



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Descontaminación de Suelos con plomo usando *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata*
Fertilizada con gallinaza en el Callao”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Br. Rumaldo Ramírez, Michael Douglas (ORCID: 0000-0001-5222-2041)

ASESOR:

Dr. Alcántara Boza, Francisco Alejandro (ORCID: 0000-0001-9127-4450)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

LIMA – PERÚ

2019



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F07-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por:

RUBENOLDO RAMIREZ Michael Douglas

cuyo título es:

Descontaminación de suelos con plomo usando Urea ureas y Fiestesimulva echinata fertilizada con gallinaza en el Callao.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el(los) estudiantes, otorgándole el calificativo de: *14* (número)

Quince (letras).

Los Olivos *15* de *Enero* del 201*9*.

[Signature]
PRESIDENTE

Dr. Benites

[Signature]
SECRETARIO

Dr. Acosta



[Signature]
VOCAL

Dr. Alcántara

Dirección de _____ Representante de la Dirección /

DEDICATORIA

A Dios, por darme el aliento de vida y por permanecer conmigo en cada paso que doy, por confortar mi corazón e irradiar mi mente. A mis padres Dora Inés Ramírez Rosales y Alejandro Rumaldo Bellido, por darme la vida, confiar en mí y por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser inspiración de vida, por darme fuerza y aliento para no caer en los momentos de debilidad. Al amor de mi vida, mi madre, Dora Inés Ramírez Rosales, por su amor y sacrificio durante todos estos años, por brindarme sabios consejos e inculcarme buenos valores y principios.

También agradecer especialmente a mi asesor externo Luis Mendoza Apoyala, por el asesoramiento en el desarrollo de mi tesis en su laboratorio. A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por haber compartido su experiencia y conocimientos a lo largo de mi formación profesional, al Doctor Francisco Alejandro Alcántara Boza, asesor de esta investigación quien me ha guiado con rectitud y paciencia.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, RUMALDO RAMÍREZ MICHAEL DOUGLAS con DNI N° 70849225, bachiller de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Los Olivos; declaro que este Trabajo Académico de Investigación titulado: "Descontaminación de suelos con plomo usando *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en el callao" es veráz y autentica para la obtención del grado académico/título profesional en Ingeniería Ambiental.



Rumaldo Ramirez Michael Douglas

DNI: 70849225

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis Titulada: DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS CON PLOMO USANDO *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* FERTILIZADA CON GALLINAZA EN EL CALLAO, la misma que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.



Rumaldo Ramírez Michael Douglas

DNI: 70849225

ÍNDICE

| | |
|--|-------------|
| PÁGINA DEL JURADO | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD..... | v |
| PRESENTACIÓN..... | vi |
| ÍNDICE GENERAL..... | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Realidad Problemática | 2 |
| 1.2 Trabajos previos..... | 3 |
| 1.3 Teorías relacionadas al tema..... | 9 |
| 1.4 Formulación del problema..... | 22 |
| 1.5 Justificación del Estudio..... | 22 |
| 1.6 Hipótesis..... | 23 |
| 1.7 Objetivo..... | 23 |
| II. MÉTODO..... | 24 |
| 2.1 Diseño de investigación..... | 24 |
| 2.2 Variables, operacionalización..... | 24 |
| 2.3 Población y muestra..... | 26 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 28 |
| 2.5 Métodos de análisis de datos..... | 44 |
| III. RESULTADOS..... | 46 |
| 3.1 Análisis inicial de la muestra..... | 46 |
| 3.2 Resultados de la Caracterización de la Gallinaza..... | 51 |
| 3.3 Resultados de las concentraciones de plomo en el suelo..... | 53 |

| | |
|---|------------|
| 3.4 Resultados de las concentraciones de plomo en los tejidos vegetales de las especies..... | 60 |
| 3.5 Resultados Estadísticos..... | 67 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 80 |
| V. CONCLUSIONES..... | 82 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 83 |
| REFERENCIAS..... | 84 |
| ANEXOS | |
| Anexo 1: Instrumentos de Observación..... | 91 |
| Anexo 2: Fichas de Validación de Instrumentos..... | 96 |
| Anexo 3 Reportes de laboratorio..... | 103 |
| Anexo 4: Planos del Área de Investigación..... | 112 |
| Anexo 5: Matriz de Consistencia..... | 115 |
| Anexo 6: Panel Fotográfico | 117 |
| Anexo 7: Formatos Generales..... | 125 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Reacción del suelo pH..... | 11 |
| Tabla 2. Cuantificaciones de Conductividad Eléctrica..... | 12 |
| Tabla 3. Tipos de Capacidad de Intercambio Cationico..... | 12 |
| Tabla 4. Parámetros Físicoquímicos de la gallinaza..... | 15 |
| Tabla 5. Caracterización de los tipos de gallinaza..... | 16 |
| Tabla 6. Taxonomía Fuertesimalva echinata..... | 18 |
| Tabla 7. Taxonomía Urtica urens..... | 18 |
| Tabla 8. Estándares de Calidad Ambiental del suelo..... | 21 |
| Tabla 9. Coordenadas de los puntos del área de estudio..... | 28 |
| Tabla 10. Instrumentos utilizados en el área de estudio..... | 28 |
| Tabla 11. Técnica e Instrumento de Recolección de datos..... | 30 |
| Tabla 12. Mediciones Iniciales..... | 32 |
| Tabla 13. Parámetros Físico -químicos..... | 34 |
| Tabla 14. Clasificación de las celdas según las dosis..... | 39 |
| Tabla 15. Descripción de los tratamientos..... | 40 |
| Tabla 16. Análisis de T1 Fuertesimalva echinata y T1 Urtica urens – 15, 30 y 45 días..... | 42 |
| Tabla 17. Análisis de T2 Fuertesimalva echinata y T2 Urtica urens – 15, 30 y 45 días..... | 42 |
| Tabla 18. Análisis de T3 Fuertesimalva echinata y T3 Urtica urens – 15, 30 y 45 días..... | 43 |
| Tabla 19. Formatos Validados..... | 44 |
| Tabla 20. Porcentaje de validación de instrumentos..... | 44 |
| Tabla 21. Parámetros Físicoquímicos de suelo del parque Ramón Castilla - Callao..... | 46 |
| Tabla 22. Resultados de laboratorio para cloruros..... | 47 |
| Tabla 23. Mediciones de Conductividad Hidráulica..... | 47 |
| Tabla 24. Mediciones de la densidad aparente..... | 48 |
| Tabla 25. Valores para la determinación de materia orgánica..... | 48 |
| Tabla 26. Clasificación de Mallas..... | 49 |
| Tabla 27. Peso retenido y pasado por cada malla del Análisis Granulométrico..... | 49 |
| Tabla 28. Porcentajes de la estructura del suelo del Parque Ramón Castilla – Callao..... | 51 |
| Tabla 29. Caracterización de la Gallinaza..... | 53 |

| | |
|---|----|
| Tabla 30. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla -Callao con Fuertesimalva echinata y dosis gallinaza (5%). | 53 |
| Tabla 31. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con Fuertesimalva echinata y dosis gallinaza (10%). | 54 |
| Tabla 32. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con Fuertesimalva echinata y dosis gallinaza (20%). | 55 |
| Tabla 33. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con Urtica urens y dosis gallinaza (5%). | 56 |
| Tabla 34. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con Urtica urens y dosis gallinaza (10%). | 57 |
| Tabla 35. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con Urtica urens y dosis gallinaza (20%). | 58 |
| Tabla 36. Eficiencias Fitorremediadoras. | 59 |
| Tabla 37. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de Fuertesimalva echinata y dosis gallinaza (5%). | 60 |
| Tabla 38. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de Fuertesimalva echinata y dosis gallinaza (10%). | 61 |
| Tabla 39. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de Fuertesimalva echinata y dosis gallinaza (20%). | 62 |
| Tabla 40. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de Urtica urens y dosis gallinaza (5%). | 63 |
| Tabla 41 Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de Urtica urens y dosis gallinaza (10%). | 64 |
| Tabla 42. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de Urtica urens y dosis gallinaza (20%). | 65 |
| Tabla 43. Prueba de Normalidad – Concentración final de Plomo en el suelo. | 68 |
| Tabla 44. Estadísticos Descriptivos de la Concentración Final de Plomo con respecto al Tratamiento. | 69 |
| Tabla 45. Prueba ANOVA de un factor – Concentración final de Plomo con respecto al Tratamiento. | 70 |
| Tabla 46. Prueba de Normalidad – Eficiencias fitorremediadoras de Fuertesimalva echinata y Urtica urens. | 72 |
| Tabla 47. Prueba de Homogeneidad de varianzas – Eficiencias fitorremediadoras de Fuertesimalva echinata y Urtica urens. | 73 |

| | |
|--|----|
| Tabla 48. Estadísticos Descriptivos de Eficiencias Fitorremediadoras de Fuertesimalva echinata y Urtica urens a distintas dosis de gallinaza..... | 74 |
| Tabla 49. Prueba ANOVA de un factor – Eficiencias Fitorremediadoras de Fuertesimalva echinata y Urtica urens a distintas dosis de gallinaza..... | 74 |
| Tabla 50. Prueba de Normalidad – Acumulación de Plomo en Fuertesimalva echinata y Urtica urens – Foliar y Radicular..... | 76 |
| Tabla 51. Prueba de Homogeneidad de varianzas – Acumulación de Plomo en Fuertesimalva echinata y Urtica urens – Foliar y Radicular..... | 77 |
| Tabla 52. Estadísticos Descriptivos de Acumulación de Plomo en Fuertesimalva echinata y Urtica urens a distintas dosis de gallinaza..... | 78 |
| Tabla 53. Prueba ANOVA de un factor – Acumulación de plomo en Fuertesimalva echinata y Urtica urens a distintas dosis de gallinaza..... | 78 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. <i>Fuertesimalva Echinata</i> | 17 |
| Figura 2. <i>Urtica Urens</i> | 19 |
| Figura 3. Área de estudio..... | 26 |
| Figura 4. Muestreo Aleatorio Simple..... | 27 |
| Figura 5. Método del cuarteo..... | 27 |
| Figura 6. Toma de coordenadas con GPS de los puntos del cuadrante de estudio..... | 31 |
| Figura 7. Materiales, Equipos y Reactivos utilizados en campo..... | 31 |
| Figura 8. Medición de los lados del área de estudio..... | 32 |
| Figura 9. Cuarteo tipo Malla..... | 33 |
| Figura 10. Preparación del Extracto de suelo..... | 33 |
| Figura 11. Gallinaza Inicial..... | 39 |
| Figura 12. Trasplante de Fuertesimalva echinata en la celda T2..... | 40 |
| Figura 13. Urtica urens y Fuertesimalva echinata sembradas en celdas, con suelo contaminado del Parque Ramon Castilla –Callao y dosis de gallinaza..... | 40 |
| Figura 14. Se removió las especies Urtica urens y Fuertesimalva echinata sembradas en celdas, con suelo contaminado del Parque Ramón Castilla –Callao, para el análisis Foliar y radicular..... | 41 |
| Figura 15. Unidades experimentales..... | 45 |
| Figura 16. Curva Granulométrica..... | 50 |

| | |
|---|----|
| Figura 17. Triángulo textural de la USDA..... | 51 |
| Figura 18. Homogenización de la Gallinaza Inicial..... | 52 |
| Figura 19. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con Fuertesimalva echinata y dosis de gallinaza al 5%..... | 54 |
| Figura 20. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con Fuertesimalva echinata y dosis de gallinaza al 10%..... | 55 |
| Figura 21. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con Fuertesimalva echinata y dosis de gallinaza al 20%..... | 56 |
| Figura 22. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con Urtica urens y dosis de gallinaza al 5%..... | 57 |
| Figura 23. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con Urtica urens y dosis de gallinaza al 10%..... | 58 |
| Figura 24. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con Urtica urens y dosis de gallinaza al 20%..... | 59 |
| Figura 25. Concentración de plomo Foliar - Radicular con Fuertesimalva echinata y dosis de gallinaza al 5%..... | 61 |
| Figura 26. Concentración de plomo Foliar - Radicular con Fuertesimalva echinata y dosis de gallinaza al 10%..... | 62 |
| Figura 27. Concentración de plomo Foliar - Radicular con Fuertesimalva echinata y dosis de gallinaza al 20%..... | 63 |
| Figura 28. Concentración de plomo Foliar - Radicular con Urtica urens y dosis de gallinaza al 5%..... | 64 |
| Figura 29. Concentración de plomo Foliar - Radicular con Urtica urens y dosis de gallinaza al 10%..... | 65 |
| Figura 30. Concentración de plomo Foliar - Radicular con Urtica urens y dosis de gallinaza al 20%..... | 66 |
| Figura 31. Base de datos SPSS – Concentración Final de Plomo..... | 67 |
| Figura 32. Base de datos SPSS – Eficiencias fitorremediadoras de Fuertesimalva echinata y Urtica urens..... | 71 |
| Figura 33. Base de datos SPSS – Acumulación de Plomo en especies..... | 75 |

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la descontaminación de plomo en suelos con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en el Callao, 2018; Se recolectó 72 kg de suelo del parque Ramón Castilla – Callao, en donde se analizó la muestra de identificación, la cual tuvo una concentración de plomo de 980 mg/kg el cual sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Residencial/Parques que es 140 mg/kg de concentración de plomo, luego se realizó la caracterización del suelo donde se analizaron parámetros físicos y químicos los cuales fueron: pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Determinación de Cloruros, % Gravimétrico, Peso del Agua, Conductividad Hidráulica, Densidad Aparente, % Materia Orgánica, Análisis Granulométrico, Estructura del suelo, Textura del suelo, Capacidad de campo, Punto de Marchitez, Agua disponible en el suelo. Posteriormente se recolectó 25kg de gallinaza en la Granja Alva ubicada en el distrito de Zapallal, la cual fue caracterizada en los siguientes parámetros: pH, Temperatura, Relación Carbono/Nitrógeno, % Materia Orgánica, % Carbono total, % Fosforo y % Calcio.

Se realizaron 6 Tratamientos en el cual, se utilizó dos especies vegetales, *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* y se distribuyeron 4kg de suelo en cada celda de plástico, con dosis de gallinaza al 5%, 10% y 20%, se realizaron 3 repeticiones por cada tratamiento, ya que se realizó evaluaciones a los 15, 30 y 45 días. Aplicando los tratamientos se logró reducir la concentración de plomo presentes en el suelo franco arcilloso, la concentración inicial de plomo fue 980 mg/kg, luego de aplicar los tratamientos, los Porcentajes de Eficiencia Fitorremediadora fueron: en el Tratamiento con *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 5%, el porcentaje de reducción fue de 35.81%; en el Tratamiento con *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 10%, el porcentaje de reducción fue de 39.45%; en el Tratamiento con *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 20%, el porcentaje de reducción fue de 61.73%; en el Tratamiento con *Urtica urens* y gallinaza al 5%, el porcentaje de reducción fue de 30.28%; en el Tratamiento con *Urtica urens* y gallinaza al 10%, el porcentaje de reducción fue de 36.81%; en el Tratamiento con *Urtica urens* y gallinaza al 20%, el porcentaje de reducción fue de 39.45%.

Es así que se logró determinar la descontaminación de plomo en suelos con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en el Callao, obteniéndose la mayor

reducción de la concentración de plomo con el tratamiento de *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 20% a los 45 días.

Palabras clave: descontaminación, gallinaza, *Urtica urens*, *Fuertesimalva echinata*.

ABSTRACT

The objective of the research development was to determine the decontamination of lead in soils with *Urtica urens* and *Fuertesimalva echinata* fertilized with chicken manure in Callao, 2018; 72 kg of soil was collected from the Ramón Castilla - Callao park, where the identification sample was analyzed, which had a lead concentration of 980 mg / kg which exceeds the Environmental Quality Standards for Residential Land / Parks which is 140 mg / kg of lead concentration, then the characterization of the soil where physical and chemical parameters were analyzed which were: pH, Temperature, Electrical Conductivity, Chloride Determination, Gravimetric%, Water Weight, Hydraulic Conductivity, Apparent Density, % Organic Matter, Granulometric Analysis, Soil structure, Soil texture, Field capacity, Withering point, Water available in the soil. Subsequently, 25kg of chicken was collected in the Alva Farm located in the Zapallal district, which was characterized in the following parameters: pH, Temperature, Carbon / Nitrogen Ratio, Organic Matter%, Total Carbon%, % Phosphorus and% Calcium.

Six Treatments were carried out in which 2 plant species, *Fuertesimalva echinata* and *Urtica urens* were used and 4kg of soil was distributed in each plastic cell, with 5%, 10% and 20% chicken manure, 3 replications were carried out. each treatment, since evaluations were made at 15, 30 and 45 days. Applying the treatments was able to reduce the concentration of lead present in clay loam soil, the initial concentration of lead was 980 mg / kg, after applying the treatments, the Percentages of Phytoremediation Efficiency were: in the treatment with *Fuertesimalva echinata* and chicken manure 5%, the reduction percentage was 35.81%; in the Treatment with *Fuertesimalva echinata* and chicken manure at 10%, the reduction percentage was 39.45%; in the treatment with *Fuertesimalva echinata* and chicken manure at 20%, the reduction percentage was 61.73%; in the Treatment with *Urtica urens* and chicken manure at 5%, the reduction percentage was 30.28%; in the treatment with *Urtica urens* and chicken manure at 10%, the reduction percentage was 36.81%; in the Treatment with *Urtica urens* and chicken manure at 20%, the reduction percentage was 39.45%.

Thus, it was possible to determine the decontamination of lead in soils with *Urtica urens* and *Fuertesimalva echinata* fertilized with chicken manure in Callao, obtaining the greatest reduction in the concentration of lead with the treatment of *Fuertesimalva echinata* and chicken manure at 20% at 45 days.

Key words: decontamination, chicken manure, *Urtica urens*, *Fuertesimalva echinata*.

I. INTRODUCCIÓN

El recurso suelo es en la actualidad una fuente alterada por contaminación de fuentes antropogénicas, dentro de las cuales, los depósitos de minerales son el punto mas relevante de contaminación por plomo, siendo los más perjudicados los ubicados en la zona de influencia de los depósitos de minerales, ubicado en la Av. Néstor Gambetta - Callao.

Estas material particulado (Plomo en la atmósfera) generado por los depósitos de minerales, suelen incluirse en el ecosistema, de tal manera alteran características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Esto es solo un indicio de todos los daños que ha generado y dejado a su paso esta actividad, que durante mucho tiempo trabajó indiscriminadamente dañando a la población. Así mismo, es lamentable saber que el hábito minero del país estipula a un acrecentamiento del número de concesiones y posteriormente actividad minera que destruirá mucho de nuestros ecosistemas.

Por ello uno de los grandes retos a lo que nos enfrentamos, es el hecho de encontrar estrategias o técnicas que nos permitan recuperar ecosistemas dañados, con el fin de que estos no sigan causando problemas en la salud humana y a los ecosistemas. Así mismo, es indispensable proponer soluciones de recuperación de suelos afectados por los depósitos de minerales. Muchas técnicas con el mismo objetivo se han implementado y se vienen averiguando, sin embargo, la totalidad de estos métodos, tienen un coste elevado y requieren transporte del suelo contaminado para ser analizado y tratado ex-situ. Es por ello que es indispensable la exploración de formas alternativas de recuperación de suelos que sean accesibles, fácil de implementar y de un coste bajo.

Bajo este contexto se realiza la presente investigación “DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS CON PLOMO USANDO *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* FERTILIZADA CON GALLINAZA EN EL CALLAO” para generar una posibilidad de recuperación de ecosistemas dañados por la minería. Se decidió trabajar con especies vegetales ya que son técnicas biológicas amigables con el ambiente y poco costosas, además que estas especies desarrollan en el transcurso del tiempo resistencia y tolerancia a estos contaminantes.

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Constitución Política del Perú de 1993 indica en el artículo 2 inciso 22: “Toda persona tiene legitimidad a la paz, a gozar del tiempo libre y al ocio, así como a gozar de un entorno consolidado y conveniente a la formación de su vida”. Ante ello, según cifras estadísticas de la OMS (2004) reporta que, El 99% de menores damnificados por las exposiciones más altas de plomo viven en países de ingresos bajos y medianos, indicando que el panorama es preocupante ya que a nivel mundial el 49% de niños con una edad menor a 5 años presentan en la sangre niveles excedentes a 5 µg/dL y el 16% de ellos contiene niveles por encima de 10 µg/dL. Esto quiere decir que el mayor porcentaje de la población se encuentra en lugares de actividad minera – metalúrgica donde no se establecen controles de la concentración de sus minerales.

Según GARCÍA (2013) infiere que “Una de las situaciones críticas del país, es el caso de la Provincia Constitucional del Callao, ya que aquí se reconocieron 3999 hectáreas bajo facultad minera, lo que representa el 28,31% de su área. A este embarcadero llegan minerales provenientes de las distintas regiones de actividad minera en el Perú para ser embarcados y exportados. Este puerto representa el más importante centro de depósito de minerales del Perú, pero por su posición afecta a la vitalidad de la población, ya que estos minerales quedan impregnados en el aire y suelos de este territorio, siendo el mineral predominante el plomo” (p.2). Según la OEFA (2011) los valores de este mineral son alarmantes, ya que en los asentamientos humanos se encuentran valores de 10000 mg/kg de plomo, que representa 5 veces más el límite permisible.

Ante ello GARCÍA (2013) sostiene que “los Asentamientos Humanos ubicados cerca al puerto, se encuentran afectados por la alta exposición a metales tóxicos, básicamente el plomo, ya que las empresas de facultad minera dedicadas al depósito y exportación de minerales como el plomo se encuentran próximas”(p.3). Ante ello MINSA (2013) reportó que los niños ubicados en estos asentamientos presentaban 4.8 % con 10 µg/dL intoxicación grave, el 23.8% con intoxicación leve, el 65.6% con intoxicación moderada y el 5.9% intoxicación severa.

La contaminación por plomo en el suelo generado por los depósitos de minerales ubicados en la Av. Néstor Gambetta – Callao, es desfavorable para la población y el

hábitat en general, considerándose los más damnificados los asentamientos humanos cercanas a la zona de influencia, como en este caso el parque Ramón Castilla – Callao, el cual se encontró 980 mg/kg de concentración de plomo, que sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Residencial/Parques que es 140 mg/kg de concentración de plomo, lo que estaría repercutiendo en la calidad de suelo y en la condición de salubridad de la población mediante la adsorción o ingesta de este compuesto, convirtiéndose en un gran problema tanto ambiental como de salud.

Es por ello la importancia de esta investigación, donde se empleará una especie endémica del Perú (*Fuertesimalva Echinata*) y una especie invasora (*Urtica Urens*) para poder reducir el impacto de este contaminante en el suelo, además se utilizó gallinaza como fertilizante natural, promoviendo así la utilización de materia orgánica producida en las empresas avícolas, de esta manera se podrá reducir la presencia de plomo y la mejora de las condiciones fisicoquímicas del suelo.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

DIEZ, J. (2015) especifica en su investigación **“Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados: Evaluación de plantas tolerantes y optimización del proceso mediante prácticas agronómicas”**, se seleccionaron 6 puntos de los centros poblados de Vinhais y Samil, para la recolección de la muestra representativa, se tuvieron 3 tratamientos, 5 réplicas por cada uno. El objetivo de este estudio fue determinar a la especie hiperacumuladora de Cromo. Los resultados mostraron que la acumulación de Cr, se dio en la parte terrestre de *C. ladanifer* y *S. viminalis*, mientras que en *B.juncea*, la mayor presencia de Cr se dio en sus hojas y tallo. Por ello se concluyó que *B.juncea* se reportó valores máximos de hasta 1014 mg/kg de Cr, lo cual indica que esta especie es considerada hiperacumuladora (>1000 mg kg⁻¹).

COUSELO, José y CORREDOIRA, Elena (2014) en su artículo científico **“Respuesta de Plantas de Álamo a elevadas concentraciones de Plomo”**, se tuvo tres tratamientos con 3 réplicas cada uno, ya que se sometió a esta especie a diferentes concentraciones de plomo, las cuales fueron 1.5 mL, 1.8 mL y 3 mL. El objetivo de este estudio es analizar la reacción del Álamo hacia distintas concentraciones de plomo. Los resultados mostraron que con la dosis de 1.5 mL de Pb la mayor acumulación se dio en la parte aérea de la planta. Con la dosis de 3 mL de Pb se logró una acumulación de 60% en la

parte aérea y 39% en las raíces. Con la dosis de 1.8 mL de Pb se determinó una acumulación en la parte aérea de 6.5 mg/kg de Plomo, aunque la acumulación se dio de manera mayoritaria en las raíces. Por ello se concluyó que el Álamo es una especie fitoextractora, ya que retiene el contaminante en las raíces.

GARCIA, Elizabeth, GARCIA, Edelmira, JUAREZ, Luis (2012) en su artículo científico **“La respuesta de Haba (*Vicia faba*, L.), se tuvo tres tratamientos, ya que se evaluó tres indicadores del crecimiento y desarrollo de la especie, cada uno de estos tuvo 4 réplicas**. El objetivo de este estudio fue determinar la acumulación y adsorción de plomo en las partes morfológicas de la especie. Los resultados mostraron que la raíz fue el miembro que más absorbió cadmio, siguiéndole a esta, la hoja, el tallo y la vaina. Como especie en general acumuló rangos de entre 8.6 y 65.2 mg/kg de cadmio. Por ello se concluyó que *Vicia faba* es una especie con la capacidad de tolerar, absorber cadmio en sus partes morfológicas.

GONZÁLEZ, Isabel, MUENA, Victoria, CISTERNAS, Mauricio (2015) en su artículo científico **“Acumulación de cobre en una comunidad vegetal afectada por contaminación minera en el valle de Puchuncaví, Chile central”**. El objetivo de esta investigación fue identificar especies hiperacumuladoras representativas de las condiciones chilenas. Evaluó veinte especies pseudometalofitas, que se encuentran dentro de un área, afectada por la contaminación minera. Las especies fueron seleccionadas según el grado de acumulación que cada una poseía en su sistema, donde se evidenció una mayor media acumulativa de entre 200-600mg/kg de cobre. El vegetal con mayor concentración de cobre fue *Oenothera affinis* ya que acumuló 614 mg/kg de cobre.

HOYOS, Marlon, GUERRERO, Ana (2013) en su artículo científico **“Bioacumulación de plomo y cadmio en *Brassica oleracea* SUBSP. CAPITATA 8L.) METZG. y *Raphanus sativus* L”**. El objetivo de esta investigación es determinar la concentración de cadmio y plomo en estas especies. Se realizó dos tratamientos con 4 repeticiones, que se evaluaron cada 60 días. Los resultados reportan que *B. oleracea* subsp. capitata (L.) Metzg acumuló en sus hojas un valor de 127.75 mg/kg de plomo, siendo este, la concentración mayor y 180 mg/kg de cadmio. Mientras que *R. Sativus* L., presentó un pico de concentración de plomo en las raíces con un valor de 112 mg/kg y 125.5 mg/kg de cadmio.

RODRIGUEZ, Juan, RODRIGUEZ, Humberto, DE LIRA, Gerardo (2016) en su artículo científico **“Capacidad de seis especies vegetales para acumular plomo en suelos contaminados”**. El objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad de *R. communis*, *S. sudanense*, *C. ciliaris*, *H. annuus*, *N. tabacum* y *B. campestris* para acumular plomo. Se utilizaron dos concentraciones del metal, con cuál se tuvieron 12 tratamientos, con tres repeticiones cada uno. Los resultados reportaron que en la concentración de 500 mg/ kg de Pb, *N. tabacum* acumuló 3.27 mg/kg en la raíz y 3.08 mg/kg en la parte aérea. Mientras que, en la concentración de 1000 mg/kg de Pb, *R. communis* acumuló 6.79 y 3.94 mg/kg de Pb en raíces y parte aérea, respectivamente.

GONZÁLES, Isabel y NEAMAN, Alexander (2015) en su artículo **“Evaluación de la tolerancia al cobre de dos poblaciones de *Oenothera picensis* Phil. Subsp. *picensis* (Onagraceae)”**. La investigación tuvo como objetivo evaluar la capacidad de la especie Onagraceae para acumular Cobre. Empleó dos poblaciones de la especie Onagraceae, para evaluar la capacidad de tolerancia hacia el plomo, se usó dos poblaciones de Onagraceae para evaluar la tolerancia hacia el cobre. Las especies fueron sometidas a concentraciones de 0 y 0.16 mL de Cu durante un mes, donde se pudieron observar signos de toxicidad. Los resultados reportan que *O. picensis* logró acumular un rango de 857 mg/kg a 2517 mg/kg de Cu en su sistema.

PAIVA, Greta (2015) específica en su investigación **“Fitorremediación de suelos contaminados con plomo utilizando *Amaranthus spinosus* – *Amaranthaceae* en Cusco del 2015”**. El propósito es evaluar la capacidad absorbente y acumulativa de plomo en las partes morfológicas de *Amaranthus spinosus* sometido a diferentes concentraciones de plomo. Se contaminó artificialmente a partir de acetato de plomo con concentraciones de 0 (testigo), 200, 400 y 600 mg/kg de plomo. Las macetas siguen un estadístico de bloques factorial de 3 x 4 con 4 repeticiones. Logró como producto que la absorción de metales pesados por *Amaranthus spinosus* se realizó con más potencial en las partes terrestres (raíces) reteniendo 600 mg/Kg de suelo. Por lo que se dedujo que *Amaranthus spinosus* generó una acumulación sucesiva de este metal en sus diversos órganos, Por lo que no se evidenció ninguna secuela negativa en la planta y su desarrollo en el tamaño o crecimiento se dio con normalidad.

MENDOZA, Martel (2014) en su investigación **“Acumulación de metales pesados en *Beta vulgaris* L. y *Lolium perenne* L. de suelos de cuemanco”**. El objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad de las dos especies para acumular metales

pesados. Su procedimiento fue ex situ, con 10 muestras en un lapso de 16 semanas de experimentación, finalizando que ambos vegetales son hiperacumuladoras. Además se analizó la reducción en la carga contaminante de metales pesados posterior a la cosecha para ambos procedimientos. Por último se consiguió que la acumulación de Plomo fue considerable en la raíz de *Lolium perenne* con 467.5 mg/Kg y *Beta vulgaris* L en hojas con 681.66 mg/Kg.

CALLIRGOS, Cristina (2014) en su investigación **“Evaluación de la capacidad fitorremediadora de la especie *Chrysopogon zizanioides* mediante la incorporación de enmiendas en relaves mineros”**. El objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad de fitorremediación de la especie en mención mediante la incorporación de enmiendas en relaves mineros. Se tuvieron 5 tratamientos, ya que a la especie se le añadió 5 tipos de enmiendas orgánicas e inorgánicas, el proyecto tuvo una duración de 90 días. Los resultados mostraron que *Chrysopogon zizanioides* tiene la posibilidad de fitorremediación por lo consiguiente redujo una concentración de plomo original de 1577 mg/kg hasta 1190 mg/kg, la acumulación tuvo lugar más en las hojas que en las raíces, con un 24% de la concentración inicial de plomo.

WANG, Mensah (2017) en su investigación **“Aplicación de *Bidens Maximowicziana* para la extracción de plomo en suelos agrícolas”**. El objetivo fue evaluar el potencial de acumulación de la especie en mención. Se localizó que *Bidens maximowicziana* es una especie reciente superacumuladora de plomo, que posee destacada tolerancia y potencial para retener Pb, hallando una mayor concentración de plomo en las raíces de 1509 mg/kg y concentraciones de plomo en tallos y hojas de 2164.7 mg/kg, por lo que finaliza que esta especie tiene características aptas para reparar los suelos contaminados por plomo.

ALDRICH, Michelle y ELIZEY, Jacob (2014) en su artículo científico **“La utilización del EDTA en la especie Mezquite para el análisis de sus efectos en la adsorción del Plomo”**. El objetivo de esta investigación fue determinar el potencial de acumulación de plomo en Mezquite. Se comprobó el potencial de *Prosopis* spp para absorber Pb en su parte subterránea, así como para conducir este metal en sus tallos y hojas, seguidamente se agregó el compost en su ensayo y se consiguió valorar que se obtuvo un aumento de adsorción de Pb en los tejidos de la especie empleada, con un aumento de un 20% en la adsorción del metal en las hojas.

DÍAZ, María (2017) en su investigación, donde determina la **capacidad Acumulativa de Urtica urens para remediar suelos contaminados de la Oroya en Junin**. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la capacidad acumuladora de la Ortiga. Realizó 5 repeticiones del tratamiento, tuvo una duración de dos meses, donde se obtuvieron resultados antes y después de cada tratamiento. Se obtuvo como resultado que Urtica urens logró acumular en sus hojas 84,34 mg/kg de plomo y en sus raíces obtuvo una acumulación de 25,06 mg/kg.

RIOS, Ana (2017) en su investigación donde empleó **las especies *Lolium perenne*, *Pelargonium hortorum* y *Fuertesimalva echinata* para comparar las eficiencias en la reducción de Plomo en suelos agrícolas de Huamantanga**. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar las capacidades fitorremediadoras de las especies mencionadas. Se tuvieron 3 repeticiones por cada especie, ya que las mediciones de la concentración de plomo y parámetros fisicoquímicos se realizaron a los 29, 48 y 70 días de expuestas las especies al suelo. Se tuvo una concentración inicial de plomo de 402,80 mg/kg, y las mediciones a los 70 días, reportaron los siguientes resultados: El tratamiento con Rye Grass contenía 59,06 mg/kg de plomo, obteniéndose así un 75% de eficiencia, el tratamiento con Geranio contenía 105,79 mg/kg de plomo, obteniéndose así un 69% de eficiencia, el tratamiento con Malva contenía 115,20 mg/kg de plomo, obteniéndose así un 68% de eficiencia.

CHÁVEZ (2014) en su investigación, **donde empleó especies nativas para remediar suelos contaminados por plomo**". Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la capacidad de fitorremediación de Calamagrostis, Nicotiana y Vetiver. Se realizaron tres tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, con un periodo de 3 meses. Se finalizó que la Nicotiana posee un deseable potencial de fitorremediación por su acrecentamiento de biomasa aérea, la cuantiosa concentración de biomasa con 276.7 ppm de acumulación en la zona radicular, y 96.5 ppm acumulada en la zona aérea, extracción del metal (0.3 mg de Pb), potencial natural de transferir el metal hacia las hojas y tallos, y retención del metal en la raíz (Factor de Translocación: 0.39) y a su mejor adecuación a otras circunstancias climáticas.

JEREZ (2016) en su investigación **“Evaluación de Cajanus cajan (arveja) para la fitorremediación de lixiviados de vertederos que contienen cromo y plomo”**. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la capacidad de la especie en mención como fitorremediadora de metales. Se tuvieron dos tratamientos, uno por cada metal, con 4

repeticiones cada uno. Los productos alcanzados reportaron que para el suceso de acumulación de cromo, un 20,9% de este se encuentra en hojas y tallos de la especie, mientras que en la parte terrestre se encuentra un 79,1%. Para el suceso del plomo, se localizó un 5,8% de acumulación en hojas y tallo y un 94,2% en la raíz. Finalmente, se delimitó que *Cajanus cajan* reduce en un 80,4% el nitrógeno contenido en los lixiviados.

ARMIENTA, María y RUIZ, Esther (2012) en su artículo científico “**Acumulación de Arsénico y Metales pesados en maíz en suelos cercanos a Jales o Residuos Mineros**”. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la acumulación y efectos del plomo en la especie. Se tuvieron 4 sustratos, y se realizaron análisis en la planta cada 30 días durante 5 meses. Se determinó mediante sustratos, las diferentes concentraciones de Zn que oscilaban de 175.2 a 16193 mg/kg y concentraciones de Pb que oscilaban de 66.5 a 6166 mg/kg. Después de 70 días de crecimiento del maíz, el Zn presentó concentraciones que oscilan de 54.7 a 3555.4 mg/kg y el Pb de 11.1 a 320.3 mg/kg en las raíces. En la parte aérea se determinaron contenidos entre los rangos 30.8 a 519.8 mg/kg para el Zn y rangos de 3.7 a 38.5 mg/kg para el Pb.

MAGUIÑA, Luisa (2016), en su investigación titulada “**Determinación de la capacidad fitorremediadora de *Lupinus mutabilis sweet* (chocho o tarwi) en suelos contaminados con cadmio**”. El objetivo de esta investigación fue determinar la capacidad fitorremediadora del tarwi en suelos contaminados por cadmio. Se sometió a las especies a cuatro concentraciones de cadmio, las cuales fueron de 4, 8, 12 y 16 mg/L de Cadmio, por ello se tuvo 4 tratamientos y un control To. Los resultados reportan que la mayor acumulación de cadmio fue 3.13 mg/kg en raíces, 0.15 mg/kg en el tallo y 0.13 mg/kg en foliolos.

CASTRO, José (2013), en su investigación donde emplea ***Capsicum annuum* L. para remediar suelos contaminados por metales pesados**. El objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad de *Capsicum annuum* para acumular metales pesados tales como Zn, Ni, Cd, Pb y Cu. Se tuvieron dos tratamientos, uno de ellos con *Capsicum annuum* agregado con micorrizas HMA, y el otro solo con micorrizas. Los resultados reportaron una acumulación máxima de Pb en fruto de 156.66 mg/kg, de Pb en raíz de 238.33 mg/kg.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 BIOACUMULACIÓN

MARRECO, J et al. (2012) refiere “Cuando una especie es potencialmente adaptable a crecer y desarrollarse en suelos con grandes cargas contaminantes de metales pesados, cargas contaminantes que resultan dañinas inclusive en plantas adyacentemente vinculadas a esta. Estas especies son tomadas en cuenta como aptas y capaces de retener el metal del suelo en sus raíces, que posteriormente luego se movilizaran en sus epitelios” (p.53).

(Mendoza, 2014) La acumulación de contaminantes se desarrolla mediante las raíces y las hojas en sus órganos de estomas y la cutícula de la epidermis. Este desarrollo se suscita en la rizodermis de las raíces nuevas, que transportan los complejos obedeciendo circunstancias externas, tal como propiedades fisicoquímicas, las cuales son la temperatura y el pH del suelo. Es considerada una planta acumuladora, cuando esta se adapta, tolera y sobrevive en un suelo con alto contenido de metales, reteniendo el metal en su sistema. Luego de traspasar la membrana, la carga contaminante es racionada a través de los epitelios de la especie, los contaminantes que se absorben por las raíces, se movilizan hacia la parte aérea (hojas y tallo). (p.11)

1.3.2 PLOMO

OMS (2014) define como: “Metal natural que se localiza en la corteza terrestre de la Tierra, las actividades humanas relacionadas con la liberación de este metal al ambiente son las actividades industriales, mineras y metalúrgicas. En el entorno, el plomo se puede encontrar en el aire como material suspendido, el agua, el suelo y los ecosistemas en general. Las rutas de exposición humanas son la inhalación tanto oral como dérmica”. La retención de plomo en la sangre, dientes y huesos puede ser usado para identificar la exposición”. Una vez el plomo adherido al suelo cabe la posibilidad de que siga cuatro rutas: fijarse en el cuerpo receptor mediante el ciclo acuoso, combinarse con contenido orgánico del suelo, retenidos por flora y fauna de la biota o transportar aguas subterráneas o superficiales (García, 2015).

De otra manera el plomo al formar un vínculo con el cuerpo receptor, en este caso suelo, modifica características físicas principalmente pérdida de fertilidad; consecuencias químicas, los cuales son disminución de la fecundidad del suelo generado por la disminución de fauna y flora, y consecuencias biológicas tales como reducción cualitativa y cuantitativa del crecimiento exponencial de comunidades bacterianas. (Rábago, Aracial, 2013).

1.3.3 FUENTES DE CONTAMINACION DE PLOMO

Ubillus (2013) En nuestro país, podemos catalogar los orígenes de contaminación del plomo en distintas fuentes ya sea suelo, agua y aire, disponiendo como mención la clasificación química tradicional de la química en:

- Fuente Inorgánica
- Fuente Orgánica

FUENTES INORGANICAS: Constituida por la carga contaminante en este caso el metal y sus diversas aleaciones. Generalmente las fuentes de origen inorgánico son:

- **Minería:** El Perú y México son los principales generadores de plomo, es decir la actividad minera es altamente activa, y generalmente se ubica en los andes, los procesos de extracción y concentración inicial del mineral o minerales (García, 2015).
- **Metalurgia:** Procesos por el cual, a partir de cargas minerales se adquieren los metales correspondientes, el plomo es refinado, en una gran proporción. Esta labor se realiza en la Refinería de la Oroya, donde mediante sus ductos aéreos, se emiten restos de azufre y óxidos a la atmósfera, además que otros residuos sólidos son vertidos al Río Rímac, en consecuencia en la actualidad La Oroya, es un depósito activo de restos de metales tóxicos (Ubillus, 2013).
- **Industria de acumulación de plomo:** En este proceso industrial, se utiliza como compuesto principal, el PbO (plomo litargirio), para la utilización en la generación de placas (García, 2015).
- **El área de recubrimientos:** Se ha utilizado y continua consumiendo, óxidos de plomo y sales, para obtener tonos blancos y amarillos (Ubillus, 2013).
- **Municiones de armas:** La cápsula fulminante posee como componente principal al dióxido de plomo y al estifnato de plomo, estos átomos pequeñas, se descartaban, por medio de los camiones basureros (García, 2005).
- **Industria del Vidrio:** Emplea aditivos, para que los vidrios posean o muestren definidas características, para alcanzar alguna propiedad de dureza o resistencia al calor (Ubillus, 2013).
- **Cosméticos:** Los colorantes pilíferos contienen en su estructura como componente activo, el acetato de plomo, uno de los orígenes de contaminación se debe a que durante el procedimiento del teñido, una porción de la capacidad, es descartado por el desagüe (Ubillus, 2013).

- Cañerías: Actualmente los edificios, industrias y casas antiguas, poseen red de ductos de plomo, se sabe que en un lapso de tiempo, parte del contaminante en este caso plomo se transforma en sales de plomo como cloruros y carbonatos (García, 2015).

FUENTES ORGÁNICAS: Las fuentes orgánicas más característicos, son los producidos de alquilo de plomo y el tabaco, pero mientras los derivados de plomo alquilio, cambian las condiciones del aire, el tabaco, altera y daña el espécimen humano, a causa de que la deglución de tabaco, ocasiona gases que son inmediatamente impregnados por el cuerpo, por los siguientes sistemas: circulatorio, digestivo y respiratorio. (García y Dorronsoro, 2014)

1.3.4 CONTAMINACION DE PLOMO EN EL SUELO

La fuente de contaminación del suelo son principalmente partículas de aire suspendidas y aguas contaminadas por la industria.

Las concentraciones habituales en el suelo no contaminado están entre 5 – 25 mg/kg. En áreas contaminadas se pueden hallar en el suelo concentraciones de hasta 8 g/kg. En trayectos de 1 hasta 25 metros de las vías de tránsito principales, las concentraciones de plomo en los suelos pueden llegar hasta los 2 000 mg/kg.

En los suelos próximos a fundiciones se han determinado concentraciones de plomo tan altas como 60 000 mg/kg. En los suelos urbanos, el plomo aparece como una mezcla de polvo, restos de pintura y partículas atmosféricas con plomo que se sedimentan en el suelo. Puesto que el plomo no se disipa, se biodegrada o decae, cuando se deposita en el suelo puede ser una fuente de exposición a largo plazo. El plomo queda inmóvil en el componente orgánico del suelo, quedando retenido en las capas superiores (2 cm – 5 cm) de los suelos no alterados o en las capas más profundas cuando se ha removido. (Oriundo y Robles, 2009)

1.3.5 MOVILIZACIÓN DE PLOMO EN EL SUELO

Los metales pesados inserido a los suelos se redistribuyen lentamente entre los componentes de la fase sólida. Dicha redistribución se caracteriza por una rápida retención inicial y posteriores reacciones lentas, dependiendo de las especies del metal, propiedades del suelo, nivel de introducción y tiempo. (Han, 2003)

Los componentes que influyen en la movilización de metales pesados en el suelo son:

pH: El pH es el parámetro indispensable en la conducta de los metales, el cual determina la adsorción y desorción, interviniendo en el sentido que tome el metal en el suelo, este modifica la carga de las arcillas, MO y óxidos. El incremento de pH causa aumento de adsorción y retención de los cationes, siendo la relación indirectamente

proporcional donde ocurre un decrecimiento del pH e incrementándose la solubilidad del metal (Pérez, 2015).

Tabla 1. Reacción del suelo pH

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Fuertemente ácido | 5,1 – 5,5 |
| Moderadamente ácido | 5,6 – 6,0 |
| Ligeramente ácido | 6,1– 6,5 |
| Neutro | 6,6 – 7,3 |
| Ligeramente alcalino | 7,4 – 7,8 |
| Moderadamente alcalino | 7,9 – 8,4 |

Fuente: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2017.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: La cuantificación de la Conductividad Eléctrica nos permite estimar la cantidad de sales disueltas en una fuente. El incremento de la C.E mejora la formación de enlaces químicos, mejorando así la movilización de los metales. (Diez, 2008).

Tabla 2. Cuantificaciones de Conductividad Eléctrica.

| Conductividad eléctrica | | Contenido de sales disueltas |
|--------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| CE μ/cm | Riesgo | mg/l o ppm |
| 0 – 250 | Bajo | 160 |
| 250 – 750 | Medio | 160 - 480 |
| 750 – 2250 | Alto | 480 – 1440 |
| Más de 2250 | Muy alto | Mayor de 1440 |

Fuente: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2017.

MATERIA ORGÁNICA: Es un parámetro vital ya que interfiere o influye en las reacciones fisicoquímicas de adsorción e inmovilización de metales (Diez, 2008)

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO: La CIC se ve influenciado por el pH del suelo, arcillas, MO y óxidos. Entre arcillas y CIC existe una relación directamente proporcional, ya que a mayor presencia de arcillas habrá una mayor capacidad de intercambio catiónico, como consecuencia de esta, los metales son adheridos con mayor eficacia, esto se debe a que se restringe la movilidad y solubilidad del metal. La CIC incrementa la capacidad de descontaminación de los suelos y los

sólidos para adherir los contaminantes en la capa superior del suelo, la adhesión va estar influenciada por las propiedades de cada metal (valencia y radio iónico), produciéndose un incremento en la adhesión y una disminución la valencia y el radio iónico (Pérez, 2015).

Tabla 3. Tipos de Capacidad de Intercambio Catiónico

| | |
|----------------|----------|
| < 5 meq/100 gr | Muy baja |
| 5 - 10 | Baja |
| 10 – 15 | Medio |
| 15 – 20 | Alto |
| >20 | Muy alto |

Fuente: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2017.

ESTRUCTURA: La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Los horizontes de los suelos arenosos y franco arenosos en su mayoría carecen de estructura, ya que son de grano suelto, esto a consecuencia del bajo contenido de arcilla, cementantes, materia orgánica y floculante.. Caso contrario con los suelo de tipo arcillosos son masivos en virtud a que el tiempo de deposición de los materiales ha sido corto y no han permitido que actúen los procesos encargados de la formación de la estructura (Anónimo, 2016).

TEXTURA: El tamaño y el espacio poroso contribuye en la retención de metales, la retención depende de la proporción de arcilla, ya que un suelo con partículas finas genera un incremento de la superficie reactiva del suelo y esto genera un incremento de la CIC, las cargas de la superficie se eleva generando la adhesión de los cationes del metal (Pérez, 2015)

ANALISIS GRANULOMETRICO

Por granulometría o análisis granulométrico de un suelo se entenderá todo procedimiento manual mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del suelo según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan las mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo del suelo en cada una de ellos. En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra.

1.3.6 DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL SUELO

La disponibilidad de agua en el suelo, es la capacidad del ecosistema de almacenar agua en periodos de precipitaciones, para luego liberar paulatinamente durante periodo seco o estiaje (ANGULO, 2015). Asimismo, está estrechamente relacionada con parámetros del suelo como la capacidad de campo, punto de marchitez permanente y estrés hídrico, los cuales se definen a continuación:

CAPACIDAD DE CAMPO

Se define como la cantidad de agua que el suelo puede retener, cuando llega a su punto de saturación después de verter agua (Mariño Macana, y otros, 2016). Además, por lo general cuando se dan las condiciones de lluvia o riego, se debe medir la capacidad de campo antes de 48 horas.

PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE

Es el potencial hídrico del suelo más bajo, en el cual las hojas de las plantas no recobran su turgencia. En este punto, el agua no estaría disponible para la planta y se produciría su muerte. Por lo tanto, el punto de marchitez permanente depende de las condiciones climáticas que presente el suelo y de la conductividad hidráulica (Mariño Macana, y otros, 2016).

ESTRÉS HÍDRICO

El estrés hídrico se da cuando la disponibilidad de agua en el suelo se reduce o aumenta excesivamente, causando un efecto negativo sobre su crecimiento, desarrollo o productividad de la planta. (Mariño Macana, y otros, 2016).

1.3.7 MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica está constituida a base de despojos de animales y vegetales en putrefacción. La índole de la masa orgánica del suelo pertenece a los agentes primordiales con relación a la liberación y acumulación de metales pesados por los siguientes argumentos: tiene alto potencial de acumulación de metales pesados, que aquellos al ser eliminados de la materia orgánica crean inmediatamente una relación con las plantas, y son retenidas por ellas. (Layton, Beamer. 2012) La adhesión del material contaminante (metales pesados) a otros compuestos del suelo necesita generalmente de la existencia de complejantes orgánicos y del pH (Martín, et.al. 2013). Generalmente la masa orgánica está constituida por sustancias húmicas y no húmicas, las sustancias húmicas se estructuran, básicamente en tres tipos, tales como: la humina, ácidos húmicos y ácidos fulvicos (Schindler, 2014).

1.3.8 BENEFICIOS DE LA GALLINAZA

La materia orgánica tiene consecuencias sobre los parámetros físicos del suelo, creando agregados y brindando consistencia estructural, juntándose a las arcillas y creando la relación de cambio, beneficiando la permeabilidad del agua y su retención, reduciendo el deterioro y beneficiando la reciprocidad gaseosa. Cuando se apunta a la consecuencia sobre las características químicas del cuerpo receptor (suelo), incrementa la amplitud de variación del suelo, la provisión de alimentos para el desarrollo vegetal, quelación de los metales regulariza el pH del suelo, en cuanto a su efecto sobre las características biológicas, coopera con los procesos de mineralización, el acrecentamiento de la superficie vegetal, que brinda alimentos a la comunidad microbiológica e induce el crecimiento de la planta en una estructura ecológica armónica. Julca, et.al (como se citó en Graetz, 1997, párr.2)

1.3.9 GALLINAZA

(Estrada ,2015) La gallinaza se obtiene de los excrementos de las gallinas, plumas y los materiales que se usan como cama en los gallineros que se desploman al piso y se combinan. Aquel prototipo de gallinaza contiene un elevado porcentaje de humedad y elevados niveles de nitrógeno, que se evapora velozmente, generando daños y fuertes olores, perdiendo condición como fertilizante natural. Para poder resolver esta cuestión es imprescindible secar la gallinaza a temperatura ambiente y en sombra para que los microorganismos puedan transformar los diferentes componentes en materia prima, que puede ser aprovechada por las especies vegetales. La gallinaza seca contiene una elevada cantidad de nutrientes, este valor depende del tiempo y la velocidad del secado, así como de las propiedades de N, P (), K (). Esto tiene singular trascendencia en el caso del nitrógeno y el fósforo.

Tabla 4. Parámetros Físicoquímicos de la gallinaza

| Parámetros | Rango |
|------------------------------------|--------------|
| pH (Unidades) | 8 – 9 |
| Humedad (%) | 01 – 02 |
| D.Q.O (mg O ₂ /g M) | 200 - 500 |
| D.B.O (mg O ₂ /g M) | 200 – 400 |
| Nitrógeno Total (mg N/g M) | 3 – 12 |
| Fosforo (mg P/g M) | 5 – 25 |
| Nitratos (mg NO ₃ /g M) | 2 - 16 |

Fuente: Estrada, 2015. *Revista Lasallista de Investigación*

(Estrada, 2015) La empleabilidad de la gallinaza, en cualquiera de sus maneras, deriva de su aportación al suelo de masa orgánica, con lo cual incrementa su capacidad de contención de agua, así como por ser fuente muy rica en componentes nutritivos para las plantas. El empleo de la gallinaza como abono es la alternativa más provechosa para su utilización, tanto porque establece una manera de reciclaje natural como por su bajo costo.

Tabla 5. Caracterización de los tipos de gallinaza

| Parámetros | Gallinaza de jaula | Gallinaza de piso |
|-----------------------|--------------------|-------------------|
| pH | 9.0 | 8.0 |
| Conductividad (mS/cm) | 6.9 | 1.6 |
| Humedad (%) | 57.8 | 34.8 |
| Potasio | 1.9 | 0.89 |
| Carbono orgánico (%) | 19.8 | 24.4 |
| Materia orgánica (%) | 34.1 | 42.1 |
| Nitrógeno (%) | 3.2 | 2.02 |
| Relación C/N | 6.2 | 12.1 |
| Fósforo | 7.39 | 3.6 |

Fuente: Estrada, 2015. *Revista Lasallista de Investigación*

1.3.10 FITORREMEDIACIÓN

Se denomina como Phyto = planta y remediación = mal por corregir, es un recurso que se utiliza plantas para remover, transferir, estabilizar, acumular, destruir contaminantes (orgánicos e inorgánicos) en suelos, lodos y sedimentos, y puede aplicarse tanto in situ como ex situ. (Agudelo, 2005)

(Núñez, et.al,2014) define como “Tecnología sostenible que tiene como principio la utilización de especies vegetales para aminorar in situ la carga contaminante o efecto dañino de fuentes orgánicas e inorgánicas de suelos, sedimentos, agua, y aire, que se generan a partir de procedimientos biológicos y químicos ejecutados por especies vegetales y microorganismos incorporados a su estructura o vía de raíz lo cual conlleva a la reducción, mineralización, degradación, volatilización y estabilización de las diferentes formas de contaminantes” .

(Núñez, et.al, 2014) clasifica a la fitorremediación, de acuerdo a su estrategia:

- Fitodegradación, Tiene como fundamento la aplicación de especies vegetales para degradar o transformar en componentes menos dañinas diversos tipos de contaminantes orgánicas como hidrocarburos aromáticos polinucleares, hidrocarburos totales del petróleo, plaguicidas, compuestos organoclorados, explosivos, surfactantes y metales.
- Fitoestimulación, en este suceso los exudados de las raíces de las plantas incitan el desarrollo de microorganismos idóneos para degradar cargas contaminantes orgánicas (Huerta, 2017).
- Fitovolatilización, las especies vegetales son idóneas para absorber, metabolizar y transportar contaminantes desde su parte terrestre hasta sus partes aéreas y soltarlos a la atmósfera en formas gaseosas, menos dañinas o condicionalmente menos tóxicas (Jara, 2014)
- Fitoestabilización, este tipo de técnicas utiliza a las especies vegetales que acrecentan una densa estructura de raíz, para disminuir la disponibilidad del material contaminante (metales y otros contaminantes) en el entorno por mecanismos de secuestro, lignificación o humidificación (Huerta, 2017).
- Fitoacumulación, se aprovecha la potencialidad de ciertas especies vegetales para retener contaminantes en sus raíces, tallos o follajes, las cuales pueden ser sencillamente cosechadas. Los contaminantes arrancados son generalmente metales pesados, aunque cabe la posibilidad de retener algún tipo de contaminantes orgánicos y compuestos radioactivos (Jara, 2014)
- Rizofiltración, se basa esencialmente, en promover el crecimiento y desarrollo de plantas acuáticas mediante cultivos hidropónicos, para de esta manera concentrar, adsorber y precipitar metales pesados de aguas residuales alteradas (Huerta, 2017).

1.3.11 FUERTESIMALVA ECHINATA

Según (Jara, et.al, 2014) indica La malva es originaria de los andes de Perú y Bolivia, es una variedad que se desarrolla y crece a grandes altitudes, es deferente planta acumuladora.



Figura 1: Fuertesimalva Echinata

Fuente: Jara, 2014. Catálogo Florístico de plantas peruanas.

- Fuertesimalva echinata (Acumulación de metales en sus tejidos)

La Fuertesimalva echinata se personifica ya que puede localizarse en los sectores andinos del Perú, este vegetal es designado como probable especie superacumuladora, se determina por absorber considerables porciones en sus partes morfológicas y tolerar niveles altos de concentración de metales.

Tabla 6. Taxonomía *Fuertesimalva echinata*

| Árbol Taxonómico | |
|------------------|---------------------------|
| Reino | Plantae |
| Filo | Tracheophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Malvales |
| Familia | Malvaceae |
| Género | Fuertesimalva |
| Especie | Fuertesimalva Echinata |

Fuente: Jara, 2014. *World Plants*

1.3.11.1 DISTRIBUCIÓN

Bolivia (Cochabamba, La Paz), Perú, Argentina (Jujuy, Salta, Tucumán)

1.3.12 URTICA URENS

Planta herbácea vivaracho incesante de hasta un metro de altura, considerada una mala hierba, de cepa bifurcada con tallo erguido y cuadrangular. Crece con escasa luminosidad solar, con temperaturas bajas, suelos húmedos, con pH de 5.5 a 8, puede propagarse a partir de una sola planta vigente en cualquier suelo. (Huerta, 2007, p.132).

Tabla 7. Taxonomía *Urtica urens*

| Árbol Taxonómico | |
|------------------|----------------|
| Dominio | Eucariota |
| Reino | Planta |
| Filo | Spermatophyta |
| Subfilo | Angiosperma |
| Clase | Dicotiledóneas |
| Orden | Urticales |
| Familia | Urticaceae |
| Género | Urtica |
| Especie | Urtica urens |

Fuente: Huerta, 2017. *Invasive Species Compendium*

1.3.12.1 DESCRIPCIÓN

Crece hasta 75 cm de altura, se ramifica en la base. Puede ser una molestia particular porque las cerdas o pelos en sus hojas y tallos emiten una sustancia que causa una sensación de ardor intenso. Se forman racimos de flores pequeñas de color blanco verdoso donde las hojas se unen a los tallos. Las hojas de la semilla son redondas o ligeramente alargadas con bordes lisos y una muesca en la punta. Las primeras hojas verdaderas y todas las hojas posteriores tienen bordes claramente dentados (Andersen, 1968).



Figura 2. *Urtica Urens*

Fuente: Huerta, 2017. *Invasive Species Compendium*

1.3.12.2 BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE URTICA URENS

U. urens se encuentra con frecuencia en suelos de textura ligera, especialmente los ricos en materia orgánica. Responde bien al N y las plantas enteras contienen más del 5% N. La semilla puede permanecer viable durante 20-100 años en el suelo. El surgimiento se ve reforzado por la alteración del suelo y ocurre principalmente desde los 2.5 cm superiores del suelo. Solo el 4% de las semillas viables permanecieron en el suelo

después de 6 años de cultivo, en comparación con el 39% de las semillas viables en suelo no perturbado (Holm et al., 1997). La germinación de la semilla es óptima a 25°C y disminuye rápidamente a temperaturas inferiores a 20 ° C (Andersen, 1968). La germinación es mayor en la oscuridad que en la luz. La mayoría de las plántulas aparecen en primavera, pero la emergencia continúa hasta mediados del verano. Pocas plantas emergen desde finales del verano hasta principios del invierno. Las plantas florecen desde finales de primavera hasta el otoño y mueren por las heladas. *U. urens* es amante de la luz y la distribución de la materia seca no se ve afectada por la intensidad de la luz. Es más competitivo a pleno sol, mientras que el *U. dioica perenne* está mejor adaptado a la sombra (Corre, 1984). Cuando se estresa la sequía, *U. urens* florece varios días antes de lo normal y la cantidad de nódulos con inflorescencias disminuye de ocho a cuatro por planta (Boot et al., 1986). De vez en cuando florece y pone la semilla cuando mide 8-10 cm de alto y antes de que las hojas cotiledonarias hayan caído. Varias sucesiones de inflorescencias se encuentran generalmente en plantas emergentes tempranas. Las semillas que se forman temprano en la temporada pueden producir nuevas plantas en el mismo año.

1.3.13 MECANISMO DE ACCIÓN DEL CONTAMINANTE EN LA ESPECIE (ACUMULACIÓN)

“Los dispositivos de transigencia cambian entre las diferentes variedades de plantas y están establecidos por el prototipo de metal, eficacia de absorción, translocación y secuestro. Las etapas del procedimiento por el cual las especies vegetales incorporan y acumulan metales pesados son los próximos”. Delgadillo, et.al (como se citó en Navarro, 2007, párr.2).

Fase I: Incluye la movilización de los metales pesados dentro de la planta y, después, al interior de la célula. La raíz contiene cargas negativas en sus células, esto en consecuencia de la presencia de grupos carboxilo, que interrelacionan con las positivas de los metales pesados, generando una estabilización dinámica que posibilita la abertura directamente al interior celular, todo ello por sistema apoplástica o simplástica. Delgadillo, et.al (como se citó en Navarro, 2007, párr.3).

Fase II: Ya dentro de la planta, las especies metálicas son secuestradas o acomplejadas mediante la unión de ligando específicos. Entre los quelantes generadas por las especies se pueden encontrar los ácidos orgánicos (ácido cítrico, oxálico y málico), algunos de ellos aminoácidos (histidina y cisteína) y dos tipos de péptidos (fitoquelatinas y metaloteinas). Delgadillo, et.al (como se citó en Navarro, 2007, párr.4).

Fase III: Implica la compartimentalización y detoxificación, procedimiento donde se genera, el complejo ligando-metal dejando inmovilizado en la vacuola.

1.3.14 MARCO LEGAL

LEY N°28611 - LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Artículo I: Del derecho y deber fundamental

Toda persona posee la legalidad irrevocable a vivir en un entorno saludable, prudente y apropiado para el completo desarrollo de la vida, y el deber de cooperar a una verdadera gestión ambiental y de preservar el ambiente, así como sus elementos, consolidando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la protección de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sustentable del país.

GUÍA PARA MUESTRAS DE SUELO D.S. N° 011-2017-MINAM

La finalidad de este manual es primordial para la realización y análisis del suelo, para de esta manera ver el potencial de contaminación, identificar las circunstancias que lo han alterado, es la manera formal que nos brinda un rumbo sobre los procedimientos a proseguir para recolectar dicha porción de muestra, la cantidad de puntos que se debe considerar con respecto al área de estudio.

DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo son adaptables a todo plan y acción, cuyo avance dentro del territorio nacional ocasione o pueda ocasionar riesgos de potencial contaminación del suelo en su emplazamiento y área de influencia.

Tabla 8. Estándares de Calidad Ambiental del suelo

| Parámetros | Uso de Suelo | | | Método de ensayo |
|-------------------------|----------------|---------------------------|--|-----------------------|
| | Suelo Agrícola | Suelo Residencial/Parques | Suelo Comercial/Industrial/Extractivos | |
| Inorgánico | | | | |
| Plomo total (mg/kg MS)* | 70 | 140 | 800 | EPA 3050-B EPA3051 |

*: Concentración de metales pesados

Fuente: Decreto Supremo 011-2017-MINAM.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será el resultado de descontaminación de suelos con plomo usando *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en el Callao?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es la eficiencia fitorremediadora de las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza a distintas dosis en la descontaminación de suelos con plomo del Callao?

¿Cuál es la capacidad de acumulación en hojas y raíces de *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza a distintas dosis para la descontaminación de suelos con plomo del Callao?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Justificación Social: La utilización de las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* como biorremediadores de suelos con concentraciones de plomo, serviría en la mejora de calidad de suelo, las cuales el ambiente tanto para los ecosistemas y para el hombre, serian en beneficio de la mejora de la calidad de aire originada en la zona de influencia más cercana a este tipo de contaminación por depósitos de minerales, así como también a los profesionales especializados en la preservación y conservación del medio ambiente, para de esta manera poder sugerir a estas especies (*Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens*) como una especie vegetal biorremediadora de suelos con concentraciones de plomo.

Justificación Económico: El desarrollo de investigación de fitorremediación de suelos contaminados con plomo es un método sostenible, eficiente y de bajo coste, ya que las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* son especies que crecen en cualquier hábitat, y sus semillas son de fácil recolección y la gallinaza es de fácil acceso, y se obtiene de las granjas de manera gratuita.

Justificación Ambiental: El desarrollo de esta investigación que utilizo las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* para recuperar suelos contaminados por plomo, alcanzaron un objetivo de reducir el plomo existente en el suelo, las cuales están generando una mejor calidad de vida, en la zonas de influencia cercana a este tipo de actividad que contamina los suelos por medio del aire. Además se usará gallinaza que actúa de manera amigable sobre el cuerpo receptor (suelo), enriqueciendo sus propiedades fisicoquímicas, y permitiendo el desarrollo de actividad microbiana, para

de esta manera impedir que la carga contaminante se integre a la cadena trófica, amortiguando impactos en la fauna, flora y salud humana.

Justificación Tecnológico: La tecnología que se utilizó en el desarrollo de investigación es una tecnología fácil de aplicar, para la mejora de los hábitats de los ecosistemas, siendo un método de fácil aplicación, ya que solo se aplicaran residuos orgánicos como la gallinaza, que cambiaran la nutrición del suelo, teniendo como objetivo principal la reducción del plomo existente.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

Hi: El tratamiento de suelos con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* con gallinaza a distintas dosis descontaminará suelos con plomo del Callao.

Ho: El tratamiento de suelos con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* con gallinaza a distintas dosis no descontaminará suelos con plomo del Callao.

1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1.6.2.1 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 1

El uso de las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en distintas dosis logra la descontaminación de suelos con plomo del Callao.

1.6.2.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 2

Las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza a distintas dosis logran acumular el plomo en sus hojas y raíces para descontaminación de suelos del Callao.

1.7 OBJETIVO

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la descontaminación de suelos con plomo usando *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en el Callao

1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la eficiencia fitorremediadora de las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza a distintas dosis en la descontaminación de suelos con plomo del Callao.

Determinar la capacidad de acumulación en hojas y raíces de *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza a distintas dosis para la descontaminación de suelos con plomo del Callao.

II. MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Investigación Aplicada, con enfoque cuantitativo. Ante ello Hernández (2014), menciona: Un enfoque cuantitativo es consecutivo y probatorio, cada secuencia sigue a la otra y no se puede omitir pasos. De acuerdo a las problemáticas de la investigación se determinarán las hipótesis y variables, además se establecerá el tipo de diseño y se medirán las variables, después se realizarán sus mediciones correspondientes de acuerdo al método estadístico que se emplee y por último las conclusiones deberán ser desarrolladas de acuerdo a la hipótesis que se planteó.”(p.4)

Asimismo, el estudio es de Nivel Explicativo, ya que se manipularon dos variables, independiente y dependiente. (Hernández ,2014) refiere: Se tiene como prioridad determinar la relación entre la variable dependiente e independiente, el cual sería como variable independiente el empleo de *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza, como estímulo que se aplicó para descontaminar concentraciones de plomo en el suelo del Callao

Experimental, según (Hernández, 2014) establece que “Los bosquejos experimentales se utilizan cuando el investigador intenta constituir el posible efecto de una causa que se manipula” (p.130).

Experimento Puro, según (Hernández ,2014) indica que “Son aquellos que reúnen los dos requisitos, para lograr el control y la validación interna: grupo de comparación y equivalencia de los grupos, asimismo pueden utilizar pre pruebas y pos pruebas para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental” (p.188).

2.2 VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

Variable Independiente

- Empleo de *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza.

Variable Dependiente

- Descontaminación de la Concentración de plomo en el suelo.

| VARIABLE INDEPENDIENTE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | UNIDAD DE MEDIDA |
|---|--|---|---|-----------------------------------|------------------|
| Empleo de <i>Urtica urens</i> Y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza. | El tratamiento de suelos con plantas es la capacidad de algunas especies vegetales para remover concentraciones de plomo en sus partes aéreas o radiculares. Las especies a utilizar tolerantes a estas concentraciones de plomo son: la <i>Urtica urens</i> (Ortiga menor) y <i>Fuertesimalva echinata</i> (Malva), pero tiene un agregado que mejorará las condiciones del suelo. fertilizándolo (MARRECO, 2012) | Según Jara, et.al (2014) indica que la <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> son especies originarias de los andes del Perú y Bolivia estas especies tienden a resistir y a tolerar altos niveles de metales pesados, a su vez son especies superacumuladoras, las cuales absorben los metales pesados en su raíces y hojas. La gallinaza se obtiene de la defecación proveniente de las gallinas, es por ello que es un producto orgánico rico en nutrientes, tiene propiedades de tolerar y adsorber a los metales pesados, a su vez aumenta la humedad del suelo y brinda muchos nutrientes. Estrada (2015). | Acumulación de Plomo en <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> | Foliar (Concentración de Pb) | mg/kg |
| | | | | Radicular (Concentración de Pb) | |
| | | | Eficiencia Fitorremediadora | $\%EF = \frac{Ci - Cf}{Ci} * 100$ | % |
| | | | | C inicial – C final | mg/kg |
| VARIABLE DEPENDIENTE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | UNIDAD DE MEDIDA |
| Descontaminación de la Concentración de plomo en el suelo | La concentración es la cantidad de plomo presente en el suelo, que trae como consecuencia la alteración del desarrollo de vida biológica y la alteración del medio (García, Dorronsoro, 2005). | El suelo más la adición de la gallinaza y del sembrado de <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> será analizado al inicio y final de la investigación con la finalidad de determinar si tras la adición de este tratamiento se logró descontaminar el suelo con presencia de plomo proveniente del parque Ramón Castilla- Callao, la gallinaza se aplicara al suelo en dosis de 5%,10% y 20%, tras el periodo de investigación se llevó a analizar el suelo, al cual se le realizó una espectrofotometría de radiación y a las especies cultivadas se les realizo un análisis foliar , con el objetivo de determinar la acumulación de plomo en sus raíces y hojas | Concentración de Plomo en el Suelo | Concentración Inicial Pb | mg/kg |
| | | | | Concentración Final Pb | mg/kg |

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Población:

La población de estudio está representada por los suelos contaminados con plomo del parque Ramón Castilla - Callao. El estudio se realizó en el Parque Ramón Castilla, cuya vía de acceso es: Av. Néstor Gambetta, cruce con la Av. Atalaya, el área del parque fue medido a través de GPS, rodeando el área, el cuál, dio como resultado 2256.6 m².

Unidad de análisis: Los suelos contaminados por plomo del Callao.

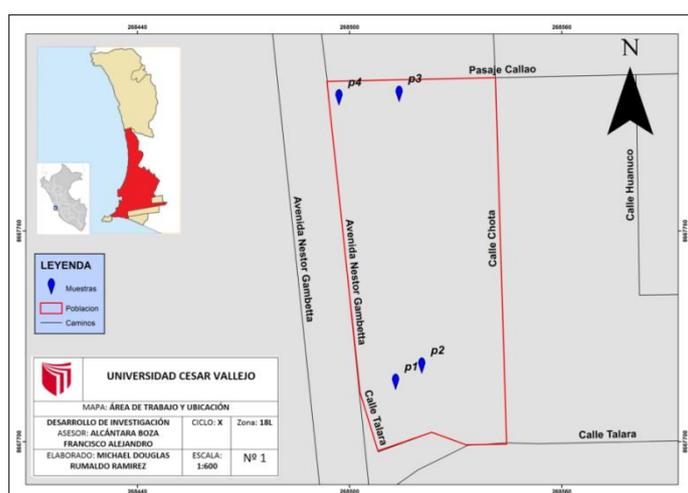


Figura 3. Área de estudio (imagen amplia en Anexo N°4).

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

2.3.2 Muestra:

El muestreo empleado es no probabilístico de tipo de muestreo discrecional, en donde los puntos son elegidos a través de la experiencia y criterios del investigador, para así poder identificar las características del suelo árido que se requiere para la investigación y debido a que la población aledaña al parque Ramón Castilla - Callao requiere de apoyo para la descontaminación y forestación de su parque.

2.3.3 Muestreo:

El muestreo realizado en la presente investigación es aleatorio simple de manera superficial, donde se tomaron 12 puntos en el área de estudio en donde el investigador elige el espacio con características de suelo árido para la obtención de nuestra muestra de suelo para su posterior tratamiento.

A) De acuerdo al Decreto Supremo 011-2017-MINAM en su Guía para el Muestreo de Suelos, se realizó un muestreo aleatorio simple de manera superficial, donde de cada punto indicado se tomó una cantidad de muestra de aproximadamente 6 kg, la cual fue colocada en una bolsa de plástico impermeable para realizar los análisis In Situ.



Figura 4. Muestreo Aleatorio Simple

Fuente: Ministerio del Ambiente (2014).

Asimismo, se realiza el método del cuarteo para la colección de la muestra de línea base, puesto que corresponde a una muestra compuesta.



Figura 5: Método del cuarteo.

Fuente: Ministerio del Ambiente (2014).

B) Para la caracterización de la muestra de suelos, se identificó el área de estudio en el parque Ramón Castilla – Callao, que presentaba las características requeridas. Luego se seleccionó un cuadrante en la zona del parque Ramón Castilla – Callao, del cual se determinó el área a través de un GPS y tal cual como en el caso del parque fue rodeando su perímetro, el cual dio como resultado 549.25 m².

Localización del área de estudio

El parque Ramón Castilla se encuentra en el AA.HH Mariscal Ramón Castilla de la Provincia Constitucional del Callao, y se obtuve las siguientes coordenadas:

Tabla 9. Coordenadas de los puntos del área de estudio

| Puntos | Coordenadas (UTM) WGS 84 | Altura |
|--------|--------------------------|---------|
| P1 | 0268513 E | 18 msnm |
| | 8667717 N | |
| P2 | 0268513 E | 18 msnm |
| | 8667719 N | |
| P3 | 0268514 E | 18 msnm |
| | 8667799 N | |
| P4 | 0268497 E | 18 msnm |
| | 8667798 N | |

Fuente: Tesista - Michael Rinaldo Ramirez.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1 Técnica: La investigación se basó en la técnica de la observación, que es un proceso empírico ya que las mediciones del experimento lo requieren. La observación radica en la inspección sistemática, válida y confiable de la conducta que se manifiesta, la cual puede emplearse en las condiciones que el investigador requiere ya que es participe observando, registrando y analizando los hechos de interés. (FERNÁNDEZ, 2006, p.4)

2.4.2 Materiales, equipos y reactivos utilizados en el Desarrollo de Investigación

Para el desarrollo de la investigación se empleó los siguientes materiales:

Tabla 10. Instrumentos utilizados en el área de estudio.

| Materiales | Equipos | Reactivos |
|------------|-------------------------|-----------------|
| Lampa | Multiparametro PL-700AL | Agua Destilada |
| Pico | pH metro | Buffer Solution |
| Cuarteador | Conductímetro | Ácido |

| Materiales | Equipos | Reactivos |
|--------------------------|--|------------------|
| Cucharones | Anillos de conductividad Hidráulica | |
| Bolsas de Muestreo (100) | Muestreador tipo Liner | |
| Pábilo (5m) | Tubo de Densidad Relativa | |
| Plástico azul (6 metros) | Balanza | |
| Cinta Métrica de Cruceta | Nivel | |
| Plumón Indeleble | GPS | |
| Ficha de Campo | Cámara | |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez.

2.4.3 Etapas de la recolección de datos

Para el desarrollo presente investigación se siguió una serie de etapas, los que nos permitieron llegar al objetivo del estudio, descontaminar suelos con plomo usando *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza. En el siguiente cuadro se detallará las etapas que se realizaron en el proceso de experimentación, para la recolección de datos.

Tabla 11. Técnica e Instrumento de Recolección de datos

| ETAPA | FUENTE | TÉCNICAS | INSTRUMENTOS | RESULTADOS |
|--|--|-----------------|--|--|
| 1. Delimitación del área de Estudio | Salida a Campo | Observación | Anexo N°1:- Formato 5 - Ficha de Ubicación | Determinación de Coordenadas del área de estudio. |
| 2. Recolección y análisis inicial de la muestra de suelo del Parque Ramón Castilla – Callao. | Suelo de Parque Ramón Castilla-Callao. | Observación | Anexo N°1: Formato 1- Ficha de Características fisicoquímicas del suelo y Caracterización de Gallinaza. | Determinación de los parámetros Físicos y Químicos del suelo del Parque Ramón Castilla – Callao. |
| 3. Recolección de Gallinaza | Avícola Granja Alva | Observación | Anexo N°1: Formato 1 -Ficha de Características fisicoquímicas del suelo y caracterización de gallinaza. | Determinación de la parámetros fisicoquímicos de la gallinaza |

| | | | | |
|--|---|-------------------------------------|--|---|
| 4. Tratamientos con Malva , Ortiga y dosis de Gallinaza | Campo | Observación | Celdas de Plástico, Suelo del Parque Ramón Catilla – Callao, Dosis de Gallinaza | Implementación de los Tratamientos |
| 5. Análisis de Tratamientos T1(15 días), T2 (30 días) y T3 (45 días) | Suelo del parque Ramón Castilla – Callao. | Observación | Anexo N°1: Formato 2 - Ficha de muestreo de plomo en el suelo. Formato3 - Ficha de acumulación de plomo en las especies. | Determinación de concentración de plomo en suelo, acumulación foliar y radicular de especies. |
| 6. Resultados Estadísticos | SPSS 24 | Procedimiento de reducción de plomo | DATA SPSS 24 | Prueba de Hipótesis |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Las etapas de investigación se describen a continuación, en donde se emplearon las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, las cuales se dividieron en 6 etapas.

➤ **ETAPA N°1: DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El muestreo se realizó el día 20 de Agosto del 2018 a las 8:00 pm en el parque Ramón Castilla - Callao. Donde, mediante el GPS, se midió el área de la población, siendo este $2256.6 m^2$, además se midió también el área de la muestra, siendo este $549.25 m^2$. Una vez delimitada y calculada el área se obtuvo un cuadrante de estudio, donde se georeferenciaron los 4 puntos, en los que se tomaron las coordenadas (UTM) en el sistema WGS84 por cada punto. (Ver Tabla 9).



Figura 6. Toma de coordenadas con GPS de los puntos del cuadrante de estudio.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Ø ETAPA N°2: RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS INICIAL DE LA MUESTRA DE SUELO DEL PARQUE RAMON CASTILLA

Para comenzar los trabajos en campo fue necesario trasladar al área de estudio los materiales, equipos y reactivos. De esta manera se realizó el muestreo y el posterior análisis de los parámetros in situ del área de estudio.



Figura 7.: Materiales, Equipos y Reactivos utilizados en campo.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

En primera instancia, se realizó el análisis de algunos parámetros en la zona de estudio, los resultados son los siguientes:

Tabla 12. Mediciones Iniciales.

| | |
|-----------------------------|----------|
| Código de la Muestra | MGP |
| Fecha | 20/08/18 |
| Hora | 8:00 pm |
| Temperatura | 19.7 °C |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Luego se procedió a medir el área de estudio con la cinta métrica de cruceta, el cual resultó tener la forma de un polígono de 4 lados de los cuales se obtuvieron las siguientes medidas de cada lado:



Figura 8. Medición de los lados del área de estudio.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Después de delimitar y medir la zona de estudio se procedió, a recoger muestras de suelo, para poder llevarlo a laboratorio y realizar los análisis Físicos y Químicos.

Análisis y determinación de parámetros

a) Preparación de Extracto de suelo

Se procedió a tamizar, la muestra de suelo recolectada en nuestra área de estudio, pasándola por una malla N° ½” para poder homogenizar el suelo, homogenizado ya el suelo, se procedió a extender mi muestra a una altura homogénea, en un plástico.

Para de esta manera poder recolectar una muestra representativa en función al CUARTEO TIPO MALLA.



Figura 9. Cuarteo tipo Malla

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Posteriormente, esta muestra representativa, se pasó por una malla N° 10 (2.0 mm) para poder preparar el EXTRACTO DE SUELO.

Para la preparación del EXTRACTO DE SUELO estuvo en una relación de 1 a 2 para la cual se utilizó una botella, la cual se le añadió 100 g de suelo, posteriormente se le agregó 200 mL de agua destilada, y se le agitó durante 20 minutos con un agitador orbital para obtener una mejor homogenización, posteriormente se dejó reposar 30 minutos para luego filtrarlo y poder obtener el extracto de suelo listo y poder determinar los parámetros físicos y químicos del suelo y la determinación de Cloruros que se detallaran a continuación.



Figura 10. Preparación del Extracto de suelo.
Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

b) Determinación de Parámetros Físicos y químicos:

Parámetros Físico - químicos

Se pudo determinar estos parámetros físicos y químicos mediante el acondicionamiento de la muestra donde se utilizó el método del cuarteo tipo malla de acuerdo a la guía de muestreo de suelo del D.S.011-2017-MINAM, para obtener una muestra representativa y poder obtener un extracto de suelo.

Posteriormente se realizó la calibración del Multiparametro PL-700AL con soluciones Buffer pH 7.00 y pH 4.01, previo al análisis de parámetros físico - químico:

Los parámetros físicos -químicos analizados fueron:

Tabla 13. Parámetros Físico -químicos.

| Parámetros | Unidad | Equipo |
|-------------------------|--------------|-------------------------|
| pH | Unidad de pH | Multiparámetro PL-700AL |
| Temperatura | C° | |
| Potencial Redox | - | |
| Conductividad Eléctrica | μS/cm | |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Determinación de Cloruros:

El cloruro es importante en el suelo, ya que las plantas lo utilizan como micronutrientes llegando a ser toxicas cuando tienen cloruros en altas concentraciones, asociado con daño de salinidad, las cuales llegan a acumularse en las hojas y se podrá observar la pérdida de hojas, de tal manera

que en el proceso de descontaminación de suelo utilice el agua sin cloro, usando de clorador y no afectar a mi proceso de desarrollo de la planta, ya que el cloruro puede convertirse en un factor que va limitar el crecimiento de la planta. En el caso del parque se encuentra en la Av. Gambetta se encuentra a pocas distancia del mar del Callao, donde hemos podido encontrar por tales razones, concentraciones altas de cloruros, las cuales están cargadas eléctricamente por aniones. Para la determinación de Cloruros, según las normas internacionales como USDA se le empleó el Método MOHR. Donde se utiliza la siguiente fórmula:

Fórmula:

$$\text{mEq } Cl^{-} / L = \frac{V_{\text{gastado } AgNO_3} * \text{Normalidad } AgNO_3 * 1000}{mL \text{ (muestra)}}$$

Los resultados de la determinación de Cloruros se pueden observar en la **Tabla 26**.

Conductividad Hidráulica

En la determinación de Conductividad Hidráulica, es importante ya que se observó el movimiento del agua a través del medio poroso (suelo). Para determinar la conductividad Hidráulica se empleó la Ley de Darcy.

Se utilizó los siguientes materiales:

- Probeta
- Agua
- 100 g de suelo (tamizado por malla N°10 – 2.00 mm)
- Cronometro

Pasos:

Tiempo 1: El tiempo se empieza a contabilizar, cuando el agua desciende de la probeta de una altura de 300 mm (30 cm) a 200 mm (20 cm).

Tiempo 2: El tiempo se empieza a contabilizar, cuando el agua desciende de la probeta de una altura de 200 mm (20 cm) a 100 mm (10 cm).

Posterior mente se aplica la siguiente fórmula:

$$K(x) = \frac{\text{Altura del Suelo} * \ln \frac{A}{B}}{t(s)}$$

$$K_t = \frac{K_1 + K_2}{2}$$

K_t = Promedio

El resultado de la determinación de Conductividad Hidráulica se puede observar en la **Tabla 27**.

Densidad Aparente

En la determinación de Densidad Aparente del suelo, se observa el peso seco de suelo por unidad de volumen y se expresa en g/cm³, en la cual se aprecia el desarrollo radicular de las especies vegetales. Para determinar la densidad aparente se realizó por el Método del Cilindro Biselado, que consistió en introducir un cilindro metálico en el suelo y luego de enrasarlo una vez extraído, determinar la masa de suelo seco que quedo en su interior. (Blake & Hartge, 1986; Campbell & Henshall, 1991),

Datos del cilindro:

Radio: 1.5 cm

Altura: 10.9cm

Diámetro: 30 mm (3 cm)

Altura: 109 mm (10.9 cm)

Peso: 48 g

Procedimiento:

Se agrega el suelo al tubo hasta el tope, y después se agrega a la plancha, para posteriormente pesarlo en la balanza.

Peso del Tubo + suelo: 350 g

Peso de la Plancha: 456 g

El suelo agregado en la plancha, se ingresa a la estufa con una T° de 105°C durante 3 horas, para finalmente obtener el peso de suelo seco.

Peso Final del suelo, después de 3 horas: 747 g

PESO SUELO SECO: 747 g – 456 g = 291 g

Fórmulas

$$V_{cilindro} = \pi * r^2 * h$$

$$DA = \frac{W_{suelo\ seco}}{V_{cilindro}}$$

El resultado de la determinación de Densidad Aparente se puede observar en la **Tabla 28**.

Determinación del Porcentaje de Materia orgánica

La determinación del %Materia Orgánica fue importante para determinar la fertilidad del suelo para el desarrollo de las especies vegetales.

Se determinó el %MO y %Corgt en la muestra de suelo, mediante el Método e Walkley y Black, Para este procedimiento es necesario realizar TITULACIÓN con dos compuestos $K_2Cr_2O_7$ y $Fe(NH)_4SO_4$, donde se obtuvieron los siguientes datos:

Vgastado $K_2Cr_2O_7$: 10 mL

N $K_2Cr_2O_7$: 1N

Vgastado $Fe(NH)_4SO_4$: 9 mL

N $Fe(NH)_4SO_4$: 0.5N

FS (Factor del sulfato Ferroso): 0.9756

Formula:

$$\text{mEq } K_2Cr_2O_7 = \text{Vgastado } K_2Cr_2O_7 * N K_2Cr_2O_7 \dots\dots (1)$$

$$\text{mEq } Fe(NH)_4SO_4 = \text{Vgastado } Fe(NH)_4SO_4 * N Fe(NH)_4SO_4 * FS \dots\dots (2)$$

$$\%Corgt = \frac{\text{mEq } K_2Cr_2O_7 - \text{mEq } Fe(NH)_4SO_4}{\text{Peso del suelo (g)}} * 0.003 * 100 * 1.3 \dots\dots (3)$$

$$\%M.O = \%Corgt * FMO \dots\dots (4)$$

$$FMO = 1.8 - 2.5$$

Los resultados del %Corgt y %MO se puede observar en la **Tabla 29**.

Análisis Granulométrico

Procedimiento manual mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del suelo según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total según

la Norma ASTM D-422. Para el análisis granulométrico se usaron los siguientes materiales:

- Bandeja, Brocha 2", Bolsas de muestreo, Balanza.
- Mallas:
 - N° 10 (2.00 mm)
 - N° 18 (1.00 mm)
 - N° 40 (0.425 mm)
 - N° 100 (0.150 mm)
 - N° 200 (0.075 mm).
- Peso del suelo: 250 g

En la **Tabla 31**, se puede observar los pesos retenidos del análisis Granulométrico.

Determinación de la estructura del suelo (Arena, arcilla y limo)

La determinación de la estructura del suelo, nos agrupa las partículas individuales de arena, limo y arcilla. La cual se realizó mediante el Método de Sedimentación Gravimétrica basada en la Ley de Stoke.

Para la determinación de estructura del suelo se utilizaron los siguientes materiales:

- Suelo 200 g
- Probeta de plástico
- Agua 1 L

Textura del suelo

Para determinar la textura del suelo, se utilizó el método de Triangulo Textural que se basa en el sistema que aplica el USDA según el tamaño de las partículas.

Capacidad de Campo (CC)

La capacidad de campo nos sirve para determinar la cantidad de agua que el suelo puede retener, cuando llega a su punto de saturación después de verter agua.

Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Se realizó la determinación del punto de marchitez, para determinar el potencial hídrico más bajo del suelo. En este punto, el agua no estaría disponible para la planta y se produciría su muerte.

Agua Disponible

El estrés hídrico se da cuando la disponibilidad de agua en el suelo se reduce o aumenta excesivamente, causando un efecto negativo sobre su crecimiento, desarrollo o productividad de la planta.

➤ **ETAPA N° 3: RECOLECCIÓN DE GALLINAZA**

Se procedió a recolectar la gallinaza, en la Granja Alva, ubicada en Zapallal, distrito de Puente Piedra, y se trasladó a Laboratorio. La gallinaza fue un elemento importante en el desarrollo de mi investigación, ya que debido a su importante contenido de nitrógeno, Fosforo y calcio, fue considerado como fertilizante natural más completo y que mejores nutrientes puede dar al suelo.

La gallinaza también cumple su función química y física agregando al suelo retención de humedad y actuando como reguladora de la temperatura del suelo.

En la **Tabla 33**, se observara los resultados de la Caracterización de la Gallinaza.



Figura 11. Gallinaza Inicial

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

➤ **ETAPA N°4: TRATAMIENTOS CON MALVA, ORTIGA Y DOSIS DE GALLINAZA**

Una vez Caracterizado el suelo y la gallinaza, se procedió a adecuar las celdas las cuales para la fase de laboratorio se utilizaron 18 celdas con un volumen de 5 litros, que se dividieron por colores de acuerdo a las dosis de Gallinaza.

Debido a que se trabajó con 3 dosis de gallinaza se dividieron en 6 celdas de un color por cada dosis de Gallinaza.

Tabla14. Clasificación de las celdas según las dosis.

| Tratamiento | Número de Celdas | Color de Celdas |
|-------------|------------------|-----------------|
| T1 (5%) | 6 | Azul |
| T2 (10%) | 6 | Rojo |
| T3 (20%) | 6 | Verde |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez (2018)

Para empezar con el proceso de adecuación, a las celdas se les hizo pequeños orificios en la base, con el fin de que se pueda filtrar el agua y poder determinar la capacidad de campo de cada celda.

Para luego realizar el trasplante de las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* que fueron plantadas en almácigos, para después trasplantarlas siendo plántulas a las celdas preparadas con el suelo del parque Ramón Castilla y dosis de Gallinaza (5%, 10% y 20%) como fertilizante natural.



Figura 12. Trasplante de *Fuertesimalva echinata* en la celda T2.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.



Figura 13. *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* sembradas en celdas, con suelo contaminado del Parque Ramón Castilla –Callao y dosis de gallinaza.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

En el siguiente cuadro, se mostrará las dosis por tratamiento:

Tabla 15. Descripción de los tratamientos.

| Tratamientos | Dosis por tratamientos | Repeticiones |
|--|--|--------------|
| T1 <i>Fuertesimalva echinata</i> | 4 kg de suelo contaminado por plomo + 5% (200 g) de gallinaza + 1 L de agua | 3 |
| T1 <i>Urtica urens</i> | 4 kg de suelo contaminado por plomo + 5% (200 g) de gallinaza + 1 L de agua | 3 |
| T2 <i>Fuertesimalva echinata</i> | 4 kg de suelo contaminado por plomo + 10% (400 g) de gallinaza + 1 L de agua | 3 |
| T2 <i>Urtica urens</i> | 4 kg de suelo contaminado por plomo + 10% (400 g) de gallinaza + 1 L de agua | 3 |
| T3 <i>Fuertesimalva echinata</i> | 4 kg de suelo contaminado por plomo + 20% (800 g) de gallinaza + 1 L de agua | 3 |
| T3 <i>Urtica urens</i> | 4 kg de suelo contaminado por plomo + 20% (800 g) de gallinaza + 1 L de agua | 3 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez

➤ ETAPA N°5: ANÁLISIS DE TRATAMIENTOS

Se realizó 3 análisis de laboratorio por tratamiento, el primer análisis de determino a los 15 días de expuesto el suelo a los tratamientos a distintas dosis de gallinaza,

el segundo análisis a los 30 días y finalmente, el tercer análisis a los 45 días. Los análisis que se realizaron fueron acumulación de plomo - foliar (Hojas) y acumulación de plomo – radicular, en *Urtica urens* y *Fuertesimalva Echinata*, y concentración de plomo en el suelo.



Figura 14. Se removió las especies *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* sembradas en celdas, con suelo contaminado del Parque Ramón Castilla –Callao y dosis de gallinaza, para el análisis Foliar y radicular

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

A continuación se detallara los análisis por cada tratamiento realizo:

Análisis de T1 *Fuertesimalva echinata* y T1 *Urtica urens*

Se realizó 3 análisis a las celdas T1 *Fuertesimalva echinata* y T1 *Urtica urens* con 5% de dosis de gallinaza, siendo los análisis los siguientes:

Tabla 16. Análisis de T1 *Fuertesimalva echinata* y T1 *Urtica urens* – 15, 30 y 45 días.

| Tratamientos | Análisis | Equipo / Método | Unidad |
|---|----------------------------------|-----------------|--------|
| T1 <i>Fuertesimalva echinata</i> (15, 30 y 45 días) | Acumulación de Plomo -Foliar | EPA 3050 | mg/kg |
| | Acumulación de Plomo - Radicular | | |
| | Plomo en el suelo | | |
| T1 <i>Urtica urens</i> (15, 30 y 45 días) | Acumulación de Plomo -Foliar | EPA 3050 | mg/kg |
| | Acumulación de Plomo - Radicular | | |
| | Plomo en el suelo | | |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Análisis de T2 *Fuertesimalva echinata* y T2 *Urtica urens*

Se realizó 3 análisis a las celdas T2 *Fuertesimalva echinata* y T2 *Urtica urens* con 10% de dosis de gallinaza, siendo los análisis los siguientes:

Tabla 17. Análisis de T2 *Fuertesimalva echinata* y T2 *Urtica urens* – 15, 30 y 45 días.

| Tratamientos | Análisis | Equipo / Método | Unidad |
|---|----------------------------------|-----------------|--------|
| T2 <i>Fuertesimalva echinata</i> (15, 30 y 45 días) | Acumulación de Plomo -Foliar | EPA 3050 | mg/kg |
| | Acumulación de Plomo - Radicular | | |
| | Plomo en el suelo | | |
| T2 <i>Urtica urens</i> (15, 30 y 45 días) | Acumulación de Plomo -Foliar | EPA 3050 | mg/kg |
| | Acumulación de Plomo - Radicular | | |
| | Plomo en el suelo | | |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Análisis de T3 *Fuertesimalva echinata* y T3 *Urtica urens*

Se realizó 3 análisis a las celdas T3 *Fuertesimalva echinata* y T3 *Urtica urens* con 20% de dosis de gallinaza, siendo los análisis los siguientes:

Tabla 18. Análisis de T3 *Fuertesimalva echinata* y T3 *Urtica urens* – 15, 30 y 45 días.

| Tratamientos | Análisis | Equipo / Método | Unidad |
|---|----------------------------------|-----------------|--------|
| T3 <i>Fuertesimalva echinata</i> (15, 30 y 45 días) | Acumulación de Plomo -Foliar | EPA 3050 | mg/kg |
| | Acumulación de Plomo - Radicular | | |
| | Plomo en el suelo | | |
| T3 <i>Urtica urens</i> (15, 30 y 45 días) | Acumulación de Plomo -Foliar | EPA 3050 | mg/kg |
| | Acumulación de Plomo - Radicular | | |
| | Plomo en el suelo | | |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

2.4.4 Instrumentos:

Los instrumentos serán las fichas para la recolección de datos, que han sido validados por tres especialistas colegiados. Los docentes especialistas que validaron estos instrumentos fueron:

Tabla 19. Formatos Validados.

| Formato | Instrumentos |
|------------------|---|
| Formato 1 | Ficha de Características Fisicoquímicas Iniciales del Suelo y Caracterización de Gallinaza |
| Formato 2 | Ficha de Muestreo de Plomo en el Suelo |
| Formato 3 | Ficha de Acumulación de plomo en las especies <i>Urtica Urens</i> y <i>Fuertesimalva Echinata</i> |
| Formato 4 | Ficha de Ubicación |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Tabla 20. Porcentaje de validación de instrumentos.

| Docentes | Formato 1 | Formato 2 | Formato 3 | Formato 4 |
|---------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | % Confiabilidad | | | |
| Alcántara Boza Francisco Alejandro | 87.5% | 87.5% | 87.5% | 87.5% |
| Jave Nakayo Jorge Leonardo | 85% | 85% | 85% | 85% |
| Cabrera Carranza Carlos Francisco | 85% | 85% | 85% | 85% |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Confiabilidad del Instrumento

Se determinó mediante SPSS 24, donde se procesaron los datos, recogidos en la ficha de validación de instrumentos, puestos a criterio de 3 docentes expertos. Para determinar la confiabilidad se utilizó el estadístico de fiabilidad “Alfa de Cronbach”, ya que es una media de las correlaciones entre las variables que forman parte de la escala, ya que puede calcularse a partir de las varianzas.

Para esta parte, la calificación de los expertos efectuado en la ficha de validación de instrumentos se someterá al análisis de alfa de crombach para obtener la fiabilidad de los

instrumentos.

Según el resultado, la confiabilidad del instrumento puede ser nula siendo igual a 0 o puede ser confiable si el valor oscila alrededor de 1 siendo este el máximo valor que refleja una confiabilidad total del instrumento.

Imagen 1: Formula para la obtención del alfa de crombach.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

En donde:

K: Numero de ítems

Si: Sumatoria de la varianza de los ítems

St: Varianza de la sumatoria de los ítems

Alfa: Coeficiente del alfa de crombach

Poca confiabilidad > 0,6 – 1,0 < Máxima confiabilidad

2.5 METODOS DE ANALISIS DE DATOS

Para la presente investigación, se tomó como muestra 72 kg de suelo para implementar los tratamientos en cada celda de plástico, de acuerdo a las etapas descritas, se tienen 18 unidades experimentales, debido a que se aplica 6 repeticiones (3 de *Urtica urens* y 3 *Fuertesimalva echinata*) para cada una de las dosis de gallinaza de: 5%, 10% y 20%.

Donde:

- O = *Urtica urens*
- M= *Fuertesimalva echinata*
- % = Porcentaje de dosis de Gallinaza

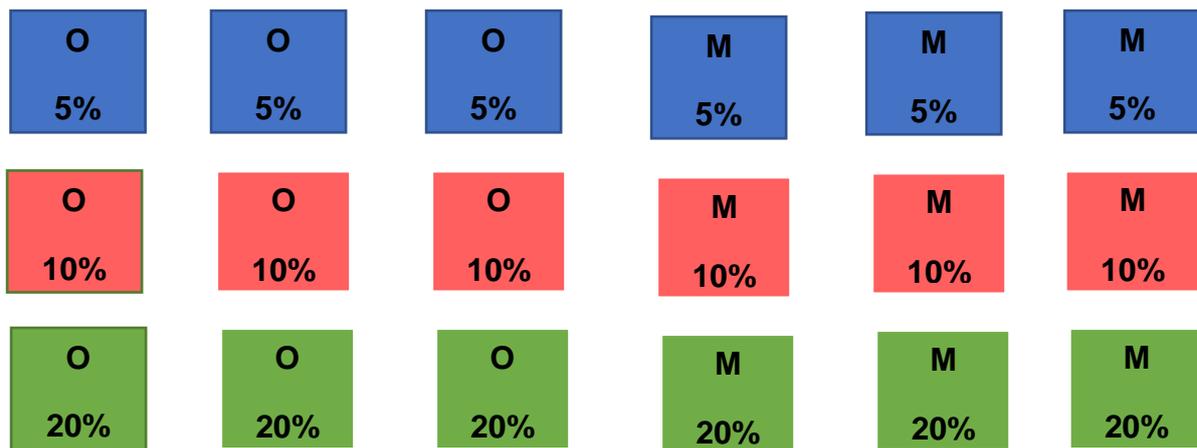


Figura 15. Unidades experimentales.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez

Donde los tratamientos serán distribuidas con un diseño completamente al azar, con 3 diferentes dosis de gallinaza y 6 repeticiones (3 de *Urtica urens* y 3 *Fuertesimalva echinata*) por cada una de ellas en el cuadrante delimitado del área de estudio. Para determinar el error en las unidades experimentales se da mediante la siguiente ecuación:

| |
|------------------------------|
| Modelo aditivo Lineal |
| $Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$ |

Dónde:

- . Y_{ij} : Unidad Experimental
- . U : Media Poblacional
- . T_i : Tratamiento
- . E_{ij} : Error Experimental

La presente investigación usa el modelo lineal, debido a que este modelo brinda la relación de la variable dependiente con otras variables. A su vez los datos que se obtuvieron de la recopilación en campo y se analizó de las siguientes maneras: IBM SPSS Estadístico: Para el análisis más exacto y fiable sobre el procesamiento de datos y Microsoft Excel 2017 Para la realización de los gráficos y las tablas comparativas.

III. RESULTADOS

3.1 ANALISIS INICIAL DE LA MUESTRA

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la muestra representativa en la etapa de análisis inicial del suelo, del área de estudio en el parque Ramón Castilla - Callao.

Tabla 21. Parámetros Fisicoquímicos de suelo del parque Ramón Castilla - Callao.

| CÓDIGO | TEMPERATURA (°C) | pH | C.E (uS/cm) | POTENCIAL REDOX (Mv) |
|--------|------------------|------|-------------|----------------------|
| MGP | 19.7 °C | 7.75 | 293 | -77 |

Fuente: Tesista - Michael Rinaldo Ramirez (2018).

Los resultados iniciales realizados en el parque Ramón Castilla – Callao, determinó que el pH es ligeramente alcalino (**Tabla 1**) de 7.75 de acuerdo a las clasificaciones de Reacción del suelo pH, además está relacionado con el valor del Potencial Redox de -77 que corresponde a un pH alcalino. Asimismo, una conductividad eléctrica de 293 uS/cm lo que quiere decir que tiene un moderado porcentaje de salinidad (**ver Tabla 2**) la descripción del equipo que uso para la evaluación de la muestra inicial se visualiza en la (**Tabla 13**)

Determinación de Cloruros:

Tabla 22. Resultados de laboratorio para cloruros.

| Código | Volumen gastado $AgNO_3$ | Normal $AgNO_3$ | Volumen de Muestra | Meq mEq/L |
|--------|--------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| MGP | 20.3 mL | 0.0106 N | 5 mL | 43.036 mEq/L |

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Conversión a ppm:

$$ppm Cl^- = mEq/L * 35.5$$

$$ppm Cl^- = 43.036 mEq/L * 35.5$$

$$ppm Cl^- = 1527.77 ppm = mg/kg$$

Se determinó los cloruros presentes en los suelos del parque Ramón Castilla -Callao, los cuales nos dieron como resultado de 1527.77 mg/kg de cloruros, lo cual quiere decir que es una cantidad alta cloruros en el suelo, según la NTP 339.177 (2002)

“SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.”

Conductividad Hidráulica

Tabla 23. Mediciones de Conductividad Hidráulica.

| Muestra | Altura de suelo (cm) | Tiempo 1 (seg.) | Tiempo 2 (seg.) | Altura A1 (cm) | Altura A2 (cm) | Conductividad Hidráulica (cm/seg.) |
|---------|----------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------------------------|
| MGP | 4.8 | 665 | 1928 seg, | 30 cm | 20 cm | 2.33*10⁻³cm/c |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez (2018).

- Conductividad Eléctrica para el tiempo 1

$$K(1) = \frac{4.8 \text{ cm} \cdot \ln \frac{30}{20}}{665 \text{ s}} = 2.93 * 10^{-3} \text{ cm/s}$$

- Conductividad Eléctrica para el tiempo 2

$$K(2) = \frac{4.8 \text{ cm} \cdot \ln \frac{20}{10}}{1928 \text{ s}} = 1.73 * 10^{-3} \text{ cm/s}$$

- Determinación de la Conductividad Hidráulica Promedio

$$K_t = \frac{2.93 * 10^{-3} \text{ cm/s} + 1.73 * 10^{-3} \text{ cm/s}}{2}$$

$$K_t = \frac{4.66 * 10^{-3} \text{ cm/s}}{2}$$

$$K_t = 2.33 * 10^{-3} \text{ cm/s}$$

La determinación de conductividad hidráulica realizada de la muestra representativa llevada a laboratorio, nos da una velocidad de $2.33 * 10^{-3} \text{ cm/s}$ lo que quiere decir que tiene una velocidad de infiltración Moderadamente Rápida.

Densidad Aparente

Tabla 24. Mediciones de la densidad aparente.

| Muestra | Volumen del Cilindro (cm ³) | Peso del suelo Seco (g) | Densidad Relativa (g/cm ³) |
|---------|---|-------------------------|--|
| MGP | 213.9 | 0.291 | 1.36 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez (2018).

Reemplazando:

$$V_{cilindro} = \pi * (1.5\text{cm})^2 * 10.9\text{ cm}$$

$$V_{cilindro} = 77.05\text{ cm}^3$$

$$DA = \frac{W_{suelo\ seco}}{V_{cilindro}}$$

$$DA = \frac{0.291\text{g}}{213.9\text{ cm}^3} = 1.36\text{ g/cm}^3$$

La densidad aparente realizada de la muestra representativa, fue de 1.36 gr/cm³, lo cual nos indica según la USDA para suelo Franco arcilloso <1.40 g/cm³ Densidades aparentes ideales para el crecimiento de raíces.

Determinación del Porcentaje de Materia orgánica

Tabla 25. Valores para la determinación de materia orgánica.

| Muestra | Meq K ₂ Cr ₂ O ₇ | Meq Fe(NH) ₄ SO ₄ | Peso del suelo | % Corgt | % Materia Orgánica |
|---------|---|---|----------------|---------|--------------------|
| PAAHH | 10 | 4.39 | 0.5 | 4.4 | 11% |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez (2018).

Para la determinación de la materia orgánica se utilizó el método de Walkley y Black, para este procedimiento es necesario realizar la titulación con 2 compuestos Dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$ y Sulfato Ferroso Amónico $Fe(NH)_4SO_4$, donde se obtuvo como resultado un moderado contenido de materia orgánica según la USDA.

Análisis Granulométrico

Resultado

Tabla 26. Clasificación de Mallas.

| | | |
|---|---|--|
| Malla N° 10 (2.00 mm) Peso de bolsa : 0.016 g | Malla N° 18 (1.00 mm) Peso de bolsa : 0.018 g | Malla N° 40 (0.425 mm) Peso de bolsa : 0.017 g |
| Malla N° 100 (0.150 mm) Peso de bolsa : 0.017 g | Malla N° 200 (0.150 mm) Peso de bolsa : 0.016 g | Malla - 200 Peso de bolsa : 0.017 g |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Tabla 27. Peso retenido y pasado por cada malla del Análisis Granulométrico.

| Malla N° | Abertura (mm) | Peso retenido (g) | %Retenido | % Acumulado | |
|----------|---------------|-------------------|---------------|-------------|--------|
| | | | | + Retenido | - Pasa |
| ½" | 12.5 mm | 0 g | 0 % | 0 | 100 % |
| 10 | 2.00 mm | 26 g | 10.4 % | 10.4 % | 89.6 % |
| 18 | 1.00 mm | 25 g | 10 % | 20.4 % | 79.6 % |
| 40 | 0.425 mm | 35 g | 14 % | 34.4 % | 65.6 % |
| 100 | 0.150 mm | 63 g | 25.2 % | 59.6 % | 40.4 % |
| 200 | 0.075 mm | 28 g | 11.2 % | 70.8 % | 29.2 % |
| - 200 | -0.075 mm | 73 g | 29.2 % | 100 % | 0 % |

Fuente: Tesista – Michael Rumaldo

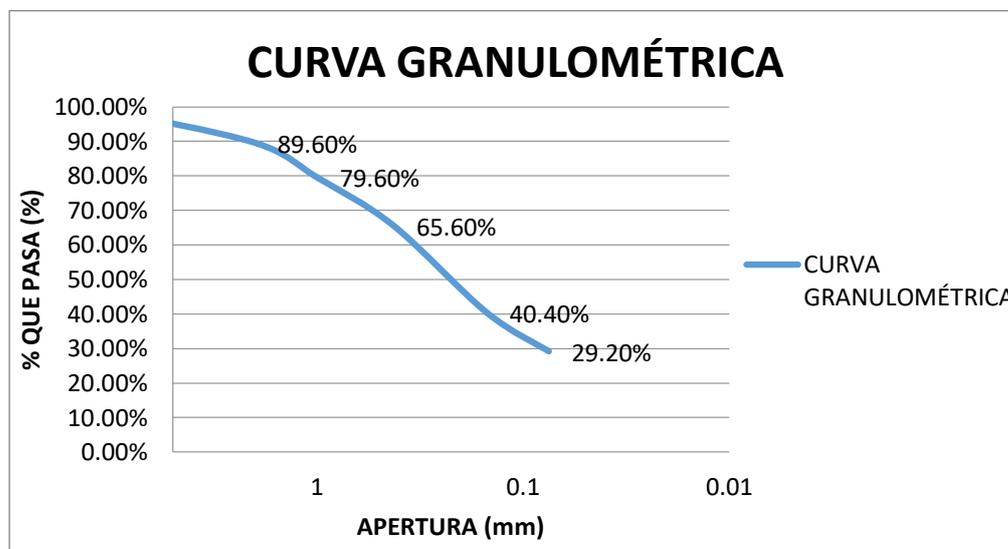


Figura 16. Curva Granulométrica.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

En la **Tabla 31** Se determina el análisis granulométrico del suelo, en el cual se pasaron por 6 mallas de la cual se pudo observar que en la que obtuvo un mayor porcentaje retenido, es en la Malla N° -200 es decir que el suelo menor a la malla N°-200 de abertura -0.075 mm nos determina que es un mayor porcentaje de limo, que es el rango para suelos Franco arcilloso.

Determinación de la estructura del suelo (Arena, Limo y Arcilla)

| Arena | Limo | Arcilla |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| 7.6 cm100% | 7.6 cm100% | 7.6 cm.....100% |
| 2.5cmX | 2.3 cm.....X | 2.8 cmX |
| X = 32.9 % | X = 30.3 % | X = 36.8 % |

Los datos usados para determinar la estructura del suelo, fueron 200 gramos de suelo sin sedimentar el cual tuvo una altura de 7,6 centímetros de altura total, de los 2,3 centímetros corresponden a suelo limoso, 2,8 centímetros corresponden a suelo arcilloso y 2,5 centímetros corresponde a suelo arenoso, Para realizar la determinación de la estructura del suelo se utilizó el método de sedimentación gravimétrica basada en la ley de Stokes .Donde se obtuvo un 32.9% de arena, 30.3% de limo y 36.8% de Arcilla. Estos resultados fueron muy importantes de conocer, debido a que nos servirá posteriormente para determinar la Textura del suelo, capacidad de campo del suelo, punto de marchitez permanente y el agua disponible en el suelo.

Textura de Suelo

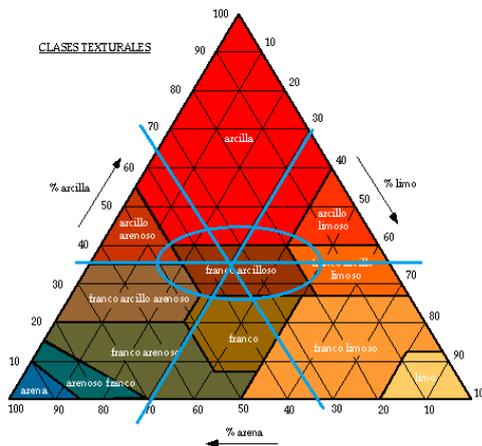


Figura 17. Triángulo textural de la USDA

Fuente: Guía de Muestreo de Suelos (2017).

En la **Figura 18** se muestran los porcentajes de la estructura del suelo: 32.9% de arena, 30.3% de limo y 36.8% de Arcilla, lo aplicamos en el triángulo Textural, y tenemos como resultado un suelo **FRANCO ARCILLOSO**.

Capacidad de Campo (CC)

Tabla 28. Porcentajes de la estructura del suelo del Parque Ramón Castilla - Callao.

| % ARENA | % LIMO | % ARCILLA |
|----------------|---------------|------------------|
| 32.9 | 30.3 | 36.8 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

$$\% \text{ CC} = 0.023 * (\% \text{ Arena}) + 0.25 (\% \text{ Limo}) + 0.61 (\% \text{ Arcilla})$$

$$\% \text{ CC} = 0.023 * (32.9) + 0.25 * (30.3) + 0.61 * (36.8)$$

$$\% \text{ CC} = 30.78 \%$$

Punto de Marchitez Peramente (PMP)

El punto de marchitez permanente se halla con respecto al % de la Capacidad de Campo.

$$\% \text{ PMP} = \frac{\% \text{ CC}}{1.85}$$

$$\% \text{ PMP} = \frac{30.78}{1.85}$$

$$\% \text{ PMP} = 16.64 \%$$

Agua Disponible

El estrés hídrico se halla mediante la resta del % Capacidad de campo y el % Punto de Marchitez Permanente.

$$\% \text{ AD} = \% \text{ CC} - \% \text{ PMP}$$

$$\% \text{ AD} = 30.78\% - 16.64\%$$

$$\% \text{ AD} = 14.14 \%$$

3.2 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA GALLINAZA

Ya en laboratorio se agregó la gallinaza en un plástico, ya que estaba en grumos y semi húmedo, se procedió a secarlo a media sombra por 48 horas a temperatura ambiente, es importante saber que la gallinaza no se debe colocar al sol para que se seque, sino a media sombra, para que los microorganismos puedan transformar los diferentes componentes en materia prima, que puede ser aprovechada por las especies vegetales como aminoácidos, grasa, resinas, bajo peso molecular.

Después de secar a temperatura ambiente se procedió a homogenizar la gallinaza y darles el mismo tamaño para realizar su caracterización.



Figura 18. Homogenización de la Gallinaza Inicial.
Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Se recolectó una muestra representativa, y se procedió a caracterizarla.

Tabla 29. Caracterización de la Gallinaza

| pH | T° | C/N | Materia Orgánica | Carbono Total | Fósforo | Calcio |
|------|------|------|------------------|---------------|---------|--------|
| 7.85 | 20°C | 4.17 | 42% | 7.5% | 1.2% | 5.8% |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Como se observa en la Tabla 33, la fertilización del suelo se da gracias a la gallinaza, ya que en su caracterización la gallinaza tiene 7.5% de Carbono Total, mientras que el suelo del Parque Ramón Castilla tiene 4.4% Carbono Total y solo 11% de materia orgánica y mi gallinaza tiene un 42% de Materia Orgánica, lo cual va ser de que este suelo se recupere la parte micro orgánica, para que este suelo pueda descontaminarse con las plantas fitorremediadoras. Como la *Fuertesimalva echinata* y la *Urtica urens*.

3.3 RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO EN EL SUELO

- SUELO CON TRATAMIENTO *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza (5%)

Tabla 30. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla -Callao con *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza (5%).

| REPETICIONES | | Días de tratamiento | Concentración de plomo (mg/kg) | Concentración de plomo (mg/kg) |
|-------------------------------|----|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R1 | 15 | 980 | 661,34 |
| | R2 | 30 | | 642,41 |
| | R3 | 45 | | 629,05 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

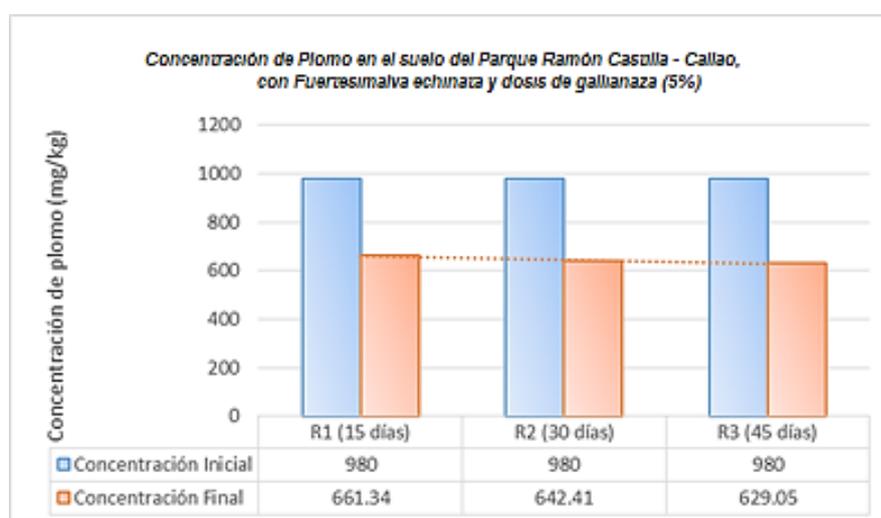


Figura 19. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con *Fuertesimalva echinata* y dosis de gallinaza al 5%.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 30** se evidencia la concentración de plomo inicial, siendo esta 980 mg/kg, además se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales: 661,34 mg/kg; 642,41 mg/kg y 629,05 mg/kg respectivamente.

En la **Figura 19** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición al tratamiento con *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 5%, menor concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla - Callao. Estos resultados nos indican que al emplear este tratamiento hay disminución del contaminante en el suelo, aunque los valores registrados aún se encuentren, por encima del valor establecido por el ECA, para el tipo Suelo Residencial/ Parques que es de 140 mg/kg.

- SUELO CON TRATAMIENTO *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza (10%)

Tabla 31. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza (10%).

| REPETICIONES | | Días de tratamiento | ANTES DEL TRATAMIENTO | DESPUÉS DEL TRATAMIENTO |
|-------------------------------|----|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | | Concentración de plomo (mg/kg) | Concentración de plomo (mg/kg) |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R1 | 15 | 980 | 638,41 |
| | R2 | 30 | | 616,62 |
| | R3 | 45 | | 593,36 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

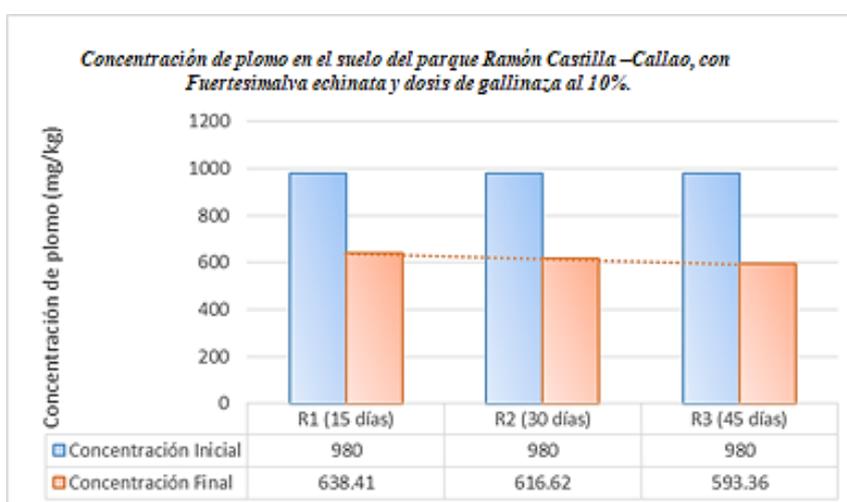


Figura 20. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con *Fuertesimalva echinata* y dosis de gallinaza al 10%.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 31** se evidencia la concentración de plomo inicial, siendo esta 980 mg/kg, además se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales: 638,41 mg/kg; 616,62 mg/kg y 593,36 mg/kg respectivamente.

En la **Figura 20** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición al tratamiento con *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 10%, menor concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla - Callao. Estos resultados nos indican que al emplear este tratamiento hay disminución del contaminante en el suelo, aunque

los valores registrados aún se encuentren, por encima del valor establecido por el ECA, para el tipo Suelo Residencial/ Parques que es de 140 mg/kg.

- SUELO CON TRATAMIENTO *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza (20%)

Tabla 32. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza (20%).

| REPETICIONES | | Días de tratamiento | ANTES DEL TRATAMIENTO Concentración de plomo (mg/kg) | DESPUÉS DEL TRATAMIENTO Concentración de plomo (mg/kg) |
|-------------------------------|----|---------------------|---|---|
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R1 | 15 | 980 | 444,31 |
| | R2 | 30 | | 410,23 |
| | R3 | 45 | | 375,01 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

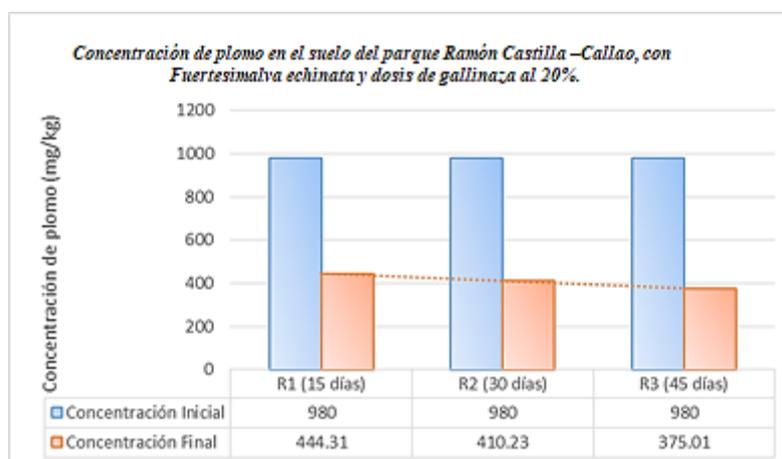


Figura 21. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con *Fuertesimalva echinata* y dosis de gallinaza al 20%.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 32** se evidencia la concentración de plomo inicial, siendo esta 980 mg/kg, además se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales: 444,31 mg/kg; 410,23 mg/kg y 375,01 mg/kg respectivamente.

En la **Figura 21** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición al tratamiento con *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 20%, menor concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla - Callao. Estos resultados nos

indican que al emplear este tratamiento hay disminución del contaminante en el suelo, aunque los valores registrados aún se encuentren, por encima del valor establecido por el ECA, para el tipo Suelo Residencial/ Parques que es de 140 mg/kg.

- **SUELO CON TRATAMIENTO *Urtica urens* y dosis gallinaza (5%)**

Tabla 33. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con

| REPETICIONES | | Días de tratamiento | ANTES DEL TRATAMIENTO | DESPUÉS DEL TRATAMIENTO |
|---------------------|----|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | | Concentración de plomo (mg/kg) | Concentración de plomo (mg/kg) |
| <i>Urtica urens</i> | R1 | 15 | 980 | 723,40 |
| | R2 | 30 | | 705,06 |
| | R3 | 45 | | 683,23 |

Urtica urens y dosis gallinaza (5%).

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

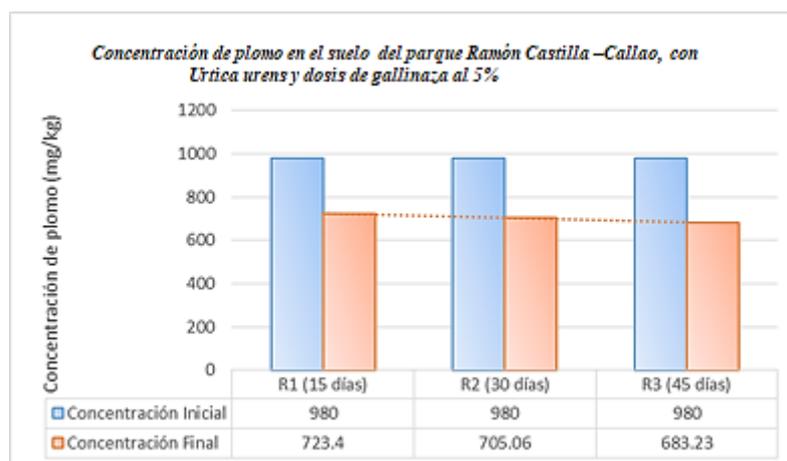


Figura 22. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla –Callao, con *Urtica urens* y dosis de gallinaza al 5%

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 33** se evidencia la concentración de plomo inicial, siendo esta 980 mg/kg, además se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales: 723,40 mg/kg; 705,06 mg/kg y 683,23 mg/kg respectivamente.

En la **Figura 22** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición al tratamiento con *Urtica urens* y gallinaza al 5%, menor concentración de plomo

en el suelo del parque Ramón Castilla - Callao. Estos resultados nos indican que al emplear este tratamiento hay disminución del contaminante en el suelo, aunque los valores registrados aún se encuentren, por encima del valor establecido por el ECA, para el tipo Suelo Residencial/ Parques que es de 140 mg/kg.

- **SUELO CON TRATAMIENTO *Urtica urens* y dosis gallinaza (10%)**

Tabla 34. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con *Urtica urens* y dosis gallinaza (10%).

| REPETICIONES | | Días de tratamiento | ANTES DEL TRATAMIENTO Concentración de plomo (mg/kg) | DESPUÉS DEL TRATAMIENTO Concentración de plomo (mg/kg) |
|---------------------|----|---------------------|---|---|
| <i>Urtica urens</i> | R1 | 15 | 980 | 662,05 |
| | R2 | 30 | | 637,16 |
| | R3 | 45 | | 619,31 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

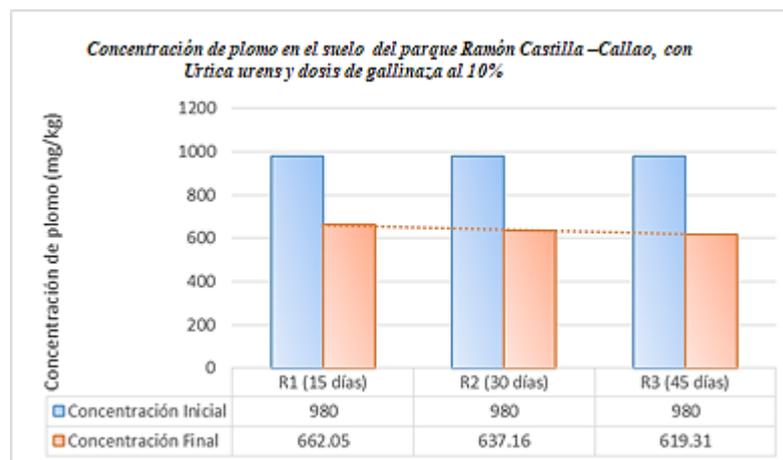


Figura 23. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con *Urtica urens* y dosis de gallinaza al 10%

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 34** se evidencia la concentración de plomo inicial, siendo esta 980 mg/kg, además se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales: 662,05 mg/kg; 637,16 mg/kg y 619,31 mg/kg respectivamente.

En la **Figura 23** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición al tratamiento con *Urtica urens* y gallinaza al 10%, menor concentración de plomo

en el suelo del Parque Ramón Castilla - Callao. Estos resultados nos indican que al emplear este tratamiento hay disminución del contaminante en el suelo, aunque los valores registrados aún se encuentren, por encima del valor establecido por el ECA, para el tipo Suelo Residencial/ Parques que es de 140 mg/kg.

- **SUELO CON TRATAMIENTO *Urtica urens* y dosis gallinaza (20%)**

Tabla 35. Concentración de Plomo en el Suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con *Urtica urens* y dosis gallinaza (20%).

| REPETICIONES | | Días de tratamiento | ANTES DEL TRATAMIENTO | DESPUÉS DEL TRATAMIENTO |
|---------------------|----|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | | Concentración de plomo (mg/kg) | Concentración de plomo (mg/kg) |
| <i>Urtica urens</i> | R1 | 15 | 980 | 628,08 |
| | R2 | 30 | | 607,29 |
| | R3 | 45 | | 593,37 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

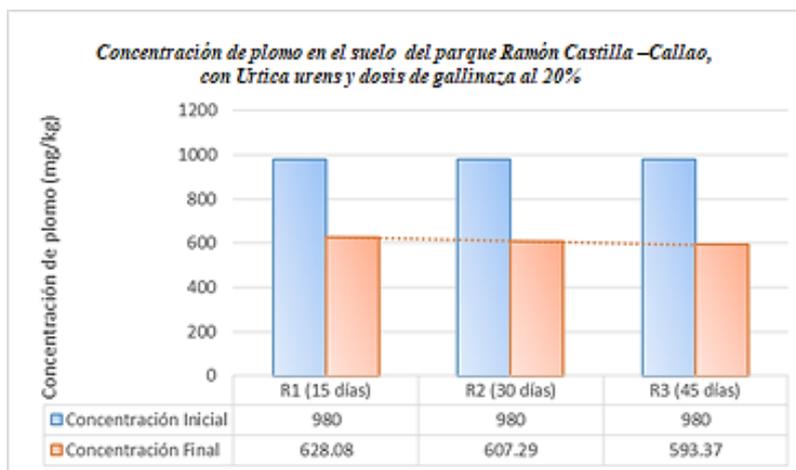


Figura 24. Concentración de plomo en el suelo del parque Ramón Castilla – Callao, con *Urtica urens* y dosis de gallinaza al 20%

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 35** se evidencia la concentración de plomo inicial, siendo esta 980 mg/kg, además se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales: 628,08 mg/kg; 607,29 mg/kg y 593,37 mg/kg respectivamente.

En la **Figura 24** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición al tratamiento con *Urtica urens* y gallinaza al 20%, menor concentración de plomo

en el suelo del parque Ramón Castilla - Callao. Estos resultados nos indican que al emplear este tratamiento hay disminución del contaminante en el suelo, aunque los valores registrados aún se encuentren, por encima del valor establecido por el ECA, para el tipo Suelo Residencial/ Parques que es de 140 mg/kg.

3.3.1 EFICIENCIAS DE DESCONTAMINACIÓN DE SUELO

$$\text{Fórmula: \%EF} = \frac{Ci - Cf}{Ci} * 100$$

Dónde:

%EF: Porcentaje de Eficiencia Fitorremediadora

Ci: Concentración inicial

Cf: Concentración final

Tabla 36. Eficiencias Fitorremediadoras.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | EFICIENCIAS |
|--|--------------|-------------|
| <i>Fuertesimalva echinata</i> – 5% de Gallinaza | R1 | 32.51 % |
| | R2 | 34.45 % |
| | R3 | 35.81 % |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> – 10% de Gallinaza | R1 | 34.86 % |
| | R2 | 37.08 % |
| | R3 | 39.45 % |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> – 20% de Gallinaza | R1 | 54.66 % |
| | R2 | 58.14 % |
| | R3 | 61.73 % |
| <i>Urtica urens</i> – 5% de gallinaza | R1 | 26.18 % |
| | R2 | 28.06 % |
| | R3 | 30.28 % |
| <i>Urtica urens</i> – 10% de gallinaza | R1 | 32.44 % |
| | R2 | 34.98 % |

| | | |
|--|-----------|----------------|
| | R3 | 36.81 % |
| <i>Urtica urens</i> – 20% de gallinaza | R1 | 35.91 % |
| | R2 | 38.03 % |
| | R3 | 39.45 % |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

Se determinó y comparó las eficiencias fitorremediadoras de las especies, de las cuales *Fuertesimalva echinata* con gallinaza al 20% tuvo la mayor remoción de plomo, con 61.73%.

3.4 RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO EN LOS TEJIDOS VEGETALES DE LAS ESPECIES

- CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LOS TEJIDOS VEGETALES DE *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza al 5%

Tabla 37. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza (5%).

| REPETICIÓN | | ACUMULACIÓN DE PLOMO (mg/kg) | |
|-------------------------------|----|------------------------------|-----------|
| | | Foliar | Radicular |
| Tratamiento a los 15 días | | | |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R1 | 27,23 | 23,30 |
| Tratamiento a los 30 días | | | |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R2 | 36,86 | 27.35 |
| Tratamiento a los 45 días | | | |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R3 | 44,56 | 34,46 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

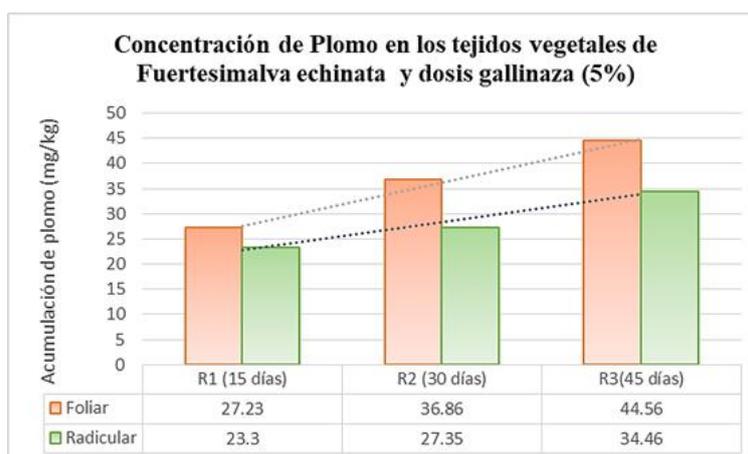


Figura 25. Concentración de plomo Foliar - Radicular con *Fuertesimalva echinata* y dosis de gallinaza al 5%.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 37** se evidencia la concentración de plomo tanto foliar como radicular, se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales para foliar: 27,23; 36,86; 44,56 mg/kg y para radicular: 23,3; 27,35 y 34,46 mg/kg.

En la **Figura 25** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición de *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 5%, mayor acumulación de plomo tanto foliar como radicular.

- CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LOS TEJIDOS VEGETALES DE *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza al 10%

Tabla 38. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza (10%).

| REPETICIÓN | | ACUMULACIÓN DE PLOMO (mg/kg) | |
|----------------------------------|-----------|------------------------------|--------------|
| | | Foliar | Radicular |
| Tratamiento a los 15 días | | | |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R1 | 40,23 | 37,93 |
| Tratamiento a los 30 días | | | |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R2 | 56,51 | 45,66 |
| Tratamiento a los 45 días | | | |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R3 | 71,89 | 54,25 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

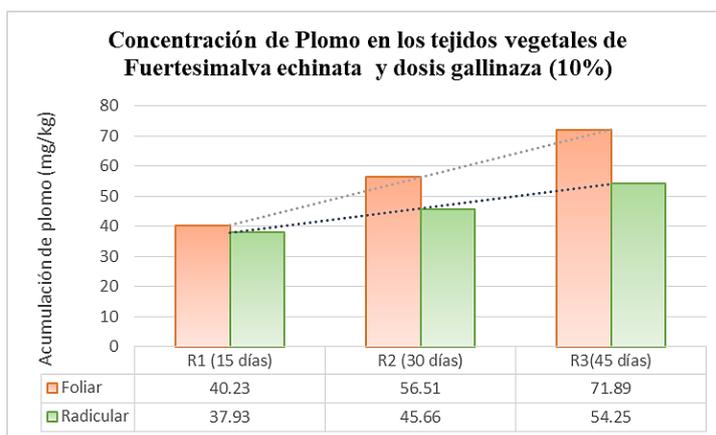


Figura 26. Concentración de plomo Foliar - Radicular con *Fuertesimalva echinata* y dosis de gallinaza al 10%.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 38** se evidencia la concentración de plomo tanto foliar como radicular, se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales para foliar: 40,23; 56,51; 71,89 mg/kg y para radicular: 37,93; 45,66 y 54,25 mg/kg.

En la **Figura 26** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición de *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 10%, mayor acumulación de plomo tanto foliar como radicular.

CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LOS TEJIDOS VEGETALES DE *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza al 20%

Tabla 39. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de *Fuertesimalva echinata* y dosis gallinaza (20%).

| REPETICIÓN | | ACUMULACIÓN DE PLOMO (mg/kg) | |
|----------------------------------|-----------|------------------------------|--------------|
| | | Foliar | Radicular |
| Tratamiento a los 15 días | | | |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R1 | 90,02 | 60,73 |
| Tratamiento a los 30 días | | | |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R2 | 97,17 | 77,66 |
| Tratamiento a los 45 días | | | |
| <i>Fuertesimalva echinata</i> | R3 | 103,89 | 94,67 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

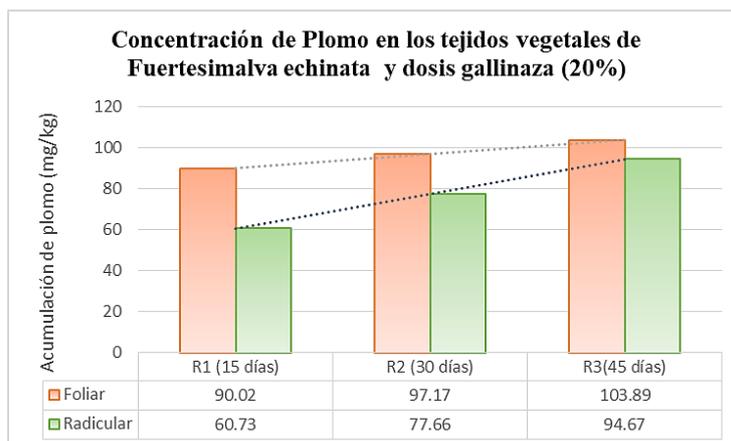


Figura 27. Concentración de plomo Foliar - Radicular con *Fuertesimalva echinata* y dosis de gallinaza al 20%

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 39** se evidencia la concentración de plomo tanto foliar como radicular, se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales para foliar: 90,02; 97,17; 103,89 mg/kg y para radicular: 60,73; 77,66 y 94,67 mg/kg.

En la **Figura 27** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición de *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 20%, mayor acumulación de plomo tanto foliar como radicular.

CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LOS TEJIDOS VEGETALES DE *Urtica urens* y dosis gallinaza al 5%

Tabla 40. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de *Urtica urens* y dosis gallinaza (5%)

| REPETICIÓN | | ACUMULACIÓN DE PLOMO (mg/kg) | |
|----------------------------------|-----------|------------------------------|-------------|
| | | Foliar | Radicular |
| Tratamiento a los 15 días | | | |
| <i>Urtica urens</i> | R1 | 9,19 | 5,16 |
| Tratamiento a los 30 días | | | |
| <i>Urtica urens</i> | R2 | 10,83 | 5,44 |
| Tratamiento a los 45 días | | | |
| <i>Urtica urens</i> | R3 | 12,30 | 5,88 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

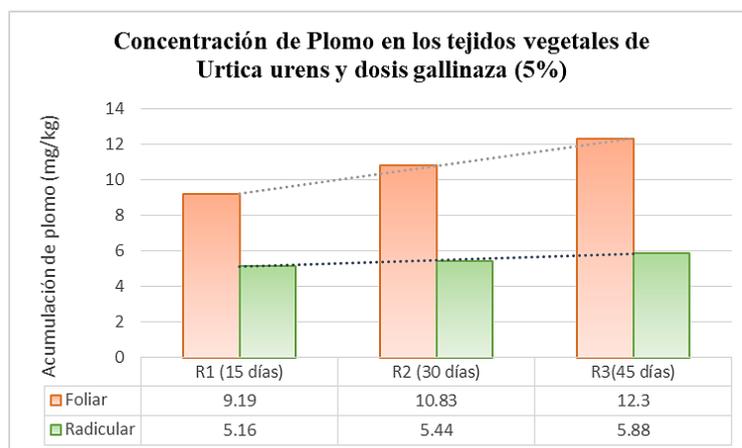


Figura 28. Concentración de plomo Foliar - Radicular con *Urtica urens* y dosis de gallinaza al 5%.

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 40** se evidencia la concentración de plomo tanto foliar como radicular, se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales para foliar: 9,19; 10,83; 12,30 mg/kg y para radicular: 5,16; 5,44 y 5,88 mg/kg.

En la **Figura 28** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición de *Urtica urens* y gallinaza al 5%, mayor acumulación de plomo tanto foliar como radicular.

- **CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LOS TEJIDOS VEGETALES DE *Urtica urens* y dosis gallinaza al 10%**

Tabla 41. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de *Urtica urens* y dosis gallinaza (10%).

| REPETICIÓN | | ACUMULACIÓN DE PLOMO (mg/kg) | |
|---------------------|----|------------------------------|-----------|
| | | Foliar | Radicular |
| | | Tratamiento a los 15 días | |
| <i>Urtica urens</i> | R1 | 24,35 | 13,78 |
| | | Tratamiento a los 30 días | |
| <i>Urtica urens</i> | R2 | 30,72 | 19,44 |
| | | Tratamiento a los 45 días | |
| <i>Urtica urens</i> | R3 | 36,83 | 25,25 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

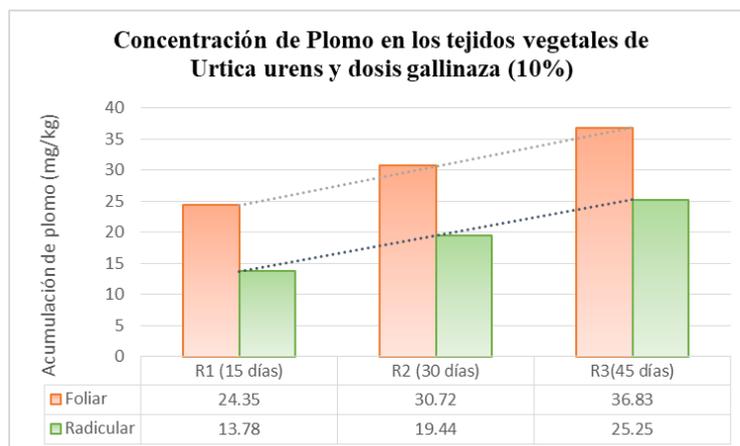


Figura 29. Concentración de plomo Foliar - Radicular con *Urtica urens* y dosis de gallinaza al 10%

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

En la **Tabla 41** se evidencia la concentración de plomo tanto foliar como radicular, se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales para foliar: 24,35; 30,72; 36,83 mg/kg y para radicular: 23,78; 29,44 y 35,25 mg/kg.

En la **Figura 29** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición de *Urtica urens* y gallinaza al 10%, mayor acumulación de plomo tanto foliar como radicular.

- CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN LOS TEJIDOS VEGETALES DE *Urtica urens* y dosis gallinaza al 20%

Tabla 42. Concentración de Plomo en los tejidos vegetales de *Urtica urens* y dosis gallinaza (20%).

| REPETICIÓN | | ACUMULACIÓN DE PLOMO (mg/kg) | |
|---------------------------|----|------------------------------|-----------|
| | | Foliar | Radicular |
| Tratamiento a los 15 días | | | |
| <i>Urtica urens</i> | R1 | 34,25 | 22,48 |
| Tratamiento a los 30 días | | | |
| <i>Urtica urens</i> | R2 | 40,72 | 26,30 |
| Tratamiento a los 45 días | | | |
| <i>Urtica urens</i> | R3 | 46,49 | 31,22 |

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018.

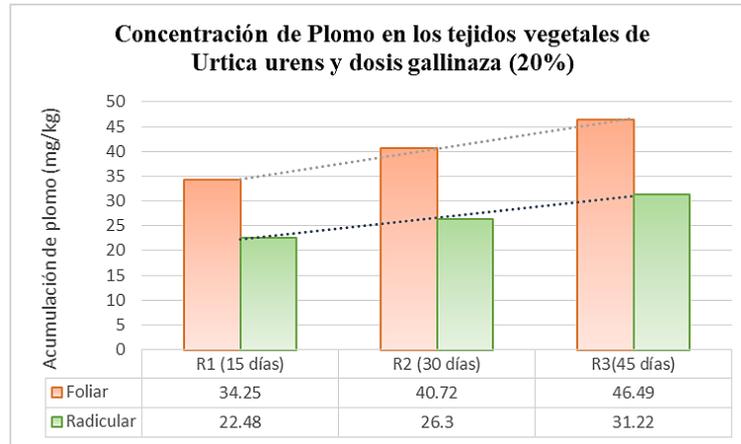


Figura 30. Concentración de plomo Foliar - Radicular con *Urtica urens* y dosis de gallinaza al 20%

Fuente: Tesista - Michael Rumaldo Ramirez, 2018

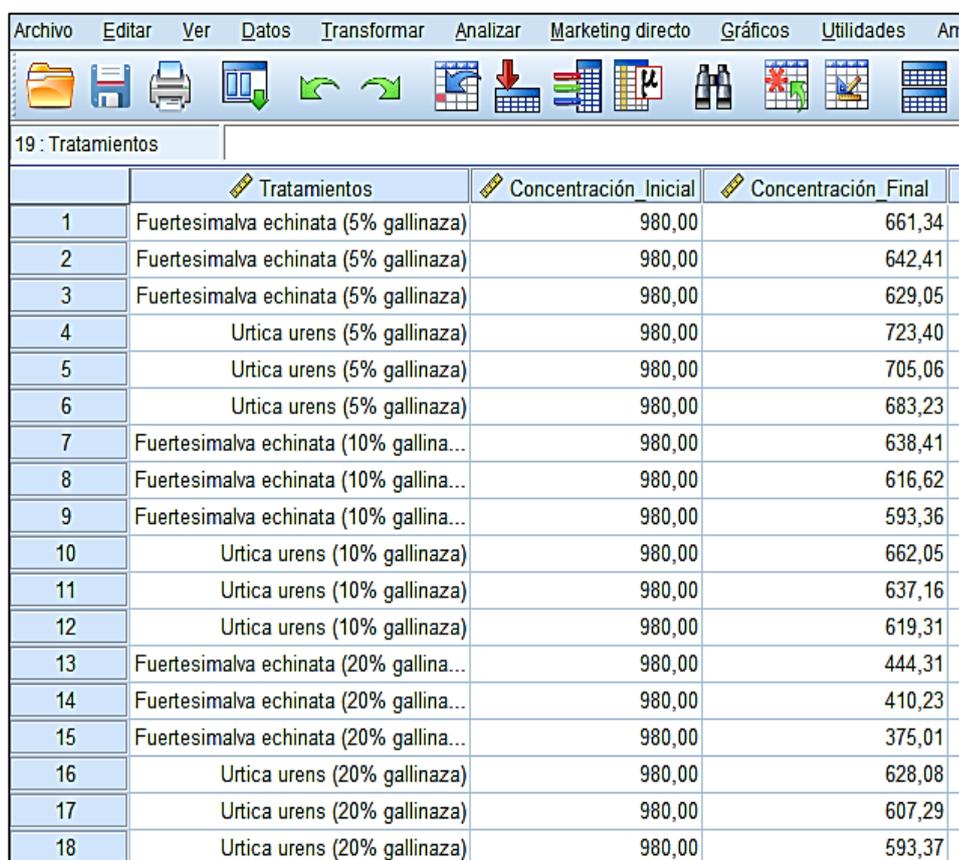
En la **Tabla 42** se evidencia la concentración de plomo inicial tanto foliar como radicular, se observa las mediciones a los 15, 30 y 45 días, siendo los resultados finales para foliar: 34,25; 40,72; 46,49 mg/kg y para radicular: 22,48; 26,30 y 31,22 mg/kg.

En la **Figura 30** se evidencia la relación lineal de las 3 repeticiones, es decir a más días de exposición de *Urtica urens* y gallinaza al 20%, mayor acumulación de plomo tanto foliar como radicular.

3.5 RESULTADOS ESTADÍSTICOS

3.4.1 CONCENTRACIÓN FINAL DEL PLOMO EN EL SUELO DEL PARQUE RAMON CASTILLA - CALLAO

a) **Prueba de Normalidad:** Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95% para los datos de concentración de plomo en el suelo, ya que la cantidad de muestras es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por cada tratamiento, en total tenemos 18 datos. Se realiza la prueba de normalidad ya que se requiere saber si es un análisis paramétrico, para de esta manera poder realizar el contraste de hipótesis con el estadístico de prueba correspondiente.



| | Tratamientos | Concentración Inicial | Concentración Final |
|----|--|-----------------------|---------------------|
| 1 | Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | 980,00 | 661,34 |
| 2 | Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | 980,00 | 642,41 |
| 3 | Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | 980,00 | 629,05 |
| 4 | Urtica urens (5% gallinaza) | 980,00 | 723,40 |
| 5 | Urtica urens (5% gallinaza) | 980,00 | 705,06 |
| 6 | Urtica urens (5% gallinaza) | 980,00 | 683,23 |
| 7 | Fuertesimalva echinata (10% gallina... | 980,00 | 638,41 |
| 8 | Fuertesimalva echinata (10% gallina... | 980,00 | 616,62 |
| 9 | Fuertesimalva echinata (10% gallina... | 980,00 | 593,36 |
| 10 | Urtica urens (10% gallinaza) | 980,00 | 662,05 |
| 11 | Urtica urens (10% gallinaza) | 980,00 | 637,16 |
| 12 | Urtica urens (10% gallinaza) | 980,00 | 619,31 |
| 13 | Fuertesimalva echinata (20% gallina... | 980,00 | 444,31 |
| 14 | Fuertesimalva echinata (20% gallina... | 980,00 | 410,23 |
| 15 | Fuertesimalva echinata (20% gallina... | 980,00 | 375,01 |
| 16 | Urtica urens (20% gallinaza) | 980,00 | 628,08 |
| 17 | Urtica urens (20% gallinaza) | 980,00 | 607,29 |
| 18 | Urtica urens (20% gallinaza) | 980,00 | 593,37 |

Figura 31. Base de datos SPSS – Concentración Final de Plomo.

Fuente: Base de datos SPSS 24

Tabla 43. Prueba de Normalidad – Concentración final de Plomo en el suelo.

| | | Pruebas de normalidad | | | | | |
|----------------------|--|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Tratamientos | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | GI | Sig. |
| Concentración_ Final | Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | ,212 | 3 | . | ,990 | 3 | ,810 |
| | Fuertesimalva echinata (10% gallinaza) | ,177 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,964 |
| | Fuertesimalva echinata (20% gallinaza) | ,176 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,982 |
| | Urtica urens (5% gallinaza) | ,190 | 3 | . | ,997 | 3 | ,904 |
| | Urtica urens (10% gallinaza) | ,210 | 3 | . | ,991 | 3 | ,819 |
| | Urtica urens (20% gallinaza) | ,219 | 3 | . | ,987 | 3 | ,783 |

a. Corrección de significación de Lilliefors
Fuente: Base de datos SPSS 24

Prueba de Normalidad: Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95% para los datos de eficiencias fitorremediadoras, ya que la cantidad de muestras es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por cada tratamiento, en total tenemos 18 datos. Se realiza la prueba de normalidad ya que se requiere saber si es un análisis paramétrico, para de esta manera poder realizar el contraste de hipótesis con el estadístico de prueba correspondiente.

Shapiro Wilk < 30 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 30 muestra

Entonces, al tener 18 repeticiones usamos Shapiro Wilk

Hipótesis

- **Hipótesis Nula:** La concentración final de plomo presenta una distribución normal.
- **Hipótesis Alternativa:** La concentración final de plomo no presenta una distribución normal.

Regla de decisión:

- Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa.
- Sig. $> 0,05$ Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alternativa

Criterio de Decisión: Se concluye que los datos correspondientes a la concentración de plomo final con respecto a los distintos tratamientos, son normales debido a que su distribución es continua, puesto que la probabilidad del estadístico de prueba de cada uno de ellos es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

b) Contraste de Hipótesis - Prueba ANOVA de un Factor

Se utilizó la prueba ANOVA de un factor, ya que se analizó la concentración final de plomo en los distintos tratamientos. Se realizó la Prueba ANOVA de un factor ya que los datos empleados siguen una distribución normal, es decir corresponde a un análisis paramétrico.

Tabla 44. Estadísticos Descriptivos de la Concentración Final de Plomo con respecto al Tratamiento

Descriptivos

Concentración_Final

| | N | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media | | Mínimo | Máximo |
|--|-----------|-----------------|---------------------|-----------------|--|-----------------|---------------|---------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | 3 | 644,2667 | 16,22487 | 9,36743 | 603,9619 | 684,5715 | 629,05 | 661,34 |
| Fuertesimalva echinata (10% gallinaza) | 3 | 616,1300 | 22,52900 | 13,00712 | 560,1649 | 672,0951 | 593,36 | 638,41 |
| Fuertesimalva echinata (20% gallinaza) | 3 | 409,8500 | 34,65156 | 20,00609 | 323,7707 | 495,9293 | 375,01 | 444,31 |
| Urtica urens (5% gallinaza) | 3 | 703,8967 | 20,11025 | 11,61066 | 653,9400 | 753,8533 | 683,23 | 723,40 |
| Urtica urens (10% gallinaza) | 3 | 639,5067 | 21,46642 | 12,39364 | 586,1811 | 692,8322 | 619,31 | 662,05 |
| Urtica urens (20% gallinaza) | 3 | 609,5800 | 17,46794 | 10,08512 | 566,1872 | 652,9728 | 593,37 | 628,08 |
| Total | 18 | 603,8717 | 96,55397 | 22,75799 | 555,8565 | 651,8868 | 375,01 | 723,40 |

Fuente: Base de datos SPSS 24

Tabla 45. Prueba ANOVA de un factor – Concentración final de Plomo con respecto al Tratamiento

ANOVA

Concentración_Final

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Entre grupos | 152201,607 | 5 | 30440,321 | 58,131 | ,000 |
| Dentro de grupos | 6283,783 | 12 | 523,649 | | |
| Total | 158485,389 | 17 | | | |

Fuente: Base de datos SPSS 24..

HIPOTESIS GENERAL

- **Hipótesis Investigación:** El tratamiento de suelos con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* con gallinaza a distintas dosis descontaminara suelos con plomo del Callao.
- **Hipótesis Nula:** El tratamiento de suelos con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* con gallinaza a distintas dosis no descontaminara suelos con plomo del Callao.

Regla de decisión:

- Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis de investigación.
- Sig. $> 0,05$ Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis de investigación.

Criterio de Decisión

Se concluye que, se rechaza la hipótesis nula, pues la probabilidad del estadístico de prueba seleccionado, ANOVA de un factor, es menor que el nivel de significancia de $\alpha = 5\%$. Por lo tanto, se confirma que el tratamiento de suelos con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* con gallinaza a distintas dosis descontamina suelos con plomo del Callao.

3.4.2 EFICIENCIAS DE DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS CON PLOMO

Figura 32. Base de datos SPSS – Eficiencias fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens*.

| 19 : Eficiencias_Fitorre... | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | Tratamientos | Eficiencias_Fitorremediadoras |
| 1 | Fuertesimalva echinata (5% gal... | 32,51 |
| 2 | Fuertesimalva echinata (5% gal... | 34,45 |
| 3 | Fuertesimalva echinata (5% gal... | 35,81 |
| 4 | Urtica urens (5% gallinaza) | 26,18 |
| 5 | Urtica urens (5% gallinaza) | 28,06 |
| 6 | Urtica urens (5% gallinaza) | 30,28 |
| 7 | Fuertesimalva echinata (10% g... | 34,86 |
| 8 | Fuertesimalva echinata (10% g... | 37,08 |
| 9 | Fuertesimalva echinata (10% g... | 39,45 |
| 10 | Urtica urens (10% gallinaza) | 32,44 |
| 11 | Urtica urens (10% gallinaza) | 34,98 |
| 12 | Urtica urens (10% gallinaza) | 36,81 |
| 13 | Fuertesimalva echinata (20% g... | 54,66 |
| 14 | Fuertesimalva echinata (20% g... | 58,14 |
| 15 | Fuertesimalva echinata (20% g... | 61,73 |
| 16 | Urtica urens (20% gallinaza) | 35,91 |
| 17 | Urtica urens (20% gallinaza) | 38,03 |
| 18 | Urtica urens (20% gallinaza) | 39,45 |

Fuente: Base de datos SPSS 24

Tabla 46. Prueba de Normalidad – Eficiencias fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens*.

| Pruebas de normalidad | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| Eficiencias_Fitorremedia doras | Tratamientos | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| | Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | ,213 | 3 | . | ,990 | 3 | ,807 |
| | Fuertesimalva echinata (10% gallinaza) | ,177 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,964 |
| | Fuertesimalva echinata (20% gallinaza) | ,176 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,983 |
| | Urtica urens (5% gallinaza) | ,189 | 3 | . | ,998 | 3 | ,909 |
| | Urtica urens (10% gallinaza) | ,210 | 3 | . | ,991 | 3 | ,821 |
| | Urtica urens (20% gallinaza) | ,219 | 3 | . | ,987 | 3 | ,783 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Base de datos SPSS 24

Prueba de Normalidad: Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95% para los datos de eficiencias fitorremediadoras, ya que la cantidad de

muestras es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por cada tratamiento, en total tenemos 18 datos. Se realiza la prueba de normalidad ya que se requiere saber si es un análisis paramétrico, para de esta manera poder realizar el contraste de hipótesis con el estadístico de prueba correspondiente.

Shapiro Wilk < 30 muestra

Kolmogorv- Smirnov > 30 muestra

Entonces, al tener 18 repeticiones usamos Shapiro Wilk

Hipótesis

- **Hipótesis Nula:** Las eficiencias fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* presentan una distribución normal
- **Hipótesis Alternativa:** Las eficiencias fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* no presentan una distribución normal

Regla de decisión:

- Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa.
- Sig. $> 0,05$ Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alternativa.

Criterio de Decisión

Se concluye que los datos correspondientes a las eficiencias fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens*, son normales, debido a que su distribución es continua, debido a que su distribución es continua, puesto que la probabilidad del estadístico de prueba de cada uno de ellos es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

Tabla 47. Prueba de Homogeneidad de varianzas – Eficiencias fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens*.

Prueba de homogeneidad de varianzas

Eficiencias_Fitorremediadoras

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| ,340 | 5 | 12 | ,879 |

Fuente: Base de datos SPSS 24

Homocedasticidad: La homogeneidad de varianza para los datos de eficiencias fitorremediadoras de las especies durante todo el periodo del tratamiento, se determinó mediante la Prueba de Levene.

Ver (Figura 32. Base de datos SPSS – Eficiencias fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens*)

Hipótesis

- **Hipótesis Nula:** Las varianzas son homogéneas
- **Hipótesis Alternativa:** Al menos una varianza es diferente de los demás

Regla de decisión:

- Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa.
- Sig. $> 0,05$ Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alternativa.

Criterio de Decisión

Se concluye que las varianzas son homogéneas en los datos de eficiencias fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* a distintas dosis de gallinaza ya que la Sig. Es mayor a 0,05.

Tabla 48. Estadísticos Descriptivos de Eficiencias Fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* a distintas dosis de gallinaza.

Descriptivos

Eficiencias_Fitorremediadoras

| | N | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media | | Mínimo | Máximo |
|--|----|---------|---------------------|----------------|--|-----------------|--------|--------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | 3 | 34,2567 | 1,65847 | ,95752 | 30,1368 | 38,3765 | 32,51 | 35,81 |
| Fuertesimalva echinata (10% gallinaza) | 3 | 37,1300 | 2,29541 | 1,32525 | 31,4279 | 42,8321 | 34,86 | 39,45 |
| Fuertesimalva echinata (20% gallinaza) | 3 | 58,1767 | 3,53514 | 2,04102 | 49,3949 | 66,9584 | 54,66 | 61,73 |
| Urtica urens (5% gallinaza) | 3 | 28,1733 | 2,05235 | 1,18492 | 23,0750 | 33,2716 | 26,18 | 30,28 |
| Urtica urens (10% gallinaza) | 3 | 34,7433 | 2,19459 | 1,26705 | 29,2917 | 40,1950 | 32,44 | 36,81 |
| Urtica urens (20% gallinaza) | 3 | 37,7967 | 1,78150 | 1,02855 | 33,3712 | 42,2222 | 35,91 | 39,45 |
| Total | 18 | 38,3794 | 9,85208 | 2,32216 | 33,4801 | 43,2788 | 26,18 | 61,73 |

Fuente: Base de datos SPSS 24

Tabla 49. Prueba ANOVA de un factor – Eficiencias Fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* a distintas dosis de gallinaza.

ANOVA

Eficiencias_Fitorremediadoras

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Entre grupos | 1584,642 | 5 | 316,928 | 58,119 | ,000 |
| Dentro de grupos | 65,438 | 12 | 5,453 | | |
| Total | 1650,080 | 17 | | | |

Fuente: Base de datos SPSS 24

Contraste de Hipótesis - Prueba ANOVA de un Factor

Se utilizó la prueba ANOVA de un factor, ya que se analizó las eficiencias fitorremediadoras de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* a distintas dosis de gallinaza. Se realizó la Prueba ANOVA de un factor ya que los datos empleados siguen una distribución normal, es decir corresponde a un análisis paramétrico.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

- **Hipótesis de Investigación:** El uso de las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en distintas dosis logra la descontaminación de suelos con plomo del Callao
- **Hipótesis Nula:** El uso de las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en distintas dosis no logra la descontaminación de suelos con plomo del Callao

Regla de decisión:

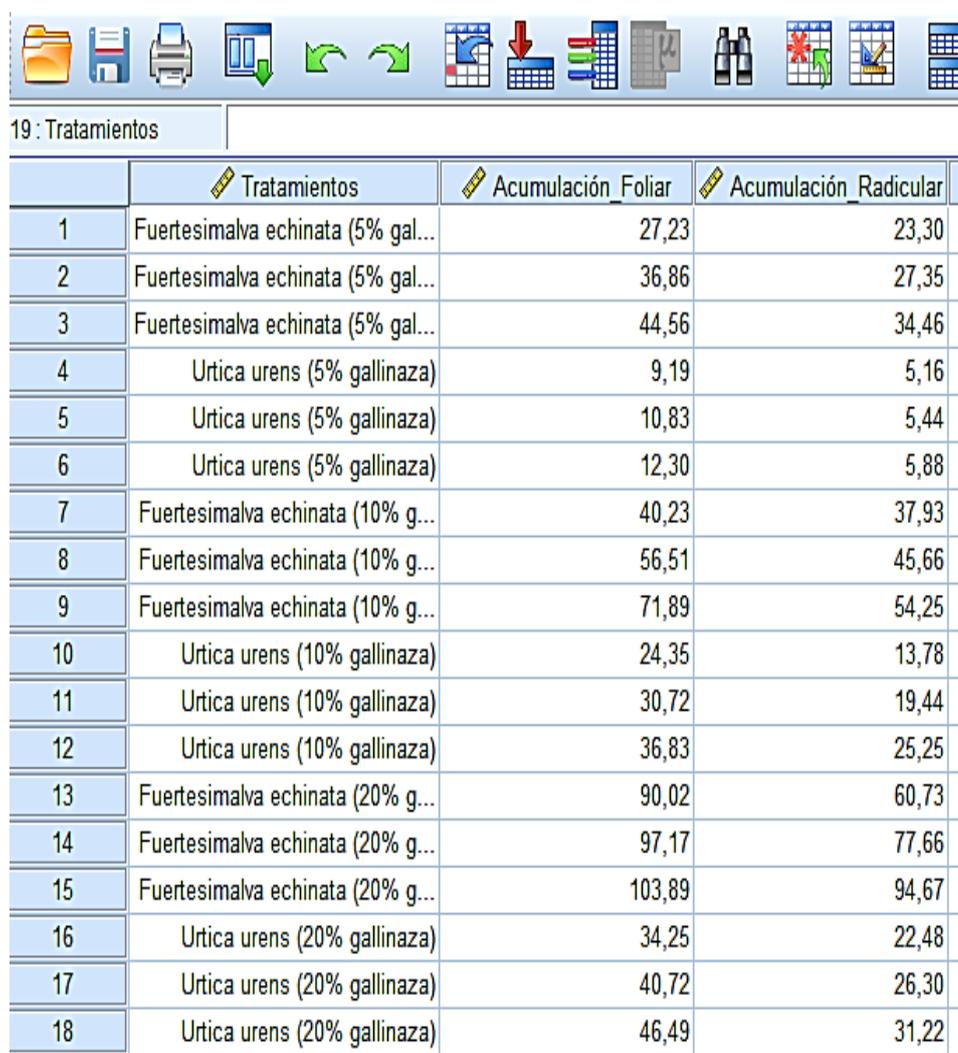
- Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa.
- Sig. $> 0,05$ Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alternativa.

Criterio de Decisión

- Se concluye que, se rechaza la hipótesis nula, pues la probabilidad del estadístico de prueba seleccionado, t-student para muestras relacionadas, es menor que el nivel de significancia de $\alpha = 5\%$. Por lo tanto, se confirma que el uso de las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en distintas dosis logra la descontaminación de suelos con plomo del Callao.

3.4.3 ACUMULACIÓN DE PLOMO EN LAS ESPECIES

Figura 33. Base de datos SPSS – Acumulación de Plomo en especies.



The image shows a screenshot of an SPSS spreadsheet. At the top, there is a toolbar with various icons for file operations, editing, and data management. Below the toolbar, the spreadsheet is titled '19 : Tratamientos'. The data is organized into three columns: 'Tratamientos', 'Acumulación_Foliar', and 'Acumulación_Radicular'. The rows represent 18 different experimental treatments, each with a unique combination of species and concentration.

| | Tratamientos | Acumulación_Foliar | Acumulación_Radicular |
|----|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | Fuertesimalva echinata (5% gal... | 27,23 | 23,30 |
| 2 | Fuertesimalva echinata (5% gal... | 36,86 | 27,35 |
| 3 | Fuertesimalva echinata (5% gal... | 44,56 | 34,46 |
| 4 | Urtica urens (5% gallinaza) | 9,19 | 5,16 |
| 5 | Urtica urens (5% gallinaza) | 10,83 | 5,44 |
| 6 | Urtica urens (5% gallinaza) | 12,30 | 5,88 |
| 7 | Fuertesimalva echinata (10% g... | 40,23 | 37,93 |
| 8 | Fuertesimalva echinata (10% g... | 56,51 | 45,66 |
| 9 | Fuertesimalva echinata (10% g... | 71,89 | 54,25 |
| 10 | Urtica urens (10% gallinaza) | 24,35 | 13,78 |
| 11 | Urtica urens (10% gallinaza) | 30,72 | 19,44 |
| 12 | Urtica urens (10% gallinaza) | 36,83 | 25,25 |
| 13 | Fuertesimalva echinata (20% g... | 90,02 | 60,73 |
| 14 | Fuertesimalva echinata (20% g... | 97,17 | 77,66 |
| 15 | Fuertesimalva echinata (20% g... | 103,89 | 94,67 |
| 16 | Urtica urens (20% gallinaza) | 34,25 | 22,48 |
| 17 | Urtica urens (20% gallinaza) | 40,72 | 26,30 |
| 18 | Urtica urens (20% gallinaza) | 46,49 | 31,22 |

Fuente: Base de datos SPSS 24

Tabla 50. Prueba de Normalidad – Acumulación de Plomo en *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* – Foliar y Radicular.

Pruebas de normalidad

| Tratamientos | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | | |
|-----------------------|--|------|------|--------------|-------|------|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. | |
| Acumulación_Foliar | Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | ,196 | 3 | . | ,996 | 3 | ,877 |
| | Fuertesimalva echinata (10% gallinaza) | ,177 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,969 |
| | Fuertesimalva echinata (20% gallinaza) | ,177 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,966 |
| | Urtica urens (5% gallinaza) | ,181 | 3 | . | ,999 | 3 | ,940 |
| | Urtica urens (10% gallinaza) | ,176 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,977 |
| | Urtica urens (20% gallinaza) | ,182 | 3 | . | ,999 | 3 | ,937 |
| Acumulación_Radicular | Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | ,238 | 3 | . | ,976 | 3 | ,700 |
| | Fuertesimalva echinata (10% gallinaza) | ,181 | 3 | . | ,999 | 3 | ,942 |
| | Fuertesimalva echinata (20% gallinaza) | ,175 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,997 |
| | Urtica urens (5% gallinaza) | ,225 | 3 | . | ,984 | 3 | ,756 |
| | Urtica urens (10% gallinaza) | ,176 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,986 |
| | Urtica urens (20% gallinaza) | ,200 | 3 | . | ,995 | 3 | ,861 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Base de datos SPSS 24

Prueba de Normalidad: Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95% para los datos de acumulación de plomo en las especies, ya que la cantidad de muestras es menor a 30. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por cada tratamiento, en total tenemos 18 datos. Se realiza la prueba de normalidad ya que se requiere saber si es un análisis paramétrico, para de esta manera poder realizar el contraste de hipótesis con el estadístico de prueba correspondiente.

Shapiro Wilk < 30 muestra

Kolmogorv- Smirnov > 30 muestra

Entonces, al tener 18 repeticiones usamos Shapiro Wilk

Hipótesis

- **Hipótesis Nula:** La acumulación en hojas y raíces de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* presentan una distribución normal

- **Hipótesis Alternativa:** La acumulación en hojas y raíces de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* no presentan una distribución normal

Regla de decisión:

- Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa.
- Sig. $> 0,05$ Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alternativa.

Criterio de Decisión

Se concluye que los datos correspondientes a la acumulación en hojas y raíces de *fuertesimalva echinata* y *Urtica urens*, son normales, debido a que la distribución de las desviaciones estándar son continuas entre sí, para el contraste de hipótesis, la significancia del estadístico es mayor de (0,05), por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Posteriormente al determinar la prueba de normalidad, y al determinar que los datos son de distribución normal, se puede aplicar estadísticos para datos de distribución normal, como el ANOVA.

Tabla 51. Prueba de Homogeneidad de varianzas – Acumulación de Plomo en *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* – Foliar y Radicular.

Prueba de homogeneidad de varianzas

| | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----------------------|-----|-----|------|
| Acumulación_Foliar | 1,262 | 5 | 12 | ,341 |
| Acumulación_Radicular | 1,757 | 5 | 12 | ,196 |

Fuente: Base de datos SPSS 24

Homocedasticidad: La homogeneidad de varianza para los datos de eficiencias fitorremediadoras de las especies durante todo el periodo del tratamiento, se determinó mediante la Prueba de Levene.

Hipótesis

- **Hipótesis Nula:** Las varianzas son homogéneas
- **Hipótesis Alternativa:** Al menos una varianza es diferente de los demás

Regla de decisión:

- Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa.
- Sig. $> 0,05$ Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alternativa.

Criterio de Decisión

Se concluye que las varianzas son homogéneas en los datos de acumulación en hojas y raíces de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* a distintas dosis de gallinaza ya que la Sig. Es mayor a 0,05.

Tabla 52. Estadísticos Descriptivos de Acumulación de Plomo en *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* a distintas dosis de gallinaza.

| | | Descriptivos | | | | | | | |
|-----------------------|--|--------------|---------|---------------------|----------------|--|-----------------|---------|--------|
| | | N | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media | | Mínimo | Máximo |
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| Acumulación_Foliar | Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | 3 | 36,2167 | 8,68289 | 5,01307 | 14,6472 | 57,7862 | 27,23 | 44,56 |
| | Fuertesimalva echinata (10% gallinaza) | 3 | 56,2100 | 15,83213 | 9,14069 | 16,8808 | 95,5392 | 40,23 | 71,89 |
| | Fuertesimalva echinata (20% gallinaza) | 3 | 97,0267 | 6,93611 | 4,00457 | 79,7964 | 114,2569 | 90,02 | 103,89 |
| | Urtica urens (5% gallinaza) | 3 | 10,7733 | 1,55577 | ,89823 | 6,9086 | 14,6381 | 9,19 | 12,30 |
| | Urtica urens (10% gallinaza) | 3 | 30,6333 | 6,24045 | 3,60293 | 15,1312 | 46,1355 | 24,35 | 36,83 |
| | Urtica urens (20% gallinaza) | 3 | 40,4867 | 6,12334 | 3,53531 | 25,2755 | 55,6979 | 34,25 | 46,49 |
| | Total | | 18 | 45,2244 | 28,52098 | 6,72246 | 31,0413 | 59,4076 | 9,19 |
| Acumulación_Radicular | Fuertesimalva echinata (5% gallinaza) | 3 | 28,3700 | 5,64949 | 3,26173 | 14,3359 | 42,4041 | 23,30 | 34,46 |
| | Fuertesimalva echinata (10% gallinaza) | 3 | 45,9467 | 8,16378 | 4,71336 | 25,6667 | 66,2266 | 37,93 | 54,25 |
| | Fuertesimalva echinata (20% gallinaza) | 3 | 77,6867 | 16,97002 | 9,79764 | 35,5308 | 119,8425 | 60,73 | 94,67 |
| | Urtica urens (5% gallinaza) | 3 | 5,4933 | ,36295 | ,20955 | 4,5917 | 6,3950 | 5,16 | 5,88 |
| | Urtica urens (10% gallinaza) | 3 | 19,4900 | 5,73516 | 3,31120 | 5,2431 | 33,7369 | 13,78 | 25,25 |
| | Urtica urens (20% gallinaza) | 3 | 26,6667 | 4,38152 | 2,52967 | 15,7824 | 37,5510 | 22,48 | 31,22 |
| | Total | | 18 | 33,9422 | 24,68287 | 5,81781 | 21,6677 | 46,2167 | 5,16 |

Fuente: Base de datos SPSS 24

Tabla 53. Prueba ANOVA de un factor – Acumulación de plomo en *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* a distintas dosis de gallinaza.

| | | ANOVA | | | | |
|-----------------------|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Acumulación_Foliar | Entre grupos | 12922,557 | 5 | 2584,511 | 34,231 | ,000 |
| | Dentro de grupos | 906,035 | 12 | 75,503 | | |
| | Total | 13828,592 | 17 | | | |
| Acumulación_Radicular | Entre grupos | 9479,617 | 5 | 1895,923 | 25,926 | ,000 |
| | Dentro de grupos | 877,534 | 12 | 73,128 | | |
| | Total | 10357,151 | 17 | | | |

Fuente: Base de datos SPSS 24

Contraste de Hipótesis - Prueba ANOVA de un Factor

Se utilizó la prueba ANOVA de un factor, ya que se analizó la acumulación de plomo en las partes morfológicas de *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* a distintas dosis de gallinaza. Se realizó la Prueba ANOVA de un factor ya que los datos empleados siguen una distribución normal, es decir corresponde a un análisis paramétrico.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

Hipótesis de Investigación: Las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza a distintas dosis logran acumular el plomo en sus hojas y raíces para descontaminación de suelos del Callao.

•

Hipótesis Nula: Las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza a distintas dosis no logran acumular el plomo en sus hojas y raíces para descontaminación de suelos del Callao.

Regla de decisión:

- Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis de investigación.
- Sig. $> 0,05$ Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis de investigación.

Criterio de Decisión

Se concluye que, se rechaza la hipótesis nula, pues la probabilidad del estadístico de prueba seleccionado, ANOVA de un factor, es menor que el nivel de significancia de $\alpha = 5\%$. Por lo tanto, se confirma que las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza a distintas dosis logran acumular en hojas y raíces concentración de plomo en la descontaminación de suelos del Callao.

IV. DISCUSIÓN

Una vez culminado con los resultados obtenidos en el presente estudio se puede afirmar que las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizadas con gallinaza, son eficientes en la descontaminación de suelo del parque Ramón Castilla – Callao.

- En la presente investigación se pudo notar que la especie *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza al 20% tuvo la mayor eficiencia de descontaminación del suelo con plomo con un valor de 61.73% al cabo de 45 días empezado el tratamiento, mientras que *Urtica urens* con gallinaza al 20% obtuvo una eficiencia de descontaminación de 39.45% al cabo de 45 días empezado el tratamiento, considerándose así a *Fuertesimalva echinata* con gallinaza al 20% como el tratamiento más eficiente en la descontaminación de suelos con plomo del parque Ramón Castilla - Callao. El cual se pudo corroborar de acuerdo al trabajo previo de RIOS, Ana (2017) en su investigación reportó que el Tratamiento con Malva obtuvo una eficiencia de descontaminación de plomo de 68%, siendo mayor el porcentaje de descontaminación gracias a que su tratamiento con malva duro 70 días.
- En esta investigación se pudo notar que la Especie *Fuertesimalva echinata* con gallinaza al 20% tuvo una mayor acumulación en la parte foliar con un valor de 103,89 mg/kg de Plomo y radicular con un valor de 94,67 mg/kg de Plomo, mientras que la especie *Urtica urens* con gallinaza al 20% tuvo una acumulación en la parte foliar con un valor de 46,49 mg/kg de Plomo y radicular con un valor de 31,22 mg/kg de Plomo al cabo de 45 días empezado el tratamiento, ante ello DÍAZ, María (2017) en su investigación reportó que *Urtica urens* logró acumular en sus hojas 84,34 mg/kg de plomo y en sus raíces obtuvo una acumulación de 25,06 mg/kg.
- En la presente investigación se pudo notar que la mayor reducción de plomo en el suelo se dio en el Tratamiento con *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 20 % ya que se pudo reducir de una concentración inicial de plomo de 980 mg/kg hasta 375,01 mg/kg al cabo de 45 días empezado el tratamiento. Ante ello CALLIRGOS, Cristina (2014) en su investigación reportó que *Chrysopogon zizanioides* redujo una concentración de plomo original de 1577 mg/kg hasta 1190 mg/kg. RODRIGUEZ, Juan, RODRIGUEZ, Humberto, DE LIRA, Gerardo (2016) reportaron que la especie *R. Communis* logro acumular en su raíces 3.94 mg/kg de Pb. WANG, Mensah (2017)

reporto que tras usar una especie bioacumuladora esta logro acumular en su raíces 1509 mg/kg, en tallos y hojas de 2164.7 mg/kg de plomo. RIOS, Ana (2017) reporto que su suelo agrícola tenía 402,80 mg/kg de plomo, y para determinar la eficiencia de reducción de plomo aplico, como al tratamiento al Rye Grass el cual contenía 59,06 mg/kg de plomo, obteniéndose así un 75% de eficiencia, el tratamiento con Geranio contenía 105,79 mg/kg de plomo, obteniéndose así un 69% de eficiencia, el tratamiento con Malva contenía 115,20 mg/kg de plomo, obteniéndose así un 68% de eficiencia.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó las eficiencias de descontaminación de plomo utilizando las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza. Se comparó las eficiencias de las dos especies con el agregado de gallinaza, que actuó como agente quelante, siendo la más eficiente el Tratamiento de *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 20% con una eficiencia de 61,73% con respecto al Tratamiento de *Urtica urens* y gallinaza al 20% con una eficiencia de 39.45%.
- Se analizó la capacidad de las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza para acumular en hojas y raíces concentración de plomo de suelos contaminados del Callao, obteniéndose valores de acumulación de 103,89 mg/kg de plomo en la parte foliar y 94,67 mg/kg de plomo en la parte radicular para el tratamiento con *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 20%, mientras que para el tratamiento de *Urtica urens* y gallinaza al 20% se obtuvo valores de acumulación de 46,49 mg/kg de plomo en la parte foliar y 31,22 mg/kg de plomo en la parte radicular.
- Se determinó la descontaminación de plomo en suelos con *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* fertilizada con gallinaza en el Callao, obteniéndose una reducción de la concentración de plomo inicial de 980 mg/kg hasta una concentración de plomo final de 375,01 mg/kg para el tratamiento de *Fuertesimalva echinata* y gallinaza al 20%, mientras que para el tratamiento de *Urtica urens* y gallinaza al 20% se obtuvo una reducción de la concentración de plomo inicial de 980 mg/kg hasta una concentración de plomo final de 593,37 mg/kg.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* en suelos de tipo franco arcilloso, contaminados por plomo o zonas donde haya pasivos mineros, ya que son especies acumuladoras, que soportan temperaturas extremas y se encuentran disponible en el ecosistema como un recurso natural.
- Se recomienda realizar la investigación en los suelos donde haya presencia de otros metales pesados, con la finalidad de determinar que si las especies *Urtica urens* y *Fuertesimalva echina* tienen la misma eficiencia que tuvieron con el plomo.
- Se recomienda utilizar Gallinaza en dosis de 20%, para el aumento del contenido de humedad, y se logre un desarrollo fisiológico apto para cualquier especie vegetal.
- Se recomienda analizar a las especies *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* en un rango de tiempo mayor a doce meses, para de esta manera poder tener mayor recopilación de datos, por ende mayor aproximación al resultado esperado.
- Se recomienda probar la bacteria *Bacillus lentus*, para la degradación de plomo, en los restos de poda de las especies *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens*.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **ALDRICH, Michelle, ELIZEY, Jacob.** La utilización del EDTA en la especie Mezquite para el análisis de sus efectos en la adsorción del Plomo. Artículo internacional de fitorremediación.2014. 56 p.
- **ARMIENTA, María y RUIZ, Esther.** Acumulación de Arsénico y Metales pesados en maíz en suelos cercanos a Jales o Residuos Mineros. Artículo Internacional de Contaminación Ambiental, (2):103-117,2012.
ISSN: 0188-4999
- **ARROYAQUE, Catalina; ARAQUE, Pedronel y PELAEZ, Carlos.** Aplicación del pasto llanero para la determinación de toxicidad y acumulación de mercurio y cadmio. Artículo de Química Farmacéutica, 17(1): 45-49, 2013.
ISSN: 0121-4004
- **AVELINO Carhuaricra, Carmen.** Evaluación de remediación de suelos contaminados por metales en Villa de Pasco. Tesis (Maestro en Investigación y Docencia Universitaria). Perú: Universidad Nacional del Callao, Escuela de Posgrado, 2013, 150 pp.
- Autoridad Nacional del Agua. Ley N° 28611 Ley General del Ambiente. Citado el 07/05/2018. Disponible en:
http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_n-28611.pdf
- **Boot, R; Raynal, D y Grime, J.** A comparative study of the influence of drought stress on flowering in *Urtica dioica* and *U. urens*. *Journal of Ecology*,1986, 74(2):485-495
- **CALLIRGOS, Cristina.** Evaluación de la capacidad fitorremediadora de la especie *Chrysopogon zizanioides* mediante la incorporación de enmiendas en relaves mineros. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniería Ambiental). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014.
- **CASTRO, José.** *Capsicum annum L.* como fitorremediador de suelos contaminados por metales pesados. Tesis (Título profesional en Ciencias Ambientales). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013
- **CHÁVEZ, Luciana.** Fitorremediación con especies nativas en suelos contaminados por plomo. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Lima, Perú: Universidad Agraria La Molina, 2014.

- Constitución Política del Perú de 1993. Presidencia del Consejo de Ministros, Lima, Perú, 7 de setiembre del 2009.
- **COUSELO, José y CORREDOIRA, Elena.** Exposición de la especie Álamo a altas concentraciones de plomo. Artículo de Ciencias. 26(1): 29-41,2014.
ISSN: 1221-5080
- **DELGADILLO, Angelica; GONZALEZ, Cesar; PRIETO, Francisco; VILLAGÓMEZ, José y ACEVEDO, Otilio.** Fitorremediación: Una alternativa para eliminar la contaminación.14 (2): 597-612, 2011.
ISBN: 1870-0462
- **DIAZ, María.** Capacidad de Acumulación de la ortiga (*Urtica urens*) para la fitorremediación de suelos contaminados por plomo en la Oroya, Junin, 2017. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Lima, Perú: Universidad César Vallejo, 2017.
- **DIEZ, Javier.** Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados: Evaluación de plantas tolerantes y optimización del proceso mediante prácticas agronómicas. Tesis (Doctorado en Biología). Santiago de Compostela, España: Universidad Santiago de Compostela, 2015.
- **ESTRADA, Mónica.** Manejo y procesamiento de la Gallinaza. Artículo de Investigación. 2(1): 43-48, 2015.
ISSN: 1794-4449
- **GARCIA y DORRONSORO.** Aplicación de biotecnologías para la reducción de contaminación por metales pesados. Universidad de granada. Departamento de edafología y química agrícola. 2005. 133 p.
- **GARCIA, Sarah.** Relación entre el grado de intoxicación por plomo en sangre y el nivel de desarrollo en los preescolares del C.E.I. N°118 mi mundo feliz Asentamiento Humano Puerto Nuevo–Callao. Artículo de Obstetricia y Enfermería, (1)1:4, 2013.
ISSN: 1816-7713
- **GARCIA-GALLEGOS, Elizabeth; GARCIA-NIETO, Edelmira y JUÁREZ-SANTILLAN, Luis.** La Respuesta de Haba (*Vicia faba*, L.) cultivada en un suelo contaminado con diferentes concentraciones de cadmio. Artículo Internacional de Contaminación Ambiental. 28(2): 119-126, 2012.
ISSN: 0188-4999

- **GONZÁLES, Isabel y NEAMAN, Alexander.** Evaluación de la tolerancia al cobre de dos poblaciones de *Oenothera picensis* Phil. subsp. *picensis* (Onagraceae). Artículo de Botánica. 72(2): 240-249, 2015.
ISSN: 0016-5301
- **GONZÁLEZ, Isabel; MUENA, Victoria y CISTERNAS, Mauricio.** Acumulación de cobre en una comunidad vegetal afectada por contaminación minera en el valle Puchuncaví, Chile Central. Artículo Chileno de Historia Natural. 81(2): 279-291, 2015.
ISBN: 0716-078X
- **HERNÁNDEZ, Roberto.** Metodología de la Investigación. 4ta. Edición. Interamericana Ediciones S.A, 2006.902 pp. ISBN: 9701057538
- **HERNANDEZ, Santiago.** Nivel de tolerancia de 4 especies en suelos contaminados con plomo. Universidad nacional de Madrid. 2013. 124 p.
- **HOLM, L; DOLL, J; HOLM, E; PANCHO, J; HERBERGER, J.** 1997. World Weeds. Natural Histories and Distribution. New York, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- **HOYOS, Marlon; GUERRERO, Ana.** Bioacumulación de plomo y cadmio en dos especies oriundas. Artículo de ciencias biológicas. 16(2): 70-82, 2013
ISSN: 1681-7230
- **HUERTA, J.** Ortiga mayor *urtica dioica* L. Artículo de Biología. 1(2): 131-137
ISSN: 1576-3080
- **JARA, Enoc; GÓMEZ, José; MONTOYA, Haydeé; CHANCO, Magda; MAURO, Mariano; CANO, Noema.** Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados. 21(2): 145-154, 2014.
ISBN: 1561-0837
- **JEREZ, José.** Evaluación de *Cajanus cajan* (arveja) para la fitorremediación de lixiviados de vertederos que contienen cromo y plomo. Artículo en contaminación ambiental. 18(11) 56-61, 2016
- **JULCA, Alberto; MENESES, Liliana; BLAS, Raúl; BELLO, Segundo.** La Materia Orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. 24(1): 49-61, 2006.
ISSN: 0718-3429

- **BECERRA, GARCIA.** Aplicación de plantas hiperacumuladoras de níquel en la fitoextracción natural: el género *Alyssum* L. Artículo Ecosistemas. 16(2): 26-43, 2017.
- **LIZARBE Asmat, Katherine y RIVERA López Yaslin.** Optimización del crecimiento de *Helianthus annuus* L. (Girasol) para la fitoextracción de plomo, zinc y cadmio de relaves minero artesanal del caserío de Zarumilla, Pataz. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2013. 60 pp.
- **MAGUIÑA, Luisa.** Determinación de la capacidad fitorremediadora de *Lupinus mutabilis Sweet* (chocho o tarwi) en suelos contaminados con cadmio. Tesis (Licenciada en Biología). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2017. 122 pp.
- **MARRECO, Jeannette; AMORES, Isis y COTO, Orquidea.** Fitorremediación, una tecnología que involucra a plantas y microorganismos en el saneamiento ambiental. Artículo ICIDCA. 46(3): 52-61, 2012.
ISSN: 0138-6204
- **MARTÍN, HERNÁNDEZ, GÁRATE.** Hydrous Silica Coatings: Occurrence, Speciation of Metals and Environmental Significance. Food Chem. 2010.58 p.28
- **MENDOZA, Martel.** Acumulación de metales pesados en *beta vulgaris* l. Y *lolium perenne* l. de suelos de Cuemanco. Tesis (para obtener el título de Bióloga). México: Universidad Nacional Autónoma De México, 2014.
- Ministerio de Salud. Contaminación por Metales Pesados [en línea] 2013. Citado el 05/05/2018. Disponible en: http://www.minsa.gob.pe/portalweb/06prevencion/prevencion_2.asp?sub5=3
- Ministerio del Ambiente. Guía para muestreo de Suelos [en línea] 2014. Citado el 28/04/2018. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf
- **NUÑEZ, Roberto; MEAS, Yunny; ORTEGA, Raul y OLGUÍN, Eugenia.** Fitorremediación: Fundamentos y Aplicaciones. 69-82pp.2004.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Evaluación de la Calidad Ambiental en la zona industrial del Callao [en línea] 2010. Citado el 05/05/2018. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=9677
- Organización Mundial de la Salud. Global Health Observatory (GHO). Exposure to lead 2004, Situation and trends [en línea]. Citado el 08/05/2018. Disponible en: <http://www.who.int/gho/en/>

- Organización Mundial de la Salud. Intoxicación por plomo y salud [en línea] Junio 2014 [fecha de consulta: 04 de mayo del 2018] Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- **ORTIZ, René y ARANIBAR, Marcelino.** Utilización de plantas del antiplano de Puno para la acumulación de metales de relaves mineros. Artículo Científico de Investigación Andina. 15(2): 96-107, 2015.
- **ORTIZ, Trejo, VALDEZ, Arreola, FLORES, Marco.** Fitoextracción de Plomo y Cadmio en suelos contaminados usando Quelite (*Amaranthus Hybridus L.*) y Micorrizas. Artículo de Hortículo. 15(2): 161-168, 2016.
ISSN: 2007-4034
- **PAIVA, Greta.** Fitorremediación de suelos contaminados con plomo utilizando *amaranthus spinosus* – *amaranthaceae* en Cusco del 2015. Tesis (para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales). Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María, 2015.
- **RIOS, Ana.** Comparación de las eficiencias fitorremediadoras de las especies *Lolium perenne*, *Pelargonium hortorum* y *Fuertesimalva echinata* para la reducción de la concentración de plomo en suelos agrícolas del distrito de Huamantanga, 2017. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental. Lima, Perú: Universidad César Vallejo, 2017.
- **RODRIGUEZ, Juan; RODRIGUEZ, Humberto y DE LIRA, Gerardo.** Capacidad de seis especies vegetales para Acumular Plomo en Suelos Contaminados. Artículo Científico. 29(3): 239-245, 2016.
ISSN: 0187-7380
- Sistema Nacional de Información Ambiental. Estandares de Calidad Ambiental del Suelo [en línea] 2017. Citado el 04/05/2018. Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/59914>
- **SIERRA Villagrana, Ruben.** Fitorremediación de un suelo contaminado con plomo por actividad industrial. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola y Ambiental). México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Ingeniería, 2014. 51 pp.
- **UBILLUS Limo, Julio.** Estudio sobre la presencia de plomo en el Medio Ambiente de Talara en el año 2013. Tesis (Licenciado en Ingeniería Química). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2013.

- **WANG, Mensah.** Aplicación de Bidens Maximowicziana para la extracción de plomo en suelos agrícolas. Universidad de Colombia. 2017.

ANEXOS

Anexo N°1
Instrumentos de Observación

Formato 1: Ficha de Características Físicoquímicas Iniciales del Suelo y Caracterización de Gallinaza

| | |
|---------------|--------------|
| FECHA: | HORA: |
| LUGAR: | |

| | | | |
|---|---|---------------|---|
| | FORMATO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS INICIALES DEL SUELO Y CARACTERIZACIÓN DE GALLINAZA | | Responsable: Michael Rumaldo Ramirez |
| | | | Versión: 001 |
| SUELO DEL PARQUE RAMÓN CASTILLA – CALLAO | Indicadores | Unidad | Valor |
| | pH | - | |
| | Conductividad Eléctrica | uS/cm | |
| | Materia Orgánica | % | |
| | Permeabilidad | cm/s | |
| | Arcilla | % | |
| | Limo | % | |
| | Arena | % | |
| GALLINAZA | pH | - | |
| | T | °C | |
| | C/N | - | |
| | Materia Orgánica | % | |
| | Fósforo | % | |

Fuente: Elaboración Propia, 2018-I.

Formato 2: Ficha de Muestreo de Plomo en el Suelo

| | |
|---------------|--------------|
| FECHA: | HORA: |
| LUGAR: | |

| | | | | |
|--|--|---------------------------|---------------------------|---|
|  | FORMATO DE LAS CONCENTRACIÓN DE PLOMO (ppm) EN EL SUELO | | | Responsable: Michael Rumaldo Ramirez |
| | | | | Versión: 002 |
| | Concentración de Plomo (ppm) | | | |
| TRATAMIENTOS | Inicial | Después de 15 días | Después de 30 días | Después de 45 días |
| TRATAMIENTO 1 <i>(Fuertesimalva +gallinaza)</i> | | | | |
| TRATAMIENTO 2 <i>(Urtica Urens +gallinaza)</i> | | | | |

Fuente: Elaboración Propia, 2018-I.

Formato 3: Ficha de Acumulación de plomo en las especies *Urtica Urens* y *Fuertesimalva Echinata*

| | |
|---------------|--------------|
| FECHA: | HORA: |
| LUGAR: | |

| | | | | |
|---|--|--|---------------------------|---|
|  | FORMATO DE LAS ACUMULACIÓN DE PLOMO (ppm) EN LA <i>Urtica Urens y Fuertesimalva Echinata</i> | | | Responsable: Michael Rumaldo Ramirez |
| | | | | Versión: 003 |
| TRATAMIENTOS | Morfología | Acumulación de plomo en <i>Urtica Urens</i> y <i>Fuertesimalva Echinata</i> | | |
| | | Después de 15 días | Después de 30 días | Después de 45 días |
| TRATAMIENTO 1 <i>(Fuertesimalva +gallinaza)</i> | Raiz | | | |
| | Hoja | | | |
| TRATAMIENTO 2 <i>(Urtica Urens +gallinaza)</i> | Raiz | | | |
| | Hoja | | | |

Fuente: Elaboración Propia, 2018 –I.

Formato 4: Ficha de Ubicación

FORMATO DE UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

Responsable: _____ **DNI:** _____

I. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

II. OBSERVACIÓN AMBIENTAL

III. GRÁFICO DE LAS COORDENADAS

| PUNTO DE MUESTREO | COORDENADAS UTM | |
|--------------------------|------------------------|----------|
| | X | Y |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |

Fuente: Propia

Anexo N°2
Fichas de Validación de Instrumentos

Solicitud de Validación 1



SOLICITUD: Validación de Instrumento de recojo de información

Sr. Mg. Dr.: Alfonso Alcántara Bora

Yo **Rumaldo Ramírez Michael Douglas** identificado con DNI N° 70849225 alumno de la EAP de Ingeniería Ambiental, me presento a usted con el debido respeto y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable la recolección de datos necesarios para la tesis titulada: **"DESCONTAMINACIÓN DE PLOMO A SUELOS CON Urtica Urens y Fuertesimalva Echinata FERTILIZADA CON GALLINAZA EN EL CALLAO"**, solicito a Ud. Se sirva validar el Instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de Operacionalización de Variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición

Lima, 06 de Junio del 2018


.....
NOMBRES Y APELLIDOS
Rumaldo Ramírez Michael

Validación de Instrumento 1



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Rolando Marilón Bzo
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente USV
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Lista de requisitos metodológicos de
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Docente Rolando Marilón Bzo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | MÍNIMAMENTE 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 | Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 7. Consistencia | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 8. Coherencia | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 9. Metodología | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 10. Pertinencia | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | ✓ | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| ✓ |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

87.5 %

Lima, 06 de junio del 2018

[Firma]

FIRMA DEL EXPERTO
 DNI N° 82634171 Tel. 98770827

CP 194095

Solicitud de Validación 2



SOLICITUD: Validación de
Instrumento de recojo de información

Sr. Mg. Dr.: JAYE NAKAYO TORRE LEONARDO

Yo **Rumaldo Ramirez Michael Douglas** identificado con DNI N° 70849225 alumno de la EAP de Ingeniería Ambiental, me presento a usted con el debido respeto y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable la recolección de datos necesarios para la tesis titulada: **"DESCONTAMINACIÓN DE PLOMO A SUELOS CON Urtica Urens y Fuertesimalva Echinata FERTILIZADA CON GALLINAZA EN EL CALLAO"**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de Operacionalización de Variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición

Lima, 07 de Junio del 2018


NOMBRES Y APELLIDOS
Rumaldo Ramirez Michael

Validación de Instrumentos 2



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: JAVE HAKAYO JORGE LEONARDO
 1.2 Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de características Psicoquímicas - Suelo
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Rómulo Ramírez Michael

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. | | | | | | | | | | / | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| / |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 02 de Junio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO
 DNI N° 01006653 Tel: 992005015

CIP: 43444

Solicitud de Validación 3



SOLICITUD: Validación de
Instrumento de recojo de información

Sr. Mg. Dr.: *Cabrera Crespo, Carlos Francisco*.....

Yo **Rumaldo Ramírez Michael Douglas** identificado con DNI N° **70849225** alumno de la EAP de Ingeniería Ambiental, me presento a usted con el debido respeto y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable la recolección de datos necesarios para la tesis titulada: **"DESCONTAMINACIÓN DE PLOMO A SUELOS CON Urtica Urens y Fuertesimalva Echinata FERTILIZADA CON GALLINAZA EN EL CALLAO"**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos;

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de Operacionalización de Variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición

Lima, *07* de Junio del 2018


.....
NOMBRES Y APELLIDOS
Rumaldo Ramírez Michael

Validación de Instrumento 3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: CARRERA CARRERA CARLOS FRANCISCO
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente Investigador UPRU
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Forma de presentación de investigación - Solo
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Disemulada Ramírez Mubant

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 | Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis. | | | | | | | | | | / | | | |
| 7. Consistencia | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | / | | | |
| 8. Coherencia | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | / | | | |
| 9. Metodología | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | / | | | |
| 10. Pertinencia | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | / | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|----|
| Si |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 23 de Julio del 2018

[Firma]
 FIRMA DEL EXPERTO
 DNI N° 41202531 Telf. 311 511117
CIP 46572

Anexo N°3
Reportes de Laboratorio

SOLICITO: Análisis de Muestras

A: MSc. Atilio Mendoza A.

JEFE LAB. ESPECTROMETRÍA – FIGMM - UNI

Yo, Rumaldo Ramírez Michael Douglas con DNI N° 70849225, y código de Alumno N° 6700082205, de la escuela profesional de ingeniería ambiental, de la UCV cursando el Décimo Ciclo "X" expongo lo siguiente:

Que de acuerdo a la malla circular de la Universidad Cesar Vallejo, debo cumplir un requisito, la aceptación del laboratorio donde se realizaran los análisis de mi Desarrollo de investigación: **"DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS CON PLOMO USANDO *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* FERTILIZADA CON GALLINAZA EN EL CALLAO"**, sabiendo del apoyo que Ud. Dignamente presta a los estudiantes quisiera que tome en consideración mis muestras para que sean analizadas en el laboratorio que Ud. dignamente dirige. Como son concentración de Pb en suelo y análisis foliar y radicular.

Por el expuesto, conocedor de su apoyo a la juventud estudiosa acudo a Ud. Agradeciendo de antemano, aprovechando la oportunidad para reiterarle mi consideración y estima personal.

Lima, 03 de setiembre de 2018

Atentamente:

Rumaldo Ramírez Michael Douglas
D.N.I. 70849225

Correo: michaelrumaldo@gmail.com
Móvil: 980184904

RESPUESTA A SOLICITUD

Alumno : Michael Douglas Rumaldo Ramírez
DNI N° 70849225, código N° 6700082205, de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo.

alumno Michael Douglas Rumaldo Ramírez, el Laboratorio de Espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, acepta la petición para la recepción y análisis de las muestras, para el desarrollo de su investigación: "DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS CON PLOMO USANDO *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* FERTILIZADA CON GALLINAZA EN EL CALLAO".

Lima, 10 setiembre del 2018.



Msc. Atilio Mendoza A.

Jefe del laboratorio de espectrometría



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

SOLICITADO POR : MICHAEL RUMALDO RAMIREZ
Procedencia de muestras : Av. Gambeta -Callao
Recepción de muestras : Lima, 10 de Setiembre del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

| Código | Pb (mg/Kg) |
|--|------------|
| MG (inicial) – Suelo de parque Gambeta | 980 |
| MF (inicial) – Muestra Foliar Malva | 30 |
| OF (inicial) – Muestra foliar Ortiga | 21 |
| EG (Gallinaza inicial) | 0 |
| D.S. 011-2017 MINAN | 140 |

Muestras analizadas según método EPA 3050
Suelo residencial/Parques: Analizada en seco

Lima, 17 de Setiembre del 2018



MSc. Atílio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELOS TRATADOS

SOLICITADO POR : MICHAEL RUMALDO RAMIREZ
Procedencia de muestras : Av. Gambeta -Callao
Recepción de muestras : Lima, 12 de Noviembre del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) en suelo tratado |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Ortiga al 5% de gallinaza | 15 | 723.40 |
| | 30 | 705.06 |
| | 45 | 683.23 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 |

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) en suelo tratado |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Ortiga al 10% de gallinaza | 15 | 662.05 |
| | 30 | 637.16 |
| | 45 | 619.31 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 |

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) en suelo tratado |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Ortiga al 20% de gallinaza | 15 | 628.08 |
| | 30 | 607.29 |
| | 45 | 593.37 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 |

Muestras analizadas según método EPA 3050
Suelo residencial/Parques: Analizada en seco

Lima, 19 de Noviembre del 2018



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELOS TRATADOS

SOLICITADO POR : MICHAEL RUMALDO RAMIREZ
Procedencia de muestras : Av. Gambeta -Callao
Recepción de muestras : Lima, 12 de Noviembre del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) en suelo tratado |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Malva al 5% de gallinaza | 15 | 661.34 |
| | 30 | 642.41 |
| | 45 | 629.05 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 |

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) en suelo tratado |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Malva al 10% de gallinaza | 15 | 638.41 |
| | 30 | 616.62 |
| | 45 | 593.36 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 |

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) en suelo tratado |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Malva al 20% de gallinaza | 15 | 444.31 |
| | 30 | 410.23 |
| | 45 | 375.01 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 |

Muestras analizadas según método EPA 3050
Suelo residencial/Parques: Analizada en seco

Lima, 19 de Noviembre del 2018


MSc. Julio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE MUESTRAS FOLIAR - RADICULAR

SOLICITADO POR : MICHAEL RUMALDO RAMIREZ
Procedencia de muestras : Av. Gambeta -Callao
Recepción de muestras : Lima, 12 de Noviembre del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR-RADICULAR

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) Foliar | Pb (mg/Kg) Radicular |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|
| Ortiga al 5% de gallinaza | 15 | 9.19 | 5.16 |
| | 30 | 10.83 | 5.44 |
| | 45 | 12.30 | 5.88 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 | |

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) Foliar | Pb (mg/Kg) Radicular |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|
| Ortiga al 10% de gallinaza | 15 | 24.35 | 13.78 |
| | 30 | 30.72 | 19.44 |
| | 45 | 36.83 | 25.25 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 | |

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) Foliar | Pb (mg/Kg) Radicular |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|
| Ortiga al 20% de gallinaza | 15 | 34.25 | 22.48 |
| | 30 | 40.72 | 26.30 |
| | 45 | 46.49 | 31.22 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 | |

Muestras analizadas según método EPA 3050
Suelo residencial/Parques: Analizada en seco

Lima, 19 de Noviembre del 2018

MSc. Atilio Mendoza A
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE MUESTRAS FOLIAR - RADICULAR

SOLICITADO POR : MICHAEL RUMALDO RAMIREZ
Procedencia de muestras : Av. Gambeta -Callao
Recepción de muestras : Lima, 12 de Noviembre del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR-RADICULAR

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) | |
|--------------------------|-------------------------------|------------|-----------|
| | | Foliar | Radicular |
| Malva al 5% de gallinaza | 15 | 27.23 | 23.30 |
| | 30 | 36.86 | 27.35 |
| | 45 | 44.56 | 34.46 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 | |

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) | |
|---------------------------|-------------------------------|------------|-----------|
| | | Foliar | Radicular |
| Malva al 10% de gallinaza | 15 | 40.23 | 37.93 |
| | 30 | 56.51 | 45.66 |
| | 45 | 71.89 | 54.25 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 | |

| Plantas | Tiempo de tratamiento en días | Pb (mg/Kg) | |
|---------------------------|-------------------------------|------------|-----------|
| | | Foliar | Radicular |
| Malva al 20% de gallinaza | 15 | 90.02 | 60.73 |
| | 30 | 97.17 | 77.66 |
| | 45 | 103.89 | 94.67 |
| D.S. 011-2017 MINAN | | 140 | |

Muestras analizadas según método EPA 3050
Suelo residencial/Parques: Analizada en seco

Lima, 19 de Noviembre del 2018



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

**INFORME DE ENSAYO N° 184257
CON VALOR OFICIAL**

Nombre del Cliente : RUMALDO RAMIREZ MIHCAEL DOUGLAS
Dirección : Reservado por el cliente
Solicitado Por : RUMALDO RAMIREZ MIHCAEL DOUGLAS
Referencia : Cotización N°2668-18
Proyecto : Descontaminación de suelo con plomo, usando Urtica urens y Fuertesimalva echinata Fertilizada con gallinaza en el Callao
Procedencia : Reservado por el cliente
Muestreo Realizado Por : EL CLIENTE
Cantidad de Muestra : 1
Producto : Residuo sólido
Fecha de Recepción : 21/09/2018
Fecha de Ensayo : 21/09/2018 al 01/10/2018
Fecha de Emisión : 01/10/2018

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

| | |
|-----------------------|----------------|
| Código de Laboratorio | 184257-01 |
| Código de Cliente | GALLINAZA |
| Fecha de Muestreo | 19/09/2018 |
| Hora de Muestreo (h) | 11:00 |
| Tipo de Producto | Residuo sólido |

| Tipo Ensayo | Unidad | L.C.M. | Resultados |
|-----------------------------------|----------|---------------------|------------|
| Fisicoquímicos (Peso Seco) | | | |
| Fósforo Disponible * | mg/Kg PS | 2,00 | 1189 |
| Organic Matter * | % | 0,30 | 42,00 |
| pH | Und. pH | 0,01 ^(a) | 7,85 |
| Temperatura de Muestra * | °C | 0,1 ^(a) | 20,0 |
| Total Organic Carbon * | % | 0,17 | 7,50 |
| Relación C/N * | — | — | 4,17 |

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado, ">" = Mayor al rango lineal permitido por la técnica analítica. "—" = No Analizado.

* : Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

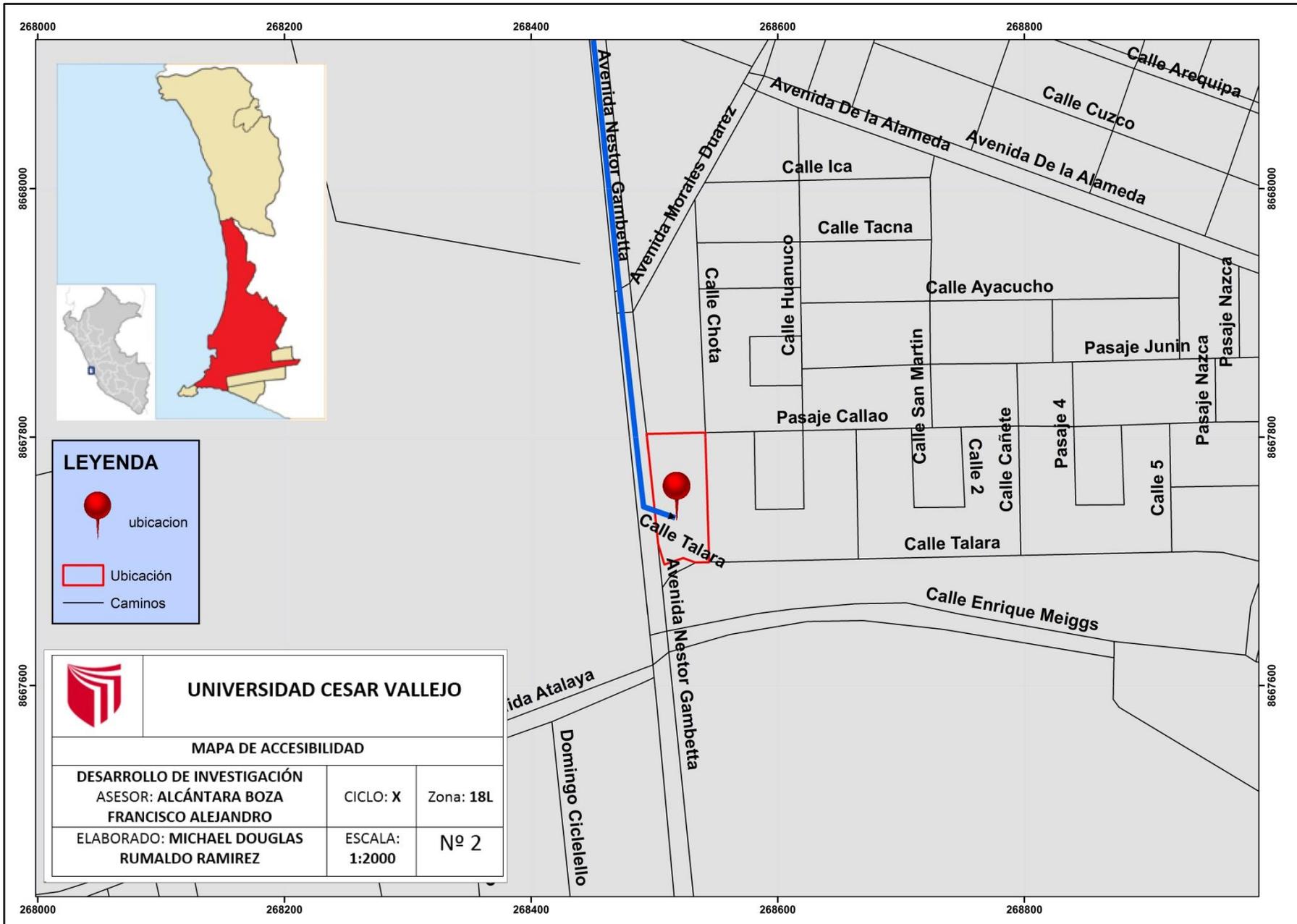
| | |
|-----------------------|----------------|
| Código de Laboratorio | 184257-01 |
| Código de Cliente | GALLINAZA |
| Fecha de Muestreo | 19/09/2018 |
| Hora de Muestreo (h) | 11:00 |
| Tipo de Producto | Residuo sólido |

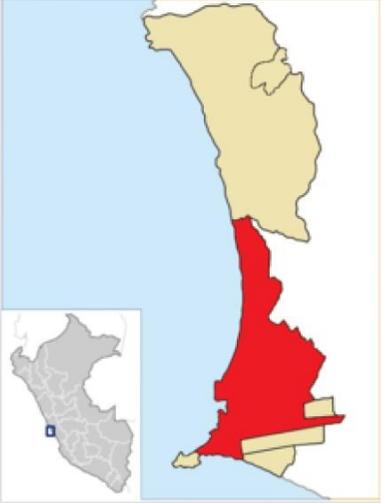
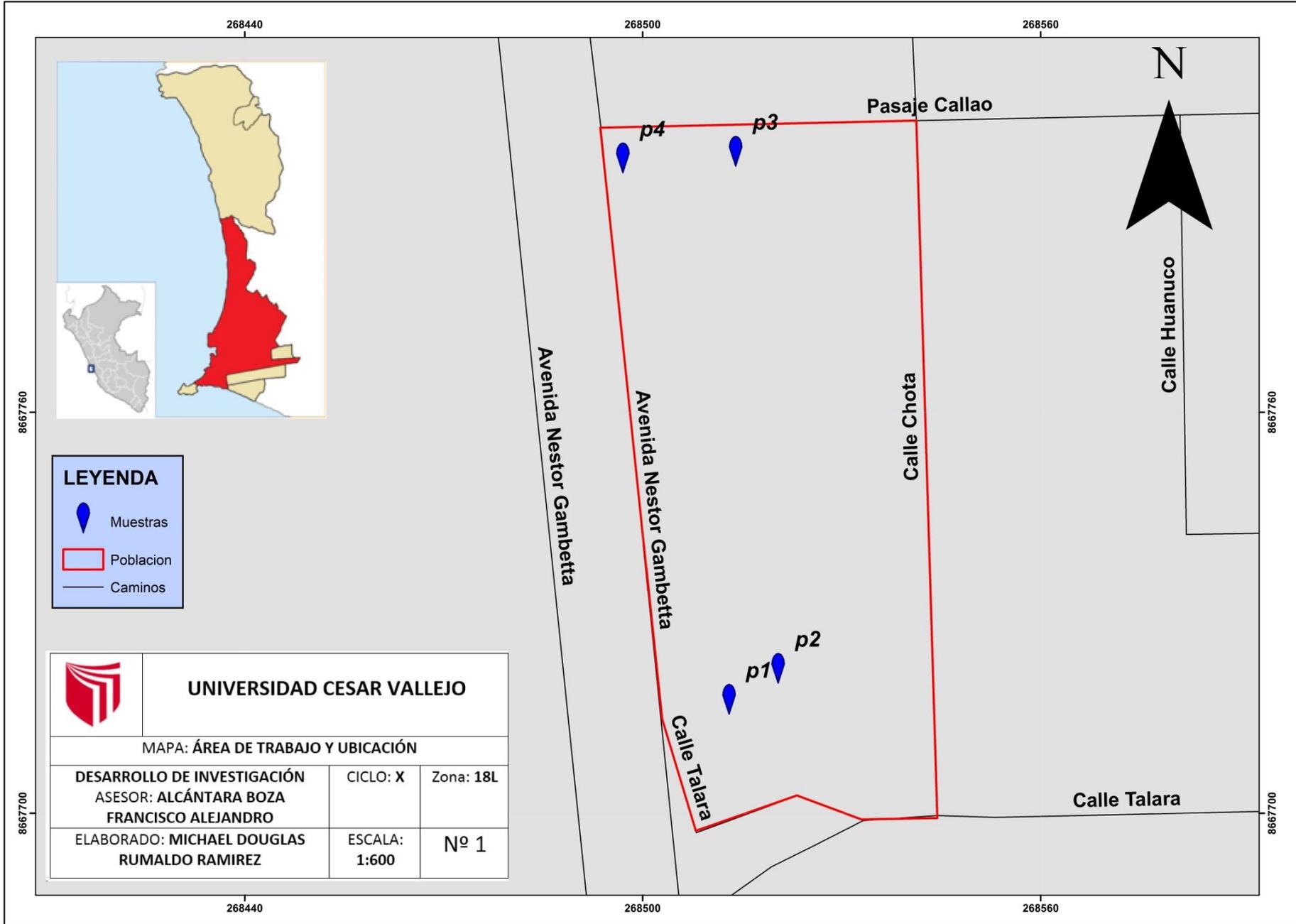
| Tipo Ensayo | Unidad | L.D.M. | Resultados |
|--|----------|--------|------------|
| Metales (ICP-AES) (Peso Seco) * | | | |
| Ca Calcio | mg/Kg PS | 1,49 | 5481 |

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado, ">" = Mayor al rango de trabajo. "—" = No Analizado.

* : Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Anexo N°4
Planos del Área de Investigación





LEYENDA

-  Muestras
-  Poblacion
-  Caminos

| | | |
|---|------------------|-----------|
|  | | |
| UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO | | |
| MAPA: ÁREA DE TRABAJO Y UBICACIÓN | | |
| DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN | CICLO: X | Zona: 18L |
| ASESOR: ALCÁNTARA BOZA FRANCISCO ALEJANDRO | | |
| ELABORADO: MICHAEL DOUGLAS RUMALDO RAMIREZ | ESCALA: 1:600 | Nº 1 |

Anexo N°5

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN | OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN | HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN | VARIABLES DIMENSIONES | METODOLOGÍA |
|--|--|---|---|--|
| <p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el resultado de descontaminación de suelos con plomo usando <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza en el Callao?</p> | <p>OBJETIVO GENERAL Determinar la descontaminación de suelos con plomo usando <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza en el Callao</p> | <p>HIPÓTESIS GENERAL El tratamiento de suelos con <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> con gallinaza a distintas dosis descontaminará suelos con plomo del Callao.</p> | <p>VARIABLE INDEPENDIENTE Empleo de <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza.</p> <p>DIMENSIONES</p> | <p>Tipo de Investigación: APLICADA</p> <p>Enfoque: CUANTITATIVO</p> <p>Nivel: EXPLICATIVO</p> |
| <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la eficiencia fitorremediadora de las especies <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza a distintas dosis en la descontaminación de suelos con plomo del Callao?</p> <p>¿Cuál es la capacidad de acumulación en hojas y raíces de <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza a distintas dosis para la descontaminación de suelos con plomo del Callao?</p> | <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la eficiencia fitorremediadora de las especies <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza a distintas dosis en la descontaminación de suelos con plomo del Callao.</p> <p>Determinar la capacidad de acumulación en hojas y raíces de <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza a distintas dosis para la descontaminación de suelos con plomo del Callao.</p> | <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS El uso de las especies <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza en distintas dosis logra la descontaminación de suelos con plomo del Callao.</p> <p>Las especies <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> fertilizada con gallinaza a distintas dosis logran acumular el plomo en sus hojas y raíces para descontaminación de suelos del Callao</p> | <p>- Acumulación de Plomo en <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i></p> <p>-Eficiencia Fitorremediadora</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Concentracion de plomo</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>-Concentración de Plomo en el Suelo</p> | <p>Diseño: EXPERIMENTAL, DE TIPO EXPERIMENTO PURO</p> <p>Población: 2256,6 m² DE ÁREA DE SUELOS DEL PARQUE RAMÓN CASTILLA-CALLAO.</p> <p>Muestra: 549,25 m² DE ÁREA DE SUELOS DEL PARQUE RAMÓN CASTILLA-CALLAO (72 kg)</p> <p>Técnica: OBSERVACIÓN</p> |

Anexo N°6
Panel Fotográfico

PANEL FOTOGRAFICO

1. PLANTACIÓN DE SEMILLAS



Fotografía 1: Plantación de semillas de las especies *Urtica urens* y *fuertesimalva echinata* en almácigos.

2. GEOREFERENCIACIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO



Fotografía 2: Realizando el reconocimiento y georeferenciación del área de estudio.

3. RECOLECCION Y ANÁLISIS DE MUESTRA DE SUELO DEL PARQUE RAMÓN CASTILLA –CALLAO,



Fotografía 3: Realizando el muestreo del suelo del parque Ramón Castilla –Callao.



Fotografía 4: Realizando el **Cuarteo Tipo Malla** para recolectar una muestra representativa de suelo del parque Ramón Castilla –Callao.



Fotografía 5: Procediendo a la preparación de **Extracto de suelo**, para el análisis Físico y químico.



Fotografía 6: Realizando los **Análisis Físicoquímicos** del suelo del parque Ramón Castilla –Callao.



Fotografía 7: Realizando la preparación de la muestra para el ensayo de **Conductividad Hidráulica**.



Fotografía 8: Realizando la **Estructura del Suelo (Arena, Arcilla y Limo)** por el método de sedimentación gravimétrica basada en la Ley de Stoke.

4. RECOLECCION Y HOMOGENIZACIÓN DE LA GALLINAZA



Fotografía 9: Homogenizando la Gallinaza Inicial, para su respectivos análisis y posteriormente emplearlo en los tratamientos.

5. ELABORACION DE LOS TRATAMIENTOS CON MALVA, ORTIGA Y DOSIS DE GALLINAZA



Fotografía 10: Se procedió a perforar pequeños agujeros en la base de las celdas, para que esta manera el agua que se le agregue pueda fluir, y no se sature el sistema.



Fotografía 11: Pesando 4kg de suelo del parque Ramón Castilla –Callao, y pesando las dosis de Gallinaza correspondiente a cada tratamiento, para después homogenizarlo con 1Lt de agua.



Fotografía 12: Se procedió a trasplantar los plantones de *Urtica urens* (Ortiga menor) y *Fuertesimalva echinata* (Malva) en las celdas. Las celdas contenían 4 kg de suelo, 1L de agua y diferentes porcentajes de gallinaza.

6. PROCEDIMIENTOS DE LOS ANALISIS RADICULAR Y FOLIAR DE CADA TRATAMIENTO



Fotografía 13: Se removi6 la *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* de la celda de cada tratamiento, para secarlo por 48 hrs a temperatura ambiente para su an6lisis Radicular y Foliar.



Fotografía 14: Estudiante poda la ra6z y parte superior (hojas) de las especies *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens* para despu6s pasar a incinerarlas y por consiguiente volverlo polvo en el mortero para digerarlo con 6cidos (6cido n6trico 3ml y 6cido clorh6drico 9ml) luego se hace enfriar para arrasarlo en una fiola de 25ml y se deja decantar por 24hr para pasar a la lectura por absorci6n at6mica.

Anexo N°7
Formatos Generales

Formulario de Autorización para la Publicación de la Tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Rumaldo Ramirez Michael Douglas
D.N.I. : 70849225
Domicilio : Calle 19 Urb. Los Naranjos Mz 43 Lt 01 - Los Olivos.
Teléfono : Fijo : 527-3778 Móvil : 980 784 904
E-mail : michael.rumaldo@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Ambiental
Carrera : Ingeniería Ambiental
Título : Ingeniería Ambiental

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :

Mención :

Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Rumaldo Ramirez Michael Douglas

Título de la tesis:

Descontaminación de suelos con plomo usando Urtica urens y
fuertes mulva echinata fertilizada con gallinaza en el Callao.

Año de publicación : 2018-II

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

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha :

25-09-2019

Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:
RUMALDO RAMÍREZ MICHAEL DOUGLAS

INFORME TÍTULADO:

“DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS CON PLOMO USANDO *Urtica urens* y
Fuertesimalva echinata FERTILIZADA CON GALLINAZA EN EL CALLAO”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 15/01/2019

NOTA O MENCIÓN: 14



Dr. Elmer Benites Alfaro

NRO...007-19/II

Yo, Elmer Benites Alfo.....
docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada

“Descontaminación de suelos con plomo usamos Urtica urens y Funtaria esculenta fertilizada con gallinaza en el Callao”

del (de la) estudiante Romaldo Ramirez Michael Douglas.....

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin. Reporte enviado por CRAI

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Jos Olayos 05/11/2019



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Elmer Benites Alfo

DNI: 07867289

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Responsable de SGC | Aprobó | Vicerrectorado de Investigación |
|---------|----------------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------------|

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Descontaminación de Suelos con plomo usando *Urtica urens* y *Fuertesimalva echinata* Fertilizada con gallinaza en el Callao"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Br. Rumaldo Ramírez, Michael Douglas (ORCID: 0000-0001-5222-2041)

ASESOR:

Dr. Alcántara Boza, Francisco Alejandro (ORCID: 0000-0001-9127-4450)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Handwritten signature and stamp of the University of Cesar Vallejo. The stamp is circular and contains the text: 'UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO', 'UCV', 'ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL', 'LIMAA'. The signature is in blue ink and includes the name 'Rumaldo Ramírez'.

Resumen de coincidencias

29 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- 29
- 1 Entregado a Universida... Trabajo del estudiante 10 %
- 2 repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet 8 %
- 3 repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet 1 %
- 4 Entregado a Universida... Trabajo del estudiante 1 %
- 5 www.aulavirtualusmp.pe Fuente de Internet 1 %