L. 2008). *Los contaminantes inorgánicos* están presentes de forma inherente en el suelo con concentraciones normalizadas por los ciclos biológicos

complementados en la capa de sustrato, las cantidades altas de cualquiera de ellos genera que se lleguen a acumulaciones estimadas como perjudicial contaminante, modificando los periodos de regulación (Acosta, Mongiello y Ruda. 2004). Por otro lado, los *contaminantes orgánicos* están complementados de forma grupal con una mayor cantidad de elementos, con elevadas diversidades estructurales y resultados distintos en el entorno, correspondiendo en ocasiones potencialmente nocivas. Entre otros, pueden distinguir como los pesticidas, compuestos aromáticos, hidrocarburos clorados (Ruda, E. & Monguiello, A. & Acosta, A.2004). *Los metales pesados en el suelo* están ubicados naturalmente en partes traza ocasionadas por la geoquímica de los materiales de los que proceden, siendo muchos de ellos condicionantes importantes para la flora y fauna, el potencial peligro para la naturaleza es cuando su presencia se concentra en mayores proporciones en el suelo (Ruda, E. & Monguiello, A. & Acosta, A.2004). *Los efectos de los metales pesados en el suelo* se producen cuando se altera los estándares aceptables provocando resultados negativos en el desarrollo de las especies vegetales como también afectando otros componentes ambientales como por ejemplo los grupos microbianos del suelo (Martín, 2000). *La movilización de metales pesados en el suelo* guarda afinidad con distintos ámbitos de actividades humanas, desde que el elemento metálico se localiza en el suelo puede quedar conservado como también puede mobilizarse en la solución del suelo a través de parámetros biológicos y químicos (Pagnelli, 2004). Los elementos importantes que influyen en su movilización de los metales pesados son la variación de temperatura, la materia orgánica, pH y humedad. (Sauquillo, 2003). *El plomo en el suelo* preferentemente es contaminado por actividades industriales, en donde los desgastes de las pinturas compuestos con pb de las casas, intoxican los suelos. La acumulación de pb de los plaguicidas (arseniato de plomo,  $\text{AsO}_4^{3-} \cdot \text{Pb}$ ), transforman de manera negativa a los suelos, esencialmente los suelos agrícolas. Los sustratos de suelos sin contaminación están entre 5 – 25 mg/kg y en zonas contaminados alcanzan a reunirse concentraciones de 8 g/kg de plomo en el suelo. En una circundante de 1m hasta 25m de las avenidas de tránsito vehicular más importantes, las acumulaciones llegan a un promedio de 2000 mg/kg de plomo en el suelo. En suelos aproximados a zonas industriales como la fundición se hallaron un promedio de 60 mg/kg de plomo en el suelo. En el caso de suelos de zonificación urbana el plomo se encuentra en forma de una combinación de polvo, partículas atmosféricas con elementos de plomo que se asientan en la superficie y residuos de pintura. Cabe recalcar que el plomo se biodegrada y al mantenerse en la superficie del suelo puede

alcanzar hacer una fuente tóxica de exposición a una escala mayor de tiempo, puesto que no se difumina este metal pesado. Al ser un metal pesado propende a estar estable en el suelo, continuando retenido en el suelo de 2 a 5 cm de la capa superior en suelos que no se hayan transformado o también en suelos removidos pueden hallarse en capas más profundas (Nolasco, G. 2001). El plomo es uno de los metales generalmente presentes en el suelo y que pueden producir diversos perjuicios en la planta puesto que si este metal llega a niveles muy tóxicos genera una reducción de la fotosíntesis, en el crecimiento, en la biomasa y la transpiración (Kuzovkina, 2009). *Los parámetros fisicoquímicos del suelo* se vinculan a las propiedades que determinan la caracterización del suelo como la conductividad eléctrica, pH, humedad, temperatura, textura, color, etc. Todos estos parámetros nos van a guiar a la calidad de un suelo (Borges, 2012). *La conductividad eléctrica* es la capacidad del suelo para propagar corriente eléctrica cuya medida es en Siemens, como también puede especificarse en la cantidad de sales disueltas en una solución. El suelo tiene la suficiencia en propagar corriente eléctrica a través del agua intersticial, puesto que obtiene electrolitos disueltos por donde los cationes logran ser intercambiables y a la vez se encuentran en las superficies de las partículas del suelo (Fostner, 1987). *El pH* es reflejado en la actividad de los iones hidrógeno en la solución del suelo, este logra dañar la disponibilidad de nutrientes minerales para las plantas, así como muchos otros elementos del suelo. La medida de pH se usa como un indicador de la acumulación de los iones hidrógeno en el suelo. (Sadheghian, 2016). *La temperatura* alcanza dañar a la planta en su crecimiento, aunque el tiempo sea el adecuado, no da inicio hasta que la temperatura sea la favorable. Asimismo, las semillas de establecidas especies no germinan, como también otras plantas no florecen si no han estado expuestas a temperaturas que solicitan dichas especies (Melgarejo, 2010). *La textura* en el suelo está precisada según su composición, los de textura arcillosa o fina son consecuencia de minerales secundarios, estos tienen la suficiencia de retener mucho más metal por complejo de cambio de los minerales de la arcilla o por adsorción. Asimismo, los de textura gruesa o arenosa, carecen de suficiencia de estabilización de metales y puede contaminarse el nivel freático. De este modo cuando en un suelo revela materia orgánica en abundancia la significación de los minerales de la arcilla como adsorbentes es secundaria puesto que es un elemento con más competitividad. (Dold, Fontboté, 2002). *La materia orgánica* es uno de los elementos de trascendencia con respecto a la concentración y liberación de metales pesados por los siguientes argumentos; este obtiene gran capacidad de concentración



de metales pesados que al soltarse de la materia orgánica entran directamente en conexión con las plantas y son absorbidas por ellas. (Layton, Beamer. 2009). *La fitoextracción* conocida también como fitorremediación es el proceso de la planta para concentrar contaminantes de los suelos tales como metales, a través de las raíces y transportando en sus hojas y tallos. (Dushenkov, 2003). Dentro de las características que obtienen las plantas fitorremediadora es concentrar metales pesados del suelo, tolerar las consecuencias tóxicas de los metales, presenta favorable aclimatación a las condiciones ambientales y climáticas del lugar, resistencia a patógenos y plagas, aumento índice de crecimiento, etc. *Sonchus oleraceus l.* es una planta de tipo herbácea que puede medir un rango de 15cm a 60cm, de tiempo anual, se caracteriza por sus tallos glandulosos en la mitad superior, como también tiene hojas alternas, pinnatífidas, con capítulos homógamos e inusual dentados, tiene flores amarillas liguladas, originaria de vegetación arvense, ruderal y se ubican a una altitud de 0 a 2100 msnm, son cosmopolita ya que crecen en todo el mundo. (Blanca López, Gabriel. 2011). *El proceso de fitoextracción* (véase Figura 1.) se describe primero a la preferencia de la especie única que será cultivada en un determinado suelo contaminado, por último después de poner en marcha el plan de extracción del contaminante mediante la planta, se recoge la cosecha, obteniendo así en una biomasa con un alto concentrado de metal pesado en exceso que afectaba el suelo, por consecuente se llevará a cabo el proceso de la cosecha, para establecer el peso de biomasa y su volumen. Asimismo, este residuo tóxico peligroso procedente de la especie fitoextractiva se procesará ó se reciclará para rescatar los elementos que podrán tener interés económico. (Vangronsveld, 2009). *Los efectos fisiológicos* ocasionan alteraciones por la fitotoxicidad del Pb presente, perjudicando la normalidad de los procesos fisiológicos de la planta, alcanzando hasta eliminar provisionalmente las células a elevadas concentraciones, como también perjudica el sistema de la membrana vegetal, el movimiento de electrones y el proceso enzimático. (Seregin e Ivaniov, 2004). *Las plantas hiperacumuladoras de metales pesados* se dan a conocer en la década de los 90's donde se abordaron a desarrollar iniciativas para el manejo de especies que acumulan mayores concentraciones de metales pesados para restablecer los suelos contaminados, llegándose utilizar la técnica de la fitorremediación, en las que se emplean plantas con gran disposición de acumulación y desarrollo eficaz, para extraer del suelo el contaminante. (Doménech, 2006). De la misma manera las plantas adquieren un enorme potencial en absorber una extensa gama de metales en el suelo, pero en su mayoría las plantas tienden exclusivamente

absorber lo importante para su conservación y desarrollo, del otro lado hay especies que pueden tolerar, absorber y translocar a gran escala elevadas concentraciones de metales, dándose a conocer como hiperacumuladoras. (Chen, 2001). *Los mecanismos de absorción, translocación y tolerancia*, se describe a metales pesados que se movilizan en los tejidos vegetales de la planta en estructura de iones, estos transfieren una serie de transportadores adaptados a proteínas guadoras de protones en la membrana plasmática de la raíz, en la misma línea los iones se concentran en las raíces ó translocados en la zona de los tejidos mediante de los vasos del xilema donde serán puestos en vacuolas, logrando a eliminar el sobrante de iones metálicos de la matriz citoplasmática, bajando así la interrelación con los procesos metabólicos celulares. Las etapas del proceso por el cual las plantas concentran metales pesados son las siguientes: La primera etapa se refiere al transporte de los metales pesados adhiriéndose dentro de la planta luego al interior de la célula vegetal; En la segunda etapa, después de haber logrado que se absorban dentro del tejido celular, las partículas metálicas son retenidas mediante la cohesión a ligandos específicos y por último en la tercera etapa comprende la compartimentalización y detoxificación, mediante por el cual, el complejo ligando-metal se mantiene atrapado en la vacuola de la pared celular, por el cual la glutatona S-conjugasa es la responsable de este proceso (Greipsson, 2011; Cherian y Oliveira, 2005).

Por ello este trabajo de investigación están formulados con la interrogante de la siguiente manera: **Problema general:** ¿Cuál es la capacidad de remoción de plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica, mediante el uso del *Sonchus oleraceus l*? **Problemas específicos:** ¿Cuál es la influencia del *Sonchus oleraceus l*, sobre las características físicas y químicas del suelo contaminado en una industria metal mecánica? ¿Cuál de las plantas *Sonchus oleraceus l*, en su periodo vegetativo de 1, 2 y 3 meses, absorbe mayor concentración de plomo en el suelo contaminado? ¿Cuál es la eficiencia de la fitoextracción de plomo del suelo contaminado, utilizando *Sonchus oleraceus l*? ¿Cuál es la influencia del plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica, sobre el crecimiento de la especie *Sonchus oleraceus l*?

**La justificación de la investigación** respecto a la perspectiva ambiental, dado que no se han hecho monitoreos ambientales en la zona de estudio por ende la repercusión de seguir con esta

falencia aumentaría considerablemente la contaminación al suelo de plomo y quizá sería irremediable su descontaminación ocasionando daños graves al medio ambiente, la presente investigación es una técnica amigable con el ambiente puesto que es de fácil aplicación, segura a largo plazo, económicamente efectiva y muestra resultados en cortos periodos tiempo, asegurando así la remediación de los suelos contaminados por metales pesados. Con respecto a la justificación teórica se refiere a la especie *Sonchus oleraceus l.* en la que tiene un potencial en la fitoextracción de plomo en los suelos contaminados son pocos los estudios abordados con esta especie, por lo cual esta investigación se justifica por su valor teórico y experimental del uso de esta técnica, por ello me tomé la valentía y voluntad de abordar la investigación al problema, proponiendo como alternativa la fitoextracción con la especie *Sonchus Oleraceus l.* conocida comúnmente como “la cerraja” en la industria de metal mecánica en el distrito de Puente Piedra-Lima. Mientras que en la parte social, el problema actualmente es en que la población desconoce sobre la contaminación de plomo (Pb) en la zona metal mecánica – Puente Piedra sin embargo sería un buen pretexto con el estudio realizado informarles y organizar una labor social in situ de restauración ambiental e ir concientizando de manera directa e indirecta esto involucra que las futuras generaciones conozcan más de la problemática ambiental concientizar a las empresas del deber con el ambiente, sin perjudicar la armonía de la calidad de vida que se brinda a la sociedad y naturaleza. La justificación económica se refiere a las industrias de metal mecánica en nuestro país la cual gozan de un cómodo desarrollo económico sin embargo no es comparable a la de las grandes industrias de otro país, por esta razón no suelen invertir en metodologías para reducir sus pasivos contaminantes. Por lo tanto, la implementación de la fitoextracción utilizando la especie *Sonchus oleraceus l.* se presenta como una alternativa económica para este sector industrial. Por último, en una expectativa de ámbito político, la puesta en escena de la presente investigación se muestra como una alternativa eficiente en relación al esfuerzo y sacrificio que realizan las instituciones del estado peruano al promulgar decretos supremos o legislar leyes con el deseo de conservar los recursos naturales de nuestro Perú. Por tal motivo, nos trazamos en esta investigación como **Objetivo general:** Determinar la capacidad de remoción de plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica, mediante el uso del *Sonchus oleraceus l.* **Objetivos específicos:** Identificar la influencia del *Sonchus oleraceus l.* sobre las características físicas y químicas del suelo contaminado en una industria metal mecánica. Identificar las plantas *Sonchus oleraceus l.* en su periodo vegetativo

de 1, 2 y 3 meses, absorbe mayor concentración de plomo en el suelo contaminado. Precisar la eficiencia de la fitoextracción de plomo del suelo contaminado, utilizando *Sonchus oleraceus l.* Identificar la influencia de plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica, sobre el crecimiento de la especie *Sonchus oleraceus l.* Por último, la **hipótesis general** fue planteada de la siguiente manera: **H<sub>g</sub>**: El uso del *Sonchus oleraceus l.*, permitirá remover el plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica. **H<sub>0</sub>**: El uso del *Sonchus oleraceus l.*, no permitirá remover el plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica. **Y las hipótesis específicas son las siguientes:** **H<sub>1</sub>**: La especie *Sonchus oleraceus l.*, influenciará sobre las características físicas y químicas del suelo contaminado en una industria metal mecánica. **H<sub>0</sub>**: La especie *Sonchus oleraceus l.*, no influenciará sobre las características físicas y químicas del suelo contaminado en una industria metal mecánica. **H<sub>2</sub>**: La eficiencia de la fitoextracción de plomo del suelo contaminado utilizando *Sonchus oleraceus l.* será mayor o igual al 50%. **H<sub>0</sub>**: La eficiencia de la fitoextracción de plomo del suelo contaminado utilizando *Sonchus oleraceus l.* no será mayor o igual al 50%. **H<sub>3</sub>**: Se obtendrá una eficiencia del 50% de la remoción de plomo del suelo contaminado, utilizando *Sonchus oleraceus l.* **H<sub>0</sub>**: No se obtendrá una eficiencia del 50% de la remoción de plomo del suelo contaminado, utilizando *Sonchus oleraceus l.* **H<sub>4</sub>**: El plomo del suelo contaminado, influenciará sobre el crecimiento fisiológico de la especie *Sonchus oleraceus l.* **H<sub>0</sub>**: El plomo del suelo contaminado, no influenciará sobre el crecimiento fisiológico de la especie *Sonchus oleraceus l.*

## II.MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de estudio

**Aplicativo:** Vargas (2009), conceptualiza al estudio aplicativo como el uso de las habilidades en la práctica, para poder utilizarlas en conveniencia para la población, asimismo la aportación de nuevos estudios. Conforme al tipo de investigación fue aplicada, de modo a que los estudios se manifiestan en tecnología.

**Nivel:** En la presente investigación es de nivel explicativa dado que se buscó conocer la problemática de los suelos contaminados por plomo y el efecto de la técnica de fitoextracción que tendrá en estos suelos para la remoción del plomo.

**Método:** Es inductivo, ya que se registraron datos de hechos y fenómenos que fueron observados, para poder llegar finalmente a una hipótesis o teoría general.

**Enfoque:** El presente proyecto de investigación es cuantitativo cuando se mide intencional y con exactitud la variable dependiente, que se obtiene al manipular la variable independiente.

### **Diseño de investigación**

En correspondencia a lo planteado, los objetivos y variables del estudio de investigación, el estudio pertenece al diseño experimental. Porque se trabaja una previa evaluación de análisis de la variable a ser estudiada conocida como Pre-test, la inserción de la variable independiente ó experimental “X” a los sujetos “Y”, y el análisis final de la variable dependiente a los sujetos también llamados como post-test. (HERNANDEZ, 2010)

En el esquema del experimento será de la siguiente manera:

**G: O<sub>1</sub> X O<sub>2</sub>**

Dónde:

**G:** Grupo de sujeto

**O<sub>1</sub>:** Pre – prueba (Medición previa al tratamiento de la concentración de plomo)

**X:** Tratamiento estímulo. (Fitoextracción utilizando *Sonchus oleraceus l.*)

**O<sub>2</sub>:** Post – prueba (Medición posterior al tratamiento de la concentración de plomo)

## 2.2. Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN
<b>Independiente</b>  Fitoextracción utilizando <i>Sonchus oleraceus l.</i>	Se refiere a la toma del contaminante por parte de la planta, debido a la tolerancia que ciertas especies adquieren para acumular concentraciones metálicas absorbiéndolos en sus tejidos. En un determinado tiempo la planta absorbe y/o concentra el compuesto contaminante en sus partes cosechables, (Rodríguez, 2014).	Las plantas de <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 tiempos distintos fueron implantadas en macetas con las muestras de suelo contaminado y se evaluó las características morfológicas del <i>Sonchus oleraceus l.</i> y su capacidad de absorción de plomo.	Periodo vegetativo del <i>Sonchus oleraceus l.</i>	1	mes
				2	mes
				3	mes
			Condiciones morfológicas del <i>Sonchus oleraceus l.</i>	Tamaño de la raíz	cm
				Tamaño del tallo	cm
				Número de hojas	Nº
			Capacidad de absorción de plomo	Concentración inicial	mg/kg
Concentración final	mg/kg				
<b>Dependiente</b>  Remoción de Plomo (Pb) del suelo contaminado en una industria de metal mecánica.	Se refiere a la capacidad de extraer o reducir los compuestos metálicos de plomo en el suelo. Para este estudio se midió el parámetro Plomo (Pb), utilizando la ecuación para calcular la eficiencia de remoción del plomo total. (Nolasco, 2001).	Se tomaron una muestra inicial de suelo contaminado y se procedió a analizar las propiedades fisicoquímicas y la capacidad de remoción de plomo del suelo contaminado así mismo en un periodo de 30 días, se analizó la concentración final de plomo del suelo contaminado.	Propiedades fisicoquímicas del suelo contaminado	pH	1-14
				Temperatura	°C
				Conductividad eléctrica	µS/cm
				Humedad	%
				Materia orgánica	%
				Capacidad de intercambio catiónico	meq/L
				textura	%
			Capacidad de remoción de Plomo	Concentración inicial	mg/kg
				Concentración final	mg/kg

En la **Tabla 1** se presentó las variables técnicas del desarrollo de la investigación.

### 2.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población**

El grupo poblacional estaba conformado por un suelo contaminado de plomo (Pb) en una industria metal mecánica, Puente Piedra-Lima, en un área de 1000 m<sup>2</sup> prestada por la empresa para realizar la recolección de las muestras.

#### **Muestra**

JUEZ. (1997). La muestra es un grupo secundario de individuos integrantes a una población, y representativos de la misma. Asimismo, en el presente estudio se tomaron en cuatro puntos la muestra de suelo (véase *Figura 1*) conformada en 28 kg de suelo extraído de la industria metal mecánica, a continuación, se mezcló los cuatros muestras, con el propósito de tener una muestra compuesta, posteriormente se tomó 1 kilogramo para los estudios de laboratorio. Paralelamente se recaudó 27 kg (para el proceso de fitoextracción y análisis respectivos) de suelo contaminado con plomo (Pb), de una industria metal mecánica, Puente Piedra – Lima, 2019. Respetando la guía para muestreo de suelos en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.

#### **Muestreo**

Se determinó que es no probabilístico, puesto que las muestras son a criterio de selección y facilidad que se tuvo para la toma de muestras (AVILA, 2006)

#### **Unidad de análisis**

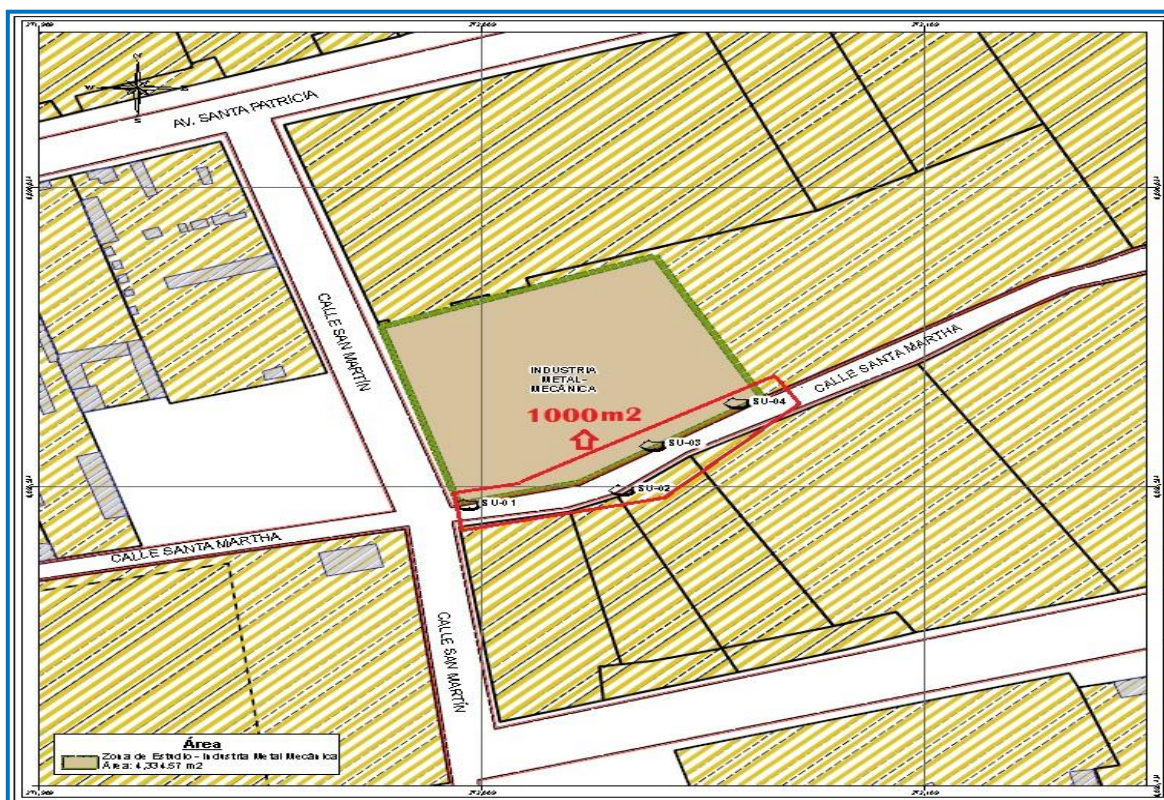
Es representada por suelo contaminado con plomo, que se usó para cada tratamiento; para el proceso de fitoextracción de la concentración de plomo (Pb).

**Tabla 2.** *Coordenadas de los puntos del muestreo de suelo*

<b>PUNTOS DE MUESTREO DE SUELO</b>		
<b>Coordenadas UTM WGS 84</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
SU-01	272006	8690528
SU-02	272041	8690533
SU-03	272048	8690548
SU-04	272067	8690562

En la **Tabla 2** se denotó los puntos que se consideraron para el muestreo de suelo ubicadas en la zona de influencia directa de la industria metal mecánica.

En la **Figura 1** se visualizan la ubicación de los puntos de muestreo en la industria metal mecánica.



*Figura 1.* Ubicación de los puntos del muestreo de suelo

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

### Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica fue la observación, la cual se analizó la caracterización del desarrollo y las modificaciones que presenta la planta al concentrar plomo en el tejido vegetal para una mejor representación de la investigación. Así como se analizó la acumulación de plomo en el suelo contaminado antes y al final del tratamiento.



**Tabla 3. Técnica e Instrumentos**

Técnica	Instrumentos de recolección de datos
Observación	Registro técnico 1. Hoja de observación
	Registro técnico 2. Hoja de datos
	Registro técnico 3. Hoja de resultados

En la **Tabla 3** se mencionó las fichas de instrumentos que se utilizó para recolectar datos tanto en campo como en gabinete, para su posterior evaluación y análisis en la investigación.

**Tabla 4. Etapas del proyecto**

N°	ETAPA	FUENTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTO	RESULTADOS
1	Identificar las condiciones del área de estudio.	El área de estudio puente piedra.	Observación	Registro de hoja de observación	Se observó las condiciones de un área estudiada.
2	Determinación del punto de muestreo y toma de muestra.	El área de estudio Guía de muestreo de suelo contaminados DS 002-2013-MINAM.	Observación	Registro de hoja de datos	Se determinó el punto de muestreo.
3	Análisis de laboratorio del suelo contaminado con plomo.	El área de estudio. Laboratorio L&L Lab Solution s.a.c. para su análisis.	Observación	Registro de hoja de resultados Registro de hoja de observación	Se determinó la concentración de plomo del suelo contaminado de una industria metal mecánica.
4	Ejecución de la técnica de fitoextracción utilizando <i>Sonchus Oleraceus l.</i>	El área de estudio.	Observación	Registro de hoja de resultados Registro de hoja de observación	Es favorable la aplicación de la técnica de fitoextracción con <i>Sonchus oleraceus l.</i>
5	Toma de muestra y análisis de laboratorio para cada tratamiento.	Guía de muestreo de suelo contaminados DS 002-2013-MINAM. Laboratorio L&L Lab Solution s.a.c. para su análisis.	Observación	Registro de hoja de resultados Registro de hoja de observación Registro de lista de chequeo	Suelo tratado y <i>Sonchus oleraceus l.</i> muestreados.
6	Análisis de resultados.	Laboratorio.	Observación	Registro de hoja de resultados. Prueba de normalidad y anova.	Se determinó estadísticamente que lo objetivos de la investigación se cumplieron.

En la **Tabla 4** se explicó las fases del proyecto de inicio a fin a detalle cada proceso, que se aplicaron en la investigación.

## Validez

Para la validez se emplea el criterio de validez por contenido, en la cual se recurrió a 3 jueces expertos e ingenieros colegiados para la validación de los instrumentos que fueron empleados en la investigación.

En la **Tabla 5** se muestran los especialistas para la validación de instrumentos, considerando su criterio de valoración.

**Tabla 5.** *Validez de instrumentos de recolección de datos*

<b>Especialidad</b>	<b>Nombre del experto</b>	<b>N° de Colegiatura</b>	<b>Opinión de aplicabilidad</b>	<b>Promedio de valoración</b>
Ingeniero ambiental	Julio Cesar Bautista Abanto	CIP N° 211976	SI	90 %
Ingeniero Civil	Elmer Moreno Huamán	CIP N° 210906	SI	95 %
Biólogo	Daniel Enrique Rojas Chero	CBP N° 13456	SI	90 %

## Confiabilidad

En el desarrollo de la investigación los instrumentos que se usaron según la naturaleza del trabajo, aplican los siguientes equipos según los parámetros analizados en el laboratorio de Mecánica de suelos y materiales – UCV-Lima, Norte y Laboratorio L&L Lab Solution S.A.C. San Miguel – Lima.

- Multiparámetro Hanna Edge 6053633  
pH – mV – TDS – OD
- Estufa DAIHAN SCIENTIFIC
- Equipo Espectrofotómetro de Absorción atómica
- Equipo de filtración con bomba de vacío 653626
- Mufla 6009521

## 2.5. Procedimiento

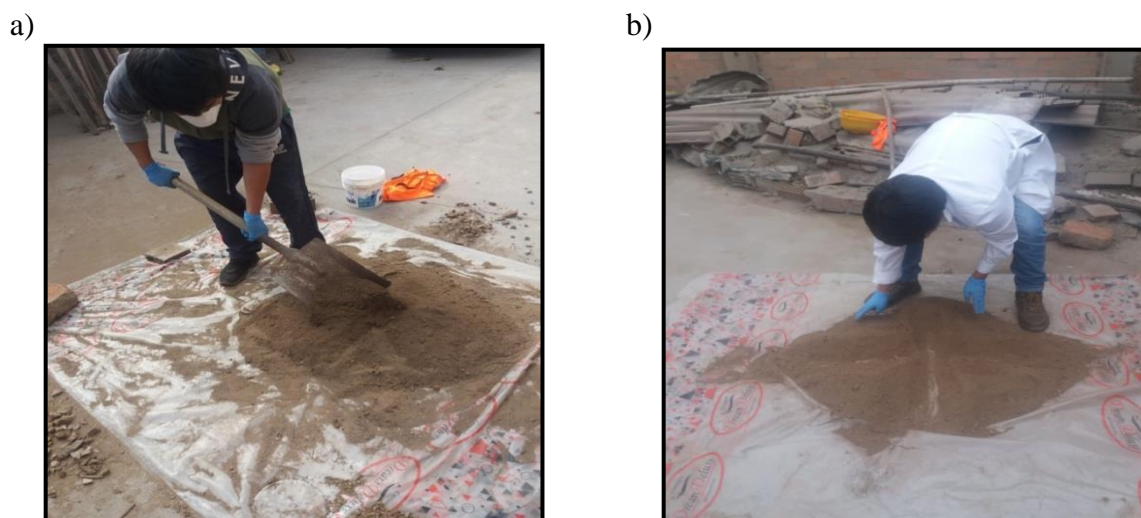
### Recolección de la muestra del suelo

En primer lugar, se hizo el reconocimiento de la zona a investigar de modo in situ, entendiendo la realidad de la problemática socioambiental de esta industria metal mecánica. De igual modo, en el área determinada, se muestrearon 04 puntos (véase **Figura 2**), en los cuales se surgieron a realizar el debido muestreo del lugar con una profundidad de 0-10 cm en suelos urbanos y/o suelos industriales/extractivos, para poder alcanzar las muestras representativas para dicha investigación. Mediante el proceso de este estudio se usó la guía para muestras de suelos en el marco del DS N° 002-2013-MINAM, utilizando el muestreo de localización para zonas de contaminación menores a 1000 m<sup>2</sup>.



**Figura 2.** Puntos de muestreo de suelo a) Punto de muestreo SU-01, b) Punto de muestreo SU-02, c) Punto de muestreo SU-03, d) Punto de muestreo SU-04

Posteriormente de los 04 puntos de muestreo, las muestras fueron recolectadas en 2 bolsas con 14 kilos cada uno, las muestras se homogenizaron retirando la maleza y piedras que están presentes, para luego pasar a realizar la técnica del cuarteo.



**Figura 3.** Homogeneización del suelo y Técnica de recolección

- a) Se mezclaron los 28 kilos de muestra compuesta llegando a homogeneizar el suelo contaminado.
- b) Se aplica la técnica de cuarteo para llevar analizar una muestra representativa de 1 kilo de suelo contaminado.

Luego se obtuvo la muestra homogeneizada representativa de 28 kilos. Se llevó 1 kilo de suelo a laboratorio, para poder obtener como resultado cual es la condición actual respecto a su concentración inicial de plomo donde finalmente se llegó a evidenciar una concentración de 895.10 mg/kg de Pb, superando los Estándares de Calidad Ambiental para suelo D.S.011-2017-MINAM para suelos industriales y/o extractivos/comercial que es no mayor a 800 mg/kg de Pb.

Cabe recalcar que la concentración de plomo inicial, como fue homogeneizada el suelo, se consideró esa misma concentración del metal pesado plomo (Pb) para todas las macetas iniciales antes del tratamiento, como también sus parámetros fisicoquímicos que se consideraron tanto como el pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, capacidad de intercambio, humedad, temperatura y textura del suelo.



**Figura 4.** Muestra de suelo inicial

En la **Figura 4** se llevó a cabo la recolección de la muestra inicial en una bolsa ziploc hermética y etiquetada, para su identificación y posterior análisis fisicoquímicos.

#### **Recolección de la especie *Sonchus oleraceus l.***

La especie *Sonchus oleraceus l.* se recolectó de la Asociación Agrícola Copacabana en Puente Piedra. La cual se tomó criterios de buena pigmentación y que no presente deterioro en su estructura.



**Figura 5.** Asociación Agrícola Copacabana a) Población de la especie *Sonchus oleraceus l.*, b) Identificación de la planta *Sonchus oleraceus l.*

En la **Figura 5** se identificó el lugar de población de la especie *Sonchus oleraceus l.* para luego ser implantadas al invernadero casero.

Posteriormente se llevaron analizar previamente 3 ejemplares (**véase Figura 6**) por cada tratamiento (T1, T2, T3) donde se determinó la concentración de plomo inicial en sus tejidos vegetales, cabe mencionar que se seleccionaron plantas con un periodo vegetativo de 1 mes de vida (T1), 2 meses de vida (T2) y 3 meses de vida (T3) con 3 repeticiones para cada tratamiento, luego se procedió debidamente a rotular con nombre, lugar y fecha.



**Figura 6.** Muestras iniciales del *Sonchus oleraceus l.*

En la Figura 6 se recolectó las muestras de plantas para cada tratamiento y conocer su concentración inicial de plomo de cada tiempo de vida de dicha especie.

### **Procedimiento de la investigación**

Para el procedimiento a seguir en la investigación se basó en la investigación de NUNGARAY, A. (2015).

En primer lugar, la muestra de suelo homogeneizada se colocó en baldes de 200g (peso del balde) en el que se hizo 4 agujeros en la base para la respiración de las raíces de las plantas *Sonchus oleraceus l.*

En la Figura 7 se observa la maceta casera con 4 agujeros en su base, que es un balde reciclado contribuyendo con el ambiente a su vez, puesto que se utilizó para el tratamiento de la especie.





**Figura 7.** Maceta casera

Acto seguido, se utilizaron 09 baldes en total, en todas se agregó 3kg de suelo contaminado de plomo, en ellas se implantaron las especies de *Sonchus oleraceus* L. en el 1er, 2do y 3er tratamiento con un ejemplar en cada balde con 3 repeticiones cada tratamiento, teniendo en cuenta su periodo vegetativo con 1 mes de vida, 2 meses de vida y 3 meses de vida, luego se llevó a cabo la experimentación después de 30 días.



**Figura 8.** Acondicionamiento de las especies implantadas inicialmente

En la **Figura 8** se acondicionó para cada fila un código de identificación para cada tratamiento mencionado, las cuales tenemos:

Fila A: Periodo de la planta de 1 mes de vida.

Fila B: Periodo de la planta de 2 meses de vida

Fila C: Periodo de la planta de 3 meses de vida.

## Procesamiento de los análisis fisicoquímicos del suelo

Se evaluaron los análisis de los parámetros fisicoquímicos del suelo final (pH, temperatura, conductividad eléctrica, humedad, materia orgánica, capacidad de intercambio y textura) en cada muestra de cada una de los baldes, siguiendo los protocolos establecidos para estos tipos de análisis.



**Figura 9.** Proceso de los análisis fisicoquímicos del suelo

En la **Figura 9** se mostró el procedimiento de los análisis fisicoquímicos del suelo, en las cuales tenemos:

- a) Mediante un multiparámetro se analizaron los parámetros de pH y Temperatura.
- b) En una estufa se analizaron la humedad a una temperatura de 105°C.



c) Muestras de suelo final etiquetadas, para su respectivo análisis fisicoquímico.

d) Peso de la muestra 20 gramos bien mezclados en un crisol, previamente tarado en la balanza analítica.

Con respecto al análisis del suelo para evaluar su concentración de plomo (Pb) tanto inicial como final, se llevó al laboratorio L&L Lab Solution.



**Figura 10.** Muestra final del suelo

En la **Figura 10** se recolectó las muestras finales en una bolsa ziploc hermética y etiquetada, para su identificación y posterior análisis fisicoquímicos.



En la **Figura 11** se llevó las muestras de suelo para su análisis de concentración de plomo (Pb).

## Procesamiento de los análisis químicos y medidas físicas del *Sonchus oleraceus l.*

Se tomó medidas iniciales y finales de raíz, tallo y el conteo de cantidad de hojas existentes de cada una de las cerrajas (*Sonchus oleraceus l.*) antes y después de la cosecha en un periodo de 30 días.



**Figura 12.** Medición de raíz, longitud y conteo de hojas para cada tratamiento T1, T2, T3

En la **Figura 12** se observó que se llegó a medir las partes físicas de la planta *Sonchus oleraceus l.* analizando su desarrollo antes y después de la trasplantación.

Después de 30 días de tratamiento del *Sonchus oleraceus l.* y el suelo contaminado de plomo, se procedió a retirar las plantas, previa medida de las características físicas de las plantas (hojas, tallos y raíz), para cada tratamiento con 3 repeticiones cada una.



**Figura 13.** Muestras finales del *Sonchus oleraceus l.*

En la **Figura 13** se recolectó las muestras de plantas por cada tratamiento conociendo la concentración final de dicha especie.

Finalmente, con los resultados obtenidos se procedió a evaluar comparar, interpretar y determinar la eficiencia de remoción del *Sonchus oleraceus l.* de un suelo contaminado de plomo (Pb).

## **2.6. Método de análisis de datos**

Todos los datos que se obtuvieron en campo, fueron analizados mediante los programas siguientes:

### **IBM SPSS Estadístico 23**

Se utilizó este programa para tener análisis más precisos y conclusiones más fiables, puesto que este programa es recomendable para analizar la prueba ANOVA para el caso de mi investigación.

### **Microsoft Excel 2017**

Se utilizó el Excel para la elaboración de las tablas comparativas.

## **2.7. Aspectos éticos**

La toma de muestra, la recolección, el traslado, y el posterior análisis fueron totalmente transparentes, etiquetado y documentados en actas, para evitar errores al momento de obtener las conclusiones, extraídos con total técnica de profesionalismo sin dañar ni alterar el medio ambiente. Además, el trabajo siguió los lineamientos establecidos en el Código de Ética, Reglamento de Investigación y Resolución Rectorial 0089-2019/UCV de la Universidad César Vallejo. También se utilizó el software Turnitin para verificar su originalidad.

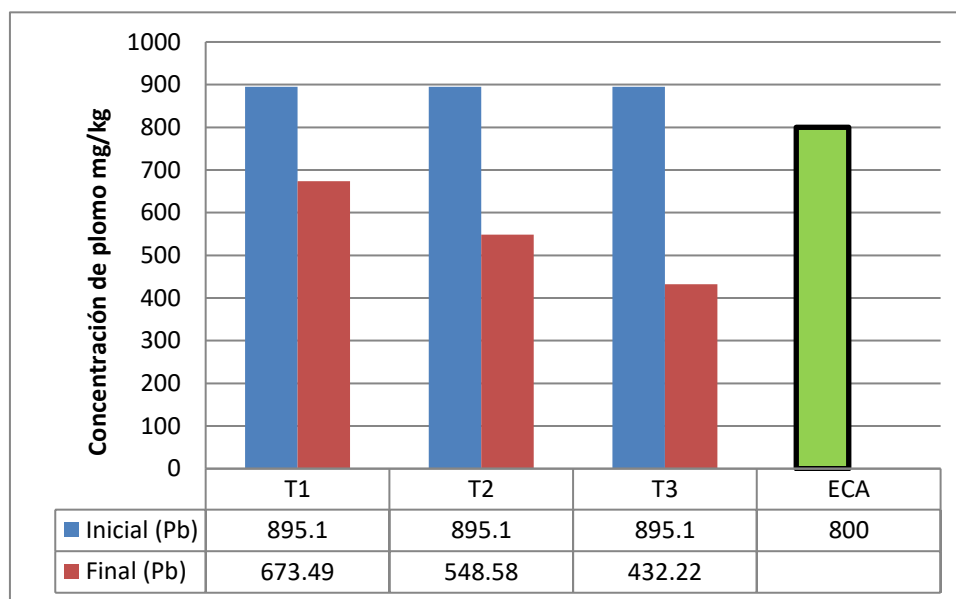
### III.RESULTADOS

- ✚ Determinación de la capacidad de remoción de plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica, mediante el uso del *Sonchus oleraceus l.*

**Tabla 6.** Resultados de la concentración inicial y final de Plomo en el suelo con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Concentración Inicial de plomo en el Suelo (mg/kg)	Concentración Final de plomo en el Suelo (mg/kg)	Porcentaje removido (%)	ECA <sup>(3)</sup> – DS 011-2017	Porcentaje a remover (%)
T1 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	895,1	674,44	24,65	800,0	10.62
	R2	895,1	672,31	24,89	800,0	10.62
	R3	895,1	673,74	24,73	800,0	10.62
	PROMEDIO	895,1	673,49	24,76	800,0	10.62
T2 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	895,1	548,64	38,71	800,0	10.62
	R2	895,1	549,12	38,65	800,0	10.62
	R3	895,1	547,99	38,78	800,0	10.62
	PROMEDIO	895,1	548,58	38,71	800,0	10.62
T3 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	895,1	432,33	51,70	800,0	10.62
	R2	895,1	433,37	51,58	800,0	10.62
	R3	895,1	430,98	51,85	800,0	10.62
	PROMEDIO	895,1	432,22	51,71	800,0	10.62

Fuente: <sup>(3)</sup> D.S. 011-2017, Estándar de calidad ambiental para suelo – MINAM.



**Figura 14.** Concentración inicial y final de plomo en el suelo vs. tratamientos 1, 2 y 3

En la **Tabla 6 y Figura 14**, se denotó la variación del plomo en el suelo durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 895,1 mg/kg y tras implantar el cultivo de *Sonchus oleraceus l.* se evidenció una disminución significativa en promedio de Plomo en el suelo de 432,22 mg/kg con respecto al **Tratamiento 3 (3 meses de vida)**, así mismo está por debajo de lo permitido del Estándar de Calidad Ambiental con respecto al suelo.

**Tabla 7. Prueba de normalidad de plomo en el suelo**

Pruebas de normalidad <sup>b</sup>							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PLOMO EN EL SUELO	INICIAL	,268	3	.	,697	3	,569
	FINAL PLANTA 1 MES	,255	3	.	,962	3	,627
	FINAL PLANTA 2 MESES	,206	3	.	,993	3	,835
	FINAL PLANTA 3 MESES	,201	3	.	,994	3	,857

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

### Resultado /Conclusión

**p-valor** mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho. Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 8.** Anova para el plomo en el suelo

ANOVA					
PLOMO EN EL SUELO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	353090,241	3	117696,747	160333,409	,000
Dentro de grupos	5,873	8	,734		
Total	353096,114	11			

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**H0:** T1=T2=T3

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado /discusión

**p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 9.** Tukey para el plomo en el suelo

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: PLOMO EN EL SUELO						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
INICIAL	FINAL PLANTA 1 MES	221,60333*	,69956	,000	219,3631	223,8436

	FINAL PLANTA 2 MESES	346,51667*	,69956	,000	344,2764	348,7569
	FINAL PLANTA 3 MESES	462,87333*	,69956	,000	460,6331	465,1136
FINAL PLANTA 1 MES	INICIAL	-221,60333*	,69956	,000	-223,8436	-219,3631
	FINAL PLANTA 2 MESES	124,91333*	,69956	,000	122,6731	127,1536
	FINAL PLANTA 3 MESES	241,27000*	,69956	,000	239,0298	243,5102
FINAL PLANTA 2 MESES	INICIAL	-346,51667*	,69956	,000	-348,7569	-344,2764
	FINAL PLANTA 1 MES	-124,91333*	,69956	,000	-127,1536	-122,6731
	FINAL PLANTA 3 MESES	116,35667*	,69956	,000	114,1164	118,5969
FINAL PLANTA 3 MESES	INICIAL	-462,87333*	,69956	,000	-465,1136	-460,6331
	FINAL PLANTA 1 MES	-241,27000*	,69956	,000	-243,5102	-239,0298
	FINAL PLANTA 2 MESES	-116,35667*	,69956	,000	-118,5969	-114,1164

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: spss statistics.

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### Interpretación

Según los datos observados se evaluó que el tratamiento inicial con respecto al resto de tratamientos, presentan un **p-valor** de **0.000**, entonces **p valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>1</sub>**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la remoción del plomo en el suelo.

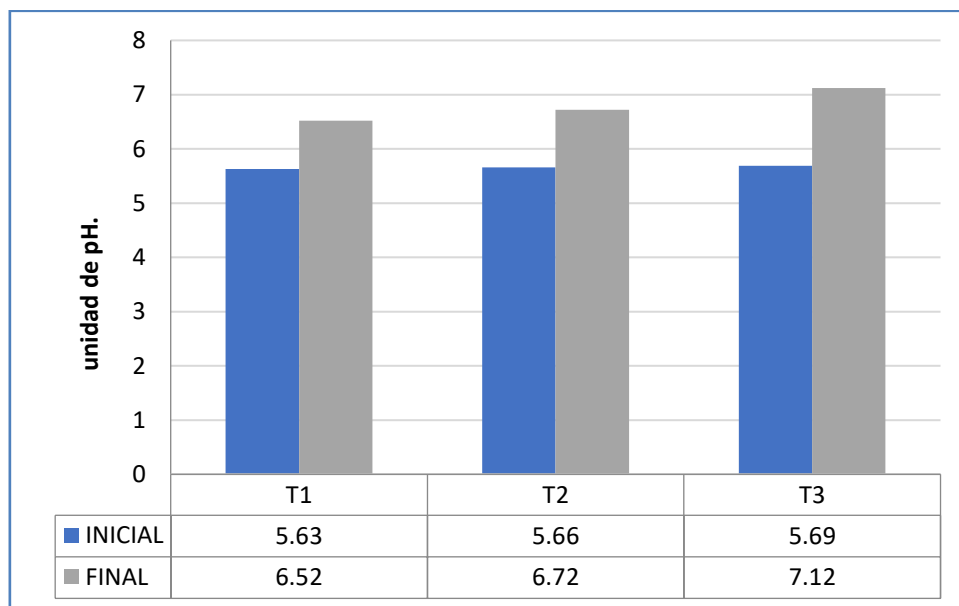
- ✚ Determinación de la influencia del *Sonchus oleraceus l.*, sobre las características físicas y químicas del suelo contaminado en una industria metal mecánica.

### Resultados de los parámetros físicos y químicos del suelo

**Tabla 10.** Resultados de pH inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Concentración inicial de pH en el suelo (pH)	Concentración final de pH en el suelo (pH)
T1 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	5,62	6,51
	R2	5,63	6,57
	R3	5,64	6,48
	PROMEDIO	5,63	6,52
T2 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	5,65	6,73
	R2	5,66	6,75
	R3	5,67	6,7
	PROMEDIO	5,66	6,72
T3 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	5,68	7,2
	R2	5,69	7,15
	R3	5,7	7,01
	PROMEDIO	5,69	7,12

Fuente: elaboración propia.



**Figura 15.** Concentración inicial y final del pH en el suelo vs. tratamientos 1, 2 y 3



En **Tabla 10** y **Figura 15**, muestran datos de la variación de pH, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 5.63; 5.66 y 5.69 unid.pH y tras adicionar el cultivo de *Sonchus oleraceus l.* se evidenció una variación de pH el cual aumento a 6.52; 6.72 y 7.12 unid.pH, con respecto al **tratamiento 1 (1 mes de vida)**, **tratamiento 2 (2 meses de vida)** y **tratamiento 3 (3 meses de vida)**.

**Tabla 11.** Prueba de normalidad del pH

Pruebas de normalidad <sup>b</sup>							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	INICIAL	,578	3	.	,689	3	,468
	FINAL PLANTA 1 MES	,253	3	.	,964	3	,637
	FINAL PLANTA 2 MESES	,219	3	.	,987	3	,780
	FINAL PLANTA 3 MESES	,286	3	.	,930	3	,490

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

### Resultado /Conclusión

p-valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho. Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 12. ANOVA para pH**

ANOVA					
pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,176	3	1,059	340,635	,000
Dentro de grupos	,025	8	,003		
Total	3,201	11			

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**H0:** T1=T2=T3

#### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H0**, se rechaza la **H1**

### Resultado /discusión

p-valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 13. Tukey para el pH**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: pH						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
INICIAL	FINAL PLANTA 1 MES	-,81000*	,04552	,000	-,9558	-,6642
	FINAL PLANTA 2 MESES	-1,01667*	,04552	,000	-1,1624	-,8709
	FINAL PLANTA 3 MESES	-1,41000*	,04552	,000	-1,5558	-1,2642
FINAL PLANTA 1 MES	INICIAL	,81000*	,04552	,000	,6642	,9558
	FINAL PLANTA 2 MESES	-,20667*	,04552	,008	-,3524	-,0609
	FINAL PLANTA 3 MESES	-,60000*	,04552	,000	-,7458	-,4542
FINAL PLANTA 2 MESES	INICIAL	1,01667*	,04552	,000	,8709	1,1624
	FINAL PLANTA 1 MES	,20667*	,04552	,008	,0609	,3524
	FINAL PLANTA 3 MESES	-,39333*	,04552	,000	-,5391	-,2476
FINAL PLANTA 3 MESES	INICIAL	1,41000*	,04552	,000	1,2642	1,5558
	FINAL PLANTA 1 MES	,60000*	,04552	,000	,4542	,7458
	FINAL PLANTA 2 MESES	,39333*	,04552	,000	,2476	,5391

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: spss statistics.

**Regla de decisión:**

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

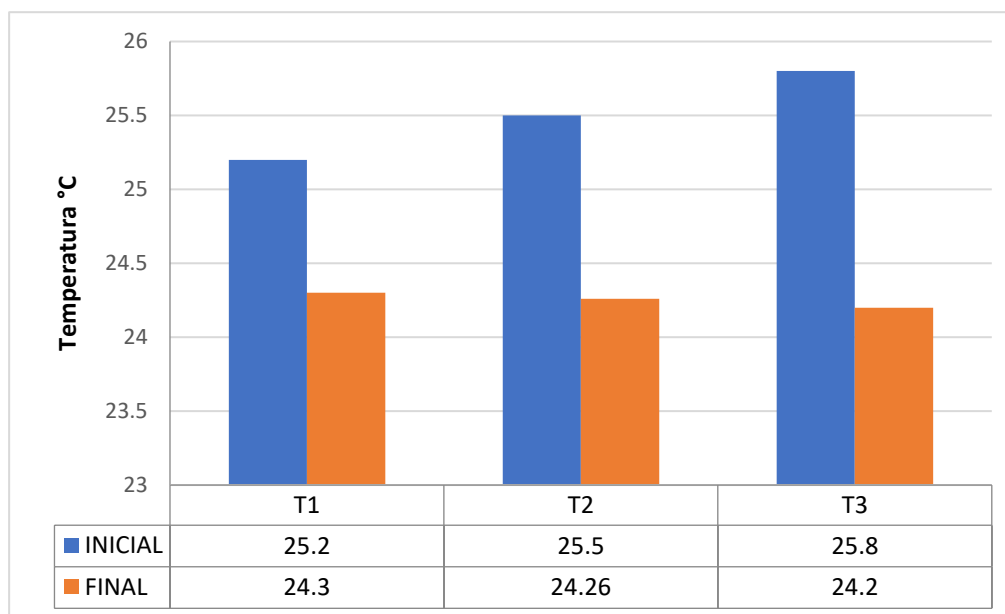
## Interpretación

Según los datos observados se evaluó que el tratamiento inicial con respecto al resto de tratamientos, presentan un **p valor** de **0,000**, entonces **p valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la variación de pH en el suelo.

**Tabla 14.** Resultados de temperatura inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Concentración inicial de temperatura en el suelo (°C)	Concentración final de temperatura en el suelo (°C)
T1 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	25,1	24,4
	R2	25,2	24,2
	R3	25,3	24,3
	PROMEDIO	25,2	24,3
T2 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	25,4	24,3
	R2	25,5	24,5
	R3	25,6	24
	PROMEDIO	25,5	24,26
T3 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	25,7	24,1
	R2	25,8	24,3
	R3	25,9	24,2
	PROMEDIO	25,8	24,2

Fuente: elaboración propia.



**Figura 16.** Concentración inicial y final de la temperatura vs. tratamientos 1, 2 y 3

En la **Tabla 14 y Figura 16**, se mostraron datos de la variación de temperatura, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 25,2 °C, 25,5 °C y 25,8 °C tras implantar el cultivo de *Sonchus oleraceus l.* se evidenció una variación de temperatura el cual disminuyó a 24,3 °C, 24,26 °C y 24,2 °C, con respecto al **tratamiento 1 (1 mes de vida), tratamiento 2 (2 meses de vida) y tratamiento 3 (3 meses de vida)**.

**Tabla 15. Prueba de normalidad de temperatura**

Pruebas de normalidad <sup>b</sup>							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	INICIAL	,589	3	.	,797	3	,589
	FINAL PLANTA 1 MES	,175	3	.	,478	3	,256
	FINAL PLANTA 2 MESES	,219	3	.	,987	3	,780
	FINAL PLANTA 3 MESES	,175	3	.	,367	3	,754

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

### Resultado /Conclusión

p-valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho. Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 16. Anova para temperatura**

ANOVA					
Temperatura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,620	3	,540	25,920	,000
Dentro de grupos	,167	8	,021		
Total	1,787	11			

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**H0:** T1=T2=T3

#### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H0**, se rechaza la **H1**

### Resultado /discusión

**p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 17. Tukey para la temperatura**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Temperatura						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior

INICIAL	FINAL PLANTA 1 MES	,8000*	,1179	,001	,423	1,177
	FINAL PLANTA 2 MESES	,8333*	,1179	,000	,456	1,211
	FINAL PLANTA 3 MESES	,9000*	,1179	,000	,523	1,277
FINAL PLANTA 1 MES	INICIAL	-,8000*	,1179	,001	-1,177	-,423
	FINAL PLANTA 2 MESES	,0333	,1179	,991	-,344	,411
	FINAL PLANTA 3 MESES	,1000	,1179	,830	-,277	,477
FINAL PLANTA 2 MESES	INICIAL	-,8333*	,1179	,000	-1,211	-,456
	FINAL PLANTA 1 MES	-,0333	,1179	,991	-,411	,344
	FINAL PLANTA 3 MESES	,0667	,1179	,940	-,311	,444
FINAL PLANTA 3 MESES	INICIAL	-,9000*	,1179	,000	-1,277	-,523
	FINAL PLANTA 1 MES	-,1000	,1179	,830	-,477	,277
	FINAL PLANTA 2 MESES	-,0667	,1179	,940	-,444	,311

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: spss statistics.

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

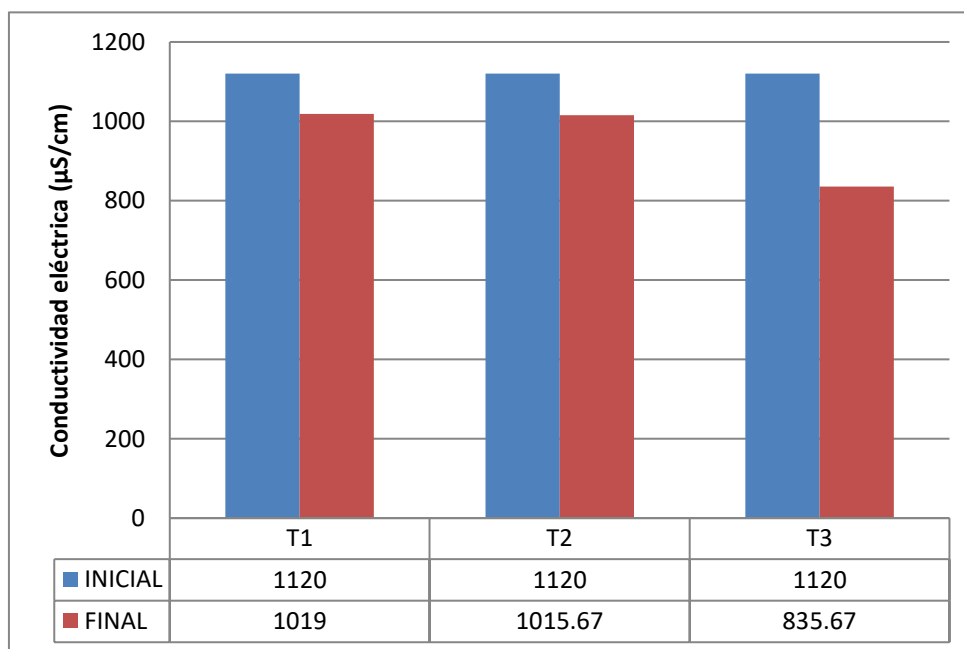
### Interpretación

Según los datos observados se evaluó que el tratamiento inicial con respecto al resto de tratamientos, presentan un **p-valor** de **0,000**, entonces **p valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>1</sub>**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la variación de temperatura en el suelo.

**Tabla 18.** Resultados de conductividad eléctrica inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Concentración inicial de conductividad eléctrica en el suelo ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Concentración final de conductividad eléctrica en el suelo ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
T1 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	1120	1023
	R2	1120	1021
	R3	1120	1013
	PROMEDIO	1120	1019
T2 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	1120	1012
	R2	1120	1015
	R3	1120	1020
	PROMEDIO	1120	1015.67
T3 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	1120	839
	R2	1120	845
	R3	1120	823
	PROMEDIO	1120	835.67

Fuente: elaboración propia.



**Figura 17.** Concentración inicial y final de conductividad eléctrica vs. tratamientos 1, 2 y 3



En esta **Tabla 18 y Figura 17**, se mostró datos de la variación de la conductividad eléctrica, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 1120  $\mu\text{s/cm}$  y tras adicionar el cultivo de *Sonchus oleraceus l.* se evidencio una disminución promedio de la conductividad eléctrica a 1019; 1015.67 y 835.67  $\mu\text{s/cm}$ , con respecto al **tratamiento 1, 2 y 3.**

**Tabla 19.** Prueba de normalidad para conductividad eléctrica

Pruebas de normalidad <sup>b</sup>							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Conductividad eléctrica	INICIAL	,589	3	.	,697	3	,586
	FINAL PLANTA 1 MES	,314	3	.	,893	3	,363
	FINAL PLANTA 2 MESES	,232	3	.	,980	3	,726
	FINAL PLANTA 3 MESES	,282	3	.	,936	3	,510

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

### Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 20.** Anova para conductividad eléctrica

ANOVA					
Conductividad eléctrica					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	125965,583	3	41988,528	967,106	,000
Dentro de grupos	347,333	8	43,417		
Total	126312,917	11			

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**H0:** T1=T2=T3

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H0**, se rechaza la **H1**

### Resultado /discusión

**p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 21. Tukey para conductividad eléctrica**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Conductividad eléctrica						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
INICIAL	FINAL PLANTA 1 MES	101,000*	5,380	,000	83,77	118,23
	FINAL PLANTA 2 MESES	104,333*	5,380	,000	87,10	121,56
	FINAL PLANTA 3 MESES	284,333*	5,380	,000	267,10	301,56
FINAL PLANTA 1 MES	INICIAL	-101,000*	5,380	,000	-118,23	-83,77
	FINAL PLANTA 2 MESES	3,333	5,380	,923	-13,90	20,56
	FINAL PLANTA 3 MESES	183,333*	5,380	,000	166,10	200,56
FINAL PLANTA 2 MESES	INICIAL	-104,333*	5,380	,000	-121,56	-87,10
	FINAL PLANTA 1 MES	-3,333	5,380	,923	-20,56	13,90
	FINAL PLANTA 3 MESES	180,000*	5,380	,000	162,77	197,23
FINAL PLANTA 3 MESES	INICIAL	-284,333*	5,380	,000	-301,56	-267,10
	FINAL PLANTA 1 MES	-183,333*	5,380	,000	-200,56	-166,10
	FINAL PLANTA 2 MESES	-180,000*	5,380	,000	-197,23	-162,77

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: spss statistics.

**Regla de decisión:**

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

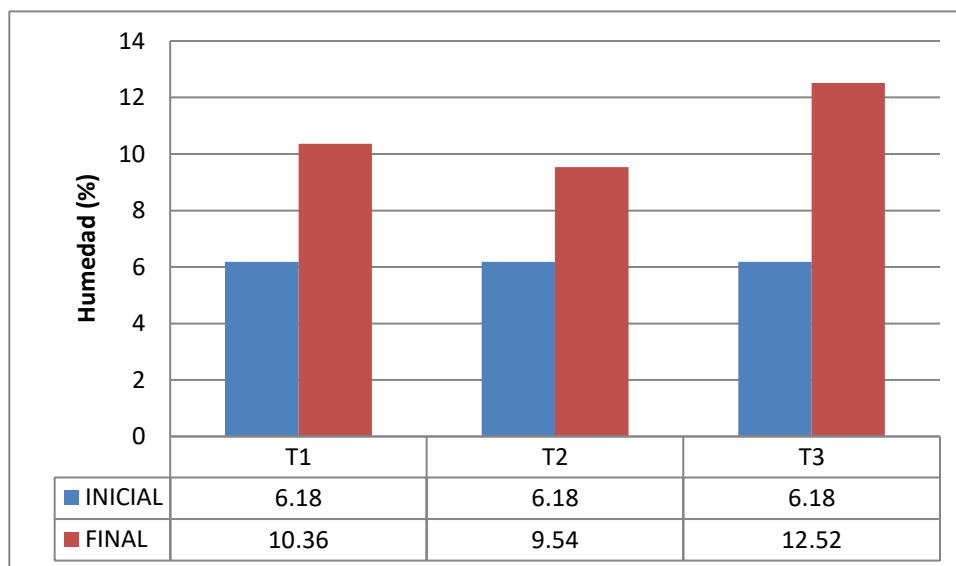
## Interpretación

Según los datos observados se evaluó que el tratamiento inicial con respecto al resto de tratamientos, presentan un **p-valor** de **0.000**, entonces **p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la variación de conductividad eléctrica en el suelo.

**Tabla 22.** Resultados de humedad inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Concentración Inicial de humedad en el suelo (%)	Concentración final de humedad en el suelo (%)
T1 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	6,18	10.21
	R2	6,18	10.53
	R3	6,18	10.35
	PROMEDIO	6,18	10.36
T2 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	6,18	9.75
	R2	6,18	9.69
	R3	6,18	9.19
	PROMEDIO	6,18	9.54
T3 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	6,18	12.23
	R2	6,18	12.93
	R3	6,18	12.39
	PROMEDIO	6,18	12.52

Fuente: elaboración propia.



**Figura 18.** Concentración inicial y final de la humedad vs. tratamientos 1, 2 y 3

En esta **Tabla 22 y Figura 18**, se mostraron datos de la variación de la humedad, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 6,18% y tras adicionar el cultivo de *Sonchus oleraceus l*, se evidenció un aumento de la humedad a 10.36; 9.54 y 12.52 %, con respecto al **tratamiento 1, 2 y 3**.

**Tabla 23. Prueba de normalidad para humedad**

Pruebas de normalidad <sup>b</sup>							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Humedad	INICIAL	,479	3	.	,689	3	,369
	FINAL PLANTA 1 MES	,200	3	.	,995	3	,862
	FINAL PLANTA 2 MESES	,350	3	.	,829	3	,187
	FINAL PLANTA 3 MESES	,302	3	.	,911	3	,420

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**Ho:** Los datos proceden de una distribución normal

**H1:** Los datos no proceden de una distribución normal

#### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

### Resultado /Conclusión

**p-valor** mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho: Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 24. Anova para humedad**

ANOVA					
Humedad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	62,337	3	20,779	326,199	,000
Dentro de grupos	,510	8	,064		
Total	62,846	11			

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto

**H0:** T1=T2=T3

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H0**, se rechaza la **H1**

### Resultado /discusión

**p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 25. Tukey para humedad**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Humedad						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
INICIAL	FINAL PLANTA 1 MES	-4,18333*	,20607	,000	-4,8433	-3,5234
	FINAL PLANTA 2 MESES	-3,36333*	,20607	,000	-4,0233	-2,7034
	FINAL PLANTA 3 MESES	-6,33667*	,20607	,000	-6,9966	-5,6767
FINAL PLANTA 1 MES	INICIAL	4,18333*	,20607	,000	3,5234	4,8433
	FINAL PLANTA 2 MESES	,82000*	,20607	,017	,1601	1,4799
	FINAL PLANTA 3 MESES	-2,15333*	,20607	,000	-2,8133	-1,4934
FINAL PLANTA 2 MESES	INICIAL	3,36333*	,20607	,000	2,7034	4,0233
	FINAL PLANTA 1 MES	-,82000*	,20607	,017	-1,4799	-,1601
	FINAL PLANTA 3 MESES	-2,97333*	,20607	,000	-3,6333	-2,3134
FINAL PLANTA 3 MESES	INICIAL	6,33667*	,20607	,000	5,6767	6,9966
	FINAL PLANTA 1 MES	2,15333*	,20607	,000	1,4934	2,8133
	FINAL PLANTA 2 MESES	2,97333*	,20607	,000	2,3134	3,6333

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: spss statistics.

**Regla de decisión:**

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

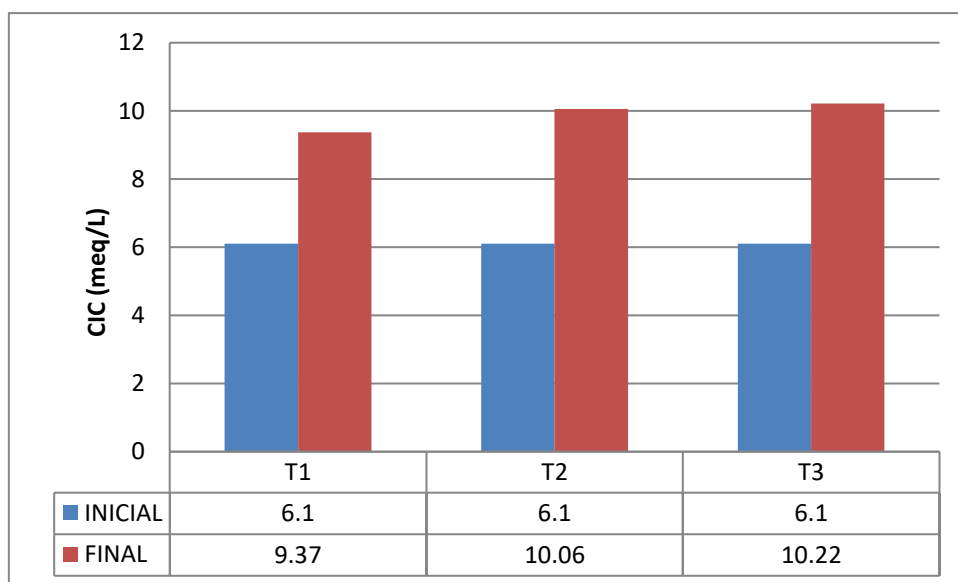
## Interpretación

Según los datos observados se evaluó que el tratamiento inicial con respecto al resto de tratamientos, presentan un **p-valor** de **0,000**, entonces **p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la variación de humedad en el suelo.

**Tabla 26.** Resultados de capacidad de intercambio catiónico (CIC) inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Concentración inicial de CIC en el suelo (meq/L)	Concentración final de CIC en el suelo (meq/L)
T1 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	6.1	9.32
	R2	6.1	9.43
	R3	6.1	9.37
	PROMEDIO	6.1	9.37
T2 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	6.1	10.10
	R2	6.1	10.02
	R3	6.1	10.06
	PROMEDIO	6.1	10.06
T3 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	6.1	10.18
	R2	6.1	10.21
	R3	6.1	10.27
	PROMEDIO	6.1	10.22

Fuente: elaboración propia.



**Figura 19.** Capacidad de intercambio catiónico inicial y final del suelo



En esta **Tabla 26 y Figura 19**, se mostraron datos de la variación de la capacidad de intercambio catiónico, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 6,10 meq/L y tras adicionar el cultivo de *Sonchus oleraceus l*, se evidenció un aumento de CIC a 9.37, 10.06 y 10.22 meq/L, con respecto al **tratamiento 1, 2 y 3**.

**Tabla 27. Prueba de normalidad para CIC**

Pruebas de normalidad <sup>b</sup>							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CIC	INICIAL	,478	3	.	,256	3	,975
	FINAL PLANTA 1 MES	,191	3	.	,997	3	,900
	FINAL PLANTA 2 MESES	,175	3	.	,478	3	,699
	FINAL PLANTA 3 MESES	,253	3	.	,964	3	,637

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

### Resultado /Conclusión

**p-valor** mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho: Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 28.** Anova para capacidad de intercambio catiónico

ANOVA					
CIC					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	102,351	3	34,117	20267,426	,000
Dentro de grupos	,013	8	,002		
Total	102,364	11			

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto

**H0:** T1=T2=T3

### Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H0**, se rechaza la **H1**

### Resultado /discusión

**p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 29.** Tukey para CIC

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CIC						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior

INICIAL	FINAL PLANTA 1 MES	-6,19333*	,03350	,000	-6,3006	-6,0861
	FINAL PLANTA 2 MESES	-6,88000*	,03350	,000	-6,9873	-6,7727
	FINAL PLANTA 3 MESES	-7,04000*	,03350	,000	-7,1473	-6,9327
FINAL PLANTA 1 MES	INICIAL	6,19333*	,03350	,000	6,0861	6,3006
	FINAL PLANTA 2 MESES	-,68667*	,03350	,000	-,7939	-,5794
	FINAL PLANTA 3 MESES	-,84667*	,03350	,000	-,9539	-,7394
FINAL PLANTA 2 MESES	INICIAL	6,88000*	,03350	,000	6,7727	6,9873
	FINAL PLANTA 1 MES	,68667*	,03350	,000	,5794	,7939
	FINAL PLANTA 3 MESES	-,16000*	,03350	,006	-,2673	-,0527
FINAL PLANTA 3 MESES	INICIAL	7,04000*	,03350	,000	6,9327	7,1473
	FINAL PLANTA 1 MES	,84667*	,03350	,000	,7394	,9539
	FINAL PLANTA 2 MESES	,16000*	,03350	,006	,0527	,2673

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: spss statistics.

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

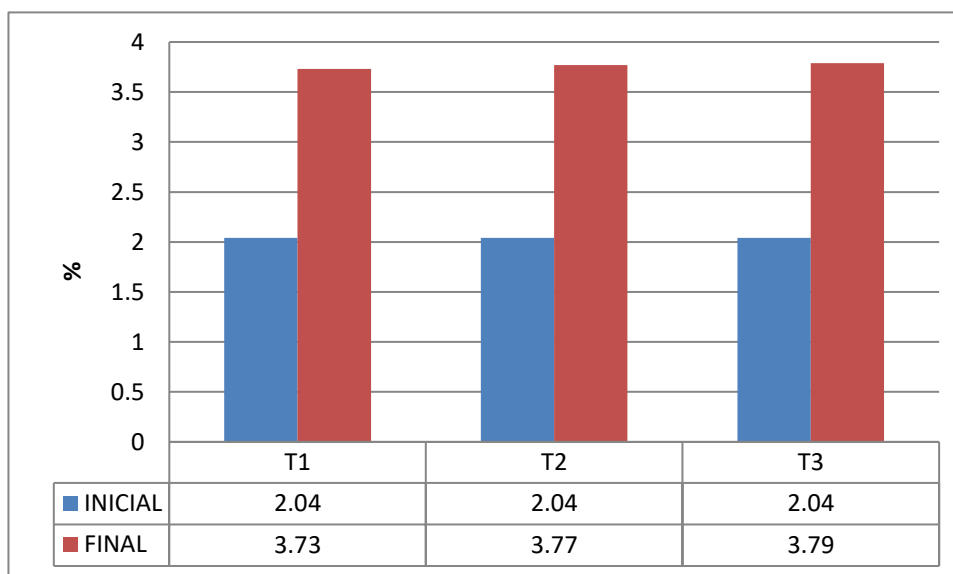
### Interpretación

Según los datos observados se evaluó que el tratamiento inicial con respecto al resto de tratamientos, presentan un **p-valor** de **0.000**, entonces **p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>1</sub>**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la variación de la capacidad de intercambio catiónico en el suelo.

**Tabla 30.** Resultados de materia orgánica inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Concentración inicial de materia orgánica en el suelo (%)	Concentración final de materia orgánica en el suelo (%)
T1 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	2.04	3.75
	R2	2.04	3.72
	R3	2.04	3.72
	PROMEDIO	2.04	3.73
T2 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	2.04	3.77
	R2	2.04	3.74
	R3	2.04	3.79
	PROMEDIO	2.04	3.77
T3 (Suelo contaminado con Plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	2.04	3.78
	R2	2.04	3.78
	R3	2.04	3.81
	PROMEDIO	2.04	3.79

Fuente: elaboración propia.



**Figura 20.** Concentración inicial y final de la muestra de la materia orgánica vs. tratamientos 1,2 y 3

En esta **Tabla 30** y **Figura 20**, se mostraron datos de la variación de Materia orgánica, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 2,04 % y tras adicionar el cultivo de *Sonchus oleraceus l.*, se evidenció un aumento de Materia orgánica a 3.73, 3.77 y 3.79 %, con respecto al **tratamiento 1, 2 y 3.**

**Tabla 31. Prueba de normalidad para materia orgánica**

Pruebas de normalidad <sup>b</sup>							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Materia orgánica	INICIAL	,579	3	.	,578	3	,796
	FINAL PLANTA 1 MES	,385	3	.	,750	3	,974
	FINAL PLANTA 2 MESES	,219	3	.	,987	3	,780
	FINAL PLANTA 3 MESES	,385	3	.	,750	3	,379

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

### Resultado /Conclusión

**p-valor** mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho: Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 32. Anova para materia orgánica**

ANOVA					
Materia orgánica					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6,679	3	2,226	7220,649	,000

Dentro de grupos	,002	8	,000		
Total	6,682	11			

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto

**H0:** T1=T2=T3

### Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H0**, se rechaza la **H1**

### Resultado /discusión

**p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 33.** Tukey para materia orgánica

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Materia orgánica						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior

INICIAL	FINAL PLANTA 1 MES	-1,69000*	,01434	,000	-1,7359	-1,6441
	FINAL PLANTA 2 MESES	-1,72667*	,01434	,000	-1,7726	-1,6808
	FINAL PLANTA 3 MESES	-1,75000*	,01434	,000	-1,7959	-1,7041
FINAL PLANTA 1 MES	INICIAL	1,69000*	,01434	,000	1,6441	1,7359
	FINAL PLANTA 2 MESES	-,03667	,01434	,124	-,0826	,0092
	FINAL PLANTA 3 MESES	-,06000*	,01434	,013	-,1059	-,0141
FINAL PLANTA 2 MESES	INICIAL	1,72667*	,01434	,000	1,6808	1,7726
	FINAL PLANTA 1 MES	,03667	,01434	,124	-,0092	,0826
	FINAL PLANTA 3 MESES	-,02333	,01434	,417	-,0692	,0226
FINAL PLANTA 3 MESES	INICIAL	1,75000*	,01434	,000	1,7041	1,7959
	FINAL PLANTA 1 MES	,06000*	,01434	,013	,0141	,1059
	FINAL PLANTA 2 MESES	,02333	,01434	,417	-,0226	,0692
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Fuente: spss statistics.

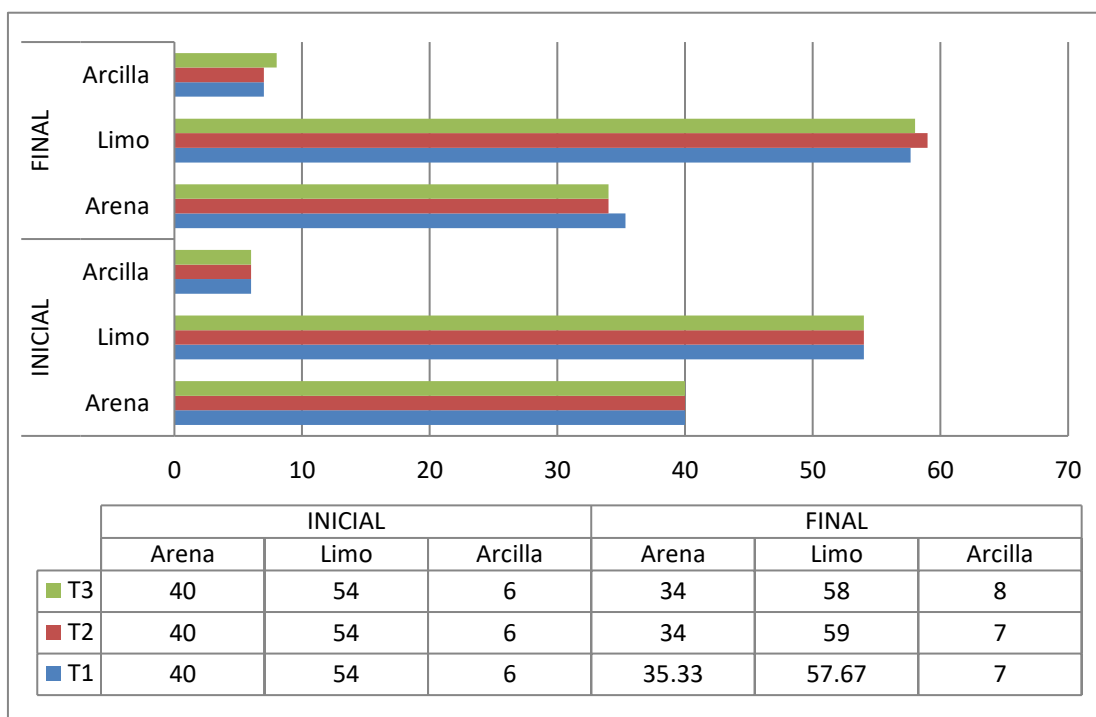
### Interpretación

Según los datos observados se evaluó que el tratamiento inicial con respecto al resto de tratamientos, presentan un **p-valor** de **0,000**, entonces **p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la variación de la materia orgánica en el suelo.

**Tabla 34.** Resultados de textura inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Concentración inicial de textura en el suelo (%)			Concentración final de textura en el suelo (%)		
		Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
T1 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	40	54	6	35	58	7
	R2	40	54	6	36	57	7
	R3	40	54	6	35	58	7
	PROMEDIO	40	54	6	35.33	57.67	7
T2 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	40	54	6	34	59	7
	R2	40	54	6	34	59	7
	R3	40	54	6	34	59	7
	PROMEDIO	40	54	6	34	59	7
T3 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	40	54	6	34	58	8
	R2	40	54	6	34	58	8
	R3	40	54	6	34	58	8
	PROMEDIO	40	54	6	34	58	8

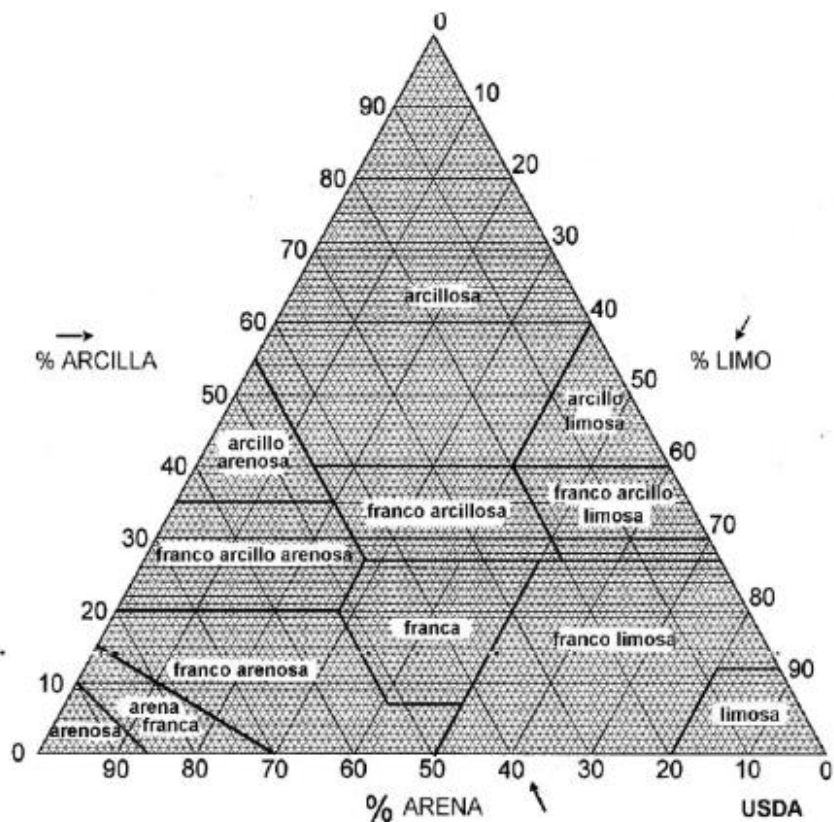
Fuente: elaboración propia.



**Figura 21.** Concentración inicial y final de la textura del suelo vs. tratamientos 1, 2 y 3



En esta **Tabla 34** y **Figura 21**, se mostraron datos de la variación de textura, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 40% Arena, 54% de Limo y 6% Arcilla y tras culminar la cosecha de la especie *Sonchus oleraceus l*, se evidenció un cambio en el tratamiento 1 con 34% Arena, 58% Limo y 8% Arcilla; mientras que el tratamiento 2 con 34% Arena, 59% Limo y 7% Arcilla; finalmente en el tratamiento 3 con 35.33% Arena, 57.67% Limo y 7% Arcilla.



Fuente: USDA, 1999.

**Figura 22.** Diagrama textural del suelo

Se llevó a cabo el análisis según el diagrama textural del suelo de la USDA.

**Tabla 35.** Análisis textural del suelo inicial y final

Tratamiento	Inicial	Final
T1. T2. T3	Franco limoso	Franco limoso

Fuente: elaboración propia.

Se determinó que el suelo tanto inicial como final no hubo cambios en su clase textural.

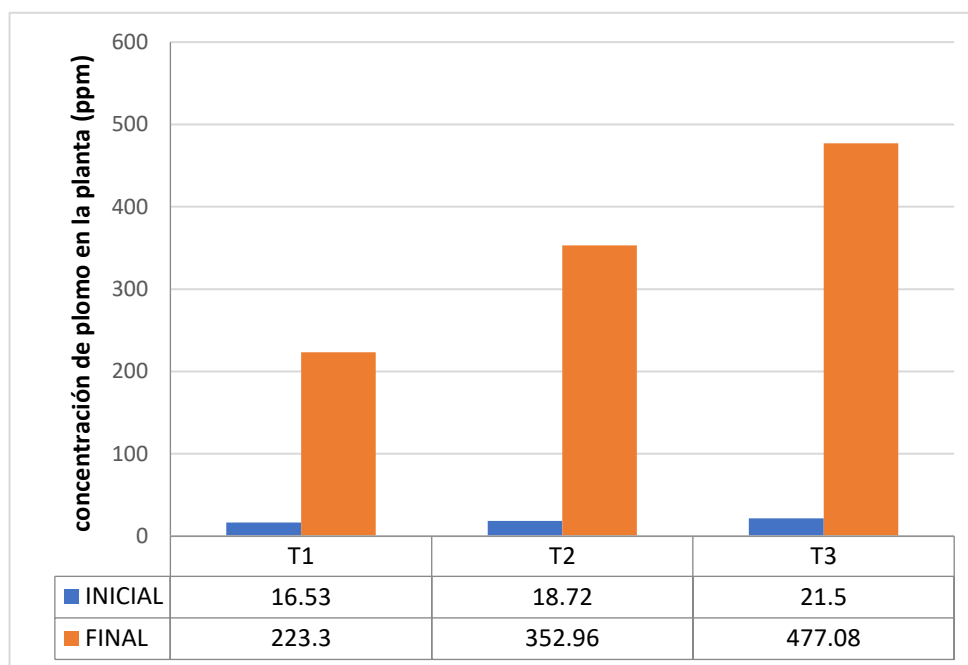
- ✚ Determinación de las plantas *Sonchus oleraceus l*, en su periodo vegetativo de 1, 2 y 3 meses, absorbe mayor concentración de plomo en el suelo contaminado.

### Plomo (Pb) en la planta

**Tabla 36.** Resultados de concentración de plomo inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l*.

Tratamiento	Repeticiones	Concentración inicial de plomo en la planta (mg/kg)	Concentración final de plomo en la planta (mg/kg)
T1 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	16,5	221,53
	R2	16,4	224,65
	R3	16,7	223,73
	PROMEDIO	16,53	223,30
T2 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	18,32	353,26
	R2	18,34	351,59
	R3	19,5	354,05
	PROMEDIO	18,72	352,96
T3 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	21,67	475,62
	R2	21,3	477,25
	R3	21,54	478,38
	PROMEDIO	21,50	477,08

Fuente: elaboración propia.



**Figura 23.** Concentración inicial y final de plomo en la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3

En la **Tabla 36 y Figura 23**, muestran datos de la variación del plomo en la planta, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 16.53 mg/kg Pb (**T1**), 18.72 mg/kg Pb (**T2**) y 21.50 mg/kg Pb (**T3**), tras cosechar la especie de *Sonchus oleraceus l*, se evidenció un aumento del plomo en la planta a 223.30 mg/kg Pb (**T1**), 352.96 mg/kg Pb (**T2**) y 477.08 mg/kg Pb (**T3**).

**Tabla 37.** Prueba de normalidad de plomo en la planta *Sonchus oleraceus l*.

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PLOMO EN LA PLANTA	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	,253	3	.	,964	3	,637
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	,380	3	.	,763	3	,028
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	,244	3	.	,971	3	,675
	PLANTA 1 MES (FINAL)	,272	3	.	,947	3	,556
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	,259	3	.	,959	3	,611
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	,214	3	.	,989	3	,801

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

### Resultado /Conclusión

**p-valor** mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho, los datos proceden de una distribución normal

**Tabla 38.** Anova de plomo en la planta *Sonchus oleraceus l.*

ANOVA					
PLOMO EN LA PLANTA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	593261,503	5	118652,301	108066,032	,000
Dentro de grupos	13,176	12	1,098		
Total	593274,678	17			

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**H0:** T1=T2=T3

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H0**, se rechaza la **H0**

### Resultado /discusión

**P valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 39.** Tukey para el plomo en la planta *Sonchus oleraceus l.*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: PLOMO EN LA PLANTA						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PLANTA 1 MES ( INICIAL)	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	-2,18667	,85555	,182	-5,0604	,6871
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	-4,97000*	,85555	,001	-7,8437	-2,0963

	PLANTA 1 MES (FINAL)	- 206,77000*	,85555	,000	-209,6437	-203,8963
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	- 336,43333*	,85555	,000	-339,3071	-333,5596
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	- 460,55000*	,85555	,000	-463,4237	-457,6763
PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	2,18667	,85555	,182	-,6871	5,0604
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	-2,78333	,85555	,060	-5,6571	,0904
	PLANTA 1 MES (FINAL)	- 204,58333*	,85555	,000	-207,4571	-201,7096
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	- 334,24667*	,85555	,000	-337,1204	-331,3729
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	- 458,36333*	,85555	,000	-461,2371	-455,4896
PLANTA 3 MESES (INICIAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	4,97000*	,85555	,001	2,0963	7,8437
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	2,78333	,85555	,060	-,0904	5,6571
	PLANTA 1 MES (FINAL)	- 201,80000*	,85555	,000	-204,6737	-198,9263
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	- 331,46333*	,85555	,000	-334,3371	-328,5896
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	- 455,58000*	,85555	,000	-458,4537	-452,7063
PLANTA 1 MES (FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	206,77000*	,85555	,000	203,8963	209,6437
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	204,58333*	,85555	,000	201,7096	207,4571
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	201,80000*	,85555	,000	198,9263	204,6737
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	- 129,66333*	,85555	,000	-132,5371	-126,7896
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	- 253,78000*	,85555	,000	-256,6537	-250,9063
PLANTA 2 MESES ( FINAL)	336,43333*	,85555	,000	333,5596	339,3071	

	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	334,24667*	,85555	,000	331,3729	337,1204
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	331,46333*	,85555	,000	328,5896	334,3371
	PLANTA 1 MES (FINAL)	129,66333*	,85555	,000	126,7896	132,5371
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	- 124,11667*	,85555	,000	-126,9904	-121,2429
PLANTA 3 MESES (FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	460,55000*	,85555	,000	457,6763	463,4237
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	458,36333*	,85555	,000	455,4896	461,2371
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	455,58000*	,85555	,000	452,7063	458,4537
	PLANTA 1 MES (FINAL)	253,78000*	,85555	,000	250,9063	256,6537
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	124,11667*	,85555	,000	121,2429	126,9904
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Fuente: spss statistics.

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### Interpretación

Según los datos observados se evaluó que la planta de 1 mes de vida (inicial) posee una significancia con respecto a la absorción de plomo en la planta, con el tratamiento de la planta de 1 mes de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,000. Indicándose que como el **p-valor** es menor de 0,05 se acepta la **H<sub>1</sub>**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la absorción de plomo en la planta.

Según los datos observados se evaluó que la planta de 2 meses de vida (inicial) posee una significancia con respecto a la absorción de plomo en la planta, con el tratamiento de la planta de 2 meses de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,000. Indicándose que como el **p-valor** es

menor de 0,05 se acepta la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la absorción de plomo en la planta.

Según los datos observados se evaluó que la planta de 3 meses de vida (inicial) posee una significancia con respecto a la absorción de plomo en la planta, con el tratamiento la planta de 3 meses de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,000. Indicándose que como el **p-valor** es menor de 0,05 se acepta la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la absorción de plomo en la planta.

- ✚ Determinación de la eficiencia de la Fitoextracción de plomo del suelo contaminado, utilizando *Sonchus oleraceus l.*

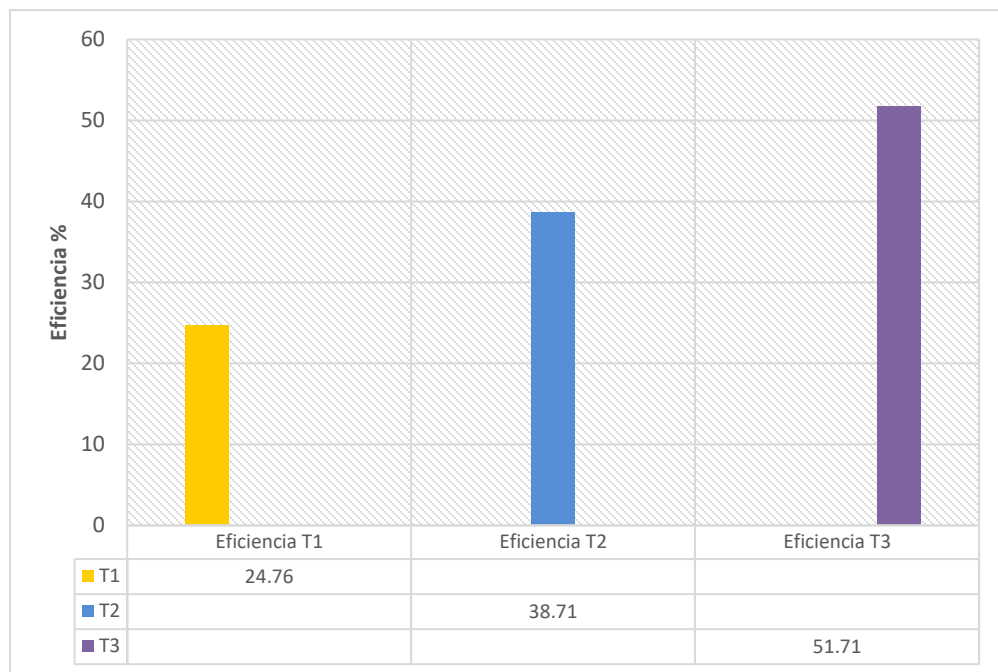
**Formula de Eficiencia:**

$$\frac{\text{Concentracion Inicial} - \text{Concentracion final}}{\text{Concentracion inicial}} \times 100$$

**Tabla 40.** Eficiencia de los cultivos por diferentes tiempos de vida del *Sonchus oleraceus l.*

Tratamientos	Eficiencia de la Fitoextracción
T1 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	$\frac{895,1 - 673,49}{895,1} \times 100 = 24,76 \%$
T2 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	$\frac{895,1 - 548,58}{895,1} \times 100 = 38,71 \%$
T3 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	$\frac{8,95,1 - 432,22}{895,1} \times 100 = 51,71 \%$

Fuente: elaboración propia.



**Figura 24.** Eficiencia de la fitoextracción del *Sonchus oleraceus l.* T1, T2 y T3

Según la **Tabla 40** y **Figura 24**, se determinó que el tratamiento 1 presentó una eficiencia de 24,76 %, el tratamiento 2 presentó una eficiencia de 38,71 % y el tratamiento 3 presentó un 51,71 % de eficiencia con respecto a la remoción de plomo en el suelo.

**H1:** Se obtendrá una eficiencia del 50 % de la remoción de plomo del suelo contaminado, utilizando *Sonchus oleraceus l.*

**H0:** No se obtendrá una eficiencia del 50 % de la remoción de plomo del suelo contaminado, utilizando *Sonchus oleraceus l.*

**En conclusión:**

De acuerdo al cálculo de la fórmula de eficiencia, se logró obtener en el tratamiento 3, una eficiencia del 51.71 %. Entonces rechazamos la **H0** y aceptamos la **H1**: Se obtendrá una eficiencia del 50 % de la remoción de plomo del suelo contaminado, utilizando *Sonchus oleraceus l.*

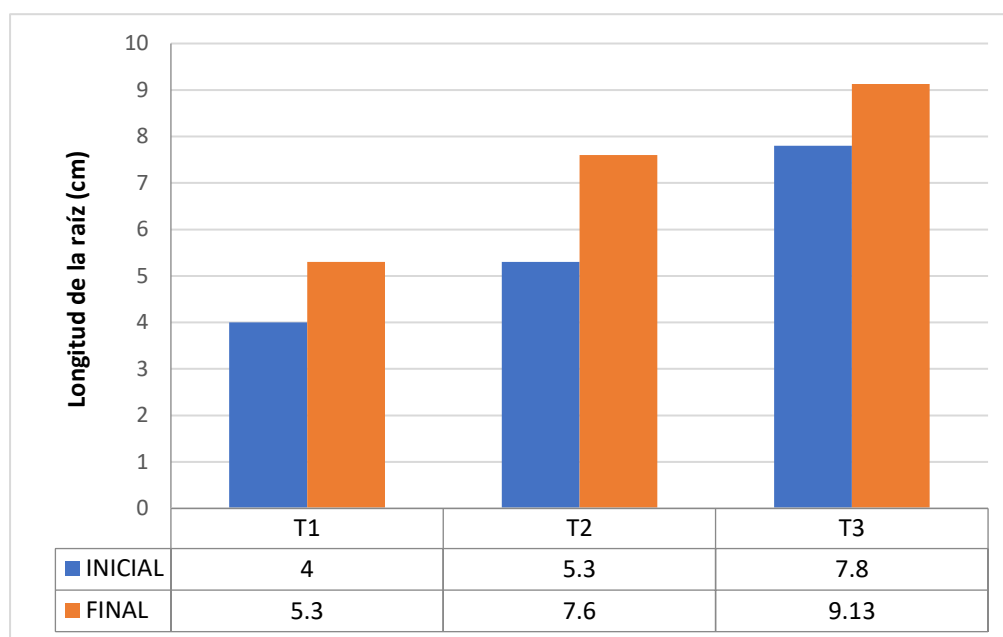


- ✚ Determinación de la influencia de plomo del suelo contaminado en una industria metal mecanica, sobre el crecimiento de la especie *Sonchus oleraceus l.*

**Tabla 41.** Resultados de longitud de la raíz inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Longitud de la raíz inicial de la planta (cm)	Longitud de la raíz final de la planta (cm)
T1 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	3,9	5,3
	R2	4,1	5,5
	R3	4	5,1
	PROMEDIO	4	5,3
T2 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	5,2	7,9
	R2	5,4	7,4
	R3	5,3	7,5
	PROMEDIO	5,3	7,6
T3 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	7,5	9,2
	R2	7,8	9,3
	R3	8,1	8,9
	PROMEDIO	7,8	9,13

Fuente: elaboración propia.



**Figura 25.** Longitud de la raíz inicial y final de la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3

En la **Tabla 41 y Figura 25**, muestran datos de la variación de la longitud de raíz, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 4 cm 5.3 cm y 7.8 cm, tras el desarrollo del *Sonchus oleraceus l*, se evidencio un aumento de la longitud de raíz a 5.3 cm, 7.6 cm y 9.13 cm, con respecto al **tratamiento 1 (1 mes de vida)**, **tratamiento 2 (2 meses de vida)** y **tratamiento 3 (3 meses de vida)**.

**Tabla 42. Prueba de normalidad de longitud de raíz**

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LONGITUD DE RAIZ	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	,162	3	.	,856	3	,352
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	,753	3	.	,123	3	,357
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	,974	3	.	,135	3	,525
	PLANTA 1 MES (FINAL)	,356	3	.	,367	3	,146
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	,314	3	.	,893	3	,363
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	,292	3	.	,923	3	,463

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

## Resultado /Conclusión

**p-valor** mayor de 0,05 entonces aceptamos la  $H_0$ : Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 43.** Anova de longitud de raíz.

ANOVA					
LONGITUD DE RAIZ					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	56,884	5	11,377	259,220	,000
Dentro de grupos	,527	12	,044		
Total	57,411	17			

Fuente: spss statistics.

## Prueba de hipótesis

**H1:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**H0:**  $T_1=T_2=T_3$

### Regla de decisión:

$\text{Sig.} \leq 0,05$  Se rechaza la **H0**, se acepta la **H1**

$\text{Sig.} > 0,05$  Se acepta la **H0**, se rechaza la **H1**

## Resultado /discusión

**P valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 44.** Tukey para la longitud de raíz

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: LONGITUD DE RAIZ						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PLANTA 1 MES ( INICIAL)	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	-1,30000*	,17105	,000	-1,8746	-,7254
	PLANTA 3 MESES ( INICIAL)	-3,80000*	,17105	,000	-4,3746	-3,2254
	PLANTA 1 MES (FINAL)	-1,30000*	,17105	,000	-1,8746	-,7254
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	-3,60000*	,17105	,000	-4,1746	-3,0254
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-5,13333*	,17105	,000	-5,7079	-4,5588
PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	1,30000*	,17105	,000	,7254	1,8746
	PLANTA 3 MESES ( INICIAL)	-2,50000*	,17105	,000	-3,0746	-1,9254
	PLANTA 1 MES (FINAL)	,00000	,17105	1,000	-,5746	,5746
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	-2,30000*	,17105	,000	-2,8746	-1,7254
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-3,83333*	,17105	,000	-4,4079	-3,2588
PLANTA 3 MESES ( INICIAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	3,80000*	,17105	,000	3,2254	4,3746
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	2,50000*	,17105	,000	1,9254	3,0746
	PLANTA 1 MES (FINAL)	2,50000*	,17105	,000	1,9254	3,0746
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	,20000	,17105	,843	-,3746	,7746

	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-1,33333*	,17105	,000	-1,9079	-,7588
PLANTA 1 MES (FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	1,30000*	,17105	,000	,7254	1,8746
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	,00000	,17105	1,000	-,5746	,5746
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	-2,50000*	,17105	,000	-3,0746	-1,9254
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	-2,30000*	,17105	,000	-2,8746	-1,7254
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-3,83333*	,17105	,000	-4,4079	-3,2588
PLANTA 2 MESES ( FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	3,60000*	,17105	,000	3,0254	4,1746
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	2,30000*	,17105	,000	1,7254	2,8746
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	-,20000	,17105	,843	-,7746	,3746
	PLANTA 1 MES (FINAL)	2,30000*	,17105	,000	1,7254	2,8746
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-1,53333*	,17105	,000	-2,1079	-,9588
PLANTA 3 MESES (FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	5,13333*	,17105	,000	4,5588	5,7079
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	3,83333*	,17105	,000	3,2588	4,4079
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	1,33333*	,17105	,000	,7588	1,9079
	PLANTA 1 MES (FINAL)	3,83333*	,17105	,000	3,2588	4,4079
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	1,53333*	,17105	,000	,9588	2,1079

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: spss statistics.

**Regla de decisión:**

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

## Interpretación

Según los datos observados se evaluó que la planta de 1 mes de vida (inicial) posee una significancia con respecto a la longitud de raíz, con el tratamiento de la planta de 1 mes de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,000. Indicándose que como el **p-valor** es menor de 0,05 se acepta la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la longitud de la raíz.

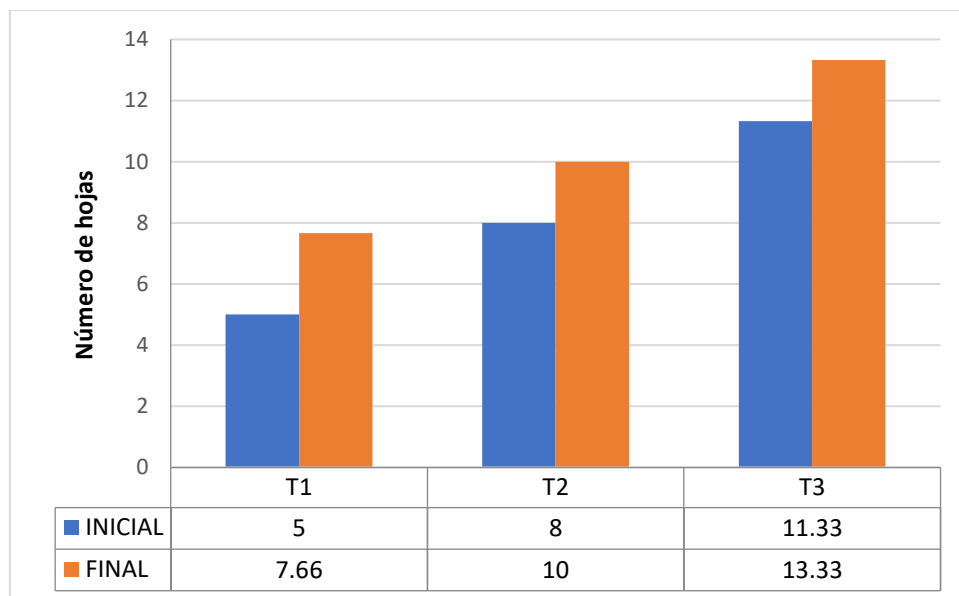
Según los datos observados se evaluó que la planta de 2 meses de vida (inicial) posee una significancia con respecto a la longitud de raíz, con el tratamiento de la planta de 2 meses de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,000. Indicándose que como el **p-valor** es menor de 0,05 se acepta la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la longitud de la raíz.

Según los datos observados se evaluó que la planta de 3 meses de vida (inicial) posee una significancia con respecto a la longitud de raíz, con el tratamiento la planta de 3 meses de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,000. Indicándose que como el **p-valor** es menor de 0,05 se acepta la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la longitud de la raíz.

**Tabla 45.** Resultados del número de hojas inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Número de hojas inicial de la planta (N°)	Número de hojas final de la planta (N°)
T1 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	4	8
	R2	6	7
	R3	5	8
	PROMEDIO	5	7,67
T2 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	9	11
	R2	8	9
	R3	7	10
	PROMEDIO	8	10
T3 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	11	13
	R2	12	13
	R3	11	14
	PROMEDIO	11,33	13,33

Fuente: elaboración propia.



**Figura 26.** Número de hojas inicial y final de la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3

En la **Tabla 45** y **Figura 26**, muestran datos de la variación del número de hojas, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 5, 8 y 11.33, tras el desarrollo del *Sonchus oleraceus l*, se evidencio un aumento del número de hojas a 7.66, 10.0 y 13.33 con respecto al **tratamiento 1 (1 mes de vida)**, **tratamiento 2 (2 meses de vida)** y **tratamiento 3 (3 meses de vida)**.

**Tabla 46.** Prueba de normalidad del número de hojas

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NUMERO DE HOJAS	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	,742	3	.	,374	3	,529
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	,643	3	.	,201	3	,239
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	,385	3	.	,750	3	,139
	PLANTA 1 MES (FINAL)	,245	3	.	,750	3	,753

	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	,175	3	.	,865	3	,632
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	,745	3	.	,246	3	,085

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H<sub>0</sub>:** Los datos proceden de una distribución normal

**H<sub>1</sub>:** Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H<sub>1</sub>

### Resultado /Conclusión

**p-valor** mayor de 0,05 entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>**: Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 47.** ANOVA del número de hojas

ANOVA					
NUMERO DE HOJAS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	131,111	5	26,222	39,333	,000
Dentro de grupos	8,000	12	,667		
Total	139,111	17			

### Prueba de hipótesis

**H<sub>1</sub>:** Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**H<sub>0</sub>:** T<sub>1</sub>=T<sub>2</sub>=T<sub>3</sub>



**Regla de decisión:**

Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $> 0,05$  Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

**Resultado /discusión**

**p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>1</sub>**: Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 48.** Tukey para el número de hojas

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: NUMERO DE HOJAS						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PLANTA 1 MES ( INICIAL)	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	-3,00000*	,66667	,007	-5,2393	-,7607
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	-6,33333*	,66667	,000	-8,5726	-4,0941
	PLANTA 1 MES (FINAL)	-2,66667*	,66667	,017	-4,9059	-,4274
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	-5,00000*	,66667	,000	-7,2393	-2,7607
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-8,33333*	,66667	,000	-10,5726	-6,0941
PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	3,00000*	,66667	,007	,7607	5,2393
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	-3,33333*	,66667	,003	-5,5726	-1,0941
	PLANTA 1 MES (FINAL)	,33333	,66667	,995	-1,9059	2,5726
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	-2,00000	,66667	,091	-4,2393	,2393
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-5,33333*	,66667	,000	-7,5726	-3,0941

PLANTA 3 MESES (INICIAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	6,33333*	,66667	,000	4,0941	8,5726
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	3,33333*	,66667	,003	1,0941	5,5726
	PLANTA 1 MES (FINAL)	3,66667*	,66667	,001	1,4274	5,9059
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	1,33333	,66667	,395	-,9059	3,5726
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-2,00000	,66667	,091	-4,2393	,2393
PLANTA 1 MES (FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	2,66667*	,66667	,017	,4274	4,9059
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	-,33333	,66667	,995	-2,5726	1,9059
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	-3,66667*	,66667	,001	-5,9059	-1,4274
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	-2,33333*	,66667	,039	-4,5726	-,0941
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-5,66667*	,66667	,000	-7,9059	-3,4274
PLANTA 2 MESES ( FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	5,00000*	,66667	,000	2,7607	7,2393
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	2,00000	,66667	,091	-,2393	4,2393
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	-1,33333	,66667	,395	-3,5726	,9059
	PLANTA 1 MES (FINAL)	2,33333*	,66667	,039	,0941	4,5726
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-3,33333*	,66667	,003	-5,5726	-1,0941
PLANTA 3 MESES (FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	8,33333*	,66667	,000	6,0941	10,5726
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	5,33333*	,66667	,000	3,0941	7,5726
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	2,00000	,66667	,091	-,2393	4,2393
	PLANTA 1 MES (FINAL)	5,66667*	,66667	,000	3,4274	7,9059

	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	3,33333*	,66667	,003	1,0941	5,5726
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Fuente: spss statistics.

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### Interpretación

Según los datos observados se evaluó que la planta de 1 mes de vida (inicial) posee una significancia con respecto al número de hojas, con el tratamiento de la planta de 1 mes de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,017. Indicándose que como el **p-valor** es menor de 0,05 se acepta la **H<sub>1</sub>**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto al número de hojas.

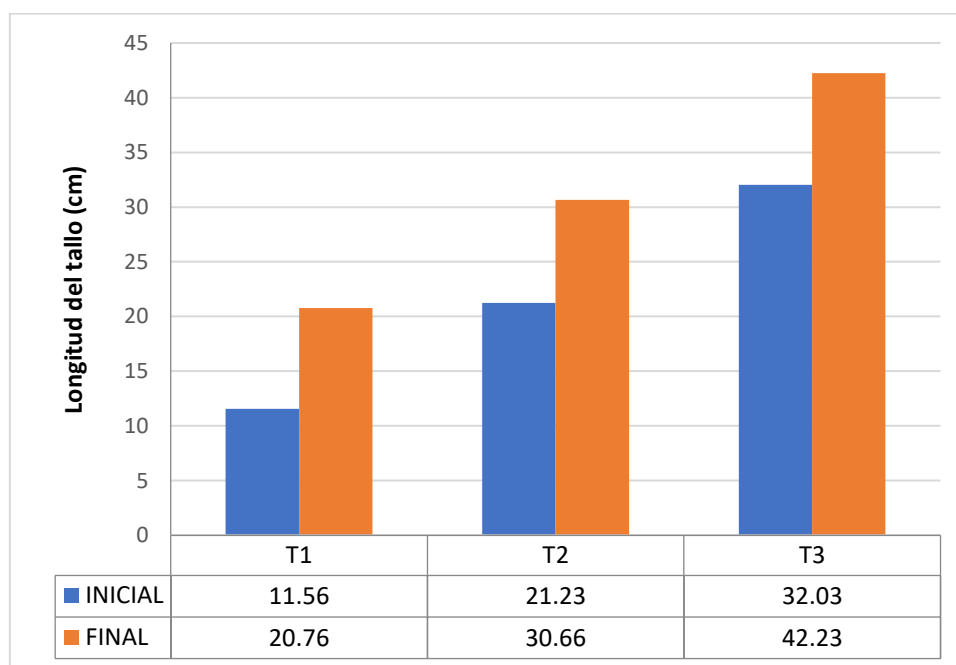
Según los datos observados se evaluó que la planta de 2 meses de vida (inicial) posee una significancia con respecto al número de hojas, con el tratamiento de la planta de 2 meses de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,091. Indicándose que como el **p-valor** es mayor de 0,05 se acepta la **H<sub>0</sub>**: No existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto al número de hojas.

Según los datos observados se evaluó que la planta de 3 meses de vida (inicial) posee una significancia con respecto al número de hojas, con el tratamiento la planta de 3 meses de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,091. Indicándose que como el **p-valor** es mayor de 0,05 se acepta la **H<sub>0</sub>**: No existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto al número de hojas.

**Tabla 49.** Resultados de longitud del tallo inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie *Sonchus oleraceus l.*

Tratamiento	Repeticiones	Longitud de tallo inicial de la planta (cm)	Longitud de tallo final de la planta (cm)
T1 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 1 mes de periodo vegetativo)	R1	11,5	20,5
	R2	11	21
	R3	12,2	20,8
	PROMEDIO	11,56	20,76
T2 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 2 mes de periodo vegetativo)	R1	21,3	30
	R2	21,5	31,2
	R3	20,9	30,8
	PROMEDIO	21,23	30,66
T3 (Suelo contaminado con plomo + especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 mes de periodo vegetativo)	R1	32,2	42,9
	R2	32,8	42
	R3	31,1	41,8
	PROMEDIO	32,03	42,23

Fuente: elaboración propia.



**Figura 27.** Longitud del tallo inicial y final de la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3

En la **Tabla 49** y **Figura 27**, muestran datos de la variación de la longitud de tallo, durante el proceso de investigación en el cual se puede evidenciar que este posee un valor inicial de 11.56 cm (**T1**); 21.23 cm (**T2**) y 32.03 cm (**T3**), tras el periodo de desarrollo de la especie del *Sonchus oleraceus l*, se evidencio un aumento de la longitud de tallo a 20.76 cm (**T1**), 30.66 cm (**T2**) y 42.23 cm (**T3**).

**Tabla 50.** Prueba de normalidad de la longitud de tallo

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LONGITUD DE TALLO	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	,211	3	.	,991	3	,817
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	,253	3	.	,964	3	,637
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	,243	3	.	,972	3	,679
	PLANTA 1 MES (FINAL)	,219	3	.	,987	3	,780
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	,253	3	.	,964	3	,637
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	,321	3	.	,881	3	,328

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

### Regla de decisión:

sig. > 0,05. Rechazamos la H1

### Resultado /Conclusión

**p-valor** mayor de 0,05 entonces aceptamos la **H<sub>0</sub>**: Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 51.** Anova de la longitud de tallo

ANOVA					
LONGITUD DE TALLO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1737,265	5	347,453	1052,888	,000
Dentro de grupos	3,960	12	,330		
Total	1741,225	17			

Fuente: spss statistics.

### Prueba de hipótesis

**H<sub>1</sub>**: Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**H<sub>0</sub>**: T<sub>1</sub>=T<sub>2</sub>=T<sub>3</sub>

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**

### Resultado /discusión

**p-valor** menor de **0,05** entonces aceptamos la **H<sub>1</sub>**: Al menos uno de los tratamientos es diferente al resto.

**Tabla 52.** Tukey para la longitud del tallo

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: LONGITUD DE TALLO					
HSD Tukey					
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO		Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%

		Diferencia de medias (I-J)			Límite inferior	Límite superior
PLANTA 1 MES ( INICIAL)	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	-9,66667*	,46904	,000	-11,2421	-8,0912
	PLANTA 3 MESES ( INICIAL)	-20,46667*	,46904	,000	-22,0421	-18,8912
	PLANTA 1 MES (FINAL)	-9,20000*	,46904	,000	-10,7755	-7,6245
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	-19,10000*	,46904	,000	-20,6755	-17,5245
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-30,66667*	,46904	,000	-32,2421	-29,0912
PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	9,66667*	,46904	,000	8,0912	11,2421
	PLANTA 3 MESES ( INICIAL)	-10,80000*	,46904	,000	-12,3755	-9,2245
	PLANTA 1 MES (FINAL)	,46667	,46904	,911	-1,1088	2,0421
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	-9,43333*	,46904	,000	-11,0088	-7,8579
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-21,00000*	,46904	,000	-22,5755	-19,4245
PLANTA 3 MESES ( INICIAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	20,46667*	,46904	,000	18,8912	22,0421
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	10,80000*	,46904	,000	9,2245	12,3755
	PLANTA 1 MES (FINAL)	11,26667*	,46904	,000	9,6912	12,8421
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	1,36667	,46904	,104	-,2088	2,9421
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-10,20000*	,46904	,000	-11,7755	-8,6245
PLANTA 1 MES (FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	9,20000*	,46904	,000	7,6245	10,7755
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	-,46667	,46904	,911	-2,0421	1,1088
	PLANTA 3 MESES ( INICIAL)	-11,26667*	,46904	,000	-12,8421	-9,6912

	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	-9,90000*	,46904	,000	-11,4755	-8,3245
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-21,46667*	,46904	,000	-23,0421	-19,8912
PLANTA 2 MESES ( FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	19,10000*	,46904	,000	17,5245	20,6755
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	9,43333*	,46904	,000	7,8579	11,0088
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	-1,36667	,46904	,104	-2,9421	,2088
	PLANTA 1 MES (FINAL)	9,90000*	,46904	,000	8,3245	11,4755
	PLANTA 3 MESES (FINAL)	-11,56667*	,46904	,000	-13,1421	-9,9912
PLANTA 3 MESES (FINAL)	PLANTA 1 MES ( INICIAL)	30,66667*	,46904	,000	29,0912	32,2421
	PLANTA 2 MESES ( INICIAL)	21,00000*	,46904	,000	19,4245	22,5755
	PLANTA 3 MESES (INICIAL)	10,20000*	,46904	,000	8,6245	11,7755
	PLANTA 1 MES (FINAL)	21,46667*	,46904	,000	19,8912	23,0421
	PLANTA 2 MESES ( FINAL)	11,56667*	,46904	,000	9,9912	13,1421

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: spss statistics.

### Regla de decisión:

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la **H<sub>0</sub>**, se acepta la **H<sub>1</sub>**

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la **H<sub>0</sub>**, se rechaza la **H<sub>1</sub>**



## **Interpretación**

Según los datos observados se evaluó que la planta de 1 mes de vida (inicial) posee una significancia con respecto a la longitud de tallo, con el tratamiento de la planta de 1 mes de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,000. Indicándose que como el **p-valor** es menor de 0,05 se acepta la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la longitud de tallo.

Según los datos observados se evaluó que la planta de 2 meses de vida (inicial) posee una significancia con respecto a la longitud de tallo, con el tratamiento de la planta de 2 meses de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,000. Indicándose que como el **p-valor** es menor de 0,05 se acepta la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la longitud de tallo

Según los datos observados se evaluó que la planta de 3 meses de vida (inicial) posee una significancia con respecto a la longitud de tallo, con el tratamiento la planta de 3 meses de vida (final) teniendo un **p-valor** de 0,000. Indicándose que como el **p-valor** es menor de 0,05 se acepta la **H1**: Existe alguna significancia entre los tratamientos aplicados en el suelo con plomo, con respecto a la longitud de tallo.

#### IV.DISCUSIÓN

Según XIONG, ZT. (1997) “Bioacumulación y fisiológicos efectos del exceso de plomo en una especie *Sonchus oleraceus l.*”. Se trasplantaron a suelo suministrado con acetato de plomo en dosis de 0, 800, 1600 y 3200 mg/kg. Se tomaron medidas de longitud del brote, la biomasa y el contenido de Pb. Con el aumento de cantidades de Pb en el suelo, el contenido de longitud de brote y la biomasa disminuyeron, mientras que el contenido de Pb en los tejidos de las plantas aumentó. Sólo a 3200 mg/kg hizo que el contenido de longitud de brote y biomasa aumentara significativamente por 15 % y 44 %, respectivamente. Contrastándolo con nuestros resultados, en el tratamiento 3 la cual fue la más representativa y su contenido de longitud tallo, cantidad de hojas y longitud de raíz aumentó de 32.03 cm, N° 11 y 7.8 cm a 42.23 cm, N°13 y 9.13 respectivamente, por lo cual la absorción de plomo aumentó de 21.50 mg/kg a 477.08 mg/kg.

Según BONILLA, S. (2013) demostró que la especie (*Medicago sativa*) logro absorber plomo en sus tejidos durante 3 determinados tiempos, llegando a su mayor nivel de absorción hasta con 1131mg/kg en 60 días. La cerraja (*Sonchus oleraceus l*) demostró tener la capacidad de fitoextraer plomo (Pb) en suelos contaminados, teniendo niveles de absorción de plomo (Pb) en sus tejidos que oscilaban desde 223.30mg/kg en el T1 hasta 352.96 mg/kg en el T3, al comparar en el caso de nuestra investigación fue de 30 días, esto indica que el factor tiempo es importante para que las plantas puedan absorber la mayor cantidad de este metal (Pb).

Según ORTIZ, (2009), “Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite (*Amaranthus hybridus l*)”, indica que la concentración de Pb en las raíces aumenta conforme va incrementando la edad de la planta. En contraste con nuestro resultados las características físicas del *Sonchus oleraceus l.* tuvieron unas variaciones considerables en el proceso de fitoextracción, un caso a resaltar es del T3 (3 meses de edad) en la cual su tamaño inicial era de 7.80 cm paso a medir 9.13 cm de longitud de raíz, estos cambios son realmente positivos ya que los metales pesados, como el plomo son capturadas por las raíces y luego trasladadas hacia las partes aéreas como el tallo y las hojas, en contraste con el autor a mayor edad y tamaño nuestra especie vegetal absorbe más plomo.

Según CARHUARICRA, Carmen (2013). De acuerdo a los resultados determinó que las especies fitoextractoras, *Sonchus oleraceus* (especie A), *Lepidium bipinnatifidum* (especie B),

*Plantago orbignyana* (especie C) y el *Bidens triplinervia* (especie D), son más eficaces para remediar los suelos de Villa de Pasco que están contaminados por As, Cd, Pb y Zn provenientes de la actividad minera. Mientras en el trabajo de investigación realizada, se contrastó que la especie *Sonchus oleraceus l.* es eficiente en su absorción de metal pesado plomo (Pb) en el sector de la industria metal mecánica.

Según KHODIJAH NS, SUWIGNYO RA, HARUN MU, ROBIARTINI L. (2019). Se determinó que las hierbas *Pennisetum purpureum*, *Saccharum spontaneum*, e *Hymenachne acutigluma*, y dos tipos de mejoradores, la cal y el compost, la mayor capacidad de fitorremediación de plomo fue encontrado en el tratamiento de *H. acutigluma* hierba tratada con cal, seguido de *S. spontaneum* tratada con cal ameliorous y *S. espontaneum* tratado con compost mejorador. Mientras en el trabajo de investigación realizada, se contrastó que la especie *Sonchus oleraceus l.* es un tipo de planta hiperacumuladora que se adapta a suelos contaminados, de manera que su eficiencia fue alta, sin recurrir a estimulantes en el suelo.

Según BLAZ, M. RODRIGUEZ, M. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del plomo en el crecimiento de plántulas de *Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. ex Willd. “espino” en condiciones de laboratorio, se determinó que a los 45 días, indica que el plomo causó efecto, así mismo se observó una serie de alteraciones morfológicas (clorosis, necrosis). Entre tanto, la investigación realizada, determinó que la especie *Sonchus oleraceus l.* a los 30 días indica que el plomo causó efecto, en su desarrollo de crecimiento de sus características morfológicas sin tener alteraciones negativas, tales como la raíz, tallos y hojas.

Según HUANG Y CUNNINGHAM, (2004). Determinó que las plantas *maíz (Zea Mays)* y *ambrosia (Ambrosia artemisiifolia)* vs *Thalspi aestivum*, *Thalspi rotundifoluim*, fueron sembrados en suelos contaminados por plomo por 80 días a una concentración de 500mg/kg de suelo y encontraron que ambas especies tienen grandes diferencias en cuanto a la absorción y translocación del contaminante ya que el maíz fue la especie que mayor plomo acumuló en las hojas y en el tallo con un aproximado de 55mg/kg en hojas y 42mg/kg en tallos. En comparación con la investigación realizada, se determinó que la especie *Sonchus oleraceus l.* en 30 días a una

concentración de 895.10 mg/kg de suelo contaminado con plomo, alcanzó acumular 477,08 mg/kg en toda la planta del tratamiento 3 la cual fue la más eficiente.

Según LINA, H. BUDI, W. HENNA, R. (2018). En este estudio, su objetivo fue determinar el papel de las plantas de *Cordyline fruticosa* (L) como un potencial fitorremediador para suelos contaminados con plomo (Pb). Se llegó a determinar que en diferentes niveles de plomo 250 mg/kg, 500 mg/kg y 750 mg/kg de plomo en suelo, el parámetro de crecimiento de la raíz y la hoja de biomasa, la acumulación de plomo (Pb) en la planta y el contenido de pigmento fotosintético, que se midieron en 40 días, fueron que el aumento de las concentraciones de plomo causó una remoción en la mayoría de los parámetros de crecimiento y el contenido de pigmento fotosintético. Por otro lado, la acumulación de plomo en la raíz y la hoja se incrementó al aumentar las concentraciones de plomo. En comparación con el estudio realizado, la planta *Sonchus oleraceus* L. en 30 días a una concentración de 895.10 mg/kg de suelo contaminado con plomo, tuvo un aumento significativo de acumulación y a la vez un incremento paulatino en todas sus dimensiones de la parte físicas de la planta con respecto a su tamaño.

Según HAMIDI (2014). Se determinó las condiciones óptimas de la fitorremediación del suelo contaminado con plomo por las espinacas. Las plantas fueron trasplantadas en macetas que contienen 7 kg de suelo contaminado con plomo. Los factores independientes fueron las diferentes concentraciones de plomo en el suelo a 250 mg/kg, 500 mg/kg y 750 mg/kg. Cada maceta tenía 2, 4 y 6 plantas de espinacas, y los períodos de crecimiento fueron de 7, 14 y 21 días, respectivamente. Los resultados fueron que el plomo se acumuló más en los brotes que en las raíces. En conclusión las condiciones óptimas para la concentración de plomo en el suelo (283.31 mg/kg), el número de espinacas plantadas en cada maceta (seis plantas) y el momento en que se toman las muestras (20.89 d), la eficiencia de eliminación del plomo fue de 60.05 %. En comparación con el estudio realizado, la planta *Sonchus oleraceus* L. en 30 días a una concentración de 895.10 mg/kg de suelo contaminado con plomo, su condición optima fue en el tratamiento 3 con mayor eficiencia de absorción llegando a obtener un 51.71 % de remoción de plomo en el suelo. Llegando a una concentración de 432.22 mg/kg de plomo en suelo final.

## V.CONCLUSIONES

- Se determinó que la concentración inicial de plomo en el suelo contaminado fue de 895,10 mg/kg y tras la implantación del *Sonchus oleraceus l*, se evidenció la concentración final de plomo en suelo contaminado durante un mes de experimentación fue 673.49 mg/kg, 538.58 mg/kg y 432.22 mg/kg con plantas de periodo vegetativo de 1 mes (T1), 2 meses (T2) y 3 meses (T3), así mismo se evidenció que el *Sonchus oleraceus l*, tras realizar el análisis foliar inicial esta tenía un valor mínimo de plomo el cual era de 16,53 mg/kg, 18.72 mg/kg y 21.50 mg/kg en cada una de las plantas (T1), (T2), (T3) respectivamente y tras cultivarse en suelo contaminado, esta tendió a absorber el plomo, en el análisis foliar final se obtuvo que el T1 (1 mes de vida) había absorbido 223.30 mg/kg, el T 2 (2 meses de vida ) absorbió 352.96 mg/kg y el T 3 (3 meses de vida) logró absorber plomo del suelo 477.08 mg/kg. Siendo el ECA para suelo (800 mg/kg) se debería remover el 10.62 % de Plomo y la eficiencia de la fitoextracción por cada especie es 24.76 % (T1), 38.71 % (T2), 51.71 % (T3), lo que indica que la planta más madura de 3 meses absorbe significativamente (51.71 %).
- Se determinó que la aplicación de *Sonchus oleraceus l*, es eficiente para la remoción de algunos parámetros físicos y químicos del suelo contaminado de una industria metal mecánica, con respecto a las características fisicoquímicas del suelo se pudo evidenciar que el pH inicial del suelo fue de 5.63, 5.66 y 5.69 en cada tratamiento y tras el periodo de cultivo final se determinó que el tratamiento 3 (3 meses de vida ) permitió el aumento de pH a 7.12, llegando acercarse a un pH neutro, evidenciando su influencia positiva de esta especie *Sonchus oleraceus l*, en la temperatura también hubo variación 25,8°C inicial y terminó con 24,2°C evidenciando su disminución, con respecto a la conductividad eléctrica esta obtuvo un valor inicial antes del cultivo de 1525 µS/cm y 1427 µS/cm al finalizar la investigación evidenciando su disminución, con respecto al porcentaje de Humedad del suelo se observó un valor inicial de 6.18 % y después de la experimentación se evidencio que aumentó ligeramente a 8.01 % en el tratamiento 3.

- Se determinó que en el tratamiento T3 fue el que logro fitoextraer mas del 50 % de Plomo (Pb) del suelo contaminado en comparación con los dos tratamientos, puesto que se tenía mayor periodo vegetativo 3 meses de vida evidenciando también una mayor biomasa y altura.
  
- De acuerdo a las concentraciones de plomo tanto inicial como final por cada tratamiento se determinó que la especie *Sonchus oleraceus l.* obtuvo una eficiencia en el tratamiento 1 de 24.76 %, el tratamiento 2 presentó una eficiencia de 38.71 % y el tratamiento 3 presento un 51,71 % de eficiencia con respecto a la remoción de plomo en el suelo, evidenciándose que en un periodo de 30 días absorbe más del 50 % de Plomo la indicada especie fitoextractiva.
  
- Se determinó que durante el proceso de investigación la raíz tuvo un valor inicial de 4 cm (T1), 5.3 cm (T2) y 7.8 cm (T3) y un valor final de 5.3 cm (T1), 7.6 cm (T2) y 9.13 cm (T3). Para las hojas tuvo un número de cantidad promedio inicial de 5 unid. (T1), 8 unid. (T2) y 11.33 unid. (T3) y un número de cantidad final promedio de 7.67 unid. (T1), 10 unid. (T2) y 13.33 unid. (T3), concluyendo con el tallo de un valor inicial de 11.57 cm (T1), 21.23 cm (T2) y 32.03 cm (T3) y un valor final de 20.77 cm (T1), 30.67 cm (T2) y 42.23 cm (T3). Se evidencia el crecimiento vegetal de la especie *Sonchus oleraceus l.*, en condiciones de altas concentraciones de plomo en el suelo, concluyendo así su influencia y adaptación.

## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar la fitoextracción en el mismo lugar de la contaminación del suelo, asimismo que el tiempo de tratamiento sea mayor y que la planta tenga más tiempo de vida y así lograr remediar el suelo por completo.
- Trabajar con niveles de pH mayores a 6 y menores a 8, puesto que los metales se comportan mejor en esos rangos en ser absorbidos y es por ello que se sugiere planificar el uso de otras variables para que el proceso de fitoextracción con *Sonchus oleraceus* sea más eficiente.
- Para un correcto proceso de fitoextracción se recomienda un constante monitoreo de crecimiento de la planta apuntando los cambios que pueda sufrir durante el tratamiento y así adoptar medidas necesarias para evitar la mortalidad de las especies.
- Trabajar con diferentes especies vegetativas a escalas de mucho mayor tiempo y que las plantas estén en buenas condiciones.
- Se recomienda monitorear la humedad del suelo manteniéndolo en estado neutral para que las especies vegetativas puedan tener calidad en su tiempo de vida dando seguridad en su fitoextracción.

## REFERENCIAS

ALVARADO, A. El origen de los suelos. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza Turrialba, 1985. Costa Rica.

ALVARADO, C. & DASGUPTA, N. & AMBRIZ, E. & SÁNCHEZ, J. & VILLEGAS, J. Hongos Micorrízico Arbusculares y la fitorremediación de plomo. 2010. Ciudad Universitaria, Morelia, México.

AVILA Baray, Héctor L. Introducción a la metodología de la investigación (en línea). México. 2006) Fecha de consulta 10 de mayo del 2017).

BAUTISTA, F. Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados. Ed. de la Universidad Autónoma de Yucatán, 1999. México.

BENITEZ, B. Antonio, “Avances recientes en Biotecnología Vegetal e ingeniería Genética de plantas”, Universidad de Sevilla. Editorial Reverté S.A. 2005. España. ISB: 84-291-1003-8

BLANCA, G. “Flora vascular de Andalucía Oriental”. Universidad de Almería, 2011 eds. España.

BLAZ, M. RODRIGUEZ, M. “Efecto del plomo en el crecimiento de plántulas de acacia macracantha humb. & bonpl. ex willd. “espino” en condiciones de laboratorio”. Universidad Nacional de Trujillo - Perú. Pag.87-104, 2017.

BORGES Jorge A. “Características Físico-Químicas Del Suelo [et al].

Sistema de Información Científica *Redalyc* [en línea].2012, no 2. Fecha de consulta: 03 de noviembre del 2019]

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/857/85723473006.pdf>

ISSN: 1316-3361



CARHUARICRA AVELINO, Gilda. “Eficacia de la fitoextracción para la remediación de suelos contaminados en villa de Pasco”. Tesis (Maestro en investigación y docencia universitaria con mención en investigación científica y tecnológica). Universidad Nacional Del Callao. Lima.2013.150p.

CHEN, B. CHRISTIE, P. & LI, L. 2001. A Modified Glass Bead Compartment Cultivation System for Studies on Nutrient and Trace Metal Uptake by Arbuscular Mycorrhiza. *Chemosphere* 42, 185-192.

CHERIAN, S. OLIVEIRA, M. 2005. “Transgenic plants in phytoremediation: recent advances and new possibilities”. *Environmental Science & Technology*. 39: 9377-9390.

D.S N° 002-2013: “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos, Perú, Lima - Ministerio del Ambiente.

DOMÉNECH, X. & PERAL, J. “Química ambiental de sistemas terrestres” Universidad Autónoma de Barcelona. Editorial. Reverté S.A. 2006. España.  
ISBN: 84-291-7906-2

DOLD, B. & FONTBOTÉ, L.A mineralogical and geochemical study of element mobility in sulfide mine tailings of the Fe-oxide Cu-Au deposits from the Punta del Cobre district, northern Chile. *Chemical Geology*, 2002. 135 p.

DUSHENKOV S. Trends in phytoremediation of radionuclides, *Plant and Soil* 2003.167 p.

FERNANDEZ, L. “Manual para información en medio ambiente”. 1° ed. Editorial Lex Nova S.A., Noviembre, 2008. España.  
ISBN: 987-84-9898-027-1

FERNANDEZ, Núñez F. ¿Cuáles son las técnicas de recogida de información? *Butlletí La Recerca*. [en línea].2006. [Fecha de consulta: 12 de octubre del 2019].

Disponible en: <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha3-cast.pdf>

ISSN: 1886-1946

FOSTNER, U. Changes in metal mobilities in aquatic and terrestrial cycles. In “Metal Speciation, Separation, and Recovery”, J.W. 1987. 155 p.

GREIPSSON, S. “Phytoremediation: Nature Education Knowledge”, Department of biology & Physics. Kennesaw state University, 2011.

HAMIDI Abdul Aziz, Hosseim Farraji. “Optimization of Phytoremediation of Lead-contaminated Soil by Spinach (*Spinacia oleracea* L)”. Universiti Sains Malaysia, Malaysia, 2014.

HUANG & CUNNINGHAM. “Comparison of phytoextractor of corn (*Zea Mays*) and ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*) vs *Thalpi aestivum*, *thalspi rotundifolium*” 2004, 133p.

JUEZ. P. (1997). Probabilidad y estadística en medicina. España: Díaz de santos.p.359.

ISBN: 87-7978.278-1

Khodijah NS, Suwignyo RA, Harun MU, Robiartini L. “Phytoremediation potential of some grasses on lead heavy metal in tailing planting media of former tin mining”. Volume 20, Number 7, July 2019. Pages: 1973-1982. Universitas Bangka Belitung – Indonesia.

KUZOVKINA, Y. “The characterization of willow (*Salix* L.) varieties for use in ecological engineering applications: Co-ordination of structure, function and autecology”. Pag. 1178-1189, August 2009.

LAYTON, D.W. AND BEAMER, P. Migration of Contaminated Soil and Airborne Particulates to Indoor Dust. *Environmental Science & Technology*, 2009. 43 p.

LINA, H. BUDI, W. HENNA, R.”Phytoremediation of Lead Contaminated Soils using Cordyline frucosa (L)”. Universitas Negeri Semarang, Semarang-Indonesia, 2018.

MARTIN, C.W. 2000. “Heavy Metal Trends in Floodplain Sediments and Valley Fill. Catena 39, 53-68.

MAZPARROTE, S. “Ciencia de la naturaleza y tecnología” 1°. Ed. Caracas, Venezuela. Biosfera C.A., 2005. 88pp.

MELGAREJO L. Experimentos en biología vegetal. Colmobia.2010. Universidad Nacional de Colombia. [Fecha de consulta 15 de junio del 2019]

Disponible en:

[http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/laboratorios/fisiologiavegetal/documentos/Libro\\_experimentos\\_en\\_fisiologia\\_y\\_bioquimica\\_vegetal\\_\\_Reparado\\_.pdf](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/laboratorios/fisiologiavegetal/documentos/Libro_experimentos_en_fisiologia_y_bioquimica_vegetal__Reparado_.pdf)

ISBN: 978-958-719-668-9

NAVARRO, G. “Química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas” 3° ed. España, Mundi prensa, 2013. 44pp.

ISBN: 978-84-8476-656-8.

NOLASCO, G. “Determinación de la concentración de plomo en suelos de Lima Metropolitana y su repercusión en la contaminación ambiental”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima. 2001.

NUNGARAY Arteaga N. Fitorremediación del suelo de la mina La Blanca, Hidalgo, con plantas de la especie Cosmos bipinnatus y el género Dahlia Tesis (Para obtener el Título de Bióloga) Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

Disponible en:

[http://condor.zaragoza.unam.mx/portal/wpcontent/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis\\_nungaray\\_arteaga.pdf](http://condor.zaragoza.unam.mx/portal/wpcontent/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_nungaray_arteaga.pdf)

ORTIZ, H. TREJO, R. Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite (*amaranthus hybridus l*) y micorriza. *Chapingo ser.hortic.*2009.

PAGNANELLI, F. MOSCARDINI, E. GIULANO, V. TORO, L. 2004. “Sequential Extraction of Heavy Metal in River Sediments of an Abandoned Pyrite Mining Area: Pollution Detection and Affinity Series. *Environmental Pollution*, 132, pp. 189-201.

RODRIGUEZ, L. “Fitoremediación con especies nativas en suelos contaminados por plomo”. Tesis (Título de ingeniería ambiental). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 2014.114p.

RUDA, E. & MONGIELLO, A. & ACOSTA, A. Contaminación y Salud del Suelo. Centro de Tecnología Educativa Aplicada, Facultad de Ingeniería Química. Ediciones UNL. 2004. Santa Fe, Argentina.

SADHEGHIAN, Siavosh. La acidez del suelo. Colombia. 2016. 2 p. ISBN: 0120-0178.

SAUQUILLO, A. RIGOL, A. & RAURET, G.2003. Overview of the use of Leaching/Extraction Tests for Risk Assessment of Trace Metals in Contaminated Soils and Sediments. *Trends un Analytical Chemistry*, 22, pp. 152-159.

SERENGIN, L.V. e IVANIUV, V.B. 2004 “Distribution and toxic effects of cadmium and lead on maize roots”, *Russian journal of plant Physiology*, 51: 525-533./

USDA; “Soil Taxonomy. A. Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys”. Segunda edición, 1999, pág: 869. Disponible en: <http://soils.usda.gov/technical/classification/taxonomy/>

Vangronsveld, J., Herzig, R., Weyens, N., Boulet, J., Adriaensen, K., Ruttens, A., Thewys, T., Vassilev, A., Meers, E., Nehnelajova, E., van der Lelie, D., Mench, M., 2009. Phytoremediation

of contaminated soils and groundwater: lessons from the field. *Environ. Sci. Pollut. R.* 16, 765-794

VARGAS, Zoila. “La Investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica” Universidad de Costa Rica, Educación, vol. 33, núm. 1, 2009, pp. 155-165. ISSN: 0379-7082.

WANG. Mensah. “Fitoextracción de plomo por *Bidens Maximowicziana* en suelos agrícolas” Universidad de Colombia. 2017. 86 p.

XIONG, ZT. 1997. Bioaccumulation and physiological effects of excess lead in a roadside pionner species *Sonchus oleraceus* L. *Environ pollut* 97:275-279.


## Anexos


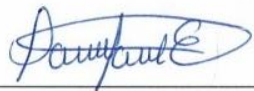

### ANEXO N°1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD
GENERAL			Independiente  Fitoextracción utilizando <i>Sonchus oleraceus l.</i>	Se refiere a la toma del contaminante por parte de la planta, debido a la tolerancia que ciertas especies adquieren para acumular concentraciones metálicas absorbiéndolos en sus tejidos. En un determinado tiempo la planta absorbe y/o concentra el compuesto contaminante en sus partes cosechables, (Carpena y Bernal, 2017)	Las plantas de <i>Sonchus oleraceus l.</i> de 3 tiempos distintos serán trasplantadas en macetas con las muestras de suelo contaminado y se evaluará las características físicas de <i>Sonchus oleraceus l.</i>	Tiempo de vida del <i>Sonchus oleraceus l.</i>	1	Mes
¿Cuál es la capacidad de remoción de plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica, mediante el uso del <i>Sonchus oleraceus l.</i> ?	Determinar la capacidad de remoción de plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica, mediante el uso del <i>Sonchus oleraceus l.</i>	Mediante el uso del <i>Sonchus oleraceus l.</i> , se logró una remoción de plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica.					2	
							3	
ESPECÍFICOS						Dependiente  Remoción de Plomo (Pb) del suelo contaminado en una industria de metal mecánica,	Se refiere a la capacidad de extraer o reducir los compuestos metálicos de plomo en el suelo. Para este estudio se midió el parámetro Plomo (Pb), utilizando la ecuación de remoción del plomo total.	Se tomará una muestra inicial de suelo contaminado y se procederá a analizar las propiedades fisicoquímicas y la capacidad de remoción de plomo del suelo contaminado en un periodo de 30 días se evaluará la variación final.
¿Cuál es la influencia del <i>Sonchus oleraceus l.</i> sobre las características físicas y químicas del suelo contaminado en una industria metal mecánica?	Determinar la influencia del <i>Sonchus oleraceus l.</i> sobre las características físicas y químicas del suelo contaminado en una industria metal mecánica.	La especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> influye sobre las características físicas y químicas del suelo contaminado en una industria metal mecánica.	Tamaño del tallo	cm				
			Número de hojas	N°				
Capacidad de absorción del plomo	mg/kg							
¿Qué tratamiento presentara una mayor remoción de plomo del suelo contaminado, utilizando <i>Sonchus oleraceus l.</i> ?	Determinar que tratamiento presento una mayor remoción de plomo del suelo contaminado, utilizando <i>Sonchus oleraceus l.</i>	El tratamiento 3, presento una mayor remoción de plomo del suelo contaminado utilizando <i>Sonchus oleraceus l.</i>	pH	1-14				
				Temperatura	°C			
				Conductividad eléctrica	µS/cm			
				Humedad	%			
¿Cuál es la eficiencia de la Fitoextracción de plomo del suelo contaminado, utilizando <i>Sonchus oleraceus l.</i> ?	Determinar la eficiencia de la Fitoextracción de plomo del suelo contaminado, utilizando <i>Sonchus oleraceus l.</i>	Se obtendrá una eficiencia del 50% de la remoción de plomo del suelo contaminado, utilizando <i>Sonchus oleraceus l.</i>	CIC	meq/L				
				Materia orgánica	%			
¿Cuál es la influencia del plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica, sobre el crecimiento de la especie <i>Sonchus oleraceus l.</i> ?	Determinar la influencia de plomo del suelo contaminado en una industria metal mecánica, sobre el crecimiento de la especie <i>Sonchus oleraceus l.</i>	El plomo del suelo contaminado, influye sobre el crecimiento fisiológico de la especie <i>Sonchus oleraceus l.</i>	Textura	%				
				Capacidad de remoción de Plomo	mg/kg			

**ANEXO N°2. Ficha de validación y Confiabilidad de instrumentos**

**FICHA DE VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS**

Autor: Luis MAURICIO OBREGÓN QUISPE 

NOMBRE Y APELLIDO DEL 1ER EXPERTO	CIP	FIRMA
JULIO CESAR BAUTISTA ABANTO	211976	
NOMBRE Y APELLIDO DEL 2DO EXPERTO	CSP	FIRMA
ELMER MORENO HUAMÁN	210906	
NOMBRE Y APELLIDO DEL 3ER EXPERTO	CBP	FIRMA
DANIEL ENRIQUE ROJAS GHERO	13456	

**Instrumentos**

Registro de Hoja de observación	1er Instrumento
Registro de Resultados	2do instrumento
Registro de Datos en campo	3er instrumento

### ANEXO N°3. Ficha de validación de instrumentos – Jurado experto 1



#### INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

##### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg. Sra. BAUTISTA ABANTO, JULIO CESAR
- 1.2. Cargo e institución donde labora: G.H. INGENIEROS Y CONSULTORES SAC
- 1.3. Especialidad del validador: CONSULTOR AMBIENTAL
- 1.4. Nombre del instrumento: REGISTRO DE DATOS EN CAMPO, RESULTADOS Y HOJA DE OBSERVACIÓN
- 1.5. Título de la Investigación: EXTRACCIÓN DE PB de suelos contaminados utilizando Sondos
- 1.6. Autor del instrumento: MANFICO OBREDAO QUISPE

*obraceuz  
pte. Piedra, 2019*

##### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

##### PERTINENCIA DE LOS ITEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Registro de datos en campo	✓		
Registro de Resultados	✓		
Registro de Hoja de Observación	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN... 90%

##### IV. OPINION DE APLICABILIDAD

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

Lugar y Fecha: Lima, 20 de setiembre del 2019

DNI. N° 54834660

Firma del Informante  
**JULIO CESAR BAUTISTA ABANTO**  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 211976 280371



## ANEXO N°4. Ficha de validación de instrumentos – Jurado experto 2



### INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg. Ing. MORENO HUAMAN, ELMER
- 1.2. Cargo e institución donde labora: OBRA HUANCICO
- 1.3. Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL
- 1.4. Nombre del instrumento: REGISTRO DE RESULTADOS, HOJAS DE OBSERVACION Y DATOS EN CAMPO
- 1.5. Título de la Investigación: Extracción de Pb. de suelos contaminados utilizando sondas de percusión. P.B. PIEDRA, 2019.
- 1.6. Autor del instrumento: MAURICIO OBREGÓN QUISE

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### PERTINENCIA DE LOS ITEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	<u>Registro de Datos en campo</u>	✓	
<u>Registro de Resultados</u>	✓		
<u>Registro de Hojas de Observación</u>	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN... 95%

#### IV. OPINION DE APLICABILIDAD

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

ELMER MORENO HUAMAN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 210906

Lugar y Fecha: LIMA, 04 de Noviembre, del 2019.

Firma del experto informante

DNI. N° 44354559

Teléfono 997 064 999

## ANEXO N°5. Ficha de validación de instrumentos – Jurado experto 3



### INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg. Blgo. ROJAS CHERO, DANIEL E.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: GM. INGENIEROS Y CONSULTORES SAC  
 1.3. Especialidad del validador: CONSULTOR AMBIENTAL  
 1.4. Nombre del instrumento: REGISTRO DE DATOS EN CAMPO, RESULTADOS y HOJA DE OBSERVACION  
 1.5. Título de la Investigación: Fitoactivación de Pb de suelos contaminados (a)izando Sordicus (Clerodermaceae)  
 1.6. Autor del instrumento: MAURICIO OBAYAN QUISPE 2019

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**PERTINENCIA DE LOS ITEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
<u>Registro de Datos en Campo</u>	✓		
<u>Registro de Resultados</u>	✓		
<u>Registro de Hoja de Observación</u>	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN... 90%

**IV. OPINION DE APLICABILIDAD**

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





Lugar y Fecha: LIMA, 11 de Setiembre del 2019.

Daniel Rojas Chero  
Firma del experto informante



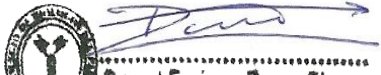

DNI. N° 44402810

Teléfono 991147302

### ANEXO N°6. Ficha de registro de hoja de observación


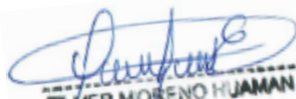
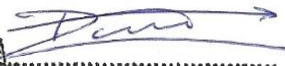

<b>REGISTRO DE HOJA DE OBSERVACIÓN</b>			Cod: UCV - FO - 001 Versión: 001 Página: 1 de 3
Investigador			
Nombre del Proyecto			
Fecha de ejecución		Fecha de culminación	
Nombre del Laboratorio			
Origen de las muestras	Suelo:		
	Especie:		
Técnica aplicada para el tratamiento			
Almacenamiento			
Observaciones:			
 FIRMA DEL <b>JULIO CEBAR BANTISTA ABANTO</b> INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP N° 211078 DNI No. <u>4589660</u> Telf.: <u>997280371</u>	 FIRMA DEL <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 210906	  <b>Daniel Enrique Rojas Chero</b> Biologo C B P 13456	
Firma	Firma	Firma	
Nombre:	Nombre:	Nombre:	

### ANEXO N°7. Ficha de registro de resultados

REGISTRO DE RESULTADOS											Cod: UCV - FO - 002 Versión: 001 Página: 2 de 3	
Investigador						Celular				e-mail		
Fecha						DNI				Fecha		
Parámetros Físicoquímicos del Suelo - Inicial									Análisis Foliar – Inicial			
Tratamiento	Código	Plomo (mg/kg)	pH	C.E.	Temperatura	CIC	M.O.	Textura	Tiempo de vida	Tratamiento	Código	Plomo (mg/kg)
1									1 mes de vida	1		
2									2 meses de vida	2		
3									3 meses de vida	3		
Parámetros Físicoquímicos del Suelo - Final									Análisis Foliar – Final			
Tratamiento	Código	Plomo (mg/kg)	pH	C.E.	Temperatura	CIC	M.O.	Textura	Tiempo de vida	Tratamiento	Código	Plomo (mg/kg)
1									1 mes de vida	1		
2									2 meses de vida	3		
3									3 meses de vida	3		
 <b>JULIO CESAR BAUTISTA ABANTO</b> FIRMA DEL INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP N° 211976 DNI No. 456766 Telf.: 997280371					 <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 210906					  <b>Daniel Enrique Rojas Chero</b> Biologo C B P 13456		
Firma					Firma					Firma		
Nombre:					Nombre:					Nombre:		



**ANEXO N°8. Ficha de registro de datos en campo**

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO											Cod: UCV - FO - 003 Versión: 001 Página: 3 de 3	
Investigador						Celular					E-mail	
Fecha						Fecha						
Condiciones Morfológicas - Inicial						Condiciones Morfológicas - Final						
Tiempo de vida	Tratamiento	Código	Tallo (cm)	Hojas (N°)	Raíz (cm)	Tiempo de vida	Tratamiento	Código	Tallo (cm)	Hojas (N°)	Raíz (cm)	
1 mes de vida	1					1 mes de vida	1					
2 meses de vida	2					2 meses de vida	2					
3 meses de vida	3					3 meses de vida	3					
 FIRMA DEL <b>JULIO CESAR BAPTISTA ABANTO</b> INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP N° 211978 DNI No. 45834660 Telf. 997280371					 FIRMA DEL <b>ELMER MORENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 210906					  FIRMA DEL <b>Daniel Enrique Rojas Chero</b> Biologo C B P 13456		
Firma					Firma					Firma		
Nombre:					Nombre:					Nombre:		

## ANEXO N°9. Ubicación de la zona

*Figura 28. Lugar y toma de la muestra *Sonchus oleraceus* L.*



*Figura 29. Asociación agrícola copacabana distrito puente piedra - lima*



*Figura 30. Implementación del proyecto con la especie Sonchus oleraceus L.*



*Figura 31. Recojo de la muestra etiquetada y medición de la especie foliar*



*Figura 32. Monitoreo in-situ de parametros de pH, humedad y temperatura*



*Figura 33. Análisis físico-químicos y muestra etiquetada del suelo*





*Figura 34. Peso de la muestra exacta del suelo en la báscula y balanza analítica*

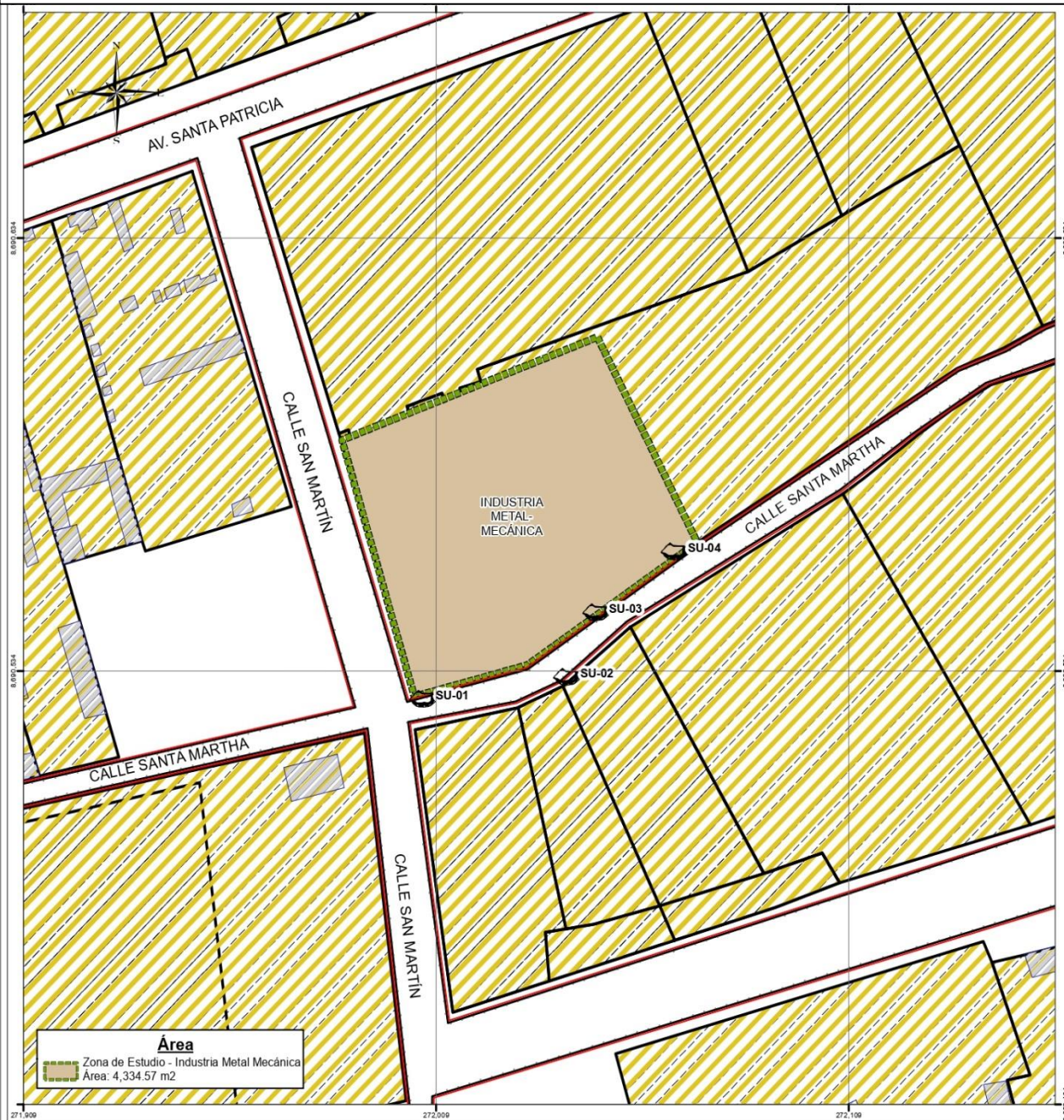


*Figura 35. Secado en la mufla las muestras de suelo a analizar*



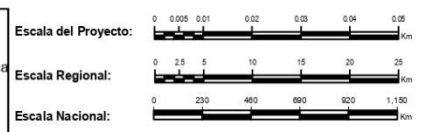


# ANEXO N°10. Zona de ubicación del estudio: Metal Mecánica – Puente Piedra 2019.



**Legenda**

- Muestreo de Suelo
- Zona de Estudio - Industria Metal Mecánica
- Lotes
- Manzanas
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital



MUESTREO DE SUELO			
ZONA	PUNTOS	COORDENADAS UTM WGS 84 - 18S	
		ESTE	NORTE
INDUSTRIA METAL MECÁNICA	SU-01	272006	8690528
	SU-02	272041	8690533
	SU-03	272048	8690548
	SU-04	272067	8690562



Fuente: Elaboración propia Software ArcGIS 10.3



## ANEXO N°11. Informe de resultados: Laboratorio de Mecánica de suelos – UCV, Lima-Norte

### ENSAYO N°001-M- 2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES - UCV  
 INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE SUELOS

**Dirección:** Industria Metal Mecánica, Puente Piedra - Lima  
**Tipo de ensayo:** Análisis físico  
**Matriz:** Suelos  
**Descripción de la muestra:** Muestra inicial de suelo contaminado  
**Muestra tomado por:** Luis Mauricio Obregon Quispe  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 27 de Setiembre del 2019  
**Lugar donde se realizo el ensayo:** Laboratorio de mecanica de suelos y materiales

Estacion	Parámetro	Unidad	T1	T2	T3
M-INICIAL	Potencial Hidrógeno	Unid.pH	5,71	5,71	5,71
			5,71	5,71	5,71
			5,71	5,71	5,71
M-INICIAL	Conductividad eléctrica	µs/cm	1120	1120	1120
			1120	1120	1120
			1120	1120	1120
M-INICIAL	Humedad	%	6,18	6,18	6,18
			6,18	6,18	6,18
			6,18	6,18	6,18
M-INICIAL	Materia Orgánica	%	2,04	2,04	2,04
			2,04	2,04	2,04
			2,04	2,04	2,04
M-INICIAL	Temperatura	°C	25,1	25,1	25,1
			25,1	25,1	25,1
			25,1	25,1	25,1

ESTACION	CATIONES INTERCAMBIABLES					Analisis Mecanico		
	Cl (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	K (meq/l)	Na (meq/l)	Arena %	Limo %	Arcilla %
T1	6.1	3.18	1.11	1.04	0.77	40	54	6
T2	6.1	3.18	1.11	1.04	0.77	40	54	6
T3	6.1	3.18	1.11	1.04	0.77	40	54	6

APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
 Extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)N, p H 7.0  
 Saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)N, p H 7.0

**Equipo Utilizado:** Multiparametro Hanna edge  
**Código interno:** 6053633  
 Equipo de filtración con bomba de vacío  
 653626  
 Mufia  
 6009521



M.Sc. Carlos Humberto Obregon Rodriguez  
 CIP INGENIERO QUIMICO  
 C. I.P. 37913

**ENSAYO N°002-M- 2019**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES - UCV**  
**INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE SUELOS**

**Direccion:** Industria Metal Mecánica, Puente Piedra - Lima  
**Tipo de ensayo:** Análisis físico  
**Matriz:** Suelos  
**Descripcion de la muestra:** Muestra tratada utilizando Sonchus oleraceus  
**Muestra tomado por:** Luis Mauricio Obregon Quispe  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 27 de Octubre del 2019  
**lugar donde se realizo el ensayo:** Laboratorio de mecanica de suelos y materiales

Estacion	Parámetro	Unidad	Muestra	T1	T2	T3
M-FINAL	Potencial Hidrógeno	Unid.pH	R1	6,51	6,73	7,2
			R2	6,57	6,75	7,15
			R3	6,48	6,7	7,01
M-FINAL	Conductividad eléctrica	µs/cm	R1	1023	1012	839
			R2	1021	1015	845
			R3	1013	1020	823
M-FINAL	Humedad	%	R1	10,21	9,75	12,23
			R2	10,53	9,69	12,93
			R3	10,35	9,19	12,39
M-FINAL	Materia Orgánica	%	R1	3,75	3,77	3,78
			R2	3,72	3,74	3,78
			R3	3,72	3,79	3,81
M-FINAL	Temperatura	°C	R1	24,4	24,3	24,1
			R2	24,2	24,5	24,3
			R3	24,3	24	24,2

ESTACION	CATIONES INTERCAMBIABLES					Análisis Mecánico		
	Cl (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	K (meq/l)	Na (meq/l)	Arena %	Limo %	Arcilla %
T1-R1	9.32	4.22	1.83	1.72	1.55	35	58	7
T1-R2	9.43	4.26	1.86	1.74	1.57	36	57	7
T1-R3	9.37	4.22	1.85	1.76	1.54	35	58	7
T2-R1	10.1	4.58	1.91	1.85	1.76	34	59	7
T2-R2	10.02	4.56	1.89	1.84	1.73	34	59	7
T2-R3	10.06	4.54	1.89	1.85	1.78	34	59	7
T3-R1	10.18	4.58	1.93	1.89	1.78	34	58	8
T3-R2	10.21	4.62	1.92	1.88	1.79	34	58	8
T3-R3	10.27	4.62	1.95	1.89	1.81	34	58	8

APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B

APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B

Extraccion con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)N, p H 7.0

Saturacion con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)N, p H 7.0

Equipo Utilizado: Multiparametro Hanna edge

Código interno: 6053633

Muffa

6009521



M.Sc. Carlos  
**INGENIERO QUIMICO**  
 C. I. P. 37913

## ANEXO N°12. Informe de resultados: Laboratorio Lab Solution



### INFORME DE ENSAYO N° 190072

**Nombre del Cliente** : LUIS MAURICIO OBREGON QUISPE  
**Dirección** : AV. STA. PATRICIA NRO 180 PUENTE PIEDRA  
**Solicitado Por** : LUIS MAURICIO OBREGON QUISPE  
**Proyecto** : FITORREMEDIACION DEL SUELO CONTAMINADO DE PLOMO (Pb) UTILIZANDO SONCHUS OLERACEUS L. EN UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA, PTE.PIEDRA - LIMA-2019  
**Procedencia** : Industria Metal Mecánica, Puente Piedra  
**Cantidad de Muestra** : 1  
**Presentación de las Mue:** MUESTRA SOLIDA  
**Muestreo Realizado Por** : EL CLIENTE  
**Producto** : CALIDAD DE SUELO  
**Fecha de Recepción** : 27/09/2019  
**Fecha de Ensayo** : 28/09/2019-12/10/2019  
**Fecha de Emisión del informe** : 15/10/2019  
**Orden de Servicio** : 19-OPI-0001

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

#### I. Resultados

Código de Laboratorio		190072-01		
Código de Cliente		SU-INICIAL		
Fecha de Muestreo		27/09/2019		
Hora de Muestreo (h)		13:00		
Ubicación Geográfica (WGS 84)		E:272008.82 N:8690528.22		
Tipo de Producto		CALIDAD DE SUELO		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados
Análisis de Campo				
Metales (Pb)(*)	mg/Kg PS	1.61	0.87	895.10

## INFORME DE ENSAYO N° 190072

### II - Métodos y Referencias

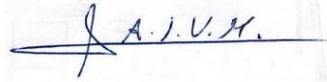
Tipo Ensayo	Norma Referencia y Título
Fisicoquímicos	
Metales (Pb)	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry ICP-AES. EPA Method 3050-B; Rev. 02., 1996 EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994

### III - Observaciones

LOS RESULTADOS DEL PRESENTE INFORME TIENEN VALIDEZ PARA QUE EL CLIENTE LO USE SEGÚN SUS PROPIOS FINES. EL ANALISIS DE LOS PARAMETROS FUERON REALIZADOS REGIDOS SEGÚN LA ISO 17025



\_\_\_\_\_  
**Claudia Lopez Carrillo**  
**Gerente General**  
**C.I.P. N° 87510**



\_\_\_\_\_  
**Alfonso Javier Vilca Montalvo**  
**Gerente de Calidad**  
**C.Q.P. N° 587**

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente de la subcontrata.  
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.  
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.  
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de L & L Lab Solution S.A.C.

\*\* FIN DEL INFORME \*\*



## INFORME DE ENSAYO N° 190073

Nombre del Cliente : **LUIS MAURICIO OBREGON QUISPE**  
 Dirección : AV. STA. PATRICIA NRO 180 PUENTE PIEDRA  
 Solicitado Por : LUIS MAURICIO OBREGON QUISPE  
 Proyecto : FITORREMEDIACION DEL SUELO CONTAMINADO DE PLOMO (Pb) UTILIZANDO SONCHUS OLERACEUS L. EN UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA, PTE.PIEDRA - LIMA-2019  
 Procedencia : Asociación Agrícola Copacabana, Puente Piedra  
 Cantidad de Muestra : 9  
 Presentación de las Muestras : MUESTRA ORGANICA  
 Muestreo Realizado Por : EL CLIENTE  
 Producto : TEJIDO VEGETAL  
 Fecha de Recepción : 27/09/2019  
 Fecha de Ensayo : 28/09/2019-15/10/2019  
 Fecha de Emisión del informe : 18/10/2019  
 Orden de Servicio : 19-OPI-0001

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

### I. Resultados

Código de Laboratorio	190073-01	190073-02	190073-03			
Código de Cliente	PL-A1	PL-A2	PL-A3			
Fecha de Muestreo	27/09/2019	27/09/2019	27/09/2019			
Hora de Muestreo (h)	14:00	14:00	14:00			
Especie de planta	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.			
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:272282.54 N:8689775.61	E:272282.54 N:8689775.61	E:272282.54 N:8689775.61			
Tipo de Producto	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL			
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados		
Análisis de Campo						
<b>Metales totales ICP-MS (plomo) - Tejido vegetal. (*)</b>	mg/Kg PS	1.00	4.00	16.50	16.40	16.70

## INFORME DE ENSAYO N° 190073

Código de Laboratorio	190073-04	190073-05	190073-06			
Código de Cliente	PL-B1	PL-B2	PL-B3			
Fecha de Muestreo	27/09/2019	27/09/2019	27/09/2019			
Hora de Muestreo (h)	14:15	14:15	14:15			
Especie de planta	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.			
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:272282.54 N:8689775.61	E:272282.54 N:8689775.61	E:272282.54 N:8689775.61			
Tipo de Producto	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL			
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados		
Análisis de Campo						
Metales totales ICP-MS (plomo) - Tejido vegetal. (*)	mg/Kg PS	1.00	4.00	18.32	18.34	19.50

Código de Laboratorio	190073-07	190073-08	190073-09			
Código de Cliente	PL-C1	PL-C2	PL-C3			
Fecha de Muestreo	27/09/2019	27/09/2019	27/09/2019			
Hora de Muestreo (h)	14:30	14:30	14:30			
Especie de planta	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.			
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:272282.54 N:8689775.61	E:272282.54 N:8689775.61	E:272282.54 N:8689775.61			
Tipo de Producto	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL			
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados		
Análisis de Campo						
Metales totales ICP-MS (plomo) - Tejido vegetal. (*)	mg/Kg PS	1.00	4.00	21.67	21.30	21.54



## INFORME DE ENSAYO N° 190073

### II - Métodos y Referencias

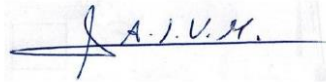
Tipo Ensayo	Norma Referencia y Título
Fisicoquímicos	
Metales totales ICP-MS (plomo) - Tejido vegetal.	Manual de análisis de suelos y tejido vegetal. CIAT Agosto 1993

### III - Observaciones

LOS RESULTADOS DEL PRESENTE INFORME TIENEN VALIDEZ PARA QUE EL CLIENTE LO USE SEGÚN SUS PROPIOS FINES. EL ANALISIS DE LOS PARAMETROS FUERON REALIZADOS REGIDOS SEGÚN LA ISO 17025



\_\_\_\_\_  
**Claudia Lopez Carrillo**  
Gerente General  
C.I.P. N° 87510



\_\_\_\_\_  
**Alfonso Javier Vilca Montalvo**  
Gerente de Calidad  
C.Q.P. N° 587

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente de la subcontrata.  
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.  
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.  
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de L & L Lab Solution S.A.C.

\*\* FIN DEL INFORME \*\*



## INFORME DE ENSAYO N° 190074

Nombre del Cliente : **LUIS MAURICIO OBREGON QUISPE**  
 Dirección : AV. STA. PATRICIA NRO 180 PUENTE PIEDRA  
 Solicitado Por : LUIS MAURICIO OBREGON QUISPE  
 Proyecto : FITORREMEDIACION DEL SUELO CONTAMINADO DE PLOMO (Pb) UTILIZANDO SONCHUS OLERACEUS L. EN UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA, PTE.PIEDRA -  
 Procedencia : Industria Metal Mecánica, Puente Piedra  
 Cantidad de Muestra : 9  
 Presentación de las Mue: MUESTRA SOLIDA  
 Muestreo Realizado Por : EL CLIENTE  
 Producto : CALIDAD DE SUELO  
 Fecha de Recepción : 27/10/2019  
 Fecha de Ensayo : 27/10/2019-13/11/2019  
 Fecha de Emisión del informe : 15/11/2019  
 Orden de Servicio : 19-OPI-0001

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

### I. Resultados

Código de Laboratorio		190074-01	190074-02	190074-03		
Código de Cliente		MA-A1	MA-A2	MA-A3		
Fecha de Muestreo		27/10/2019	27/10/2019	27/10/2019		
Hora de Muestreo (h)		10:00	10:00	10:00		
Tipo de Producto		CALIDAD DE SUELO	CALIDAD DE SUELO	CALIDAD DE SUELO		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados		
Análisis de Campo						
Metales (Pb)(*)	mg/Kg PS	11.00	0.87	674.44	672.31	673.74

**INFORME DE ENSAYO  
N° 190074**

Código de Laboratorio		190074-04	190074-05	190074-06
Código de Cliente		MA-B1	MA-B2	MA-B3
Fecha de Muestreo		27/10/2019	27/10/2019	27/10/2019
Hora de Muestreo (h)		10:15	10:15	10:15
Tipo de Producto		CALIDAD DE SUELO	CALIDAD DE SUELO	CALIDAD DE SUELO
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados
Análisis de Campo				
Metales (Pb)(*)	mg/Kg PS	11.00	0.87	548.64      549.12      547.99

Código de Laboratorio		190074-07	190074-08	190074-09
Código de Cliente		MA-C1	MA-C2	MA-C3
Fecha de Muestreo		27/10/2019	27/10/2019	27/10/2019
Hora de Muestreo (h)		10:30	10:30	10:30
Tipo de Producto		CALIDAD DE SUELO	CALIDAD DE SUELO	CALIDAD DE SUELO
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados
Análisis de Campo				
Metales (Pb)(*)	mg/Kg PS	11.00	0.87	432.33      433.37      430.98

## INFORME DE ENSAYO N° 190074

### II - Métodos y Referencias

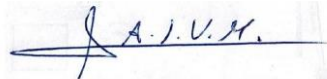
Tipo Ensayo	Norma Referencia y Título
Fisicoquímicos	
Metales ( Pb )	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry ICP-AES. EPA Method 3050-B; Rev. 02., 1996 EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994

### III - Observaciones

LOS RESULTADOS DEL PRESENTE INFORME TIENEN VALIDEZ PARA QUE EL CLIENTE LO USE SEGÚN SUS PROPIOS FINES. EL ANALISIS DE LOS PARAMETROS FUERON REALIZADOS REGIDOS SEGÚN LA ISO 17025



**Claudia Lopez Carrillo**  
**Gerente General**  
**C.I.P. N° 87510**



**Alfonso Javier Vilca Montalvo**  
**Gerente de Calidad**  
**C.Q.P. N° 587**

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente de la subcontrata.  
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.  
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.  
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de L & L Lab Solution S.A.C.

\*\* FIN DEL INFORME \*\*



## INFORME DE ENSAYO N° 190075

Nombre del Cliente : **LUIS MAURICIO OBREGON QUISPE**  
 Dirección : AV. STA. PATRICIA NRO 180 PUENTE PIEDRA  
 Solicitado Por : LUIS MAURICIO OBREGON QUISPE  
 Proyecto : FITORREMEDIACION DEL SUELO CONTAMINADO DE PLOMO (Pb) UTILIZANDO  
 SONCHUS OLERACEUS L. EN UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA, PTE. PIEDRA -  
 Procedencia : Industria Metal Mecánica, Puente Piedra  
 Cantidad de Muestra : 9  
 Presentación de las Muestras : MUESTRA ORGANICA  
 Muestreo Realizado Por : EL CLIENTE  
 Producto : TEJIDO VEGETAL  
 Fecha de Recepción : 27/10/2019  
 Fecha de Ensayo : 27/10/2019-13/11/2019  
 Fecha de Emisión del informe : 15/11/2019  
 Orden de Servicio : 19-OPI-0001

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

### I. Resultados

Código de Laboratorio	190075-01	190075-02	190075-03			
Código de Cliente	PL-A1	PL-A2	PL-A3			
Fecha de Muestreo	27/10/2019	27/10/2019	27/10/2019			
Hora de Muestreo (h)	11:00	11:00	11:00			
Especie de planta	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.			
Tipo de Producto	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL			
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados		
Análisis de Campo						
Metales totales ICP-MS (plomo) - Tejido vegetal. (*)	mg/Kg PS	1.00	4.00	221.53	224.65	223.73

**INFORME DE ENSAYO  
N° 190075**

Código de Laboratorio	190075-04	190075-05	190075-06			
Código de Cliente	PL-B1	PL-B2	PL-B3			
Fecha de Muestreo	27/10/2019	27/10/2019	27/10/2019			
Hora de Muestreo (h)	11:15	11:15	11:15			
Especie de planta	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.			
Tipo de Producto	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL			
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados		
Análisis de Campo						
Metales totales ICP-MS (plomo) - Tejido vegetal. (*)	mg/Kg PS	1.00	4.00	353.26	351.59	354.05

Código de Laboratorio	190075-07	190075-08	190075-09			
Código de Cliente	PL-C1	PL-C2	PL-C3			
Fecha de Muestreo	27/10/2019	27/10/2019	27/10/2019			
Hora de Muestreo (h)	11:30	11:30	11:30			
Especie de planta	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.	SONCHUS OLERACEUS L.			
Tipo de Producto	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL	TEJIDO VEGETAL			
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados		
Análisis de Campo						
Metales totales ICP-MS (plomo) - Tejido vegetal. (*)	mg/Kg PS	1.00	4.00	475.62	477.25	478.38

## INFORME DE ENSAYO N° 190075

### II - Métodos y Referencias

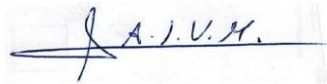
Tipo Ensayo	Norma Referencia y Título
Fisicoquímicos	
Metales totales ICP-MS (plomo) - Tejido vegetal.	Manual de análisis de suelos y tejido vegetal. CIAT Agosto 1993

### III - Observaciones

**LOS RESULTADOS DEL PRESENTE INFORME TIENEN VALIDEZ PARA QUE EL CLIENTE LO USE SEGÚN SUS PROPIOS FINES. EL ANALISIS DE LOS PARAMETROS FUERON REALIZADOS REGIDOS SEGÚN LA ISO 17025**



**Claudia Lopez Carrillo**  
**Gerente General**  
**C.I.P. N° 87510**



**Alfonso Javier Vilca Montalvo**  
**Gerente de Calidad**  
**C.Q.P. N° 587**

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente de la subcontrata.  
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.  
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.  
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de L & L Lab Solution S.A.C.

\*\* FIN DEL INFORME \*\*

## ANEXO N°13. Carta de presentación de Laboratorio L&L Lab Solution



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señores:

**MAURICIO OBREGON**

De nuestra mayor consideración,

Por la presente queremos presentar a L & L LAB SOLUTION S.A.C., laboratorio ambiental acreditado por INACAL en ISO - IEC 17025, brindamos servicios de análisis y monitoreo en las matrices de aire y emisiones, para los diferentes sectores productivos de nuestro país.

L & L LAB SOLUTION S.A.C. posee una una alianza estratégica con la empresa Envirotest S.A.C., la cual cuenta con un laboratorio acreditado por INACAL en ISO 17025, permitiéndonos brindar un servicio integral que se ajuste a las necesidades de nuestros clientes, siendo esta una fortaleza de nuestro Sistema de Gestión.

Contamos con personal técnico y administrativo con experiencia en sus labores, además de equipos calibrados, lo que nos permitirá brindar un servicio calidad, garantizando resultados confiables y oportunos, logrando un servicio satisfactorio en todas sus etapas, de esta forma mantendremos amigables lazos comerciales con su representada.

Estaremos más que gustosos de atenderlo y asistirlo en lo que nuestros servicios puedan hacer por usted y su empresa.

Claudia López  
Gerente General  
CIP N° 87510

**Dirección: CAL.GAMARRA NRO. 267 URB. MIRAMAR LIMA - LIMA - SAN MIGUEL**  
**Teléfonos: 01- 2589189**  
**Correo: comercial@labsolution.com.pe**



**ANEXO N°14. Carta de acreditación del tiempo de vida de la planta *Sonchus oleraceus* L.**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**



Solicito: Carta de Acreditación

Yo, DANIEL ENRIQUE ROSAS CHERO.....con DNI N° 44402810..... en mi condición de especialista en BOTÁNICA....., representante del alumno Luis Mauricio Obregón Quispe con código de matrícula 6700234699 de la escuela académico profesional de Ingeniería Ambiental, recorro honorables jurados para solicitarle lo siguiente:

Acredito que dicha especie *Sonchus oleraceus* L. trabajada en su desarrollo de tesis del alumno, corresponde a 1 mes en el tratamiento T1, 2 meses en el tratamiento T2 y 3 meses en el tratamiento T3 de tiempo de vida de la planta respectivamente.

Agradeceré se atienda mi petición.

Lima, 26 de SEPTIEMBRE del 2019

  
  
Daniel Enrique Rojas Chero  
Biólogo  
C B P 13456

  
Luis Mauricio Obregón Quispe  
Estudiante