



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Influencia de las propiedades del suelo sobre la movilización de plomo en diferentes niveles.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Sonia Andrea Gutierrez Arista (ORCID: 0000-0003-0655-1148)

ASESOR:

Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán (ORCID: 000000-0003-4418-7009)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres, por darme la vida; hermanos por estar conmigo siempre alentándome a seguir adelante y permitiéndome continuar y formarme como persona y profesional. Por ser ejemplo para seguir y continuar cumpliendo con mis metas trazadas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, ante todo, por todas las oportunidades que me brinda día a día, por permitir que personas buenas se crucen en mi camino, que de alguna manera han sido participes en mi largo camino y con su apoyo permitieron que llegue alcanzar mis metas, por otro lado, agradezco la hermosa familia que me brinda y la dicha de ser tan bendita al tener el apoyo de cada uno de mis familiares.

También agradezco a mis padres Irene Arista Vela y Víctor Gutierrez; por sus sabios consejos que me brindaron y los que pongo en práctica ayudando a fortalecer y no desvanecer y a cualquier obstáculo ayudando a fortalecer y no desvanecer y ante cualquier obstáculo levantarme y seguir adelante.

Por otro lado, más que agradecida con la Universidad César Vallejo y a todos los ingenieros de la facultad de Ingeniería Ambiental, que hicieron posible, compartir sus conocimientos y hacer llegar sus sabios consejos, para lograr alcanzar una de las metas trazadas en el inicio de clases en la universidad.

Para finalizar agradezco a mis amigos, que con su apoyo moral hicieron en mí una persona más fuerte para poder continuar y llegar hasta cumplir esta meta, enseñándome que todo obstáculo se puede superar y que uno nunca está solo. A la vez agradecer a mis conocidos que de alguna manera intervinieron en la culminación de esta tesis.

Muchas gracias a todos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	Error! Bookmark not defined.
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA	9
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2 Variables y operacionalización.....	10
3.3 Población, Muestra, Muestreo, Unidad de Análisis	11
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	Error! Bookmark not defined.
3.5 Procedimientos	16
3.6 Método de análisis de datos	23
3.7 Aspectos Éticos.....	23
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Profundidad de muestreo según el tipo de suelo	16
Tabla 2 Análisis de plomo en el suelo	18
Tabla 3 Análisis de caracterización edafológica.....	18
Tabla 4 Concentraciones y dosis por usar	19
Tabla 5 Datos de metales.....	20
Tabla 6 Conversiones de plomo.....	21
Tabla 7 Resultados iniciales de las propiedades del suelo y plomo	25
Tabla 8 Valores de pH en el tiempo	26
Tabla 9 Valores del Potencial Redox en el tiempo	28
Tabla 10 Valores de conductividad eléctrica en el tiempo.....	30
Tabla 11 Valores de Humedad en el tiempo	32
Tabla 12 Valores de Materia Orgánica en el tiempo.	34
Tabla 13 Valores de plomo en el tiempo	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Flujograma del diseño de investigación	10
Figura 2 Matriz de operacionalización de variables.....	11
Figura 3 Equipo de absorción atómica Perkin – Elmer Modelo	15
Figura 4 Esquema básico de un espectrofotómetro	15
Figure 5 Flujograma del procedimiento de la parte experimental	16
Figura 6 Universidad César Vallejo – San Juan de Lurigancho (Lugar de desarrollo de la investigación).....	Error! Bookmark not defined.
Figura 7 Ubicación de Distrito de Mala, lugar de obtención de la muestra.	17
Figura 8 Línea de tendencia de pH, en el tiempo.....	27
Figura 9 Línea de tendencia de Potencial Redox en el tiempo.....	30
Figura 10 Línea de tendencia de la conductividad eléctrica en el tiempo.....	32
Figura 11 Línea de tendencia de la humedad en el tiempo.....	34
Figura 12 Línea de tendencia de Materia Orgánica en el tiempo.....	36

RESUMEN

La contaminación del suelo por plomo provoca disturbios medioambientales y genera suelos con limitaciones físicas, químicas y biológicas, para el establecimiento de vegetación y riesgos a la salud. El objetivo del estudio fue evaluar las propiedades del suelo sobre la movilización del plomo en diferentes niveles. El suelo es obtenido de Mala, provincia de Cañete, departamento de Lima, se eligió este lugar por ser de influencia de productos agrícolas. Se extrajo 405 kg de suelo, para ser distribuido en 81 kg. Para cada concentración, usando la muestra testigo para comparar y 4 diferentes concentraciones y 3 repeticiones, que fue distribuido en macetas de 3 kg. Se consideró 5 tiempos más la muestra de inicio, para los análisis de laboratorio, se trabajó con equipos calibrados y el plomo se obtuvo por espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados muestran que las propiedades del suelo influyen en la movilización del plomo, según los análisis estadísticos en Anova con un valor de significancia $\alpha < 0.05$ (Textura, materia Orgánica, Potencial Redox, pH). Se concluye que las propiedades físicas y químicas intervienen para la movilización de plomo según diferentes concentraciones. Se recomienda usar varios tipos de suelos para evaluar mejor la movilización de plomo.

Palabras claves: Movilización de metales, textura, propiedades del suelo, plomo.

ABSTRACT

Soil contamination by lead causes environmental disturbances and generates soils with physical, chemical and biological limitations for the establishment of vegetation and health risks. The objective of the study was to evaluate the properties of the soil on the mobilization of lead at different levels. The soil is obtained from Mala, province of Cañete, department of Lima, this place was chosen because it is influenced by agricultural products. 405 kg of soil was extracted, to be distributed in 81 kg. For each concentration, using the control sample to compare and 4 different concentrations and 3 repetitions, it was considered 5 times plus the starting sample, for the laboratory analyzes, we worked with calibrated equipment and the lead was obtained by atomic absorption spectrophotometry. The results show that the soil properties influence the mobilization of lead, according to the statistical analyzes in Anova with a significance value $\alpha = <0.05$ (texture, organic matter, redox potential, pH). It is concluded that the physical and chemical properties intervene for the mobilization of lead according to different concentrations. It is recommended to use various types of soil to better assess the mobilization of lead.

Keywords: Metal mobilization, texture, soil properties, lead.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades antropogénicas como la industria, extracción y el procesamiento de minerales. El Perú, es un país con privilegios por la alta producción de metales como: cobre, oro, plata, zinc y estaño, en menor producción de otros metales mencionando los siguiente: molibdeno, hierro, cadmio, mercurio, selenio e indio; esto es reconocido por los inversionistas mineros de tal manera presenta ventaja ante los demás países. (Industria minera 2017). Con este trabajo de investigación se buscó evaluar la influencia de las propiedades del suelo sobre la movilización de plomo en diferentes niveles y esta a su vez.

Osinergmin (2017), afirma que el Perú, ocupa el 1er lugar de exportación de plomo en América Latina y el 4to lugar en exportación de plomo y este a su vez principalmente se usa en la fabricación de baterías, refinación de petróleo, pinturas y hasta en construcción. La explotación de minerales genera conflictos socio ambientales por el temor de la contaminación y la desconfianza que tiene las empresas, además, incrementa la duda por proyectos mineros que contaminaron y fueron capaz de remediar. (p.195).

Según Zhao, et al, (2019), después de la contaminación del agua y la atmosférica, la contaminación del suelo es de gran preocupación ambiental y global. En los últimos años esta contaminación ha ido empeorando y podría generar grandes daños a la persona humana, el aumento de la contaminación de suelo se debe a la industria, la extracción de minerales por fundición y descarga, presencia de lodos, riego de aguas residuales, originadas por las actividades humanas y el uso de fertilizantes e insecticidas.

Según Selvakumar, et al, (2018), la contaminación de suelo, ha sido y es de preocupación importante, respecto a su nivel de toxicidad, por lo que influye en la cadena alimenticia y el medio ambiente. Yang, et al, (2018), pone en énfasis que los niños son más propensos de contaminarse con metales pesados que los adultos.

EL problema general es: ¿En que influyen las propiedades del suelo sobre la movilización del plomo en diferentes niveles? Y los problemas específicos son: ¿Qué propiedades químicas del suelo intervienen para movilizar plomo a diferentes niveles?; ¿Las condiciones físicas del suelo intervienen para movilizar plomo a diferentes

niveles?

Se justifica este trabajo por la existencia de la contaminación ambiental actualmente, debido que es considerado uno de los problemas que afectan a la población, así como es un gran problema el daño a los recursos naturales que al pasar el tiempo se incrementa más (Reyes, Yulieth, et al 2016).

Por otro lado, los metales pesados generan mucha preocupación debido a su alto contenido de toxicidad que ingresa al ser humano afectando su salud, ya sea por exposición ambiental o a través de los alimentos, asimismo, al plomo se considera cancerígeno además de generar enfermedades renales, osteomalacia, osteoporosis y afectación pulmonar, como lo menciona la Agencia de Investigación del cáncer de la OMS.

Zhao, et el (2019), menciona que es preocupante los efectos que produce la exposición al plomo, por lo que estos son notorios a corto y largo plazo sin necesidad de exponerse a altas concentraciones para presentar síntomas, por ejemplo, una larga exposición en bajas concentraciones de metales pesados genera tumoraciones cancerígenas. Por su lado Mushack, (2011), dice que el cáncer al estómago como al pulmón son los más registrados, como Jarup (2003), nos dice que en niños la exposición prolongada a plomo disminuye la capacidad intelectual, así como Bellinger (2008), refiere que la exposición de plomo en adultos genera desórdenes neuropsiquiátricos, tales como el comportamiento antisocial y déficit en la atención, en las gestantes la disminución de la reproducción, como también enfermedades cardiovasculares.

Por estos problemas mencionados se justifica este trabajo, por lo que permitió evaluar la disposición del suelo en poder distribuir el plomo en diferentes concentraciones contaminados con plomo, con ello se busca mejorar que la contaminación por plomo no afecte el suelo, teniendo en cuenta todo lo anterior, esta investigación aportará nuevo conocimiento sobre la composición del suelo de un importante sector de Lima, el diseño y el equipamiento que se utilizó en la investigación permitieron la caracterización en el espacio y tiempo del suelo contaminado con plomo, así como los resultados permitieron fortalecer lo que diferentes autores realizaron en diferentes trabajos investigados relacionados a la contaminación de suelo por plomo.

El objetivo general es: Evaluar las propiedades del suelo sobre la movilización del plomo en diferentes niveles y los específicos son: Determinar las propiedades químicas del suelo que intervienen para movilizar plomo en diferentes niveles. Determinar las propiedades físicas del suelo que intervienen para movilizar plomo en diferentes niveles.

La hipótesis general es: Las propiedades del suelo serán fundamentales para la movilización de plomo en diferentes niveles y las hipótesis específicas son: Las propiedades químicas del suelo serán importantes para la movilización de plomo a diferentes niveles. Las condiciones físicas del suelo serán importantes para la movilización de plomo en diferentes niveles.

II. MARCO TEÓRICO

Se consideró redactar los antecedentes internacionales mencionando que, en la Universidad de Alcalá de España, se investigó “Response of corn to (Zea mayz L.), polluted soils by heavy metals after the growth of a grass community”, en este estudio se usó la siembra del maíz en 30 suelos con 3 réplicas, los resultados obtenidos de los análisis químicos tanto de la parte aérea como radicular en las plantas demostraron que en 30 suelos contaminados con plomo resultaron 8 suelos básicos y 22 suelos ácidos, demostrando que el maíz tiene la capacidad de extraer metales pesados, a través de los resultados se confirma que el maíz en la parte aérea acumula Al, Zn, As, Mn y Cd, es por ello que esta especie se cultiva como forrajera en emplazamientos donde hay presencia de metales en el suelo, concluyendo que las hojas del maíz tienen la capacidad de acumular metales pesados en gran cantidad, dependen de las características del suelo, tal como el Ph, igual que la concentración de metales, para determinar la bioacumulación del maíz, creciendo como “coctel” donde la concentración de metales es muy elevada. Aun cuando su mayor concentración es en las raíces, un nivel alto en las hojas es preocupante porque afecta a la salud del ganado cuando es parte de su dieta (Pastor, Gutierrez y Hernández, 2008).

Cuevas y Walter del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Agroalimentaria, INIA, del departamento de Medio Ambiente, “Metales pesados en

maíz, cultivado en un suelo enmendado con diferentes dosis de compost de lodo residual”, Estudió en un periodo de 2 años, la planta del maíz (*Zea mays* L.), la absorción y distribución de metales pesados (Zn, Ni, Cd, Pb, Cr y Cu), cultivado en tipo de suelo calcáreo, que fue mezclado con compost de lodo residual en diferentes concentraciones probando que sustituye a la tradicional fertilización mineral usada en el forraje del cultivo de maíz sin malograr el cultivo del maíz ni el ambiente.

Así como los antecedentes nacionales en el proyecto titulado “El Mantaro Revive” del Arzobispado de Huancayo, se evaluó el suelo del Valle de Mantaro para determinar calidad ambiental, en la Región Pasco y Junín, incluyendo la zona media y alta de la cuenca del Mantaro, que abarcan 15 zonas, haciendo un total de 70 áreas donde se monitorearon el suelo, evaluando la presencia de diferentes metales cuyos resultados fueron: cadmio, en distritos como Concepción y el Mantaro – Jauja superando en 9.5 y 13.5 veces el estándar de calidad canadiense; cobre, en el distrito de Orcotuna, superando los valores del ECA –C en 13,8 veces, así como en el área de Mantaro las 5.3 veces excediendo en 20 zonas muestreadas, arsénico en la zona media y alta de la cuenca Mantaro, tal es el caso de la Oroya antigua sobrepasando 392.75 veces al valor de referencia que es 12 ppm; también se encontró otros metales tales son: mercurio; níquel; cromo; plomo y zinc. (Larrauri L, Rivera Ch., 2007).

Falcón Estrella en su tesis con título “Fitoextracción de metales pesados en suelo contaminado con *Zea Mays* L. en la estación experimental el Mantaro - Junín”, desarrollo Fitoextracción como tecnología, su trabajo se basó en absorber metales pesados usando la *Zea Mays* L. haciendo un estudio minucioso cuantificando la cantidad de metal absorbido en las flores, hojas, tallos, raíz, envoltura y en las semillas, Quitando los metales del suelo, trabajó un terreno de 3 lotes, a los cuales los clasifíco en A, B y C, cada uno con 125 m², tomando muestras al azar de 1 kg de suelo, para caracterizar, cuantificar las propiedades fisicoquímicas del suelo determinando la textura de tipo franco arcilloso, el pH (6.61, 7.10, 7.08), capacidad de intercambio catiónico (17.60, 15.52, 15.68), conductividad eléctrica (0.66, 0.60, 0.59 dS/m), materia orgánica (2.30, 2.77, 2.53%), cationes cambiabiles: Ca (14.70, 13.25, 13.36), Mg (2.13,

1.85, 1.92), K (0.29, 0.29, 0.25), Na (0.15, 0.13, 0.16) y porcentaje de carbonatos (0.80, 4.00, 1.50%), que fueron procesados en el laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la universidad Nacional Agraria La Molina.

El suelo se forma como consecuencia de procesos físicos, químicos y biológicos sobre el medio rocoso original, constituido por partículas que hacen una mezcla entre materia orgánica, minerales, aire y la disolución acuosa rodeando las partículas edáficas siendo esta la parte superficial de litosfera (García, Dorronsoro, 2003).

El volumen de materia sólida de la composición media del suelo es 50%, de disolución acuosa 20-30%, esta actúa facilita la conexión entre los organismos vivos con la litosfera, es por ello la importancia en el equilibrio biológico, así como también en el biológico, por contener solutos que son necesarios en la existencia y el desarrollo de la vegetación, las causas de encontrar iones es la descomposición orgánica, la lluvia, la desintegración de minerales y los intercambios de las partículas coloidales como la disolución del suelo y de suelo edáfico 20-30% (Bowen, 1979).

La composición del suelo está dividida en fracción inorgánica en 45%, que son las partículas, distintos tamaños de minerales denominadas gravas (> 2mm), arenas (0.05-0.02 mm), limos (0.05-0.005 mm) y arcillas (<0.005mm); es importante el tamaño de las partículas debido que determinan la textura y porosidad llamado también espacio hueco por donde circula el medio acuoso y el aire en una unidad de volumen y en fracción orgánica en 5% (Baptista, 2007).

La permeabilidad del suelo es importante, porque determina el tamaño del poro, este permite que el aire pase a una velocidad de la misma forma que el agua pueda moverse desde la superficie hasta las capas más profundas, a través de estos factores se determina la capacidad del suelo en la retención del agua, aéreo y a la vez facilitar el cultivo (Bowen, 1979).

Por la actividad orgánica y la infiltración de agua, según la profundidad del suelo se puede observar distintas capas u horizontes, todo esto sucede por las reacciones

químicas y físicas que suceden en la formación del suelo en la cual se distinguen 3 capas siendo la capa superficial (Horizontes A, B y C), donde algunos componentes producen lixiviación compuesta por partículas de minerales principalmente materiales silíceos y materia orgánica que proviene de los seres vivos, observándose que al aumentar la profundidad disminuye el oxígeno por el consumo del mismo que se lleva a cabo por la oxidación de la materia orgánica que forma óxidos que aumentan en paralelo con la cantidad de CO₂ (Dióxido de carbono) (Bautista, 2007).

El suelo arcilloso retiene metales por adsorción que se dan por los minerales de la arcilla, esta al contener diferentes minerales cuenta con determinados valores de descomposición eléctrica en la superficie, al ser mayor en la superficie de un filosilicato, más es la absorción de metales, se desarrolla cuando la absorción de carga es máximo cero, que compiten con los H⁺ disminuye y como resultado genera cambios en el pH según el tipo de mineral, (Sposito, 2019), no obstante los minerales de la arcilla absorben cuando el suelo contiene oxihidróxidos de hierro y/o materia orgánica que son componentes competitivos (Galán, 2018), por otro lado, los suelos arenosos carecen de la capacidad de fijar los metales contaminándose a nivel freático, (Sposito, 2019).

- **Metales pesados**

Los metales pesados pertenecen a un grupo de elementos químicos que son clasificados debido diferentes criterios, conocidos por el hombre son 118 elementos, de los cuales 84 son metales, y de estos 40 son metales pesados, para ser clasificados implica la densidad de mayor o igual a 4g/cm³ son llamados metales pesados, a diferencia del valor mínimo varía desde 94.5 hasta 5 g/cm³; también son considerados el número y peso atómico, siendo el caso del cobre de 63.55 y de mercurio 200.59, para que los metales sean considerados como tóxicos tienen que cambiar de una especie a otra, de esta manera se determina la contaminación de los metales por su toxicidad y su forma de ingreso al organismo como las reacciones que genera química y fisiológicamente que se manifiestan como signos y síntomas de intoxicación (Brady, Weil, 2002).

El metal pesado se caracteriza por tener una densidad igual o superior a 5gr *cm³,

cuando se encuentra en forma elemental, cuyo número atómico es 20 (excluyendo a los metales alcalinos y a los alcalinos – térreos, estando en la tierra en cantidades inferiores a 0.1%, junto a otros metales (García, 2003), resultando tóxicos y presentar disfuncionamiento en sus organismos, estos metales son acumulables en organismos, siendo principalmente Bi, Cd, Hg, Ni, Sb, Cu y Pb (Shuaña, 2018).

En el suelo se encuentran metales pesados en diferentes formas tales como: iones libres o componentes solubles, iones intercambiables, absorbidos en la fase sólida e inorgánica del suelo, partículas precipitadas o insolubles, complejos solubles o insolubles incorporados dentro de la arcilla (Meers, 2004 – 2005).

Los metales pesados geodisponibles, son los que pasan de la roca madre al suelo al ser liberados por meteorización unido a otros procedentes de emisiones volcánicas y lixiviados de metales, denominados geogénicos, que dependen de su estructura y la estabilidad termodinámica de los minerales de la roca, las estructuras polimerizadas son estables y resisten a la destrucción (Chin, 2014).

- **Toxicidad de metales pesados en el suelo**

Los metales son más sensibles al pH ácido debido que son fuertemente menos absorbidos a excepción Se, As, Mo, Cr y Mo, que se cuentan con movilidad al pH alcalino (Keats, 2014).

En los seres humanos el metal ingresa al cuerpo a través de la vía respiratoria, considerada la principal a través de la inhalación de partículas; oftálmica, al salpicar en el ojo; dérmica, por la piel; digestiva, al ingerir alimentos o agua contaminada, diversos estudios revelan que, al exponerse al plomo, genera diferentes síntomas que varían con inicios de dolor de cabeza, irritabilidad y dolor abdominal llegando a complicarse con el sistema nervioso (Järup, 2003).

El potencial de óxido-reducción, permite que el metal se oxide o se encuentre en estado reducido, siendo el pH, que muestra su estabilidad de los metales y a la vez predice el comportamiento de los metales pesados si presentara algún cambio en las condiciones ambientales (Zhao, 2018).

- **Movilidad del metal**

Cada mineral está determinado por distintos valores específicos y de descomposición

eléctrica, estas características son responsables de la absorción de los minerales, el cambio de cationes es mínimo en los minerales que pertenecen al grupo de caolinita, que para las micas es baja, para las esmectitas es alta y llegando a su nivel máximo las vermiculitas (Shing, 2018).

La movilidad de un metal no solo depende de su especificación química, sino de una serie de parámetros del suelo como son la materia orgánica, el pH, carbonatos, minerales de arcilla, en general la movilidad de los metales es baja, quedando sobre la parte superficial del suelo, al ser lixiviados en pequeñas cantidades llegan los horizontes inferiores, es por ello la importancia de las características del suelo como la cantidad del metal en la parte superficial para la agresión de los contaminantes. (Zhao2018).

- **Vías de movilización**

La movilización del metal depende de las características del suelo en donde se encuentran, depende de una serie de características edáficas, así como también de la toxicidad del contaminante (García, 2003).

- **Características del suelo**

Favorece la entrada e infiltración de la contaminación de metales pesados en el suelo. Se considera metal pesado a aquel elemento que tiene una densidad igual o superior a 5 gr. Por cm³ cuando está en forma elemental, o cuyo número atómico es superior a 20 (excluyendo a los metales alcalinos y alcalino-térreos). Su presencia en la corteza terrestre es inferior a 0.1%, junto a esto hay otros elementos químicos como metales. Garcia (2003). Cuya presencia en determinadas cantidades en seres vivos lleva aparejadas disfunciones en el funcionamiento de sus organismos. Resultan altamente tóxicos y presentar la propiedad de acumularse en los organismos vivos. Son, principalmente: Cd, Hg, Pb, Cu, Ni, Sb, Bi. Suaña (2018). Las características del suelo permiten la entrada de los metales pesados con ello la contaminación (Suaña, 2018), no todos los cationes están disponibles dependen del mineral que está formando como parte compleja del cambio (Zhao, 2018).

- **. Biodisponibilidad del metal pesado (Plomo)**

Se considera la biodisponibilidad del metal como el factor más relevante que permite

determinar el nivel de toxicidad de un contaminante que influye en determinar la eficiencia para un proceso de Fitoremediación (Meers, 2004 - 2005). La disponibilidad o biodisponibilidad se compone por la fracción que es tomada por la planta y relacionada fuertemente a factores físicos, químicos y biológicos (Chin, 2007).

- **Factores físicos**

La textura del suelo es importante en la biodisponibilidad del metal, también se relaciona con la capacidad de enlazar y mantener dentro de su estructura al metal. (Tseng, 2008).

- **Factores biológicos**

Se asocia a los microorganismos que afectan a la planta, principalmente favorece la raíz para la disponibilidad del metal (Tseng, 2008).

- **Factores químicos**

Dentro de los factores químicos que afectan al suelo se considera el pH y la presencia de agentes quelantes en el suelo (Chin, 2007).

- **Plomo**

Los compuestos del plomo son tóxicos, capaz de causar envenenamiento de trabajadores por el uso inadecuado y por la exposición excesiva, a pesar de ello en la actualidad es raro tener casos de envenenamiento por plomo debido a que hoy se cuenta con controles en ingeniería, el peligro proviene a través de la inhalación del metal en forma de polvo o vapor, en el caso de los organoplúmbicos, así como la absorción de la piel que también puede ser significativa, presentando dolores de cabeza, insomnio o vértigo, llegando a complicarse hasta llegar a coma y terminando en la muerte (García, 2003).

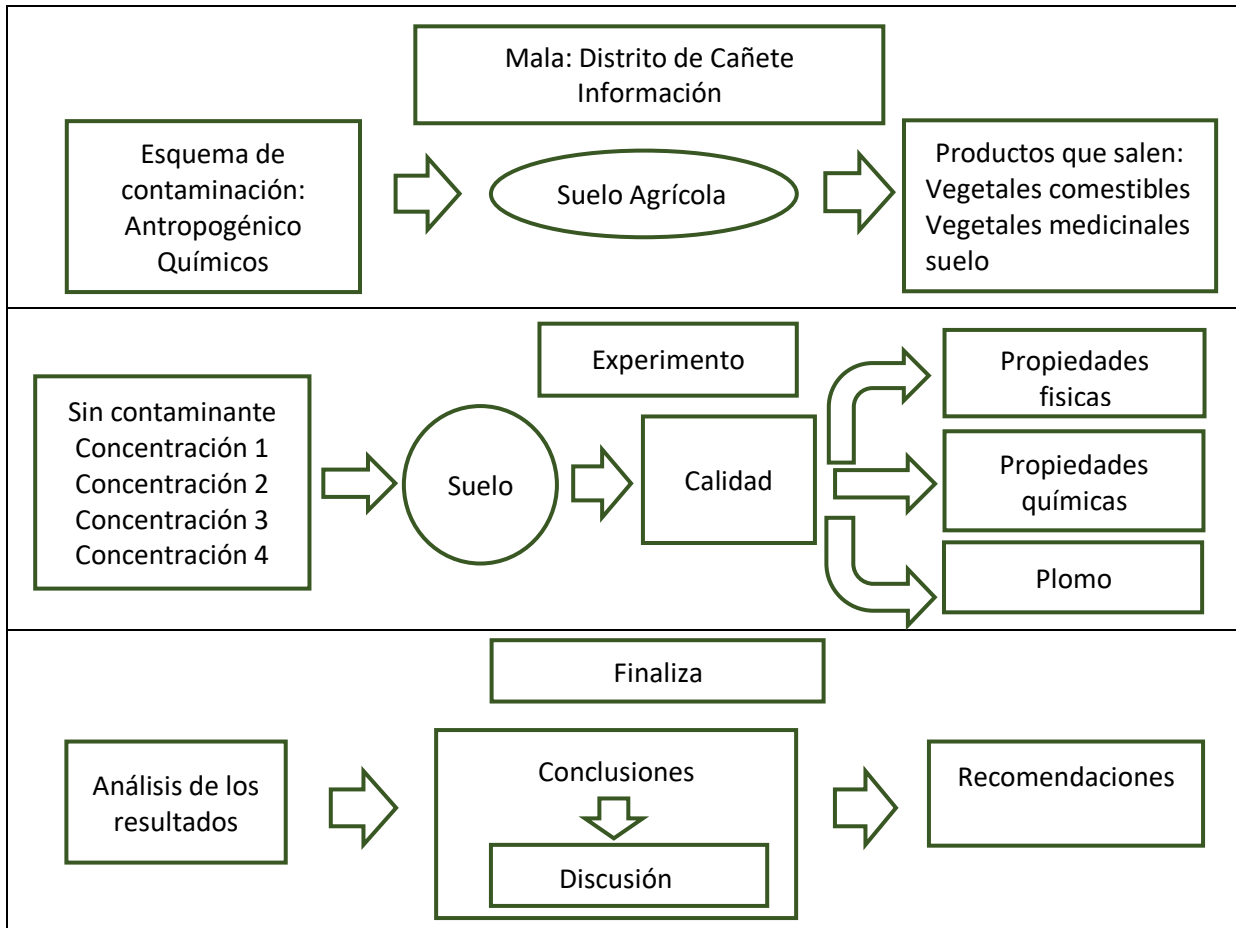
III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, con un nivel exploratorio, con diseño experimental puro, técnica de muestreo probabilístico aleatorio simple. Según la medición: cuantitativa, según el lugar Investigación de laboratorio, Según la propagación del tiempo: Longitudinal, según el nivel: exploratoria, explicativa causal:

(causa efecto).

Figura 1 Flujoograma del diseño de investigación



Fuente: Elaboración propia

3.2 Variables y operacionalización.

A. Variables:

- **Variable Independiente: Influencia de los factores del suelo**

Después de la contaminación aérea y de agua, la contaminación de suelos es hoy en día un problema al nivel mundial y de gran preocupación (Zhao,2019).

- **Variable Dependiente: Movilización de plomo**

La movilidad de los elementos traza, dependen de su movilidad, disponibilidad y su potencial para generar lixiviados en el suelo, llegando al agua subterránea (Keats,2010).

B. Operacionalización

- *Figura 2 Matriz de operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Instrumento de observación y medición
Variable independiente: Influencia de los factores del suelo	Después de la contaminación aérea y de agua, la contaminación de suelos es hoy en día un problema al nivel mundial y de gran preocupación (Zhao, 2019)	Se usó 405 kg de suelo, se mezcló 324 kg de suelo con Nitrato de plomo según cada dosis (4 dosis), establecida por cálculos matemáticos. Luego se distribuyó en macetas de 3 kg cada uno haciendo un total de 135 macetas considerándose el suelo sin contaminar y el suelo contaminado.	Condiciones fisicoquímicas	Textura	% de Limo, % de arena, % de arcilla	Hidrómetro
				Conductividad eléctrica	ds / m	Conductímetro
				Potencial de hidrógeno	0 - 14	pH- metro
				Materia Orgánica	Mg/kg	Mufla - Balanza
				Potencial Redox	eh	pH- metro
			Condiciones medioambientales	Humedad	%	Balanza – estufa
Variable dependiente: Movilización de plomo	La movilidad de los elementos traza, dependen de su movilidad, disponibilidad y su potencial para generar lixiviados llegando al agua subterránea (Keats, 2010)	Se harán cálculos matemáticos para contaminar y después de un tiempo (5 semanas por 2 meses) para luego ser leído en el espectrofotómetro de absorción atómica.	Concentración de plomo	Sin contaminante	Medición de plomo	Espectrofotómetro de absorción atómica
				Concentración 1		
				Concentración 2		
				Concentración 3		
			Concentración 4			
Forma de Disposición	Sal Nitrato de plomo	Reactivo	-----			

Fuente: Elaboración propia

3.3 Población, Muestra, Muestreo, Unidad de Análisis.

Población

Se entiende por población al conjunto total de los elementos que cuentan con las mismas características, las cuales se debe estudiar, es decir es el objeto de estudio de la investigación (Garriga. 2010), por lo tanto, la población será el suelo.

Criterios de inclusión

Se consideró el suelo que se va a utilizar para la investigación: El suelo de Mala, sin contaminante y las diferentes dosis de plomo, que se agregó al suelo.

Criterios de exclusión

Para este criterio se seleccionó suelos que no formaron parte de esta investigación, que vienen a ser los suelos de los demás lugares.

Muestra

Es el sub conjunto de una determinada población que se estudió, esto se llevara a cabo a través de procedimientos, formulas, lógica, quedando claro que la muestra es una parte, que representa a la población (López, 2004). Se debe tener en cuenta que la muestra debe ser amplia para ser representativa, las propiedades de la población y reducida para que se pueda examinar en la práctica (Garriga, et al 2010). La muestra utilizada en este trabajo de investigación es de tipo censal y la muestra es el suelo por usar 405 kg de suelo de Mala.

Muestreo

En este proceso se selecciona una muestra de una población, con el propósito de la obtención de una muestra semejante a la población, de tal manera obtener datos más precisos (Garriga, et al, 2010), el estudio se realiza en menor tiempo, se realiza menos gastos, profundiza el análisis de variables, permite controlar las variables a estudiar (López, 2004). Se considera muestreo probabilístico, porque se conoce o se calcula la muestra. La muestra es representativa cuando se toma en cuenta cada uno de los elementos de tal manera toda la población tenga la misma posibilidad de ser elegido, basándose en muestreo aleatorio simple (Garriga, et al 2010).

Unidad de análisis

La unidad de análisis por trabajar es el suelo de Mala, que fue seleccionado para realizar la investigación.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la investigación científica, se utiliza la técnica validado por la práctica orientada a obtener y transformar información para la solución de problemas, por lo tanto, toda técnica prevé un instrumento de validación (Rojas, 2011).

Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos, está relacionada con el método de investigación, con la teoría y los objetivos de la investigación a desarrollar (Rojas, 2011). La recolección de datos a través de la observación, es un método de consulta que ayuda a comprender la práctica, el conocimiento, los procesos, el interés en el contexto (Margaret, 2017)

- **Observación**

Es observar atentamente a un objeto, para estudiarlos como están en la realidad, de tal manera explicar el cómo, el porqué de su existir, que dependen se los sentidos, para comprobar se utilizan herramientas que apoyan la observación como microscopio, (tacto, vista, gusto), (Landeau2007), está limitada por el espacio y el tiempo, es por ello que el investigador debe aprovechar en tomar los datos precisos en el tiempo que corresponde (Heirnnemann, 2003). El uso de la observación sistemática los resultados son cuantitativos, se registra en forma numérica en porcentajes (%) o medias con ello se forma la base del análisis estadístico (Peña, 2015), si se realizan las observaciones cuantitativas, se interactúa con el objeto de estudio, sobre los hechos que rodean el problema; así llega la hipótesis y la solución al problema a través de la demostración (Landeau, 2007).

Instrumentos de Recolección de datos

Para la recolección de datos se usó fichas de observación, estas sirvieron como guías para realizar los apuntes con los cambios que generan al paso del tiempo en las variables (Silva).

Validez y confiabilidad

Como requisito indispensable que debe tener cualquier instrumento es la validez y la confiabilidad (Lao y Takakuwa, 2016). La recolección de datos para ser útil y veraz en la investigación debe contar con la validez y la confiabilidad, estarán basadas en fuentes de documentos en las que sirvan como fundamento en el trabajo de

investigación (Landeau, 2007).

- **Validez**

Un instrumento es válido si se mide lo que tiene que medir (Heinemann, 2003), La validación del instrumento se vincula a la teoría, no se puede validar un instrumento si no cuenta con la parte teórica que es el soporte a las variables con relación a otras, que demuestren que los conceptos estén relacionados (Silva y Brain). La validación es un procedimiento que pone a prueba un instrumento mediante la consulta y pruebas de expertos (Investigadores con experiencia), quienes calificarán el instrumento (Rojas, 2011), para realizar la validación del instrumento, los expertos tuvieron que confirmar que los artículos son válidos, validando así todo el instrumento, los expertos incluyeron el conocimiento y su amplia experiencia racionados con temas de investigación (Shilari, et al 2017). La validez se refiere a la calidad del experimento, el cual se obtiene cuando hay control, que nos dará y a la vez que los resultados del experimento sean fáciles de interpretar y sean válidos (Díaz, 2006), por lo tanto, a mayor elaboración y comprobación del marco teórico para la hipótesis, mayor será la validación del instrumento (Reild, 2016).

- **Confiabilidad del instrumento**

Un instrumento es confiable cuando se repite la medición bajo las mismas condiciones y un valor constante de las variables conduce a los resultados, aun siendo los que recopilan, evalúan e interpretan los datos (Heirnnemann, 2003), es donde el instrumento mide su estabilidad por los resultados que se obtiene al hacer repeticiones con el objeto de estudio (Landeau, 2007), su objetivo es reducir el error de varianza y que las pruebas sean más confiables (Reild, 2016), cuando el resultado de la medición es el mismo de la interpretación. (Heirnnemann, 2003), Se considera los resultados los resultados confiables porque los equipos y materiales utilizados tienen certificado de calibración y mantenimiento como responde.

Espectrometría de absorción atómica

La espectroscopia de absorción atómica (AAS por sus siglas Atomic Absorption Spectroscopy), es una técnica sensible y específica, motivo que la absorción atómica es considerada estrecha de 0.002 a 0.005 nm y la transmisión eléctrica de energía son

para cada elemento (Skoog, et al, 2021), la espectroscopia, es el estudio y la observación del espectro, que se obtiene de una especie como molécula o ion, esto sucede al ser excitada por alguna fuente de energía (Rocha, 2000).

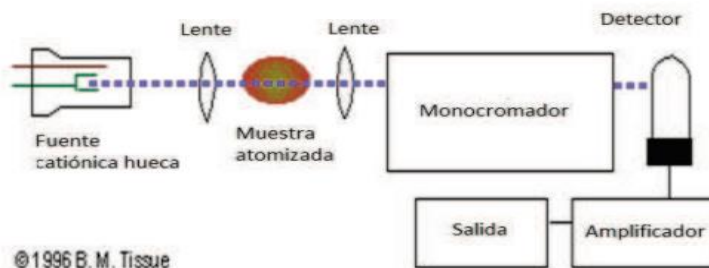
Figura 3 Equipo de absorción atómica Perkin – Elmer Modelo



Fuente: Cepasa

Es por esta razón, este método tiene una amplia cuantificación en cuanto a la cuantificación de metales pesados, por lo que permite analizar todos los elementos de la tabla periódica (Salvador 2007), se analiza la atomización de la muestra disuelta en FAAS, es ahí cuando los electrones de los átomos llegan a orbitales más altos, llegando a su estado fundamental a través de la absorción de una cantidad de energía que es igual a la proporción de la concentración del elemento que se mide (Skoog, et al 2001). En general, su función es que el haz de luz emitido por la fuente pasa por el sistema de atomización, el cual consiste que la muestra llegue rápidamente al monocromador en estado de gas atómico, en donde se elimina la radiación que no interesa para el estudio, pasando al detector de la radiación, absorbida, que posteriormente es amplificada emitiendo como resultado de salida una lectura (A.A.V.V.2007).

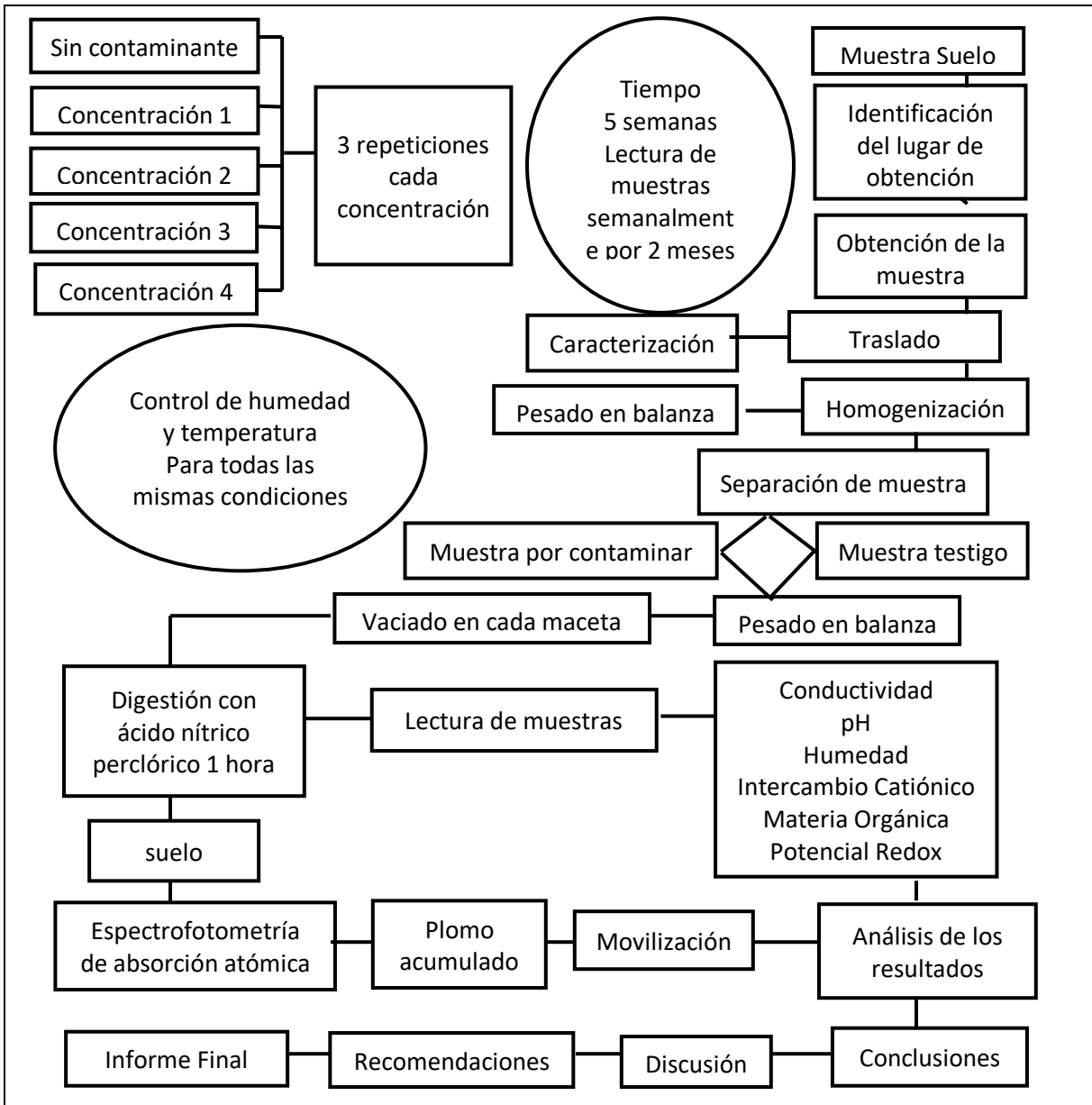
Figura 4 Esquema básico de un espectrofotómetro



Fuente: Tissue, 2016.

3.5 Procedimientos

Figure 5 Flujograma del procedimiento de la parte experimental



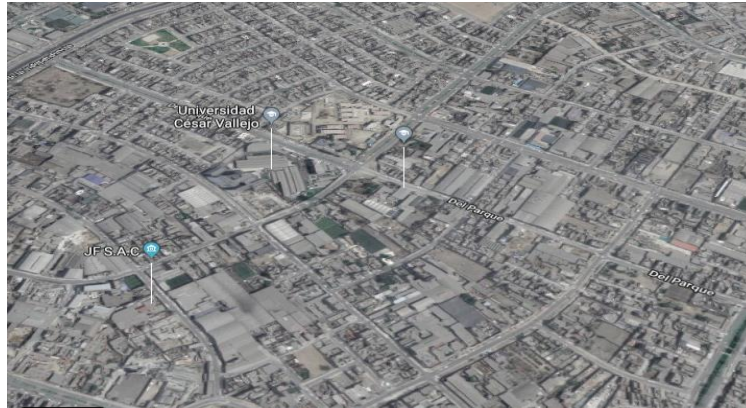
Fuente: Elaboración Propia

Lugar de zona de estudio

El experimento se desarrolló en el distrito de San Juan de Lurigancho, ubicado al Noreste de Lima, con una altura de 2240m.s.n.m. (cumbres del cerro) y 179.90 m. s. n. m, con clima templado, su temperatura media anual es de 20°C, con ausencia de precipitaciones y humedad relativa, es un clima más seco y con más horas de sol

(Municipalidad SJL, 2018), esta investigación específicamente se desarrolló, en la Universidad César Vallejo en la azotea del pabellón D.

Figura 6 Universidad César Vallejo – San Juan de Lurigancho
(Lugar donde se desarrolló la investigación)



Fuente: Google maps

Recolección de muestras de suelo

Para la recolección de la muestra de suelo, se delimitó el lugar y poder sacar las características que presenta.

El suelo obtenido es del distrito de Mala, provincia de Cañete, en el departamento de Lima, se ubica al sur de Lima, de la hacienda Santa Rosa, zona de cultivo.

Figura 6 Ubicación de Distrito de Mala, lugar de obtención de la muestra.



Fuente: Google maps - Municipalidad de Mala

Características Edafológicas

Para seleccionar la muestra, se analizó el tipo de suelo, el método a usar según las condiciones geomorfológicas del sitio, el tipo de contaminante, el nivel de la capa

freática, como la profundidad y el tipo de muestras para trabajar en esta investigación (MINAM, 2014).

Tabla 1 Profundidad de muestreo según el tipo de suelo

USOS DE SUELOS	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO (CAPAS)
Suelo Agrícola	0-30 cm (1) 30-60cm
Suelo Residencial	0-10cm (2) 10-30 cm (3)
Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo	0-10 cm (2)

Fuente: Guía de muestreo de suelos. MINAM 2014.

Nivel de contaminación en el suelo por plomo

Para saber si la muestra tomada contiene plomo se llevó a analizar, para determinar la cantidad de plomo presente para posteriormente realizar las diferentes concentraciones del metal que posteriormente se usó.

Tabla 2 Análisis de plomo en el suelo

Muestra	Cantidad de plomo por ppm
Suelo	20.46

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la caracterización de suelo - salinidad, para ello se llevó 1 kg de suelo a analizar en el laboratorio de suelo de la Universidad Nacional Agraria La Molina o de la Universidad Agraria La Molina, en el laboratorio de suelo, el cual como resultado del análisis se obtuvo que es un tipo de suelo franco, con un pH neutro, muy ligeramente salino con 0.49 dS/m. El porcentaje de materia orgánica fue de 0.59% y con un nivel de potasio y fosforo, como se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 3 Análisis de caracterización edafológica

Determinación	Símbolo	Unidad de Medida	Resultado	Valores de Referencia	Metodología
Clase textural	CT	-----	Franco	-----	Triangulo textural
Conductividad Eléctrica	C.E.	dS/m	0.49	Muy Ligeramente salino: <2 Ligeramente salino: 2-4 Moderadamente salino: 4-8 Fuertemente salino: >8	Conductímetro
Materia Orgánica	M.O.	%	0.59	Bajo: < 2.0 Medio: 2- 4 Alto: >4.0	Walkey y Black
Nitrógeno	N	%	0.27	-----	Micro - Kjeldahl
Fosforo	P	%	8.1	Bajo: < 7.0 Medio: 7.0 – 14.0 Alto: > 14.0	Olsen Modificado
Potasio	K	%	182	Bajo: <100 Medio: 100 -140 Alto: > 240	Extracción con acetato de amonio
Arena	A	%	45	-----	Hidrómetro
Limo	L	%	30	-----	Hidrómetro
Arcilla	Ar	%	25	-----	Hidrómetro
Potencial de Hidrógeno	pH	-----	7 (Neutro)	Ácido: < 6 Neutro: 6.6 – 7.0 Alcalino: 7.5 -14	Potenciómetro
Capacidad de Intercambio Catiónico	CIC	Meq / 100 g	17.60	-----	Saturación con acetato de amonio

Fuente: Elaboración propia

Materiales

En los materiales de campo se utilizó suelo agrícola, costalillo, bolsas 12*14, pico, pala, bolsa zip loc, esticker, plumón indeleble, malla raschel 80%, regadera.

En los materiales de laboratorio se utilizó los siguientes instrumentos como: balanza

analítica, espectrofotómetro de absorción atómica, pH- metro, estufa Raypa, Termómetro, Mufla, Mescladora de concreto, balanza sanitario; así como reactivos: Nitrato de plomo y Acetato de amonio, también vasos precipitado, buretas, pipetas.

Concentración de plomo en el suelo

Para las diferentes concentraciones del metal en el suelo, se utilizó concentraciones estándar las cuales se mencionan a seguir:

Tabla 4 Concentraciones y dosis por usar

Metal	Concentración	Dosis
Plomo	(Testigo) – Concentración 0	Sin dosis
	Concentración 1	100 ppm
	Concentración 2	500 ppm
	Concentración 3	1000 ppm
	Concentración 4	2000 ppm

Fuente: Elaboración propia

El plomo, no se encuentra como plomo directo en el suelo, por lo contrario, se encuentra en forma de sal, es por ello que se trabajó con Nitrato de plomo de marca J. T. Backer, certificado por el laboratorio del mismo nombre. (Ver anexo 5), para saber la cantidad de Nitrato de plomo que se debe agregar al suelo, se realizó operaciones matemáticas que se muestran a continuación:

Dato
1g = 1000 g
ppm = mg

Tabla 5 Datos de metales

Metal	Peso Molecular	Fórmula
Plomo	207.2 u	Pb ²⁺
Nitrato de Plomo	331.2 g / mol	Pb (NO ₃) ₂

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Conversiones de plomo

Metal	Fórmula	Peso Atómico	Concentración	Dosis	Fórmula Matemática	Resultado	Kg. De suelo por usar	Metal en gramos (g)	Redondeo con un decimal
Nitrato de plomo	Pb	331.2 g / mol	Sin	00 mg	00	00	81 kg	00	00
			[1]	100 mg	$\frac{1.598*100}{1000}$	0.1598 g	81 kg	12.9438 g	12.9 g
			[2]	500 mg	$\frac{1.598*500}{1000}$	0.799 g	81 kg	64.719 g	64.7 g
			[3]	1000 mg	$\frac{1.598*1000}{1000}$	1.598 g	81 kg	129.438 g	129.4 g
			[4]	2000 mg	$\frac{1.598*2000}{1000}$	3.196 g	81 kg	258.876g	258.8 g

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar los cálculos matemáticos, cada dosis se multiplicó por 81 kg de suelo, después se mezcló por la cantidad de suelo a usar en esta investigación. Se usó la mezcladora con cada concentración en general y con la cantidad de suelo, para luego ser distribuidos en macetas de 3 kg.

En la distribución de las muestras de suelo, se usó bolsa para cultivo de palto 12*14, en la cual se colocó 3 kg de suelo. Se obtuvo una muestra testigo (sin contaminante), con 4 concentraciones de nitrato de plomo en diferentes cantidades de metal que fueron mezclados y distribuidos en 135 unidades experimentales en total con tres repeticiones.

El riego, se realizó de la siguiente manera: la cantidad de agua: 500 ml/kg, para evitar la lixiviación, con frecuencia de riego: secuencial una vez por semana, con tipo de

riego: pesado, el tipo de agua para regadío: agua potable, todas estas condiciones para riego se mantuvo durante todo el experimento.

EL acondicionamiento, se desarrolló en condiciones de intemperie, las cuales tuvieron las mismas condiciones para todas las macetas, se construyó un techo con malla raschel de color verde con 80%, diseñada para sombrear, posee resistencia a los rayos solares, brindaron así un 50% de sombra, para evitar la presencia de lixiviación en caso de lluvia.

El tiempo, se consideró 2 meses de duración empezando el día 0 desde el día que se contamina el suelo y se trasladó a las macetas, el cual se consideró como muestra inicial, teniendo así un total de 5 semanas por realizar las lecturas del suelo, debido a que la lectura es semanal.

El recojo de datos, se realizó de manera continua 1 vez por semana, en la Universidad César Vallejo, Lima Este, en el laboratorio de biotecnología, donde se analizó todos los parámetros físicos y químicos del suelo por estudiar.

Método para el proceso de análisis.

Las muestras fueron tamizadas con tamiz 0.2, para luego procesar los parámetros a estudiar.

Determinación de pH y Potencial Redox, se colocó 10 g de muestra de suelo sobre los vasos bicker, con la probeta se midió 20 ml de agua destilada y se vació en los vasos precipitados que contenían la muestra, seguidamente se llevó al agitador por 30 minutos y posteriormente se filtraron las muestras para ser leídas con pH-metro el pH y el Conductímetro la conductividad eléctrica.

Para la determinación de la humedad, se pesó 20 g de muestra y se llevó a la estufa por el tiempo de 2 horas a 150° de temperatura, pasado el tiempo se volvió a pesar la muestra que salió de la estufa para determinar cuánto de humedad perdió la muestra sometiendo a esa temperatura.

Así como para determinación de la materia orgánica, de las muestras que se sacó de la estufa se separó 5 g para colocar en el crisol y luego llevarlo a quemar en la mufla por un tiempo de 2 horas a 360° de temperatura y obtener el resultado de la materia orgánica,

Por último, la determinación de plomo, de las muestras tamizadas, se pesó 0.05 g, para ser colocadas en tubos de vidrio, seguidamente se agregó 5 ml de ácido nítrico, luego se llevó al rotador magnético, donde se filtró hasta llegar a 25 ml en fioles de 25 ml, se finalizó el proceso con la lectura de las muestras en la Universidad Nacional Agraria en la Molina en el laboratorio de suelos con el equipo de absorción atómica.

3.6 Método de análisis de datos

Para determinar esta metodología, se tuvo en cuenta la revisión y análisis de documentos y artículos científicos indexados de páginas como science direct, scielo, libros de google académico y otros.

El diseño es completamente al azar con un solo factor, con 4 concentraciones diferentes y 3 repeticiones.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = u + t_i + f_{ij},$$

$$i = 1; 2; 3; \dots; t$$

$$J = 1; 2; 3; \dots; n_i$$

Donde:

Y_{ij} = es la respuesta (Variable de interés o variable medida)

U = Medida general del experimento

T_i = Efecto del tratamiento

i = Tratamientos (Suelos)

F_{ij} = error aleatorio asociado a la respuesta Y_{ij}

J = repeticiones

Proceso de análisis de datos

En cuanto a la metodología para analizar los datos estadísticos, se realizó mediante un programa de informática SPSS10. Anova (Análisis de varianza de un solo factor), para demostrar si las diferentes concentraciones sirven para controlar la proporción de movilización del metal. Para la gráfica de control de variables se procesó en Minitab, asimismo el Software Microsoft Excel, se usó para representar datos a través de tablas y gráficos, como el diagrama de control para demostrar como el tiempo cambia la variable.

3.7 Aspectos Éticos

Las teorías de la ética ambiental, defienden el bien en sí de los ecosistemas y con ellos sus especies, fundamentando el valor de la vida en el curso de la naturaleza que merece respeto (Kwiatkowska, 2008). Para el desarrollo sostenible la educación es un proceso de por vida que va sobrepasa los límites de la educación formal y existente es una forma de aprendizaje a largo plazo de toda la vida, creando y mejorando condiciones para desarrollar conciencia ambiental y formación de la cultura ecológica (Nasibulina,2015), de esta manera la ética ambiental debe incluir en la política ambiental, evaluando nuestras actitudes públicas e instituciones sin descuidar, además de su obligación crucial al tomar decisiones que influyen éticamente (Kwiatkowska, 2008).

Hablar de ética ambiental, es enseñar las relaciones que existe entre el hombre y la naturaleza, la ética ambiental es una enseñanza sobre las relaciones morales del hombre y la naturaleza basada en la percepción de la naturaleza como un socio moral, equivalencia e igualdad de derechos de toda carne, dirigida a la solución del problema ambiental (Nasibulina, 2015).

La deforestación de los bosques tropicales, la desertificación en curso y la disminución de la biodiversidad, son causados por tensiones en el ambiente de la tierra incluidas por la expansión de la población y las actividades económicas (Mohamed, 2018).

Como principal reto ambiental, es saber hasta donde el hombre puede transformar la naturaleza, por ende, se considera el principio rector de toda la ética ambiental. Puede ampliar la tecnología, sin duda el equilibrio eco sistémico, sabiendo de los límites en los sistemas culturales, por lo tanto, la responsabilidad ambiental consiste, en formar culturas que se adapten (Ángel y Ángel, 2002)

Para crear una sociedad de recursos y ahorro de energía, es necesario que cada estado promueva y fortalezca las medidas anteriores. Además, es importante brindar orientación sobre políticas a los empresarios para que lleven a cabo sus negocios con un completo entendimiento de la relación entre sus propias actividades y el medio ambiente (Mohamed, 2018).

4 RESULTADOS

4.1 RESULTADOS INICIALES

Se obtuvieron los resultados correspondientes al día cero, tanto de las propiedades del suelo como el nivel de concentración de plomo.

Tabla 7 Resultados iniciales de las propiedades del suelo y plomo

Concentración	Rep.	Propiedades del suelo					Plomo
		pH	C.E.	M.O.	P.R.	Humedad	
		0-14	dS/m	g/kg	eh	%	mg/kg
Sin contaminante	1	7.49	118.1	4.24	-43.0	1.5	4
	2	7.51	119.3	3.99	-42.9	1.64	2.5
	3	7.39	114.2	3.68	-39.4	1.68	0.0
Promedio		7.46	651.6	3.98	-30.08	1.61	3.3
Concentración 1	1	7.68	184.9	4.22	-52.4	1.53	201.5
	2	7.26	164.7	4.92	-33.8	1.67	77
	3	7.54	204	6.18	-43.5	1.99	67
Promedio		7.49	184.5	5.11	-43.23	1.73	115.2
Concentración 2	1	7.25	381	3.80	-28.5	1.7	100
	2	7.46	330	3.81	-35.9	1.52	306.5
	3	7.26	396	4.30	-24.4	1.65	21.5
Promedio		7.32	369	3.97	-29.60	1.62	142.7
Concentración 3	1	7.23	918	4.57	-26.9	1.77	29.5
	2	7.20	768	4.74	-26.6	1.78	457.5
	3	7.16	710	4.05	-26.8	1.63	311.5
Promedio		7.19	798.6	4.45	-26.77	1.72	266.2
Concentración 4	1	7.14	725	3.62	-27.8	1.54	398
	2	7.18	717	2.80	-19.4	1.78	506
	3	7.08	679	2.96	-25.9	1.86	1007
Promedio		7.13	707	3.13	-24.37	1.72	637

Fuente: Elaboración propia

4.2 RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO Y EL PLOMO EN EL TIEMPO

a) RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN EL TIEMPO

Las propiedades del suelo son:

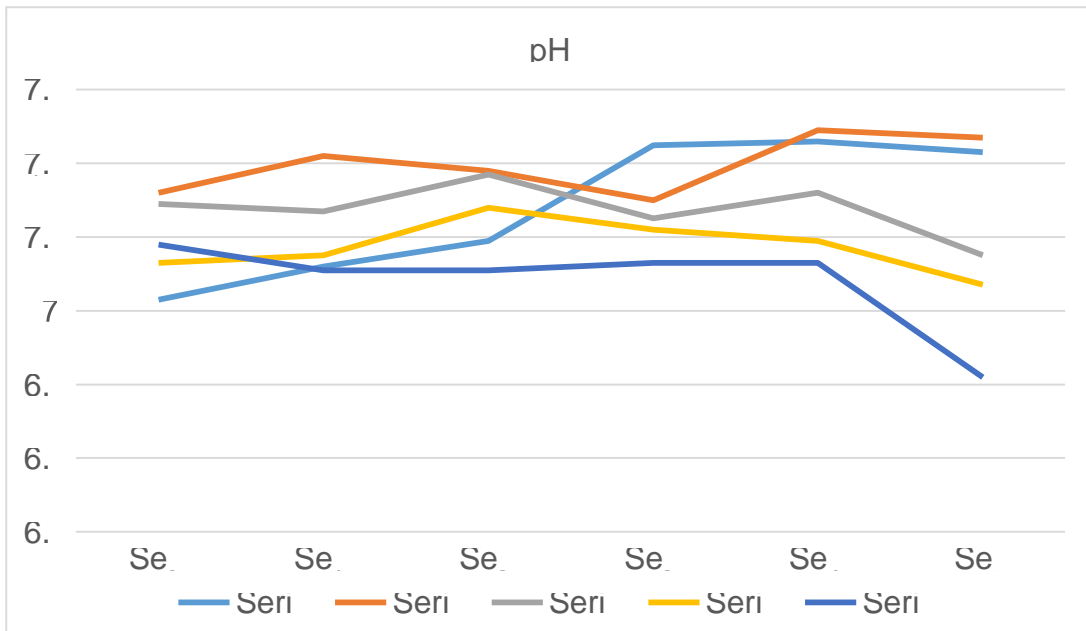
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

Tabla 8 Valores de pH en el tiempo

Concentración	Repetición	Tiempo e semanas					
		Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Sin contaminante	1	7.49	6.94	7.13	7.19	7.41	7.57
	2	7.51	6.99	7.14	7.20	7.43	7.23
	3	7.39	7.17	7.11	7.19	7.51	7.48
Promedio		7.46	7.03	7.12	7.19	7.45	7.43
Concentración 1	1	7.68	7.18	7.45	7.42	7.2	7.47
	2	7.26	7.42	7.47	7.36	7.38	7.48
	3	7.54	7.36	7.35	7.38	7.33	7.46
Promedio		7.49	7.32	7.42	7.38	7.3	7.47
Concentración 2	1	7.25	7.32	7.28	7.45	7.32	7.10
	2	7.46	7.35	7.26	7.38	7.25	7.16
	3	7.26	7.2	7.27	7.3	7.2	7.20
Promedio		7.32	7.29	7.27	7.37	7.25	7.15
Concentración 3	1	7.23	7.18	7.21	7.16	7.22	7.20
	2	7.20	7.09	7.1	7.24	7.23	7.02
	3	7.16	7.13	7.15	7.45	7.23	7.00
Promedio		7.19	7.13	7.15	7.28	7.22	7.07
Concentración 4	1	7.14	7.21	7.12	7.09	7.1	6.87
	2	7.18	7.17	7.13	7.15	7.17	6.88
	3	7.08	7.16	7.09	7.11	7.12	6.72
Promedio		7.13	7.18	7.11	7.11	7.13	6.82

Fuente: Elaboración propia

Figura 7 Línea de tendencia de PH, en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Se evidencia que el pH, aumenta a más cantidad de agua, hay un aumento por la cantidad de humedad aparente, para la muestra control empieza con 7.46 de pH, en la primera semana disminuye ligeramente, luego en la tercera semana aumenta ligeramente, en la cuarta y quinta semana se mantiene un equilibrio.

Para la 1era concentración, en la primera semana aumenta ligeramente, haciendo un descenso en la segunda semana hasta la tercera semana, en la cuarta semana aumenta y en la quinta semana se mantiene en equilibrio.

Para la 2da concentración, aumenta hasta la segunda semana, luego disminuye hasta la quinta semana.

Para la 3era concentración, en la primera semana se mantiene en equilibrio, aumentado en la segunda semana, descendiendo hasta la quinta semana.

En la 4ta concentración, la primera semana disminuye, se mantiene hasta la cuarta semana y en la quinta semana disminuye.

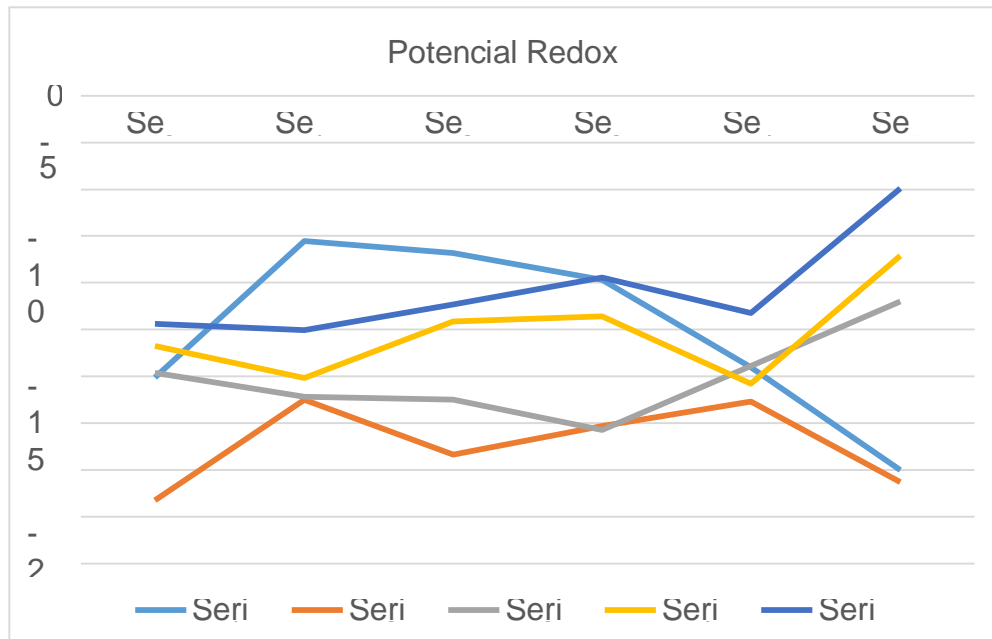
POTENCIAL REDOX (eh)

Tabla 9 Valores del Potencial Redox en el tiempo

Concentración	Repetición	Tiempo en semanas					
		Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Sin contaminante	1	-43	-20.4	-21.3	-32.1	-37.8	-46.4
	2	-42.9	-19.1	-26.7	-24.4	-39.7	-30.3
	3	-39.4	-23.7	-21.3	-24.1	-42.6	-43.2
Promedio		-30.08	-15.55	-16.83	-19.65	-29.03	-40.0
Concentración 1	1	-52.4	-24.4	-38.6	-36.9	-28.3	-41.5
	2	-33.8	-39.4	-39.8	-35	-37.5	-41.9
	3	-43.5	-33.6	-36.6	-33.9	-32.3	-40.6
Promedio		-43.23	-32.47	-38.33	-35.27	-32.7	-41.3
Concentración 2	1	-28.5	-32.4	-32.7	-40.4	-32.2	-22.0
	2	-35.9	-35.9	-31.3	-35.5	-27.5	-27.4
	3	-24.4	-28.3	-33.4	-31.2	-26.9	16.5
Promedio		-29.6	-32.2	-32.47	-35.7	-28.87	-22.0
Concentración 3	1	-26.9	-36.2	-21.8	-21.4	-28.7	-15.6
	2	-26.6	-28.1	-24.2	-25.8	-36.5	-21.1
	3	-26.8	-26.2	-26.4	-23.6	-27.1	-14.6
Promedio		-26.77	-30.17	-24.13	-23.6	-30.77	-17.1
Concentración 4	1	-27.8	-24.9	-23.3	-20.4	-25.4	-8.3
	2	-19.4	-23.2	-22.8	-18.5	-20.7	-10.7
	3	-25.9	-27	-20.7	-19.3	-23.5	-10.6
Promedio		-25.03	-25.03	-22.27	-19.4	-23.2	-9.9

Fuente: Elaboración propia

Figura 9 Línea de Tendencia de Potencial Redox en el tiempo.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Es notorio que el potencial Redox, la muestra control tiene un ascenso en la primera semana, luego disminuye desde la segunda semana, hasta la quinta semana.

Para la 1era concentración, aumenta en la primera semana, disminuyendo en la segunda semana, para la tercera semana hay un ascenso progresivo, disminuyendo en la quinta semana.

Para la 2da concentración, disminuye de forma progresiva hasta la tercera semana, ascendiendo desde la cuarta y quinta semana progresivamente.

Para la 3era concentración, en la primera semana disminuye, ascendiendo en la segunda semana, en la tercera se mantiene en equilibrio, para la cuarta y quinta semana hay un ascenso progresivo.

En la 4ta concentración, se mantiene en equilibrio durante la primera semana, aumentando progresivamente en hasta la tercera semana, en la cuarta semana disminuye y en la quinta semana tiene un ascenso.

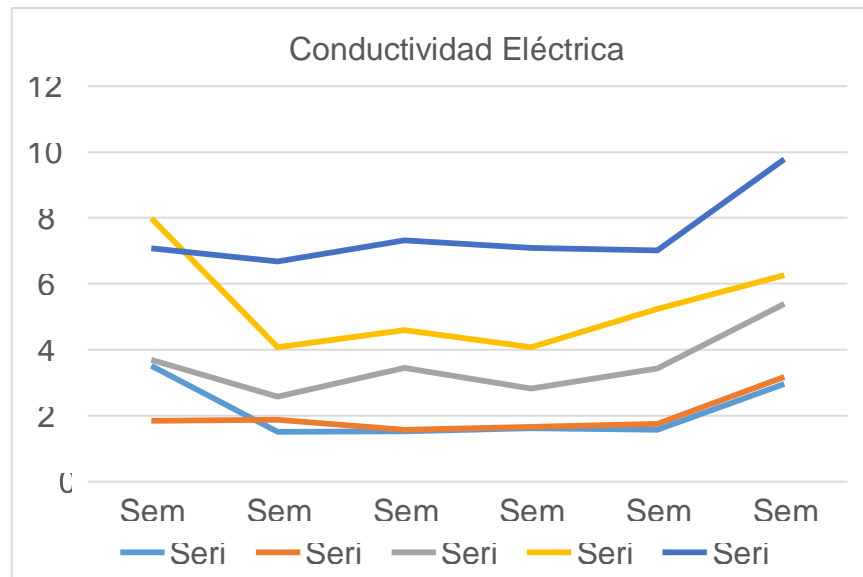
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.)

Tabla 10 Valores de conductividad eléctrica en el tiempo

Concentración	Repetición	Tiempo en semanas					
		Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Sin Contaminante	1	118.1	147.2	158.8	123.8	169.7	2017
	2	119.3	170.1	131.5	175.2	150.3	533
	3	114.2	136.3	167.3	186.3	149.7	146.9
Promedio		351.6	151.2	152.5	161.7	156.5	295.6
Concentración 1	1	184.9	128.8	139.9	178	159.9	228
	2	164.7	297	175.1	154	232	231
	3	204	136.3	156.4	165.5	136.8	494
Promedio		184.5	187.3	157.1	165.8	176.2	317.7
Concentración 2	1	381	170.2	444	262	356	387
	2	330	339	291	274	321	360
	3	396	266	302	312	353	870
Promedio		369	258.4	345.6	282.6	343.3	539
Concentración 3	1	918	412	421	357	422	585
	2	768	385	533	499	387	584
	3	710	427	425	368	761	711
Promedio		798.6	408	459.6	408	523.3	626.7
Concentración 4	1	725	652	809	705	712	889
	2	717	654	716	682	689	1010
	3	679	698	672	740	705	1034
Promedio		707	668	732.3	709	702	977.7

Fuente: Elaboración propia

Figura 10 Línea de tendencia de la conductividad eléctrica en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se evidencia en la muestra control la primera semana disminuye y se mantiene en equilibrio hasta la cuarta semana, teniendo un ligero ascenso en la quinta semana.

Para la 1era concentración, se mantiene en equilibrio desde la semana inicial hasta la cuarta semana, teniendo un ligero ascenso en la quinta semana, guardando similitud entre la muestra testigo.

Para la 2da concentración, en la primera disminuye en referencia a la semana inicial, luego asciende a la segunda semana, disminuyendo en la tercera semana, generando un ligero en la cuarta y quinta semana de manera progresiva.

Para la 3era concentración, aumenta en la primera semana, manteniéndose en equilibrio hasta la tercera semana, haciendo un ascenso desde la cuarta semana hasta la quinta semana de forma progresiva.

Para la 4ta concentración, se mantiene en equilibrio hasta la segunda semana, generando un ligero ascenso no significativo, manteniéndose en equilibrio hasta la cuarta semana.

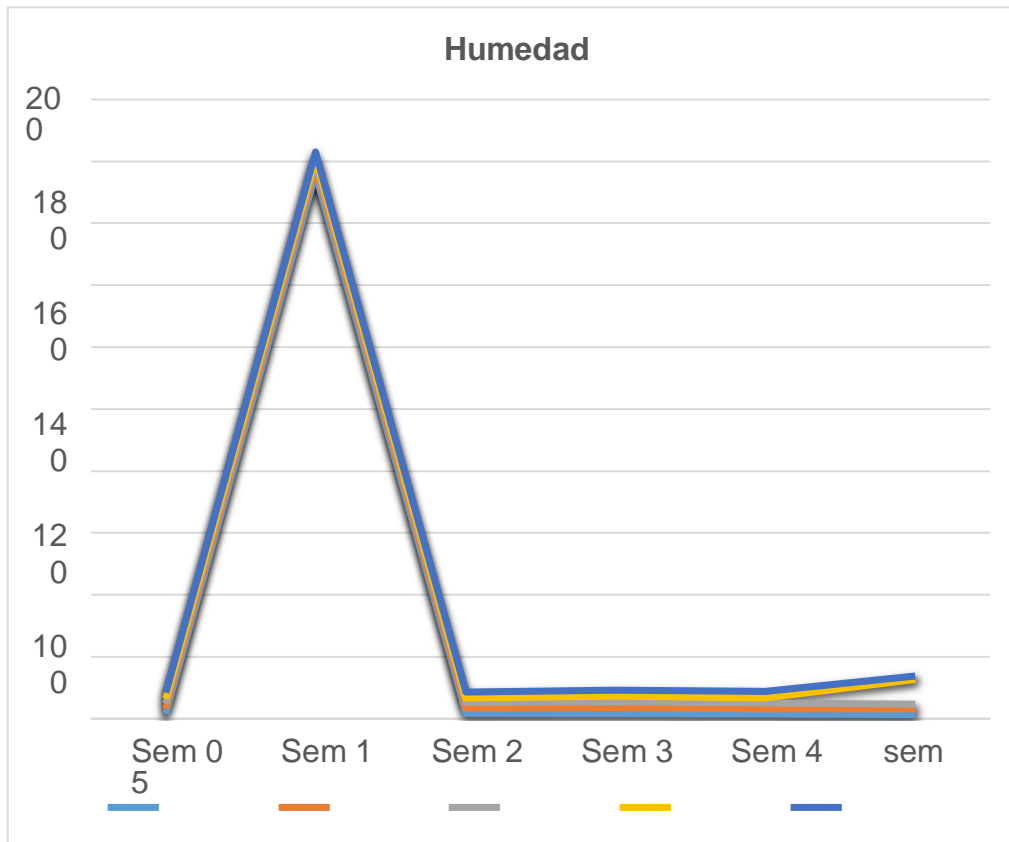
HUMEDAD (%)

Tabla 11 Valores de Humedad en el tiempo

Concentración	Repetición	Tiempo en semanas					
		Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Sin contaminante	1	1.5	1.82	1.8	1.99	1.53	1.44
	2	1.64	2	1.74	1.68	1.69	1.32
	3	1.68	1.48	1.9	1.99	1.83	1.40
Promedio		1.61	1.76	1.82	1.88	1.68	1.39
Concentración 1	1	1.53	2.19	1.6	1.71	1.67	1.55
	2	1.67	1.87	1.71	1.92	1.55	2.66
	3	1.99	1.87	1.87	2.02	1.67	1.18
Promedio		1.73	1.97	1.72	1.88	1.63	1.80
Concentración 2	1	1.7	1.56	1.76	2.26	1.7	1.71
	2	1.52	1.86	1.79	1.86	1.78	2.23
	3	1.65	1.8	1.68	1.55	1.94	0.83
Promedio		1.62	1.75	1.74	1.89	1.8	1.59
Concentración 3	1	1.77	1.78	1.49	1.89	1.72	2.20
	2	1.78	1.69	1.65	2.03	1.74	2.27
	3	1.63	1.54	1.68	1.66	1.68	19.30
Promedio		1.72	1.67	1.61	1.86	1.71	7.92
Concentración 4	1	1.54	1.54	1.64	1.82	1.75	1.08
	2	1.78	1.77	1.79	1.5	2.68	1.04
	3	1.86	1.85	1.79	1.76	1.7	1.09
Promedio		1.72	1.72	1.74	1.69	2.04	1.07

Fuente: Elaboración propia

Figura 11 Línea de tendencia de la humedad en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se evidencia que la muestra testigo es muy similar con el comportamiento de las muestras con diferentes concentraciones.

La muestra testigo con las diferentes concentraciones, tienen un ascenso en la primera semana, descendiendo en la segunda semana.

Para la muestra testigo como para las diferentes concentraciones, en la tercera semana se mantienen en equilibrio hasta la cuarta semana.

En la quinta semana, la muestra testigo se mantiene en equilibrio, para la 1era concentración se mantiene en equilibrio, para la 2da concentración también se mantiene en equilibrio, para la 3era concentración tiene un ligero ascenso y para la 4ta concentración hay bastante similitud con la línea de tendencia de la tercera concentración.

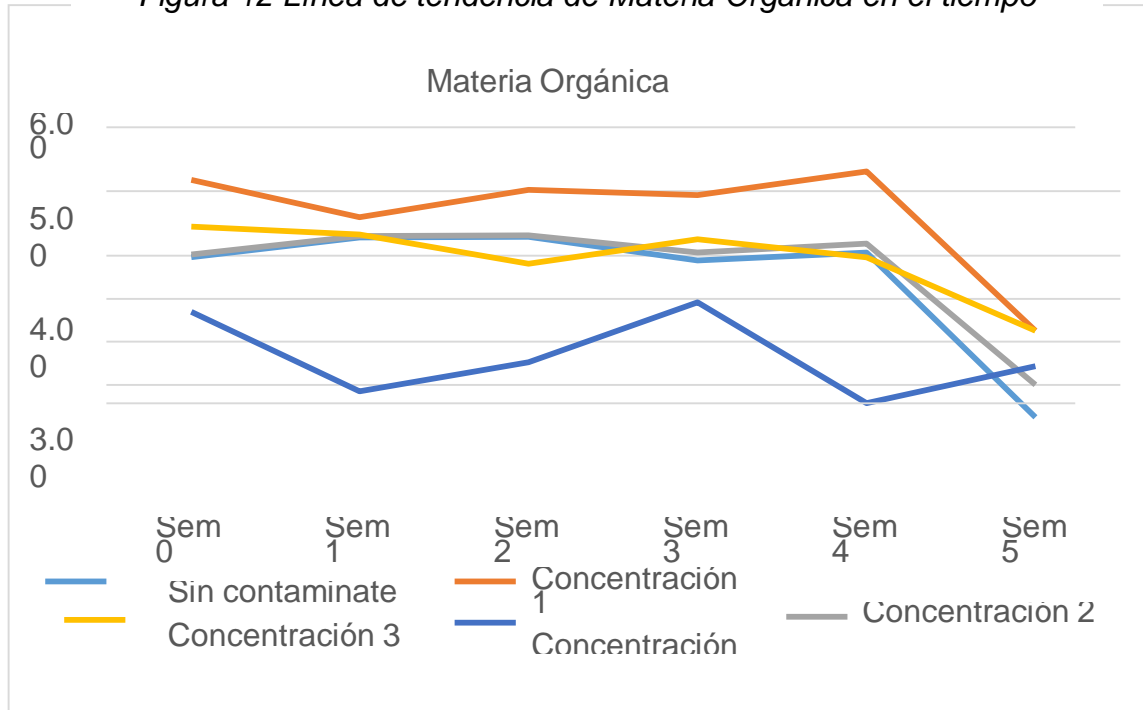
MATERIA ORGÁNICA (MO)

Tabla 12 Valores de Materia Orgánica en el tiempo.

Concentración	Repetición	Tiempo en semanas					
		Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Sin contaminante	1	4.27	3.82	4.08	4.11	3.99	1.28
	2	3.99	4.10	4.41	3.68	3.97	1.34
	3	3.68	4.92	4.39	3.96	4.20	1.84
Promedio		3.98	4.28	4.29	3.92	4.05	1.49
Concentración 1	1	4.22	3.78	4.13	6.06	4.46	1.26
	2	4.92	4.16	6.27	4.19	4.17	1.45
	3	6.18	4.78	4.23	4.02	7.29	2.08
Promedio		5.11	4.24	4.88	4.76	5.31	1.60
Concentración 2	1	3.80	3.82	4.12	4.12	4.76	1.53
	2	3.81	4.16	4.41	3.84	3.86	1.35
	3	4.30	4.94	4.42	4.07	3.90	2.06
Promedio		3.97	4.31	4.32	4.01	4.17	1.65
Concentración 3	1	4.57	3.85	3.99	4.55	4.24	2.80
	2	4.74	4.23	3.66	4	3.99	2.93
	3	4.05	4.91	3.98	4.22	3.71	2.80
Promedio		4.45	4.33	3.88	4.26	3.98	2.84
Concentración 4	1	3.62	1.04	2.78	3.50	1.04	2.05
	2	2.80	1.3	3.18	2.71	3.04	2.62
	3	2.96	3.59	1.08	3.59	1.04	2.16
Promedio		3.13	1.89	2.35	3.27	1.71	2.28

Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Línea de tendencia de Materia Orgánica en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se evidencia, en la muestra testigo la segunda concentración son homogéneas, por lo que en la primera semana hay un ligero ascenso no significativo, hasta la segunda semana, en la tercera semana disminuye, manteniéndose en equilibrio hasta la cuarta semana, generando un descenso desde la cuarta a la quinta semana.

Para la 1era concentración, disminuye en la primera semana, con ascenso en la segunda semana manteniendo un equilibrio para la tercera semana luego en la cuarta semana aumenta y en la quinta semana presenta un descenso significativo.

Para la 3era semana concentración, disminuye hasta la segunda semana, presentando un ligero ascenso en la tercera semana y desde la cuarta semana hasta la quinta semana presenta un descenso en el tiempo.

En la 4ta concentración se evidencia que es diferente a las demás concentraciones presentando un descenso en la primera semana, ascendiendo progresivamente desde la tercera semana hasta la tercera semana, en la cuarta semana presenta un descenso y en la quinta semana un ascenso en sus valores.

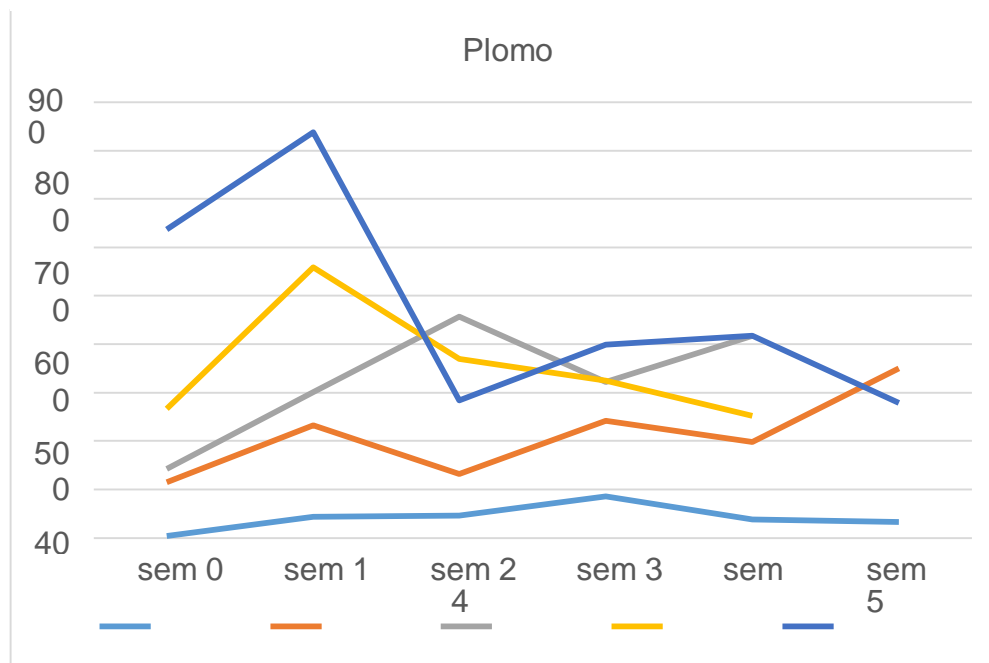
b) RESULTADOS DE PLOMO EN EL TIEMPO

Tabla 13 Valores de plomo en el tiempo

Concentración	Rep.	Tiempo en semanas					
		Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Sin contaminante	1	4	26.5	42	171	37.5	34.5
	2	2.5	68	33.5	48	49.5	313
	3	2.5	35.5	63	37.5	28	31
Promedio		3.3	43.3	46.2	85.5	3.3	32.1
Concentración 1	1	201.5	89.5	145.5	214.5	133.5	157
	2	77	491	142.5	401	310	543.5
	3	67	116	108	107.5	151.5	453.5
Promedio		115.2	232.2	132	241	198.3	384.6
Concentración 2	1	100	269	299	187.5	472	372
	2	306.5	284.5	671.5	370.5	313	317
	3	21.5	348	401	408	467	460
Promedio		142.7	300.5	457.2	322	417.3	383
Concentración 3	1	29.5	621.5	509	243	321	303
	2	457.5	588.5	517.5	472.5	209.5	205
	3	311.5	467	82.5	257.5	225.5	216
Promedio		266.2	559	369.7	324.3	252	241.3
Concentración 4	1	398	1386.5	273.2	420.5	363.5	227.5
	2	506	770	242.5	276.5	604.5	329
	3	1007	355	235	498.5	285	280
Promedio		637	837.2	283.3	398.1	417.7	278.8

Fuente: Elaboración propia

Figura 13 Línea de tendencia de plomo en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se evidencia, en la muestra control, hay un ligero ascenso progresivo hasta la tercera semana, en la cuarta semana presenta un ligero ascenso y en la quinta semana disminuye poco, el cual no es significativo.

Para la 1era concentración, aumenta en la primera semana, descendiendo en la segunda semana, para la tercera semana aumentando hasta la cuarta semana, en la cuarta semana presenta un descenso hasta la quinta semana y en la quinta semana ascendieron.

Para la 2da concentración, aumento hasta la segunda semana, luego disminuyó en la tercera semana, aumentando en la cuarta semana.

Para la 3era concentración, aumento en la primera semana, luego descendió de manera progresivamente hasta la cuarta semana.

En la 4ta concentración, aumenta en la primera semana, descendiendo de manera significativa en la segunda semana, en la tercera semana aumenta ligeramente, manteniéndose en equilibrio hasta la cuarta semana y en la quinta semana disminuye.

4.2 PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE MOVILIZACIÓN DE PLOMO

Se trabajó con el promedio de las concentraciones, el % de eficiencia se realizó con la fórmula siguiente:

$$5 \quad EF (\%) = (Ci - Cf / Ci) * 100$$

Donde:

EF (%) = % de eficiencia

Ci: Concentración inicial (mg/kg)

Cf: Concentración final (mg/kg)

Se considera similares a la 3era y 4ta concentración, que ambas tienen alto contenido de metal (Nitrato de plomo).

Concentración 4: $(637 - 278.8 / 637) * 100 = 56.2\%$

Se evidenció, que el % de movilización de plomo en forma descendente, es en la 4ta concentración, por ser de más dosis.

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

- Hipótesis Nula (H0): $UO < 0.05$ = Las propiedades del suelo no serán fundamentales para la movilización de plomo en diferentes niveles.
- Hipótesis Alternativa (H1): $UA > 0.05$ = Las propiedades del suelo serán fundamentales para la movilización de plomo en diferentes niveles.

Confianza Alfa: $0.05 = 5\%$

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0): Las propiedades del suelo y se aprueba la hipótesis alternativa.

CONFIABILIDAD DE MOVILIZACIÓN DE PLOMO

El análisis de varianza para el plomo obtenido en los cinco tiempos, en diferentes concentraciones muestra que el valor de significancia como resultado es de 00021, es menor que 0.05, es decir, las medias presentaron diferencia significativa entre las diferentes concentraciones, lo que indica al menos que en una de las concentraciones la media es diferente a las demás concentraciones. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0): Las propiedades del suelo no serán fundamentales para la movilización del

plomo en diferentes niveles y se acepta la hipótesis alterna (H1): Las propiedades de suelo serán fundamentales para la movilización del plomo en diferentes niveles.

V DISCUSIÓN

- Con respecto a las propiedades físicas:

En cuanto a la textura, el tipo de suelo no presenta cambios, por lo que es el mismo tipo de suelo para todos los niveles de plomo, con el mismo contenido de arcilla (25%), limo (30%) y arena (45%). A diferencia de (ZHAO, 2010), con identificación espacial en contraste resultó que los altos niveles de pH, C.E., limo y arcilla del suelo disminuyen la acumulación y disponibilidad del metal.

En cuanto a la humedad, la cantidad de riego fue importante, por lo que ayudo a determinar que no hubo variedades en el tiempo. El resultado por Anova, el valor de alfa es de 0.3607, mayor que 0.05, lo que demuestra que, a mayor riego para el tipo de suelo usado en esta investigación, es más rápido de movilizar el metal en forma descendente, probablemente se deba a la porosidad que presenta el suelo, no hay relevancia por lo que en todas las muestras se usó el mismo tipo de suelo, su comportamiento es semejante, no presentó diferencias, porque el suelo tiene las mismas características como textura, porosidad, el mismo contenido de arcilla, limo y arena para todos. Coincide con (ZHAO, et al, 2010), con relación espacial determinó que la elevada humedad del suelo y el agua aumentan la acumulación y disponibilidad del metal pesado, en este caso metales en una planta.

- Con respecto a las propiedades químicas:

En cuanto al pH, en comparación con la muestra testigo hay variedad en las demás concentraciones en el paso del tiempo, sobresaliendo así, la concentración con más contenido de metal (concentración 4), el cual presenta un ligero descenso a los 65 días correspondiente a la semana 5. El aumento de la concentración de Nitrato de plomo (sal) más el riego, se disminuye el pH, acidificando el suelo, esta reacción puede deberse a una acidificación que genera el mineral y la cantidad de humedad presente. El resultado de Anova, el valor de alfa es de 0.021, menor que 0.05, por lo tanto, el pH,

interviene para la movilización de plomo, a diferencia de (KHAN, et al, 2012), investigaron que la influencia del biochar, procedentes de lodos de depuración para el rendimiento de biomasa y bioacumulación de varios metales y como resultado tuvieron que el biochar el pH aumenta y disminuye la biodisponibilidad y bioacumulación de As, Cr, Co, Ni, Pb, a diferencia de Cd, Cu y Zn.

En cuanto al potencial redox, en comparación con la muestra testigo, hay diferencia con las demás concentraciones en el paso del tiempo, sobresaliendo así la concentración 4 con más contenido de sal (nitrato de plomo), por lo tanto, el potencial redox disminuye la oxidación. Se evidencio que el resultado en Anova, el valor de alfa es de 0.0340, menor que 0.05 por lo tanto, el potencial redox interviene en la movilización de plomo. Coincido con (BORCH, et al, 2010), quien demostró que el potencial redox es importante para la movilizar metales generando oxidación directa en el caso de Arsénico, por la oxidación de fierro y arsénico, al mismo tiempo la disminución de arsénico.

En cuanto a la conductividad eléctrica, no hay mucha diferencia ya que las concentraciones se mantienen constantes con ligeras desviaciones no significativas, por lo que se encuentran dentro de sus valores de cada concentración, El resultado de Anova, arroja el valor de alfa es de 0.1627, mayor que 0.05, lo que significó que no presento gran importancia para la movilización de plomo. Coincido con (ZHAO, et al, 2010), con relación espacial en contraste, determino que la movilización del metal se relaciona con la conductividad eléctrica, el óxido de fierro y la textura.

En cuanto a la materia orgánica, existe diferencia en la muestra con las concentraciones con más contenido de plomo, se evidencia que en la quinta semana la muestra testigo, las muestras con concentraciones menores (concentración 1, 2 y 3), disminuyen, podría ser por el nitrato de plomo que estaría quemando materia orgánica debido a la disminución de relación de carbono- nitrógeno (C/N), por lo tanto, la materia orgánica se consume más rápido. El resultado de Anova, el valor de alfa es de 0.0340, menor que 0.05, por lo tanto, la materia orgánica interviene en la movilización de plomo.

- Con respecto a la movilización de plomo:

En cuanto a la movilización de plomo, la muestra control presenta ligera fluctuación en el tiempo, para los niveles que tenía el suelo, que por el efecto del riego se movilizó, según los resultados, en la muestra testigo se mantiene sin sufrir alteraciones, a diferencia de las concentraciones 2 y 3, que se movilizan hacia la superficie por evaporación, a diferencia de las muestras con alto contenido de metal se movilizan introduciéndose más el suelo, pudiendo llegar así a la capa freática. El resultado de Anova, dio que el valor de alfa es de 0.021, menor que 0.05, por lo tanto, se demostró que el plomo se moviliza según las propiedades que presenta el suelo. A diferencia de (MENDEZ, et al, 2012), demostraron que el biochar producto de los lodos disminuyen las formas móviles de Cu, Ni, Zn, Cd y Pb.

VI CONCLUSIONES

- Se evaluó las diferentes cantidades de plomo con diferentes concentraciones y se llegó a evidenciar que a más alto contenido de plomo (concentración 4), el metal tiende a moverse de forma descendente con un 56% de movilización, seguido por la concentración 3 que tuvo una movilización descendente de 9.34% a diferencia de las concentraciones 2 y la de menor contenido de plomo (concentración 1), según el resultado arrojado por los exámenes realizados, a menor concentración el plomo se moviliza de forma ascendente hacia la superficie, en comparación con la muestra testigo que se mantiene.
- Se determinó que, las propiedades fisicoquímicas del suelo son importantes para la movilización del plomo, la clase y tipo de suelo al que pertenece es muy importante para movilizar este metal, así como los otros parámetros como: pH, materia orgánica, potencial redox, conductividad eléctrica, por lo que según resultados obtenidos hay cambios que genera la presencia de plomo en diferentes concentraciones.
- Se determinó que las condiciones medioambientales juegan un papel muy importante para la movilización de plomo, como la humedad, según los resultados obtenidos se logró evidenciar que, para el tipo de suelo franco, a más presencia de agua, el metal es más fácil de moverse posiblemente llegando a la capa freática.

VII RECOMENDACIONES

- Para evaluar mejor la movilización del metal, se debe considerar varios tipos de suelos con diferentes clases textural y hacer una comparación para determinar el tipo de suelo que permite la movilización del metal.
- Realizar estudios de suelos, usar el agua de riego y determinar la concentración de metales adheridos en ello, como la cantidad de riego si se realiza de manera exsitu, para determinar la cantidad de metal que se moviliza.
- Llevar a cabo estudios con las mismas concentraciones trabajadas en esta investigación, prolongando el tiempo de lectura, llevar la investigación por más tiempo.
- Desarrollar estudios de Fitoremediación con este tipo de suelo, que permita comparar la movilización del metal.
- En las próximas investigaciones incluir otras propiedades fisicoquímicas como las condiciones medioambientales, de esta manera determinar si afecta o si intervienen en la movilización del plomo en el suelo.

REFERENCIAS

1. A.A. V.V. manual del cosmetólogo, tecniche Nuove. Ricerca applicata. Progettazione, Engineering Produzione Marketing Packaging, Discipline Collegate. Italia. 2007
2. ANDINA NOTICIAS. Edit. Perú.2019
<https://andina.pe/agencia/noticia-peru-lidera-ranking-mundial-produccion-y-reservas-mineras-750788.aspx>.
3. ÁNGEL, A y ÁNGEL F. (2002). La ética de la tierra. Ética y medio ambiente, en ética, vida, sustentabilidad. México, edit. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente red de formación laboral para América Latina y el Caribe. Pag 13
4. Antoniadis, V., Shaheen, S.M., Boersch, J., Frohne, T., Du Laing, G., Rinklebe, J., 2017a. Bioavailability and risk assessment of potentially toxic elements in garden edible vegetables and soils around a highly contaminated former mining area in Germany. J. Environ. Manage. 186, 192200.
5. BIEL-MAESO, M., GONZALES – Gonzales, C., LARA- Martin, P.A., & CORADA- Fernandez, C. (2019). Sorption and degradation of contaminants of emerging concern in soils under aerobic and anaerobic conditions. Science of the Total Environment, 666, 662-671. doi: 10.2016/j.scitotenv.2019.02.279
url to share this paper: sci-hub.tw/10.1016/j.scitotenv.2019.02.279
6. Brantley, S.L.; Goldhaber, M.B. & Ragnarsdottir, K.V. (2007): Crossing Disciplines and scales to understand the critical zone. Elements, 3, 307-314.
7. Cameselle, C., & Gouveia, S. (2018). Phytoremediation of mixed contaminated soil enhanced with electric current. Journal of Hazardous Materials. doi:10.1016/j.jhazmat.2018.08.062
8. Cheng HM, Zheng CR, Tu C, Zhou DM (2001) Studies on loading capacity of agricultural soils for heavy metals and its applications in China. Appl Geochem 16:1397-1403.
9. COVARRUBIAS Sergio Abraham y PEÑA CABRIALES Juan José.

Contaminación ambiental por metales pesados en México: Problemática y estrategias de fitoremediación. Rev. Int. Contam. Ambie.33 (ESPECIAL Biotecnología e ingeniería ambiental) 7-21,2017 DOI: 10.20937/RICA.2017.33.esp 01.01

10. DECRETO SUPREMO D.S. N° 020-2017-SA. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú. 2017
11. De Silva, S., Bernett, C., Meaklim, J., Abeywardane, E., & Reichman, S. M. (2019). Probing the effects of different lead compounds on the bioavailability of lead to plants. Chemosphere. doi:10.1016/j.chemosphere.2019.04.122
url to share this paper: [sci-hub.tw/10.1016/j.chemosphere.2019.04.12](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.122)
12. De Vries W, Groenenberg JE, Lofts S, Tipping E, Posch M (2013) Critical loads of heavy metals for soils. In: Alloway BJ (ed) Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Environmental Pollution 22, Springer, pp 211-237.
13. DIAZ NARVAEZ Víctor Patricio. Metodología de la investigación científica y bioestadística: para médicos odontólogos y estudiantes de la salud. edit. Amazon.com134. Santiago de Chile. Chile. 2006

ISBN: 9562844854
14. FRY Margaret; CURTIS Kate; CONSIDINE Julie; Z. Shaban Ramon. Using observation to collect data in emergency research. Edit. Elsevier. Febrero 2017. <https://doi.org/10.1016/j.aenj.2017.01.001>
15. Galán, E. (2008): The role of clay minerals in removing and immobilising heavy metals from contaminated soils. In "Proceedings of the 1st Latin American Clay Conference", vol. 1, C. Gomes, ed. Funchal, 351-361.
16. Galán, E., Romero-Baena, A., Aparicio, P., & González, I. (2019). A methodological approach for the evaluation of soil pollution by potentially toxic trace elements.

Journal of Geochemical Exploration. doi:10.1016/j.gexplo.2019.04.005

url to share this paper: sci-hub.tw/10.1016/j.gexplo.2019.04.005

17. GUERRERO MATA Karina. Fitoextracción de Cadmio y Plomo utilizando Quelite (Amaranthus Hybridus) y cinco agentes quelantes. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro Disvision de ingeniería. Nov.2015
18. Han, Y.-S., Park, J.-H., Kim, S.-J., Jeong, H. Y., & Ahn, J. S. (2019). Redox transformation of soil minerals and arsenic in arsenic-contaminated soil under cycling redox conditions.
Journal of Hazardous Materials, 378, 120745. doi:10.1016/j.jhazmat.2019.120745 url to share this paper: sci-hub.tw/10.1016/j.jhazmat.2019.120745
19. HE, J.; YANG, Y., Christakos, G., Liu, Y., & YANG, X. (2019). Assessment of soil heavy metal pollution using stochastic site indicators. Geoderma, 337, 359-367. Doi:10.1016/j.geoderma.2018.09.038
20. INDUSTRIA MINERA GUIA DE NEGOCIOS EN EL PERÚ. [en línea]. Perú: pwc. Global. [Fecha de consulta 12-10-2017]. Recuperado de: <https://www.pwc.pe/es/doing-business/assets/pws-doing-business-mining-espanol.pdf>
21. KEATS Jhon. Estudio de la movilización de metales pesados. 2010
22. KLAUS HEINEMANN. Introducción a la metodología de la investigación empírica a las ciencias del deporte. Edit. Paidotribo. Barcelona, España. 2003
ISBN: 8480196785
23. KWIATKOWSKA, T. Controversias de la ética ambiental. Edit. Plaza y Valdés. Medico D.F. 2008. Pag 20-97
24. LANDEAU Rebeca. Elaboración de trabajos de investigación: a propósito de la falla tectónica de la revolución Bolivariana. Caracas Venezuela. 2007.
ISBN: 9803542141
25. GARRIGA TRILLO Ana J.; LUBIN PIGOUCHE Paula, MERINO MERINO José, PADILLA SUAREZ Miguel, RECIO SABOYA Patricia, SUAREZ FALCON Juan Carlos. 2010. Introducción al análisis de datos.

26. LAO LI Tania. & TAKAKUWA Rita. Analysis of reliability and validity of a measuring instrument of the Knowledge society and its reliance on information technology and communication. Revista de iniciación científica. RIC.vol.2-N°2. 2016.
[FILE://C:/User/Usuario/Downloads/1279-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3233-1-10-20170124%20\(1\).pdf](FILE://C:/User/Usuario/Downloads/1279-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3233-1-10-20170124%20(1).pdf)
27. LOPEZ Pedro. Población Muestra y muestreo. 2004. V09 n.08
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012. Versión On-line ISSN 1815-0276
28. MINAM. Guía para muestreo de suelo. 2014
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/Guia-Muestreo-Suelo-Minam1.pdf>
29. MINSA. Ciudades contaminados por Minería. 2017
30. MINPER. Guía Oficial de Inversiones de PERUMIN2017.
<http://www.gbreports.com/wp-content/uploads/2017/09/MINPER-2017-Wwb-Preview.pdf>
31. MOHAMED , A. M.O.,& PALEOLOGOS,E.K. (2018). Geoenvironmental Engineering in a Global Environment. Fundamentals of Geoenvironmental Engineering, 3 -42
Doi: 10.1016/b978-0-12-804830-6.00001-6 url to share this paper: sci-hub.Tw/10.1016/B978-0-12-804830-6.00001
32. MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE LURIGANCHO. Plan-distrital-seguridad-ciudadana-2018.pdf
33. NASIBULINA, A. (2015). Education for Sustainable Development and Environmental Ethics. Procedia-Social and Behavioral Sciences,214,10771082.doi:10.1016/j.sbspro.2015.11.708
url to share this paper: sci-hub.tw/10.1016/j.sbspro.2015.11.708
34. National Research Council (2001): Basic Research Opportunities in Earth Science. National Academic Press, Washington, D.C.

35. Nickolson FA, Smith SR, Alloway BJ, Carlton-Smith C, Chambers BJ (2003) An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. *Sci Total Environ* 311:205-219
36. ODOH,C.K., ZABBEY, N., SAM K.,& EZE, C.N.(2019). Status, progress and challenges of phytoremediation – An African scenario. *Journal of Environmental Management*, 237,365- 378. Doi:10.1016/j.jenvman.2019.02.090
url to share this paper: sci-ub.tw/10.1016/j.jenvman.2019.02.090
37. ORTIZ CANO H. G., TREJO CALZADA R., VALDEZ R. D. –CEPEDA2,3; ARREOLA- AVILA J. G., FLORES HERNANDEZ A., LOPEZ ARIZA B. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v15n2/v15n2a9.pdf>
38. OSINERGMIN. La industria de la minería en el Perú. 2017. Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú: N° 2017-01518. Edit biblios SA 36,195. ISBN:978-612-47350-1-1
39. PEÑA ACUÑA Beatriz. La observación como herramienta científica. Pag33.AACI. Madrid.España. 2015. *Revista de Comunicación de la SEECI*.(Julio 2016). Año xx (40), 173-174 ISSN: 1576-3420. [http://dx. Doi.org/10.15198/seeci.2016.40.17-174](http://dx.doi.org/10.15198/seeci.2016.40.17-174)
40. REILD MARTINEZ L.M. (2013).Confiability en la medición. *Investigación en Educaciónmedica*.2(6),107-11. Doi: 10.1016/s2007-5057(13)72695-4
url to share this paper: [sci-hub.tw/10.1016/s2007-5057\(13\)72695-4](http://sci-hub.tw/10.1016/s2007-5057(13)72695-4)
41. Reyes Yulieth, et al. Contaminación por metales pesados: Implicaciones en la salud, ambiente y seguridad alimentaria. Dic. 2016, vol.16 N°2.
Disponible en: <http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria-sogamoso/article/view/5447>.ISSN: 2422-4324.
42. Rieuwerts JS, Thornton I, Farago ME, Ashmore MR (1998) Factors influencing metal bioavailability in soils: preliminary investigations for the development of a critical loads approach for metals. *Chem Spec Bioavailab* 10:61-75.
43. ROJAS CROTTE Ignacio Roberto. Elementos para el diseño de técnicas de investigación: Una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación. Portugal. N°24. 2011. <https://www.redalyc.org/html/311/31121089006/sistema>

de información científica Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.

44. SALVADOR A. y A. Chisvert. Analysis of Cosmetic Products. El servier. Amsterdam.2007
45. Salvagio S, Angelone M, Bellanca A, Sprovieri M (2002) Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. Sci Total Environ 300:229-243.
46. SELVAKUMAR R., RAMADOSS G.,MRIDULA P. MENON, RAJENDRAN K., THAVAMANI P., RAVI NAIDU,& MEGHARAJ M. Challenges and complexities in remediation of uranium contaminated soils; A review, Journal of Environmental Radioactivity. Doi:10.1016/j.jenvrad.2018.02.018
url to share this paper: sci-hub.tw/10.1016/j.jenvrad.2018.02.018
47. SHILARI G.; SHEKARI M;& ANGALI K.A. Assessing Reliability and Validity of an Instrument for Measuring Resilience Safety Culture in Sociotechnical Systems. Safety and Health at work. Doi:10.1016/j.shaw.2017.07.010
url to share this paper sci-hub.tw/10.1016/j.shaw.2017.07.010
48. SILVA ARCINIEGA M. Del Rosario y CALDERON M. Luisa. Validez y confiabilidad del estudio socioeconómico. Universidad Autónoma de México. ISBN: 9703238076
49. Skoog, D., F. HOLLER y T. NIEMAN. Principios de análisis Instrumental. Mc Graw Hill/Interamericana de España. S.A.U. España. 5ta edic. 2001.
50. VARGAS PORRAS Carolina. Universidad Industrial de Santander Colombia. Vol.28 ISSUE 1 P.96-106. 2010.ISSN2346-0261. Print ISSN0121-4500 <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avenferm/article/view/15659/18162>
51. Wangda. Cheng, Guoping Zhang, Haigen Yao, Peter Dominy, Wey Wu, Runyil Wang, Possibility of predicting heavy-metal contents in rice grains based on DTPA-extracted levels in soil, Commun. Soil Sci. Plan. 35 (2004) 2731–2745.
52. WANG P.; CHEN H., KOPITKE P.M.,& ZHAO F.-J (2019). Cadmium contamination in agricultural soils of China and the impact on food safety. Environmental Pollution. Doi: 10.1016/j.envpol.2019.03.063

url to share this paper: sci-hub.tw/10.1016/j.envpol.2019.03.063

53. YANG Q., LI Z, LU X., DUAN Q., HUANG L., &BI J. (2018).A review of soil heavy metal pollution from industrial and agricultural regiones in China: Pollution and risk assessment. Science of the total Environment 642 690-700
doi:10.1016/j.scitotenv.2018.06.068

url to share this paper: sci-hub.tw/10.1016/j.scitotenv.2018.06.068

54. YUE LI. How to determine the validity and reliability of an instrument. Un blog de launiversidad de Miami. Nov 2016
<https://blogs.miamioh.edu/discovery-center/2016/11/how-to-determine-the-validity-and-reliability-of-an-instrument>

55. ZHAO C., DONG Y., FENG Y., LI,Y.,& DONG Y. (2019).Thermal desorption for remediation of contaminated soil: A review. Chemosphere. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.01.079

url to share this paper: sci-hub.tw/10.1016/j.chemosphere.2019.01.079

ANEXOS

Matriz de consistencia

Influencia de los factores del suelo sobre la movilización del plomo en diferentes niveles							
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores		
<p><u>Problema General:</u> ¿En que influyen los factores del suelo sobre la movilización del plomo en diferentes niveles?</p> <p><u>Problemas Específicos:</u> ¿Qué propiedades químicas del suelo intervienen para movilizar plomo en diferentes niveles? ¿Las propiedades físicas intervienen para movilizar plomo en diferentes niveles?</p>	<p><u>Objetivo general:</u> Evaluar los factores del suelo sobre la movilización del plomo en diferentes niveles.</p> <p><u>Objetivos Específicos:</u> . Determinar las propiedades químicas del suelo que intervienen para movilizar plomo. . Determinar las propiedades físicas que intervienen en la movilización de plomo en diferentes niveles.</p>	<p><u>Hipótesis General:</u> Las propiedades del suelo serán fundamentales para la movilización de plomo en diferentes niveles.</p> <p><u>Hipótesis Específicas:</u> Las propiedades químicas del suelo serán importantes para la movilización de plomo. Las propiedades físicas serán de gran importancia para la movilización de plomo en diferentes niveles.</p>	<p><u>Variable Independiente:</u> Influencia de las propiedades del suelo</p>	<p>Propiedades químicas</p>	Textura		
					Conductividad Eléctrica		
					Potencial de Hidrogeno		
					Materia Orgánica		
					Potencial Redox		
	<p><u>Variable Dependiente:</u> Movilización de plomo en diferentes niveles</p>				<p>Condiciones físicas</p>	Humedad	
						<p>Concentraciones</p>	Sin contaminante
							Concentración 1
							Concentración 2
							Concentración 3
Concentración 4							
					Concentración 5		

Fuente: Elaboración propia

Ficha de Observación




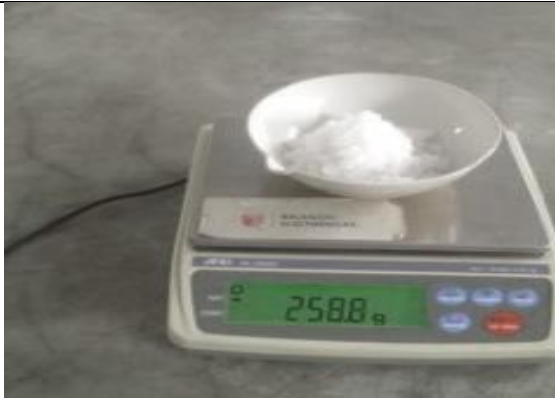


Título: Influencia de las propiedades del suelo sobre la movilización de plomo en diferentes niveles										
Línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales										
Investigador: Sonia Andrea Gutierrez Arista										
Lugar del experimento: Laboratorio de biotecnología Universidad César Vallejo – Lima este										
Tiempo de desarrollo de tesis: 2 meses										
Variable	Indicadores	Concentración	Dosis	Rep	Tiempo					
					0	1	2	3	4	5
Variable Dependiente: Movilización de plomo	Conductividad ds/m	0		Rep1						
	pH (0-14)									
	Humedad %			Rep2						
	Materia Orgánica									
	Potencial Redox x Eh			Rep3						
	Plomo									
	Conductividad ds/m	1		Rep1						
	pH (0-14)									
	Humedad %			Rep2						
	Materia Orgánica									
	Potencial Redox x Eh			Rep3						
	Plomo									
	Conductividad ds/m	2		Rep1						
	pH (0-14)									
	Humedad %			Re2						
	Materia Orgánica									
	Potencial Redox x Eh			Rep3						
	Plomo									
	Conductividad ds/m	3		Rep 1						
	pH (0-14)									
	Humedad %			Re2						
	Materia Orgánica									
	Potencial Redox x Eh			Rep3						
	Plomo									
Conductividad ds/m	4		Rep1							
pH (0-14)										
Humedad %			Rep2							
Materia Orgánica										
Potencial Redox x Eh			Rep3							
Plomo										

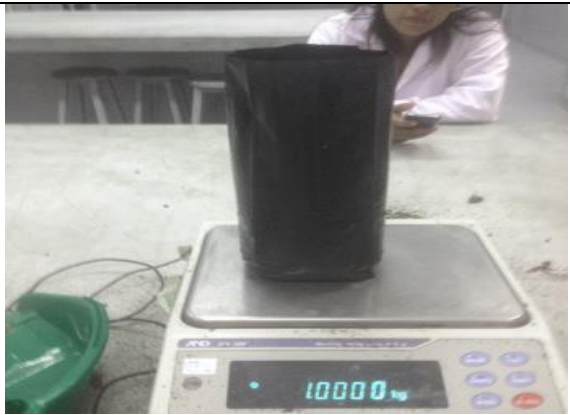

Fotos

- Materiales de campo

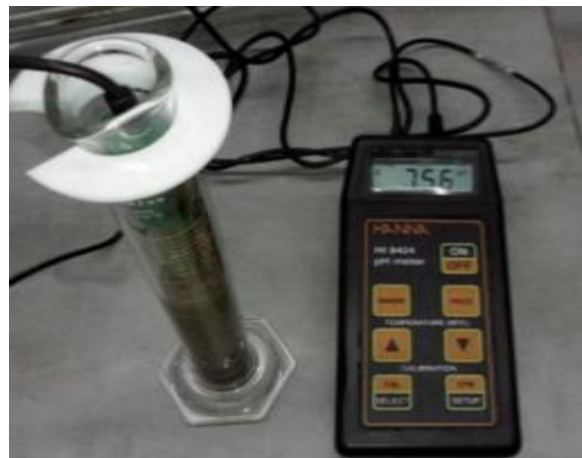
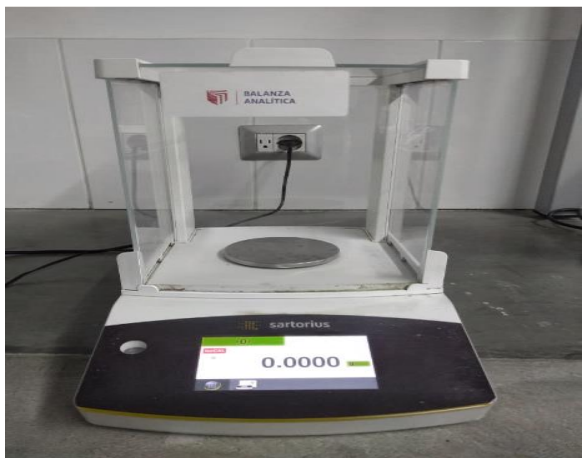
Regadera	Metal por usar
	
Suelo a contaminar	Malla Raschel 80%
	
Lugar de extraccion del suelo (Mala)	Tipo de suelo
	

- Pasos para contaminar el suelo



Peso del metal concentración 1	Peso del metal concentración 2
 A digital scale with a white weighing pan containing a white powdery substance. The scale's display shows 129g.	 A digital scale with a white weighing pan containing a white powdery substance. The scale's display shows 647g.
Peso del metal concentración 3	Peso del metal concentración 4
 A digital scale with a white weighing pan containing a white powdery substance. The scale's display shows 1294g.	 A digital scale with a white weighing pan containing a white powdery substance. The scale's display shows 2588g.
Mezclado de todo el suelo	Pesaje del suelo por contaminar
 A person wearing a white lab coat and a hairnet is using a green shovel to mix a large pile of dark brown soil on a blue tarp.	 A person wearing a white lab coat and a hairnet is pouring soil from a white bucket into a weighing scale in a laboratory setting.

<p>Pesaje del suelo por maceta</p> 	<p>Suelo vaciado en la mezcladora</p> 
<p>Suelo mezclado por 30 min</p> 	<p>Suelos en macetas</p> 

Equipos de Laboratorio

<p>Medición del pH - metro</p> 	<p>Balanza analítica</p> 
--	---

<p style="text-align: center;">Mufla</p> 	<p style="text-align: center;">Estufa</p> 
<p style="text-align: center;">Desecador</p>	<p style="text-align: center;">Espectrofotómetro de absorción atómica</p>
	
<p style="text-align: center;">Medición de pH-metro</p>	<p style="text-align: center;">Balanza Analítica</p>
	

Gradilla y tubos de vidrio	Tamiz
	

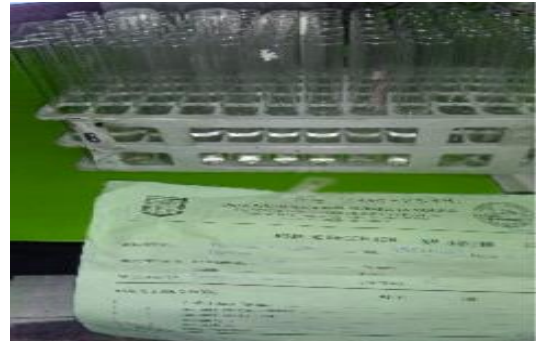
Proceso de muestras en el laboratorio Universidad César Vallejo –Lima este

Tamizando muestras de suelo	Sacando muestras para poner en la estufa
	
Procesando a conductividad eléctrica, pH y Potencial Redox	Sacando las muestras de la mufla
	

Muestras filtradas



Muestras vaciadas en tubo para la lectura



Lectura por el espectrofotómetro de absorción atómica (UNALM)



Certificado del reactivo Nitrato de plomo



Lead Nitrate, Crystal
'BAKER ANALYZED'® A.C.S. Reagent
(lead(II) nitrate)

Product No. 2322
 Lot No. B20594
 Release Date May 03,18

Certificate of Analysis

TEST	SPECIFICATION	RESULT
Exceeds A.C.S. Specifications		
Meets Reagent Specifications for testing USP/NF monographs		
Assay (Pb(NO ₃) ₂) (by EDTA titrn)	99.0 % min.	99.7 %
Insoluble Matter	0.005 % max.	< 0.001 %
Chloride (Cl)	0.001 % max.	< 0.0005 %
Calcium (Ca)	0.005 % max.	< 0.0005 %
Copper (Cu)	0.002 % max.	0.0003 %
Iron (Fe)	0.001 % max.	0.0005 %
Potassium (K)	0.005 % max.	< 0.0003 %
Sodium (Na)	0.02 % max.	< 0.001 %
For Laboratory, Research or Manufacturing Use		
Country of Origin:	JAPAN	

ISO	Phillipsburg, NJ 9001.2008, 14001.2004	 Richard M. Siberski Global Director of Quality Assurance
	Paris, KY 9001.2008	
	Mexico City, Mexico 9001.2008	
	Deventer, The Netherlands 9001.2008, 14001.2004, 13485.2003	
	Selangor, Malaysia 9001.2008	
	Panoli, India 9001.2008	
Gliwice, Poland 9001.2008, 17025.2005		

For questions on this Certificate of Analysis please contact Technical Services at 1-800-582-2537 or 908-859-2151
 Avantor™ Performance Materials, Inc.
 222 Red School Lane • Phillipsburg, NJ 08865 • Phone: 908.859.2151 • Fax: 908.859.6905

Resultados Iniciales de Calsificación de tipo y textura de suelo



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



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SONIA ANDREA GUTIERREZ ARISTA

Departamento : LIMA
 Distrito : MALA
 Referencia : H.R. 68868-079C-19

Bolt.: 3159

Provincia : CAÑETE
 Predio :
 Fecha : 28/06/19

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
5466		7.00	0.49	0.10	0.59	8.1	182	45	30	25	Fr.	17.60	15.60	1.20	0.55	0.24	0.00	17.60	17.60	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		Pb ppm
Lab	Claves	
5466		20.46



Dr. Sady Garcia Bendezu
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Teif.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Resultados de plomo en la Universidad Agraria la Molina



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



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : ANDREA GUTIÉRREZ ARISTA
 PROCEDENCIA : LIMA
 MUESTRA DE : EXTRACTOS DE SUELO
 REFERENCIA : H.R. 69190
 BOLETA : 3281
 FECHA : 17/07/19

Nº LAB	CLAVES	Pb mg/Kg
2495	I-11	89.5
2496	I-12	491.0
2497	I-13	116.0
2498	I-21	145.5
2499	I-22	142.5
2500	I-23	108.0
2501	I-31	214.5
2502	I-32	401.0
2503	I-33	107.5
2504	I-41	133.5
2505	I-42	310.0
2506	I-43	151.5
2507	I-51	157.0
2508	I-52	543.5
2509	II-11	269.0
2510	II-12	284.5
2511	II-13	348.0
2512	II-21	299.0
2513	II-22	671.5
2514	II-23	401.0
2515	II-31	187.5
2516	II-32	370.5
2517	II-33	408.0
2518	II-41	472.0
2519	II-42	313.0
2520	II-43	467.0

Ing. Blayro La Torre Martínez
 Jefe de Laboratorio

Las Palmas de Gran Canaria Campus UNALM
 Telf: 614-780000 Fax: 614-222 Teléfono Directo: 349-5622



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



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : ANDREA GUTIÉRREZ ARISTA
 PROCEDENCIA : LIMA
 MUESTRA DE : EXTRACTOS DE SUELO
 REFERENCIA : H.R. 69190
 BOLETA : 3281
 FECHA : 17/07/19

N° LAB	CLAVES	Pb mg/Kg
2521	III-11	621.5
2522	III-12	588.5
2523	III-13	467.0
2524	III-21	509.0
2525	III-22	517.5
2526	III-23	82.5
2527	III-31	243.0
2528	III-32	472.5
2529	III-33	257.5
2530	III-41	321.0
2531	III-42	209.5
2532	III-43	225.5
2533	IV-11	1386.5
2534	IV-12	770.0
2535	IV-13	355.0
2536	IV-21	372.5
2537	IV-22	242.5
2538	IV-23	235.0
2539	IV-31	420.5
2540	IV-32	278.5
2541	IV-33	498.5
2542	IV-41	363.5
2543	IV-42	604.5
2544	IV-43	285.0
2545	IV-51	227.5
2546	IV-52	329.0

Ing. Graciano La Torre Martínez
 Jefe de Laboratorio

Tel.: 614-7660000 Fax: 614-7660222 Teléfono Directo: 349-5622



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : ANDREA GUTIÉRREZ ARISTA
PROCEDENCIA : LIMA
MUESTRA DE : EXTRACTOS DE SUELO
REFERENCIA : H.R. 69190
BOLETA : 3281
FECHA : 17/07/19

N° LAB	CLAVES	Pb mg/Kg
2547	SIN-11	26.5
2548	SIN-12	68.0
2549	SIN-13	35.5
2550	SIN-21	42.0
2551	SIN-22	33.6
2552	SIN-23	63.0
2553	SIN-31	171.0
2554	SIN-32	48.0
2555	SIN-33	37.5
2556	SIN-41	37.5
2557	SIN-42	49.5
2558	SIN-43	28.0
2559	SIN-51	34.5
2560	SIN-52	31.0
2561	AS-11	4.0
2562	AS-12	2.5
2563	AI-11	201.5
2564	AI-12	77.0
2565	AI-13	67.0
2566	AII-11	100.0
2567	AII-12	306.5
2568	AII-13	21.5
2569	AIII-11	29.5
2570	AIII-12	457.5
2571	AIII-13	311.5



Ing. Braxio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



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



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : ANDREA GUTIÉRREZ ARISTA
PROCEDENCIA : LIMA
MUESTRA DE : EXTRACTOS DE SUELO
REFERENCIA : H.R. 69190
BOLETA : 3281
FECHA : 17/07/19

Nº LAB	CLAVES	Pb mg/Kg
2572	IV-11	398.0
2573	IV-12	506.0
2574	IV-13	1007.0



[Handwritten Signature]
Ing. Raúl La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio