

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**APLICACIÓN DEL COMPOST, PARA LA ABSORCIÓN DE
METALES PESADOS USANDO GIRASOL (*Helianthus
annus L.*) EN SUELOS PROCEDENTES DEL DISTRITO DE
IRAZOLA, PERÚ.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

**SONY RILLEY ARMAS SILVA
DIANA ESTHER RAMIREZ VELA**

PUCALLPA - PERÚ

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 120

En la ciudad de Pucallpa a las 3:00 p.m. horas del día viernes 11 de diciembre del 2020, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron en forma virtual los miembros del Jurado Evaluador designado con el Memo Múltiple N° 106-2020-UNU-FCFYA-CGT del 09 de diciembre del 2020, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Jorge Arturo Mori Vasquez	Presidente
Dr. Grober Panduro Pisco	Miembro
Ing. M.Sc. Carlos Ruiz Padilla	Miembro

Para evaluar la sustentación de tesis denominada: “**APLICACIÓN DEL COMPOST, PARA LA ABSORCIÓN DE METALES PESADOS USANDO GIRASOL (*Helianthus annuus L.*) EN SUELOS PROCEDENTES DEL DISTRITO DE IRAZOLA, PERÚ**” presentado por las bachilleres: **ARMAS SILVA, SONY RILLEY y RAMIREZ VELA, DIANA ESTHER**, asesorado por el **Dr. Edgar Juan Diaz Zúñiga**. Finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las que fueron absueltas en forma satisfactoria por las sustentantes. en consecuencia, la tesis fue APROBADA por **UNANIMIDAD**, quedando expeditas para el otorgamiento del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

Siendo las 4:05 p.m. horas del mismo día se dio por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.



Dr. GROBER PANDURO PISCO
Miembro



Dr. JORGE ARTURO MORI VASQUEZ
Presidente



Ing. M.Sc. CARLOS RUIZ PADILLA
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. JORGE ARTURO MORI VASQUEZ



Presidente

Dr. GROBER PANDURO PISCO



Miembro

Ing. M.Sc. CARLOS RUIZ PADILLA



Miembro

Dr. EDGAR JUAN DIAZ ZUÑIGA



Asesor

Bach. SONY RILLEY ARMAS SILVA



Tesista

Bach. DIANA ESTHER RAMIREZ VELA



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA
ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0296-2020

La **Dirección General de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe Final (Tesis)** Titulado:

APLICACIÓN DEL COMPOST, PARA LA ABSORCIÓN DE METALES PESADOS USANDO GIRASOL (*Helianthus annus L.*) EN SUELOS PROCEDENTES DEL DISTRITO DE IRAZOLA, PERÚ.

Cuyo autor (es) : **ARMAS SILVA, SONY RILLEY**
RAMIREZ VELA, DIANA ESTHER

Facultad : **CIENCIAS FORESTALES AMBIENTALES**
Escuela Profesional : **INGENIERIA AMBIENTAL**
Asesor(a) : **Dr. DIAZ ZUÑIGA, EDGAR JUAN**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 06%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la **DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND**, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: **SI** Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que **SI** se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 30/11/2020



Dra. DINA PARI QUISPE
Dirección de Producción Intelectual

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Sony Rilley Armas Silva

Autor de la TESIS titulada:

"Aplicación del compost, para la absorción de metales pesados usando girasol (Helianthus annuus L.) en suelos procedentes del distrito de Irazola, Perú."

Sustentada el año: 2020

Con la asesoría de: Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga.

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales.

Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental.

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 07 / 01 / 2021

Email: sonyrilleyarmosilva@gmail.com

Firma: SRAS

Teléfono: 961134757

DNI: 71512981

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Diana Esther Ramírez Vela

Autor de la TESIS titulada:

“Ablición del compost, para la absorción de metales pesados usando girasol (Helianthus annuus L.) en suelos procedentes del distrito de Inagola, Perú”

Sustentada el año: 2020

Con la asesoría de: Dr. Edgón Juan Díaz Zúñiga.

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales.

Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental.

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 07 / 01 / 2021

Email: diana.ambientalista.2018@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 905339267

DNI: 48488747

DEDICATORIA

A Dios por darme vida y salud, a mis abuelos María Eva y Mauro; por estar siempre a mi lado y a mi madre Juanita por ser un ejemplo de lucha y perseverancia, la cual fue mi fuerza para cumplir mis metas.

Con mucho cariño a mis queridos hermanos Gema, Mauro y Liam quienes con su alegría y cariño me impulsaron a continuar esta investigación.

Sony Rilley

A mi padre Carlos con eterna gratitud, por ser ejemplo de sacrificio, abnegación y lucha que han marcado firmes derroteros en mi vida durante estos 25 años y gracias al apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

Diana Esther

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali y la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.

A los docentes por su vocación y dedicación en la formación de profesionales aptos para ejercer en la sociedad de ahora.

Al Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga por su orientación, dedicación y paciencia como asesor para el desarrollo de la presente investigación.

Al Mag. Andrey Ramírez Vela, por los consejos e ideas; que gracias a él este Proyecto fue tomando forma hasta llegar al ahora.

Al Ing. Cesar Torres Reategui, por el asesoramiento, paciencia y motivación constante para la culminación de la presente investigación.

Al Ing. David León, por su colaboración e interpretación de los datos resultados de los análisis de campo.

Y a todas aquellas personas que de forma directa e indirecta colaboraron durante la ejecución y culminación del presente estudio de investigación.

INDICE

Acta de sustentación de tesis N° 120.....	ii
Acta de aprobación.....	iii
Constancia de originalidad de trabajo de investigación.....	iv
Repositorio de tesis de la Universidad Nacional de Ucayali.....	v
Dedicatoria.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	xii
Índice de fotografías.....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción.....	1
CAPITULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Formulación del problema.....	3
1.2. Problema general.....	3
1.3. Problemas específicos.....	3
1.4. Objetivo general.....	4
1.5. Objetivos específicos.....	4
CAPITULO II.....	5
MARCO TEORICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.....	5
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	7
2.1.3. Antecedentes a nivel local.....	10
2.2. BASE TEÓRICA.....	11
2.2.1. Metales pesados.....	11
2.2.2. ¿Cómo se encuentra cadmio en el medio ambiente?.....	12
2.2.3. ¿Cómo puede ocurrir la exposición al cadmio?.....	13
2.2.4. ¿Cómo se encuentra Plomo en el medio ambiente?.....	13
2.2.5. ¿Cómo puede ocurrir la exposición al Plomo?.....	13
2.2.6. Compost.....	14
2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BASICOS.....	15
CAPITULO III.....	18
METODOLOGIA.....	18
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	18
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	18
3.3. LUGAR DE ENSAYOS EXPERIMENTALES.....	19
3.3.1. Ubicación de los Puntos de Recolección.....	19
3.4. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	19
3.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	20
3.5.1. Tratamiento de Estudio.....	28
3.6. DESCRIPCIÓN DE LAS DIMENSIONES Y ESTRUCTURA DE LA CAMA COMPOSTERA Y ELABORACIÓN DEL COMPOST.....	27
3.7. ELABORACIÓN DEL COMPOST.....	28
3.8. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL COMPOST.....	31
3.9. CONSTRUCCIÓN DE VIVERO Y GERMINACIÓN DE GIRASOLES.....	32
3.10. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE MUESTRAS.....	39
3.11. TRATAMIENTO DE DATOS.....	39

CAPITULO IV.....	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LOS SUELOS DE IRAZOLSA	40
4.2. EFECTOS DEL COMPOST EN LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE METALES PESADOS EN EL GIRASOL	41
4.3. CORRELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN DE COMPOST Y ABSORCIÓN DE CADMIO Y PLOMO POR EL GIRASOL.....	46
CAPITULO V.....	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1. CONCLUSIONES.....	48
5.2. RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	50
ANEXOS.....	57
INFOGRAFIA.....	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características Física y Química del Suelo de Irazola.	24
Tabla 2. Descripción de Tratamiento de Estudio.....	26
Tabla 3. Macronutrientes del Compost.	31
Tabla 4. Micronutrientes del Compost.....	31
Tabla 5. Esquema de Análisis de Varianza.....	39
Tabla 6. Concentración de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en el suelo original.	40
Tabla 7. Resultados del Análisis foliar para determinar concentración de Pb en los Girasoles	41
Tabla 8. Análisis de varianza de la capacidad de absorción de metales pesados (Pb) en girasoles por efecto del Compost.	41
Tabla 9. Resultados del Análisis foliar para determinar concentración de Cd en los Girasoles.....	43
Tabla 10. Análisis de varianza de la capacidad de absorción de metales pesados (Cb) en girasoles por efecto del Compost.	43
Tabla 11. Test de Tukey para el factor compost en la absorción de Cd y Pb por Girasol.	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de instalación de Investigación.....	18
Figura 2. Imagen satelital del área general de San Alejandro.....	18
Figura 3. Toma de muestra para análisis del suelo in situ (San Alejandro, Irazola).22	
Figura 4. Dimensiones de la maseta.....	26
Figura 5. Dimensiones de la cama Compostera.....	27
Figura 6. Espesor de cama Compostera.....	27
Figura 7. Vaceado del aserrín descompuesto en la cama compostera.....	28
Figura 8. Riego del compost.....	29
Figura 9. Vivero provisional para germinación girasoles.....	31
Figura 10. Girasol germinado a los siete días.....	32
Figura 11. Plantaciones de girasoles germinados en viveros.....	33
Figura 12. Preparación de las macetas para trasplantar los girasoles.....	34
Figura 13. Plantón de girasol a punto de ser trasplantado.....	34
Figura 14. Trasplante de los plantones de girasol a las macetas.....	35
Figura 15. Crecimiento de los girasoles en las macetas.....	36
Figura 16. Girasoles en las macetas en proceso de crecimiento para ser adulto....	36
Figura 17. Relación entre el incremento de la concentración del compost y absorción de plomo y cadmio por el girasol con compost.....	45
Figura 18. Gráfico exponencial de la relación entre incremento de la concentración de compost y absorción de Cd y Pb por el Girasol.....	46

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Desechos de cocina	57
Fotografía 2. Acondicionamiento de la cama compostera 1ra capa (aserrín descompuesto y ceniza.....)	57
Fotografía 3. Capa de gallinaza.....	57
Fotografía 4. Etapa de remisión del compost.....	57
Fotografía 5. Etapa de riego del compost.....	57
Fotografía 6. Instalación de la cama compostera.....	57
Fotografía 7. Etapa de descomposición del compost.....	58
Fotografía 8. Aireación del Compost.....	58
Fotografía 9. Etapa de toma de temperatura del compost.....	58
Fotografía 10. Temperatura final.....	58
Fotografía 11. Plantaciones de girasoles germinados en viveros.....	58
Fotografía 12. Riego de plantaciones en el vivero provisional de girasoles.....	58
Fotografía 13. Instalación se macetas según dosis de compost por tratamiento.....	59
Fotografía 14. Plantaciones de girasoles listas en macetas.....	59
Fotografía 15. Girasoles con capullo de flor.....-	59
Fotografía 16. Macetas de girasoles a una distancia de 1m x1m.....	59
Fotografía 17. Recolección de muestras para el análisis foliar de los girasoles.....	59
Fotografía 18. Ubicación de las muestras recolectadas en un sobre para su respectivo envío al laboratorio.....	59
Fotografía 19. Girasoles creciendo en macetas con sus respectivos tratamientos y repeticiones.....	62
Fotografía 20. Banner del proyecto de tesis.....	62
Fotografía 21. Informe de análisis Inicial de suelo elaborado en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la molina, Lima.....	63
Fotografía 22. Informe de análisis Foliar elaborado en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la molina, Lima.....	64

RESUMEN

Con el objetivo de estudiar el efecto del compost en la capacidad de absorción de metales pesados del girasol (*Helianthus annus L.*) se mezcló suelo procedente del Distrito de Irazola, Provincia de Padre Abad con diferentes proporciones de compost, en el primer tratamiento identificado como T₁ (Testigo) 0 gr de compost, T₂ (100 g de compost), T₃ (200 g de compost), T₄ (300 g de compost), T₅ (400 g de compost), T₆ (500 g de compost). Estas mezclas fueron puestas en macetas donde se sembraron los girasoles (*Helianthus annus L.*). Al inicio de la investigación se realizó el análisis químico del suelo original y al final el análisis químico foliar para la identificación de los metales pesados cadmio y plomo. En los resultados se encontraron diferencias en las concentraciones de metales en las hojas de cada tratamiento, es así que en el caso de Pb (plomo), el tratamiento con mayor concentración es T₃ (Pb 0.71 ppm) y el de menor concentración es T₆ (Pb 0.46 ppm); mientras que en el caso de Cd (cadmio), el tratamiento con mayor concentración es T₃ (Cd 6.99 ppm) y el tratamiento con menor concentración de metales es T₁ (Cd 5.97 ppm). Si bien es cierto que hay diferencia en concentración de los metales estudiados, esta diferencia no es estadísticamente significativo, De acuerdo a estos resultados, se concluye que el compost en el suelo, en las proporciones estudiadas, no influye en la capacidad de absorción de metales pesados del girasol (*Helianthus annus L.*), ya que el compost no tiene la capacidad de retener metales pesados con respecto a la capacidad de fito extracción de las plantas.

Palabras clave: Compost, Absorción, Metales pesados, girasoles.

ABSTRACT

In order to study the effect of compost on the heavy metal absorption capacity of sunflower (*Helianthus annuus* L.), soil from the District of Irazola, Province of Padre Abad, was mixed with different proportions of compost, in the first treatment identified as T1 (Control) 0 g of compost, T2 (100 g of compost), T3 (200 g of compost), T4 (300 g of compost), T5 (400 g of compost), T6 (500 g of compost). These mixtures were put in pots where the sunflowers (*Helianthus annuus* L.) were planted. At the beginning of the investigation, the chemical analysis of the original soil was carried out and at the end the foliar chemical analysis for the identification of the heavy metals cadmium and lead. In the results, differences were found in the concentrations of metals in the leaves of each treatment, so in the case of Pb (lead), the treatment with the highest concentration is T3 (Pb 0.71 ppm) and the one with the lowest concentration is T6 (Pb 0.46 ppm); while in the case of Cd (cadmium), the treatment with the highest concentration is T3 (Cd 6.99 ppm) and the treatment with the lowest metal contraction is T1 (Cd 5.97 ppm). Although it is true that there is a difference in concentration of the studied metals, this difference is not statistically significant. According to these results, it is concluded that the compost in the soil, in the proportions studied, does not influence the metal absorption capacity heavy sunflower (*Helianthus annuus* L.). since compost does not have the ability to retain heavy metals with respect to the phyto-extraction capacity of plants.

Keywords: Compost, Absorption, Heavy metals, sunflowers.

INTRODUCCION

En los últimos años; la presencia de Cadmio y Plomo en los suelos ha incrementado el riesgo de este metal dentro de la cadena alimenticia, generando una preocupación a nivel mundial. Debido al efecto tóxico de estos elementos en el ser humano y los animales. La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso para su entrada en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación dependen, en primera instancia, de la movilidad de los metales desde la solución en el suelo a la raíz de la planta. Algunos contaminantes son más susceptibles a ser más fitodisponibles que otros. (AINIA 2014).

El ministerio del Ambiente (MINAN, 2017); tiene estándares de calidad ambiental para suelo, si un suelo contaminado con cadmio y plomo sobrepasan los límites máximos permisibles, que son 1.4 ppm y 70 ppm relativamente. Este sería potencialmente peligroso para la salud humana causando daños severos.

Huaynates, J.(2011) en suelos agrícolas; las principales fuentes de cadmio provienen de la fertilización con productos fosforados, uso de lodos y residuos industriales. Con relación a los fertilizantes fosforados, la principal materia prima de éstos es la roca fosfórica, constituida principalmente por apatita, que, además de fósforo, contiene cadmio en cantidades que varían entre 8 y 500 mg kg⁻¹. En investigaciones realizadas durante el año 2002 indican que en un fertilizante completo existe 21.5 ppm de Pb y 30.30 ppm en un superfosfato triple de Cd (Marti, I *et al.*, 2002). Los estudios indican que la aplicación constante de fertilizantes fosforados incrementa las cantidades de cadmio y plomo en el suelo.

Suaña, M. (2018) la identificación de plantas que germinan en ambientes muy contaminados presenta, frente a otros sistemas complejos de limpieza, un gran interés en la recuperación de suelos y/o aguas. Cuando la fuente de metales pesados es el suelo, en general los niveles decrecen en el orden: raíces - tallos- hojas- frutos- semillas. Por ejemplo, plantas jóvenes de girasol (*Helianthus annus L.*) creciendo en solución nutritiva suplementada con Cd, Cu, Pb y Zn acumularon metales especialmente en las raíces y el suelo es un

componente ambiental que por su naturaleza no puede ser aislado del entorno que lo circunda, representando, en la mayoría de los ecosistemas terrestres, el medio físico-químico en el que se desarrolla la vida. Es frágil y de larga recuperación. Por ello su uso inadecuado puede contribuir a la degradación de este recurso natural no renovable.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del compost en la capacidad de adsorción de metales pesados por el girasol (*Helianthus annuus L.*), al adicionar 100 gr, 200 gr, 300 gr, 400 gr y 500 gr de compost por tres repeticiones. También hay que considerar que es importante conocer a las plantas que realizan el trabajo de fito extractores de metales pesados tal como el girasol.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

A nivel nacional productores, exportadores e importadores han mostrado una gran preocupación por las semillas de cacao, ya que es una planta que absorbe todo lo que contiene el suelo incluyendo los metales pesados que como se sabe son tóxicos y acumulativo en el organismo y causan enfermedades graves para el ser humano. Si el suelo contiene metales pesados, el cacao consumirá todo lo que encuentre a su paso y por ello surgirá una transmisión directa a la semilla de cacao que se usa para la producción del chocolate que es de consumo humano (Villavicencio, J. 2016).

El año 2017, Campos (2017), realizó una investigación en parcelas de producción de cacao ubicadas en el distrito de San Alejandro. Los resultados obtenidos muestran presencia de cadmio y plomo en los suelos con valores de 0.53 ppm y 3.02 ppm respectivamente en dichas parcelas. Encontrándose la concentración dentro de los Límites Máximos Permisibles (Campos, F-Martin, C et al., 2017).

La información recopilada se centra en la contaminación de suelos con cadmio y plomo generada por las actividades humanas, que en un futuro estos metales pesados puedan causar daños en la salud a través de los sembríos cosechados que ingerimos. Es aquí donde se genera la preocupación para el desarrollo de esta investigación enfocándose en la producción agrícola que se realiza en esta zona de la selva; planteando como alternativa de enmienda al compost y al girasol como bioacumulador de estos metales. De esta manera hemos llegado al siguiente planteamiento del problema:

1.2. Problema general.

¿Cuál es el efecto del compost en la capacidad de absorción de metales pesados del girasol (*Helianthus annus L.*)?

1.3. Problemas específicos.

- ¿Cuáles serán los metales pesados presentes en los suelos del distrito de Irazola?

- ¿Cuál será la dosis de compost que permita una menor absorción de metales pesados por el girasol en suelos de Irazola?
- ¿Habrá diferencia entre la concentración de cadmio y plomo en el girasol con compost y el girasol sin compost?

1.4. Objetivo general

Determinar el efecto del compost en la capacidad de absorción de metales pesados por el girasol (*Helianthus annuus L.*)

1.5. Objetivos específicos.

- Identificar y cuantificar los metales pesados presentes en los suelos de Irazola, Ucayali, Pucallpa.
- Determinar la eficiencia de la dosis de compost agregado a los suelos de Irazola en la absorción de metales pesados en el girasol.
- Determinar la diferencia o similitud de la concentración de cadmio y plomo en el girasol con compost y el girasol sin compost.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.

Zubillaga, M. (2012). El objetivo de la presente tesis fue estudiar la fitorremediación asistida en suelos contaminados con metales. Se estudiaron los efectos de diversos residuos orgánicos sobre las pérdidas de nitrógeno durante su aplicación y almacenaje. También se evaluó el efecto que produce el tiempo de compostaje sobre estas pérdidas y cómo evoluciona la mineralización del C durante el mismo. Los resultados obtenidos indican que, durante el proceso de compostaje, las pérdidas de amoníaco son inevitables. Se extendió el estudio a otros residuos orgánicos, tales como el estiércol equino y el vacuno. Los estiércoles sin estabilización previa evidenciaron alta tasa de respiración. La adición al suelo contaminado de enmienda calcárea produjo la reducción en la biodisponibilidad de Cd y Zn, mostrando efecto directo sobre la remediación de sitios contaminados. Su uso conjunto con compost además podría ser una opción viable para el mejoramiento de la fertilidad física y química de los suelos a remediar. Finalmente, se estudió el uso del compost de biosólidos y el uso de la fitorremediación con ***Festuca rubra*** en la remediación de suelos contaminados con cadmio, cobre, plomo y cinc. Esto nos permitiría concluir entonces que la fitorremediación asistida es una práctica aconsejada para la remediación de áreas extensas contaminadas con metales pesados.

Ortiz, H *et al.*,(2009). En el estudio de “Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite (***Amaranthus hybridus*** L.) y micorrizas”, menciona que las actividades mineras y metalúrgicas practicadas en la Comarca Lagunera, México han contaminado el suelo, el aire y el agua. El uso de plantas es una de las estrategias para la remediación de suelos contaminados con metales pesados. Sin embargo, son pocos los estudios sobre remediación con plantas de zonas áridas y su asociación con micorrizas. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad extractora de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) del quelite (***Amaranthus hybridus*** L.) al adicionar una mezcla de micorrizas arbusculares (***Entrophospora columbiana***,

Glomus intraradices*, *G. etunicatum*, *G. clarum) al sustrato contaminado con Pb o Cd. Dos experimentos, uno por cada metal, con diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones fueron desarrollados. En el primero se adicionaron tres cantidades de micorrizas (0, 2.5 y 5.0 g·kg⁻¹) en suelos con 300 mg·kg⁻¹ de Pb. En el segundo experimento, las mismas cantidades de micorrizas fueron probadas en suelos contaminados con 15 mg·kg⁻¹ de Cd. Las concentraciones de Pb y Cd en raíz, hoja y tallo a los 65, 95 y 125 días de edad de la planta se determinaron con un espectrofotómetro de absorción atómica. Los resultados indican que la adición de micorrizas incrementó significativamente ($P < 0.05$) la concentración de Pb y Cd en raíz, tallo y hoja de quelite. Las concentraciones de estos metales se incrementaron significativamente conforme la edad de la planta.

Hernández, E. (2016). Menciona en su estudio “Acumulación de metales pesados en ***Helianthus annuus L.*** desarrollado en residuos de mina” que se evaluó el desarrollo de ***Helianthus annuus L.*** y su capacidad de extracción de metales pesados en residuos de mina; bajo la influencia de nutrientes y composta, para proponerla como planta fitorremediadora. Se caracterizó física y químicamente y obtuvo el contenido de metales pesados del jal. En invernadero se utilizó al jal como sustrato y agregó dosis altas y bajas de Composta, Nitrógeno y Fosforo. A los 60 días después del trasplante (ddt), se cosecharon y secaron las plantas para obtener muestras de raíz, tallo y hoja; a éstas se aplicó la técnica de digestión en húmedo, para cuantificar por espectrofotometría de absorción atómica (EAA) el contenido de metales pesados. Al sustrato se determinó las propiedades químicas y el contenido de metales pesados, esto último mediante la extracción con Ácido dietilen triamino pentaacético y la cuantificación por EAA. Los resultados indicaron que ninguno de los metales pesados rebasó los límites permisibles y que el manganeso fue el que se encontró en mayor concentración en el jal de mina. En invernadero, la planta no se desarrolló adecuadamente por efecto de los residuos de mina. En planta la mayor acumulación de plomo, zinc y cadmio se presentó en el tallo y el cobre, níquel y manganeso, se concentraron en mayor cantidad en las raíces. No se observó ningún efecto positivo para el desarrollo de la planta con la incorporación de composta y nutrimentos.

Cuevas, G. (2004). Nos dice en su estudio “Metales pesados en maíz (*Zea mays* L.) Cultivado en un suelo enmendado con diferentes dosis de compost de lodo residual” que realizó una experimentación de campo de dos años de duración para estudiar la absorción y la distribución de metales pesados (Cu, Zn, Ni, Cd, Pb y Cr) en plantas de maíz (***Zea mays* L.**) cultivadas en un suelo calcáreo que fue enmendado con diferentes dosis de compost de lodo residual. También se analizaron los metales asimilables en el suelo extraídos con ácido dietilentriamino pentaacético (DTPA) con el fin de determinar el efecto residual y la movilidad de estos elementos en el suelo a lo largo del perfil. Los resultados obtenidos indicaron que la cantidad de metales pesados aportados por el compost no representó, en nuestras condiciones experimentales, ningún riesgo para el buen desarrollo del maíz y que los contenidos de estos en las diferentes partes de la planta no superaron el umbral de tolerancia que pudiera causar efectos tóxicos al ser consumidos por el ganado. La concentración de los metales asimilables en el suelo no mostró diferencias significativas entre los tratamientos con compost y estos no fueron diferentes significativamente con respecto al fertilizante mineral. La baja movilidad y la biodisponibilidad de los metales pesados encontrada se debieron principalmente a las características físicas y químicas del suelo. La aplicación del compost como enmienda orgánica mineral a un suelo de las características del presente estudio (alto valor en CaCO₃) no afecta la calidad de la planta de maíz ni causa problemas ambientales a corto plazo.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Munive, R. *et al* (2020). Realizaron un estudio denominado “Absorción de plomo y cadmio por girasol de un suelo contaminado y remediado con enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost”, Con la finalidad de reducir la contaminación por metales pesados en suelos agrícolas, decidimos evaluar el efecto de las enmiendas orgánicas (compost y vermicompost). Se realizó el trabajo utilizando girasol como fitorremediadora. Para ello se emplearon los suelos agrícolas de las localidades Mantaro y Muqui del valle del Mantaro. Los resultados indican que los suelos de la localidad de Muqui, contienen la mayor cantidad de Pb y Cd, presentando

efectos negativos en la producción de biomasa. La planta de girasol absorbe los metales pesados como lo demuestra la mayor acumulación de plomo y cadmio en la raíz de ésta, no se encontraron diferencias significativas entre la acumulación de plomo en tallos y flores, tallos y hojas, para cadmio en los tallos y hojas, confirmando que la aplicación de las enmiendas orgánicas contribuye a solubilizar el Pb y Cd del suelo, además de contribuir en un mayor desarrollo del cultivo. Los valores del Factor de Bioconcentración (FBC) de Cadmio (0,53 - 0,66) fueron mejores que el plomo (0,07 - 0,08), mientras que los valores del Factor de Translocación (FT) indicaron una capacidad del girasol como un fitoestabilizador, especialmente con el uso de vermicompost (Pb: 1,2 - Cd: 1,4) en el compost (Pb: 0,8 - Cd: 1,2).

Grandez, M. (2017). Realizo una investigación llamada “Remoción de Cadmio y Plomo en Suelos a Orillas del Rio Mantaro, Junín, Mediante Fitorremediación con Girasol (**helianthus annus L.**) y Maíz (**zea mays**) usando enmiendas”, en el presente trabajo se evaluó, tratamientos para la optimización de la Fitoextracción de metales pesados mediante **Helianthus annus L.** (girasol) y **Zea Mays** (maíz), siendo estas especies bioacumuladoras de metales pesados., se usó enmiendas en la aplicación del suelo contaminado, para la Fitoextracción de plomo y cadmio. Mediante este procedimiento se obtuvo datos confiables, para optimizar con cuál de las especies es más recomendable trabajar para la extracción de cadmio y plomo en suelos de cultivo agrícola, dando de esta manera una solución confiable y de menor costo, comparada con otros tratamientos, al problema de suelos contaminados por metales pesados en áreas de cultivo agrícola. El tiempo de duración de los cultivos fue de 64 días, los resultados obtenidos durante el tratamiento estadístico arrojaron con un nivel de confianza del 95%, se pudo determinar la remoción de los metales pesados en el suelo contaminado con un 11% de remoción de cadmio, 9.951% de remoción de plomo con las respectivas plantas cultivadas; y dando óptimos resultados en la eficiencia de la remoción de metales pesados en suelos contaminados teniendo en cuenta que los mejores resultados se dieron con el Maíz usando Compost + Humus.

Huaynates, J. (2013). Nos menciona que en la investigación que desarrolló en el sector de Supte en el distrito de Rupa Rupa denominado “Efecto de la

materia orgánica en la absorción de cadmio por el suelo, en la localidad de supte”; contaminado con cadmio el año 2011, según resultado de los análisis que se realizó en este lugar; consistió en la determinación de la concentración de cadmio en el suelo y aplicación de 2 fuentes de materia orgánica para disminuir la concentración de este metal y determinar la sinergia que existen entre los mismos, siendo los tratamientos compost, guano de isla, que se aplicaron en dosis de 0.5 kg, 1 kg y 1.5 kg durante los meses de Junio- Noviembre del 2013, para determinar si los tratamientos tienen mejor efecto independiente o combinado. Los resultados demostraron que la aplicación de abonos orgánicos disminuyó la concentración de cadmio total en el suelo. Se evidencia una sinergia positiva entre el compost y el guano de isla con respecto a la disminución de cadmio en el suelo; siendo la interacción de las concentraciones menores de ambos la que mejores resultados proporciona. La concentración de cadmio varió de 3.5 ppm y 0.3 ppm en los tratamientos a1b3, a1b1 y a2b1.

Jara, E *et al.*,(2014). Nos cuenta que en el estudio que realizó denominado “Capacidad fitorremediadora de cinco especies alto andinas de suelos contaminados con metales pesados”, que la fitorremediación consiste en el uso de plantas para remediar in situ suelos, sedimentos, agua y aire contaminados por desechos orgánicos, nutrientes o metales pesados, eliminando los contaminantes del ambiente o haciéndolos inocuos. El trabajo fue realizado en condiciones de invernadero en el distrito de Lachaqui, provincia de Canta, región Lima, de octubre de 2011 a octubre de 2012. Fueron evaluados veinte tratamientos con un diseño factorial completo 5 x 4: 5 especies alto andinas, y 4 sustratos con 30%, 60%,100% de relave de mina (RM) y suelo sin RM. La producción de biomasa disminuyó significativamente en ***Solanum nitidum***, ***Brassica rapa***, ***Fuertesimalva echinata*** y ***Urtica urens*** y ***Lupinus ballianus***, con el tratamiento de 100% de relave de mina. La mayor eficiencia de acumulación de plomo y zinc fue obtenida en las raíces de ***Fuertesimalva echinata*** con el tratamiento de 100% de relave de mina, obteniendo 2015.1 mg de plomo kg⁻¹ MS y 1024.2 mg de zinc kg⁻¹ MS. En las raíces de ***L. ballianus*** fue obtenida la más alta acumulación de cadmio, con una concentración de 287.3 mg kg⁻¹ MS con el tratamiento de 100% de

relave de mina. *Fuertesimalva echinata* presentó el mayor índice de tolerancia (IT) al tratamiento de 100% de relave de mina, con un IT de 41.5%, pero, *S. nitidum* y *L. ballianus* presentaron el mayor IT al tratamiento de 60% de relave de mina con IT de 68.5% y 67.9.

Suaña, M. (2018). Menciona en el estudio “Capacidad del Girasol (*Helianthus annuus* L.) para absorber cadmio de suelos contaminados en ambiente controlado, puno”, que el centro poblado La Rinconada se realizan actividades de minera, como consecuencia de ésta los suelos se encuentran contaminados por diferentes metales pesados, uno de ellos es el cadmio metal que causa daños a la salud humana. El estudio tuvo como objetivo determinar la capacidad de absorción del girasol (*Helianthus annuus* L.) en suelos que tienen contenido de cadmio del Centro Poblado La Rinconada. La investigación se realizó en ambiente controlado al interior de invernadero, el diseño experimental utilizado fue Bloque Completo al Azar (DBCA), considerando como factor principal la parte de la planta (raíz, tallo y hojas) y bloques a dos ambientes de cultivo. El análisis de contenido de cadmio tanto en el suelo como en tejidos vegetales se realizó por método de absorción atómica en Laboratorios Analíticos del Sur (LAS). Los resultados fueron: la muestra de suelo en invernadero presentó un valor promedio de 24.36 mg/kg, en intemperie 21.76 mg/kg de cadmio, no existiendo diferencia estadística entre ambos ambientes ($p=0.112$). En ambiente exterior se obtuvo en hoja una media de 0.21 mg/kg de cadmio, en raíz 0.88 y tallo 0.29, en interior en hoja 0.29 mg/kg, raíz con 1.80 y tallo 0.27, siendo estadísticamente superior el contenido en raíz ($p<0.05$). La raíz de plantas de girasol presenta una media de absorción de cadmio de 5.716%, tallo con 1.217% y hojas 0.529% de absorción; la mayor absorción del cadmio se produce a nivel radicular.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Panduro, N. (2015). En el estudio denominado “Dinámica de la absorción de los nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK), en un entisols de yarinacocha”, menciona que en una plantación a pie franco de *Myrciaria dubia* (H8K), con siete años de edad, ubicado en un suelo aluvial, con el objetivo de conocer la dinámica de

absorción de los nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* H8K), bajo condiciones de un entisol de Yarinacocha; se evaluó en hojas y frutos, en las fases de brotamiento 1, brotamiento 11, floración. fructificación, llenado de fruto y fruto Maduro: materia seca (Kg.ha.1), rendimiento (t.ha⁻¹) y la absorción total (Kg.ha⁻¹), de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, 8, Cu, Pb, Cd y Cr, según los respectivos protocolos del Laboratorio de Suelos y Tejidos de la UNAS. Se efectuó la correlación de Pearson entre las fases fenológicas y la absorción de los elementos nutritivos y pesados y su respectivo modelo matemático. La dinámica de absorción de macronutrientes, expresa un alto grado de asociación; definiendo el patrón: N > Ca > K > Mg > P > S > Mn > Fe > 8 > Zn > Cu; siendo la fase de fruto maduro, la de mayor absorción de nutrientes, exceptuando al Mn, que fue en la fase de llenado de fruto. El patrón de absorción total de metales pesados es: Pb > Cr > Cd; superando los límites máximos permisibles. El Rendimiento total, obtenido a los 234 días después de la defoliación, fue de 8,422.01 Kg de frutas ha⁻¹.

Berna, G. (2017) menciona en su estudio denominado "Remediación de un suelo contaminado con crudo de petróleo aplicando humus de lombriz", se desarrolló como una alternativa de solución debido a los constantes derrames de petróleo ocurridos principalmente en Perú durante el año 2017 y en diferentes países dedicados a la extracción y procesamiento de hidrocarburos. La investigación consistió en la instalación de un total de 12 celdas experimentales para el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos. Se contaminó cada celda experimental con un galón de crudo de petróleo, a las cuales posteriormente se aplicaron diferentes dosis de humus de lombriz según el tratamiento, se usó humus de lombriz debido al gran contenido de bacterias degradadoras de hidrocarburos que presenta y al alto contenido de nutrientes que favorecen su desarrollo. Se tomaron muestras de cada celda experimental para analizar el suelo de hidrocarburos totales de petróleo en el laboratorio, las cuales fueron tomadas en un intervalo de 2 meses. Los resultados obtenidos fueron los siguientes. La dosis que mostro mayor índice de disminución de TPH presente en el suelo, fue la de 20 kilos de humus de lombriz por 200 kilos de suelo contaminado con un galón

de crudo de petróleo, disminuyendo un 86.74% de miligramos de TPH presente en el suelo compara al t1 sin aplicación de humus que disminuyó un 69.59%. t2 que disminuyó un 84.33% aplicando 10 kilos de humus y t4 que disminuyó un 75.52% aplicando 30 kilos de humus.

2.2. BASE TEÓRICA

2.2.1. Metales pesados.

El contenido de metales pesados en suelos; debería ser únicamente función de la composición del material original y de los procesos edafogénicos que dan lugar al suelo. Pero la actividad humana ha incrementado el contenido de estos metales en el suelo en cantidades considerables. De hecho, la entrada de metales pesados en el suelo ha ido aumentando desde que comenzó la industrialización (Huaynates, 2011).

2.2.2. ¿Cómo se encuentra cadmio en el medio ambiente?

En lo ambiental, el cadmio es un elemento relativamente raro en la litosfera. Por afinidad química, se le encuentra junto al zinc, en proporción muy variable. Las principales fuentes de contaminación son: la minería metalúrgica de metales no ferrosos, la metalurgia del hierro y acero, la fabricación de fertilizantes fosfatados, la incineración de residuos de madera, carbón o "plásticos", la combustión de aceite y gasolina y las aplicaciones industriales de cadmio. La concentración de cadmio en aire de áreas industriales varía de 9,1 a 26,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ frente a 0,1 a 6 ng/m^3 en el aire de áreas rurales. El tiempo de permanencia del cadmio en suelos es de hasta 300 años y el 90% permanece sin transformarse. El cadmio llega al suelo de los terrenos agrícolas por deposición aérea (41%), con los fertilizantes fosfatados (54%), por aplicación de abono de estiércol (5%) y, en el Perú, frecuentemente por efluentes que contienen residuos líquidos y sólidos de plantas hidrometalúrgicas de cadmio. Se ha encontrado que, en suelos contaminados, los niveles de cadmio alcanzan valores de hasta 1 mg de Cd/g y el agua de ríos contaminados puede contener hasta 0,14 mg de Cd por L (Ramírez, A. 2002).

2.2.3. ¿Cómo puede ocurrir la exposición al cadmio?

Comiendo alimentos que contienen cadmio; todos los alimentos contienen niveles bajos (los niveles más altos se encuentran en mariscos, hígado y riñón). También Fumando cigarrillos o respirando humo de cigarrillo; Respirando aire contaminado en el trabajo; Bebiendo agua contaminada y Viviendo cerca de plantas industriales que liberan cadmio al aire ATSDR (2008).

Por ello, los impactos son variados y ocurren a distintas escalas, ocurren desde el organismo hasta ecosistema.

El cadmio que entra en el organismo suele fijarse rápidamente a los tejidos, localizándose la mayor parte en el hígado y el riñón, donde podrá ejercer sus efectos toxicológicos (Cavallaro, 2013).

2.2.4. ¿Cómo se encuentra Plomo en el medio ambiente?

El plomo en sí mismo no se degrada, pero los compuestos de plomo son transformados por la luz del sol, el aire y el agua. Cuando el plomo se libera al aire, puede desplazarse largas distancias antes de depositarse en la tierra. Una vez que el plomo cae a la tierra, generalmente se adhiere a sus partículas y El traslado del plomo desde la tierra al agua subterránea dependerá del tipo de compuesto de plomo y de las características de la tierra ATSDR (2007).

2.2.5. ¿Cómo puede ocurrir la exposición al Plomo?

La absorción del plomo depende del estado de salud, nutrición y edad de la persona. Los adultos generalmente absorben 20% del plomo que ingieren y casi todo ese plomo es inhalado. La mayor parte del plomo que ingresa al cuerpo es excretada por la orina o a través de la bilis por las heces. La forma más común de plomo, la inorgánica, no es metabolizada en el hígado; mientras tanto, el plomo orgánico ingerido (presente en aditivos de la gasolina) se absorbe casi en su totalidad y es metabolizado en el hígado. El plomo en la gasolina puede ingresar a través de la piel. La extracción del plomo del subsuelo (minas) y las emisiones de las fundiciones afectan tanto a niños como a adultos. La ingestión de polvo contaminado o de alimentos, agua o alcohol contaminados es la forma más común de ingreso del plomo al organismo. Los niños absorben una proporción mayor que los adultos. La

inhalación es la vía de ingreso más común en personas que utilizan este metal en sus ocupaciones (Poma, P. 2008).

El plomo que no es excretado permanece en el cuerpo por periodos prolongados y se intercambia entre 3 compartimientos -sangre, huesos y dientes- que contienen casi la totalidad del plomo, y en otros tejidos, como el hígado, riñones, pulmones, cerebro, bazo, músculos y corazón. El plomo almacenado en los huesos y dientes puede volver a entrar a la circulación durante periodos de deficiencia de calcio, como el embarazo, lactancia y osteoporosis (Poma, P. 2008).

Otro de los efectos del plomo al que hacen referencia los autores es en referencia al sistema reproductivo: los depósitos maternos del plomo atraviesan la barrera placentaria y representan un riesgo para el feto. Se ha descrito una mayor frecuencia de abortos y muertes fetales en mujeres expuestas al plomo, por otra parte, el plomo no afecta solo la visibilidad del feto, sino también su desarrollo, así como menor peso al nacer y un mayor número de nacimientos prematuros. Varios estudios han demostrado que la fertilidad disminuye en las parejas durante el período en el que el esposo tiene un nivel de plomo sanguíneo mayor que 40ug/dl o en el rango de 25ug/dl durante varios años. Por otra parte, la exposición a dosis elevadas de plomo es un factor de riesgo de eclancia (Exposito, I. *et al.* 2014).

2.2.6. Compost

Soliva y López (2004) mencionan que el compost es la materia orgánica que ha sido estabilizada hasta transformarse en un producto parecido a las sustancias húmicas del suelo, que está libre de patógenos y de semillas de malas hierbas, que no atrae insectos o vectores, que puede ser manejada y almacenada sin ocasionar molestias y que es beneficiosa para el suelo y el crecimiento de las plantas. Dan a conocer que el concepto de calidad de compost es difícil de definir ya que ha de tener en cuenta múltiples aspectos y, además, puede ser siempre muy subjetivo. Se debe considerar a calidad del compost a partir de aquellas características que resulten de aplicar un tratamiento respetuoso con el medio ambiente, acorde con una gestión

racional de los residuos y que tenga como objetivo fabricar un producto destinado para su uso en el suelo o como sustrato.

Los requerimientos de calidad están dirigidos a conseguir.

- Aspecto y olor aceptables.
- Higienización correcta.
- Muy bajo nivel de impurezas y contaminantes.
- Alto nivel de componentes agrónomicamente útiles (MO estabilizada y Fito nutrientes).
- Cierta constancia de características.

La calidad del compost viene determinada por la suma de las distintas propiedades y características. En cualquier caso, debe hablarse de:

- Calidad física: granulometría, capacidad de retención de agua, humedad, presencia de partículas extrañas, olor.
- Calidad química: aparecen tres vertientes: contenido y estabilidad de la materia orgánica, contenido y velocidad de mineralización de los nutrientes vegetales que contenga y presencia de contaminantes inorgánicos u orgánicos.
- Calidad biológica: presencia de semillas de malas hierbas y patógenos primarios y secundarios.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Girasol:** El girasol pertenece a la familia Asteraceae, subfamilia Asteroideas, tribu Heliántheas, género *Helianthus*. El género es nativo de América del Norte y consta de 14 especies anuales y 37 perennes (Presoto A., 2011).
- **Cadmio.** – El cadmio es un metal pesado considerado como uno de los elementos más tóxicos. Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, asociado principalmente a los depósitos de zinc. Su movilidad en el medio depende de varios factores tales como el pH, el potencial redox, la cantidad de materia orgánica y la presencia de arcillas y óxidos de hierro (Sánchez G., 2016).

- **Plomo.** – Es un metal suave, de color azul-grisáceo. Se encuentra de manera natural, comúnmente, en combinación con otros elementos formando compuestos de plomo. Asimismo, se halla tanto en forma orgánica como inorgánica (Molina N., *et al.* 2010).
- **Compost.** – es un fertilizante compuesto de residuos orgánicos (desechos domésticos, hierbas, deyecciones animales, etc.), tierra y cal.
- **Compost de gallinaza.** - La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros (Estrada M., 2005).
- **Muestras foliares.** – El análisis de las hojas, denominado análisis foliar, es el método de diagnóstico que mejor determina el estado nutritivo (Oviedo A., *et al.* 2010).
- **Fitoextracción.** – La fitoextracción es el proceso en el cual plantas tolerantes acumuladoras de metales son usados para absorber y concentrar metales del suelo a su biomasa aérea, la que luego es cosechada e incinerada, produciendo una ceniza rica en elementos la cual puede ser luego tratada como desecho peligroso (Gonzales M., 2016).
- **Fitotoxicidad.** – La fitotoxicidad es un efecto detrimental, nocivo o dañino de una sustancia química que se puede expresar en distintos órganos en la planta. Una característica indeseable no siempre evitada en el desarrollo de un nuevo compuesto químico (Carmona M., 2010).
- **Características morfológicas.** – Estudia la forma de la planta y se divide en morfología general (forma de órganos de las plantas), morfología experimental (origen de las formas) y anatomía vegetal (estructura microscópica de órganos) (Herrera J., 2008).
- **Aserrín descompuesto.** – Es el procesamiento de la madera que genera cantidades considerables de desechos en forma de aserrín y pequeños pedazos de madera (Serret-Guasch N., *et al.* 2016).

- **Gallinaza.** – El estiércol de gallina producido en los gallineros y en estado descompuesto es un abono orgánico de alta calidad.
- **Ceniza.** – Las cenizas se obtienen por la combustión de madera en diferentes industrias de fabricación de tableros y pasta de papel para la obtención de energía. Las elevadas cantidades de residuo y el coste que representa su almacenaje ha suscitado un interés en la búsqueda de alternativas. Las cenizas de madera presentan contenidos importantes de diferentes nutrientes como K, P Mg y Ca, los cuales se encuentran en formas relativamente solubles (Solla-Gullòn F., *et al.* 2001).

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

Por su finalidad es del tipo aplicada; por su profundidad y objetivo es descriptivo y experimental, por su tratamiento de datos es cuantitativo.

El tipo de investigación es EXPERIMENTAL porque consiste en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. (Grajales, T. 2000).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

- Población

Tenemos dos poblaciones en esta investigación:

Suelo. - El suelo con la que se realizó la investigación procede de San Alejandro, Irazola, Ucayali; cuya concentración de metales se encuentra dentro de los límites máximos permisibles con 1.29 ppm cd y 24.42 ppm pb. El área total de la toma de muestras es 1 Ha = 10000 m². De esto se tomó muestras por el método de Zig- Zag, para su respectivo análisis e investigación.

Girasol. - El girasol en un Fito extractor natural que responde como agente de medición para el cadmio y plomo. Germinaron un total de 45 semillas.

- Muestra

Suelo. - En esta investigación se usó el método al azar; donde se trasladó del lugar de origen, al lugar de ejecución, 200 Kg de suelo, para ser puestos en macetas.

Girasol. - Según la cantidad de macetas; de las semillas germinadas solo se usaron 18 unidades.

3.3. LUGAR DE ENSAYOS EXPERIMENTALES

La ubicación del área es en un campo abierto en la ciudad de Pucallpa a temperatura s reales. Geográficamente está ubicada con coordenadas (E 546478.4 Y N 9067678.7) MAPA GOOGLE EARTH.



Figura 1. Área de instalación de Investigación

3.3.1. Ubicación de los Puntos de Recolección de las Muestras

La ubicación de la parcela el cual se tomaron las muestras de suelo, se encuentra en 105 km de san Alejandro, margen izquierda a 2 km con coordenadas E 480392, N 9021712 en el centro poblado Nueva Esperanza.



Figura 2. Imagen satelital del área general de San Alejandro

3.4. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

a) Materiales Y Equipos

Materia Prima

Para el estudio en campo se elaboró compost de Gallinaza y se recolecto suelos con contenido de cadmio y plomo, según análisis que se hicieron en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Agraria la Molina de la ciudad de lima.

b) Materiales para Compost

- Desechos Orgánicos de cocina.
- Aserrín Descompuesto.
- Vacaza.
- Ceniza.

c) Materiales de Campo

- Machete.
- Pala.
- Madera (Listones).
- Madera (Quinilla).
- Clavos.
- Plástico.
- Baldes.
- Guantes Quirúrgicos.

d) Materiales de Laboratorio

- Sobres para Muestreo.

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

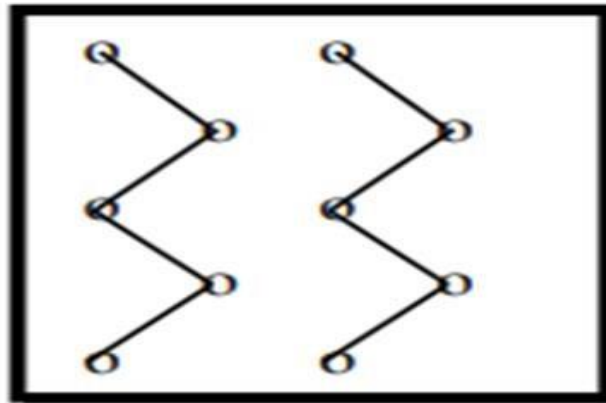
Identificación de Suelos y su Recolección

La parcela está ubicada en san Alejandro, en el Distrito de Irazola de la provincia de Padre Abad, y cuenta con una temperatura anual aproximadamente de 26.4°C. Para el ingreso a la parcela se consiguió el material necesario para la colección, luego se colectó suelo y se marcó el área en forma de Zig – Zag para la respectiva toma de los 200 kg de muestra de suelo que luego fueron trasladados a la ciudad de Pucallpa para luego ser

enviado al laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM, para su respectivo análisis.

La técnica de recolección que se usó es el siguiente:

Método del ZIG-ZAG



Zig - Zag

Fuente: Tomado de *Complejo de Laboratorios Bolsa de Comercio de Rosario*

Toma de muestras para análisis inicial

La muestra fue una muestra compuesta, que se forma por 20-30 sub-muestras, que fueron tomadas de diferentes puntos de cada área delimitada al hacer el reconocimiento del terreno (metodo del ZIG-ZAG. las muestras individuales deben seguir con los siguientes requisitos:

Se tomaron un número de muestras individuales que represento el volumen total de la muestra final. Luego de haber tomado las respectivas muestras individuales de cada área, se procede a formar la muestra compuesta correspondiente a cada una de ellas.

En el manejo de muestras de suelo en el laboratorio se aplicó procedimientos para su desecación (por aproximadamente 48 horas), molienda (moliéndolo ligeramente con un rodillo o una mano de mortero), tamizado (se realiza en el tamiz de 2 mm), mezcla (se procede a mezclar el suelo tamizado hasta lograr la mayor uniformidad posible), partición (esta se realiza hasta que se tenga una muestra de 1 kilo); para luego enviarlo al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la molina, Lima.

Recolección – Identificación – Conservación – Envío de la muestra

Se envasó las muestras en bolsas de plástico grueso. Se consignaron todos los datos relevantes a la muestra:

Origen de la muestra.

Cantidad de hectáreas a las que representa.

Profundidad a la cual fue tomada.

Se desarrolló el análisis del suelo a experimentar para saber las características físicas y químicas.



Figura 3. Toma de muestra para análisis del suelo in situ (San Alejandro, Irazola).

Tabla 1. Características Física y Química del Suelo de Irazola.

ANALISIS TEXTURIAL	
Profundidad (cm.)	0-20
Arena	30.8%
Arcilla	34.0%
Limo	35.2%
Clase Textural	Franco Arcilloso
ANALISIS DE FERTILIDAD	
Ph	4.83
M.O (%)	2.47
N (%)	0.11
Fosforo (ppm)	3.55
Aluminio (Cmol/Lt)	1.4
Potasio (Cmol/Lt)	0.28
Calcio (Cmol/Lt)	1.35
Magnesio (Cmol/Lt)	0.81
Bases Totales (Cmol/Lt)	2.44
CICE mq/100 g	3.84

Fuente: Laboratorio de análisis de muestreo de suelo del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.

En la tabla 1, muestra el análisis textural realizado en el laboratorio, donde concluye que es un suelo franco arcilloso.

Como los datos del análisis se ha encontrado que el porcentaje de saturación de bases – PSB es 63.54% (Ca+Mg+K+Na) y el Porcentaje de saturación de Aluminio – PSAI es 36.45%, mientras que el pH corresponde a un suelo fuertemente ácido, la M.O corresponde a un porcentaje medio, el N corresponde a un porcentaje medio, el P corresponde a una concentración baja, el K corresponde a una concentración baja y el CICE tiene una concentración muy baja.

(Florencia, M. et al., 2019) menciona en el análisis, el porcentaje de nitrógeno presente en el suelo es de contenido medio. El Nitrógeno (N) es un elemento

esencial, considerado un macronutriente, para todos los seres vivos. Actualmente está demostrado que es el factor limitante más común del crecimiento de las plantas, y que un deficiente suministro de este nutriente puede provocar notables descensos en la producción vegetal. Tanto sus deficiencias como sus excesos en los suelos, tienen gran impacto en la salud y en la productividad de los ecosistemas mundiales.

(Encina, A. 2016) menciona que el aluminio presente en el suelo es alto. La alta concentración de aluminio en el suelo afecta negativamente a las plantas; por lo tanto, reduce considerablemente la calidad y rendimiento de los cultivos. Su toxicidad es uno de los principales factores limitantes de la productividad en suelos con pH ácido.

(Intragri, 2017) menciona que el potasio es alto. El potasio (K) es un macronutriente esencial para las plantas, las cuales necesitan cantidades elevadas de este nutriente, incluso semejantes a las necesidades del nitrógeno en algunos casos. Cumple un papel importante en la activación de más de 60 enzimas que actúan en diferentes procesos metabólicos, dentro de los más importantes están la fotosíntesis y la síntesis de proteínas y carbohidratos. Actúan en el balance en agua y en el crecimiento meristemático. En términos prácticos significa que el potasio actúa sobre el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y calidad de los frutos.

El calcio tiene una función muy importante en el crecimiento y la nutrición de la planta; en caso del suelo que hemos analizado la concentración es medio (TETRA Technologies, Inc. 2004).

Según el análisis de fertilidad el CIC es muy bajo; por lo tanto, los nutrientes son retenidos por un corto periodo de tiempo y estos suelos tienen una menor capacidad de retención de agua.

3.5.1. Tratamientos en Estudio

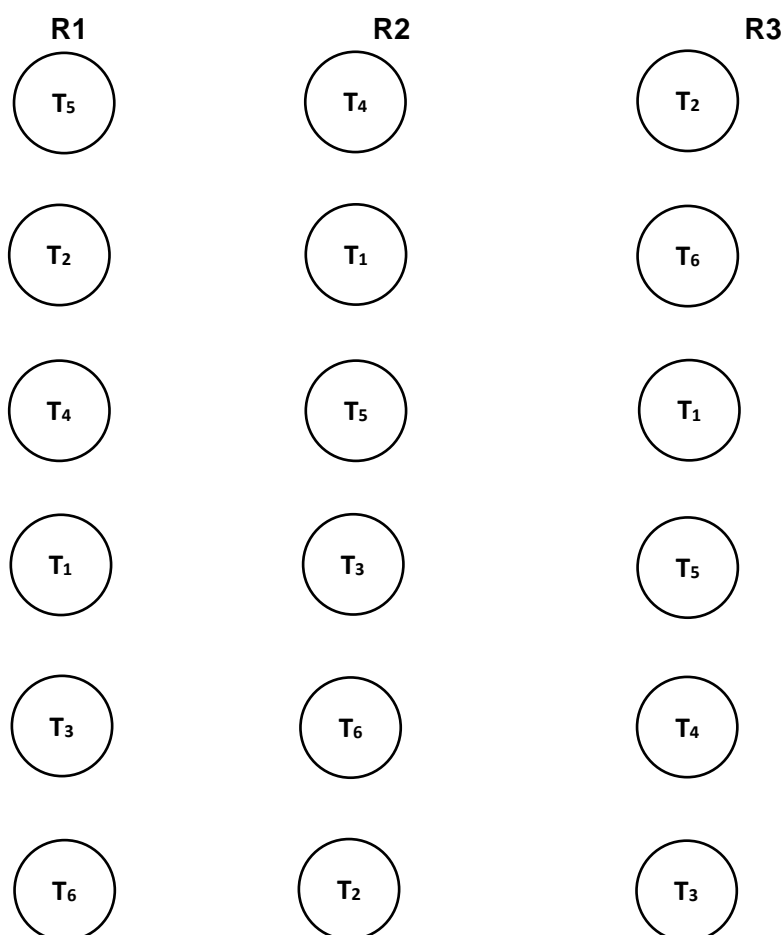
Tabla 2. Descripción de Tratamiento de Estudio.

Tratamiento	Cantidades
T ₁	Testigo (sin compost)
T ₂	100 g Compost + 10Kg de suelo.
T ₃	200 g Compost + 10Kg de suelo
T ₄	300 g Compost + 10Kg de suelo
T ₅	400 g Compost + 10Kg de suelo
T ₆	500 g Compost + 10Kg de suelo

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el **DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR (DCA)**. Que contó de 6 tratamientos con 3 repeticiones haciendo un total de 18 unidades experimentales. Uno de los tratamientos fue el testigo.

Esquema de Disposición de Unidades Experimentales



Dimensiones de la Unidad Experimental

Reutilizamos baldes de palma aceitera como macetas para los plántones:

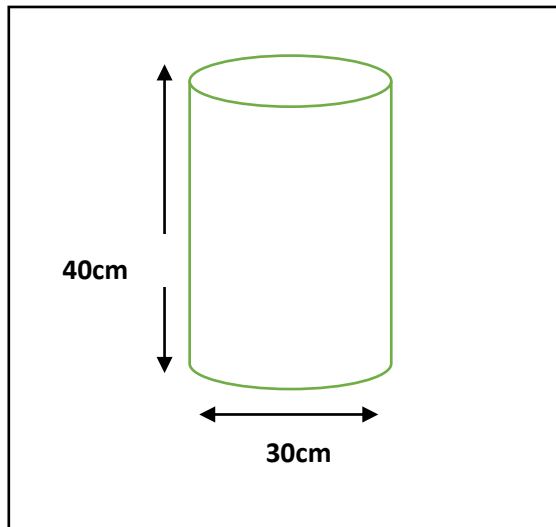


Figura 4. Dimensiones de la maceta.

3.6. DESCRIPCIÓN DE LAS DIMENSIONES Y ESTRUCTURA DE LA CAMA COMPOSTERA Y ELABORACIÓN DEL COMPOST

a) Dimensiones de la cama Compostera

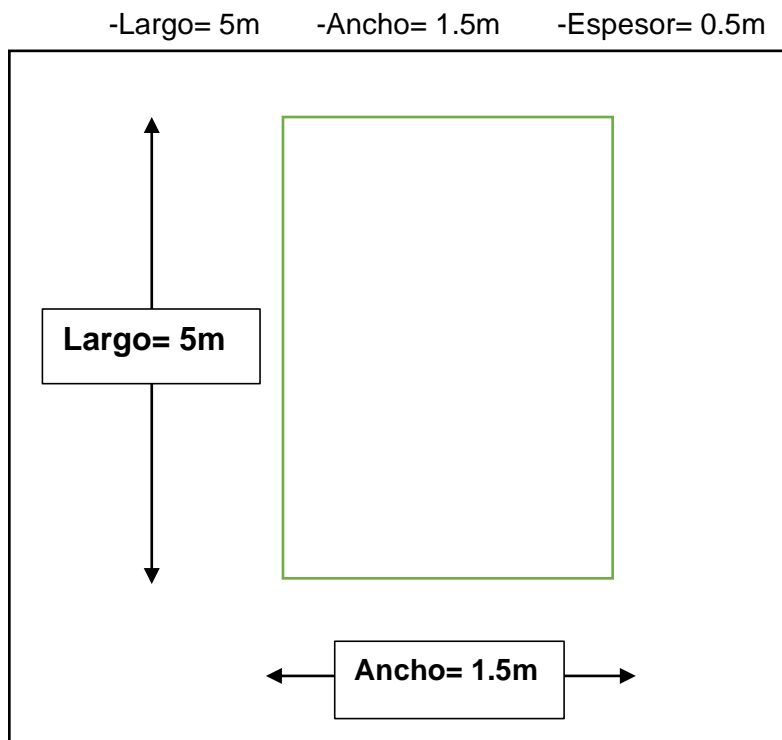


Figura 5. Dimensiones de la cama Compostera.

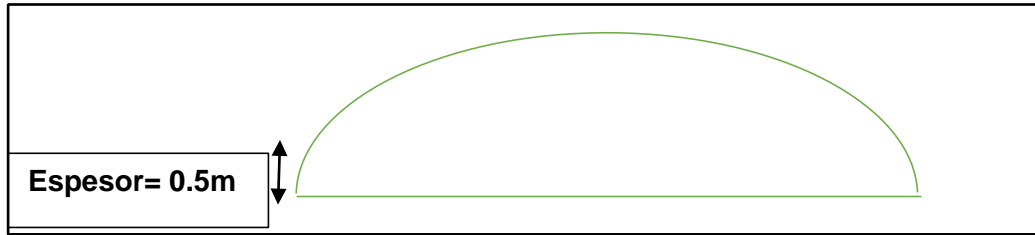


Figura 6. Espesor de cama Compostera.

b) Estructura de la cama compostera

Gallinaza	→	Ceniza
Residuos de Cocina	→	Ceniza
Gallinaza	→	Ceniza
Aserrín	→	Ceniza
Residuos de cocina	→	Ceniza
Gallinaza	→	Ceniza
	→	Ceniza

3.7. ELABORACIÓN DEL COMPOST

Para la preparación del compost se recolectó; aserrín descompuesto, gallinaza, ceniza y por último desechos orgánicos de mercado. Con estos compuestos se realizó una compostera de 1.5x5x0.5 m³ de la siguiente manera:

- Se hizo una primera capa de ceniza en un suelo previamente despejado.
- La capa que le cubrió o la segunda capa fue gallinaza.
- La tercera capa o cobertura se volvió a poner ceniza.
- La cuarta capa fue de residuos de cocina.
- La quinta capa se volvió a cubrir de ceniza.
- La sexta capa vuelve a cubrirse de gallinaza.
- La séptima capa fue aserrín.

- Se sigue poniendo capas de residuos hasta completar media tonelada de residuos, de esta manera se forma un sándwich de residuos orgánicos que va a resultar en la formación del compost.



Figura 7. Vaciado del aserrín descompuesto en la cama compostera



Figura 8. Riego del compost.

a) Proceso de Descomposición

El proceso de compostaje consiste en la descomposición biológica aerobia y la estabilización de sustratos orgánicos, bajo condiciones que permitan el desarrollo de temperaturas termófilas (entre 50 y 70° C), como resultado de la generación de energía calorífica de origen biológica, de la cual se obtiene un producto final estable, libre de patógenos y semillas, y puede ser aplicado al suelo beneficiosamente (Anónimo, 2004).

A causa de la acción de los microorganismos, se consume oxígeno y se produce dióxido de carbono, agua y calor. El sistema tiene pues, un requerimiento de aire que puede ser suministrado por volteo de la pila (Anónimo, 2004).

El proceso de descomposición del compost duro 90 días calendario.

b) Remover el Compost

Las reacciones aeróbicas es el proceso de compostaje cuando esta se encuentra en plena ebullición, las reacciones bioquímicas suceden rápidamente, y es aquí donde todas las reacciones de este tipo, generan calor. Este calor puede aumentar hasta 65° C o 70° C en casos extremos, donde además se produce una rápida degradación, también se consigue cierta esterilización del montón de compost. Es aquí donde interviene el proceso de remoción del compost para que este mantenga una temperatura adecuada.

El compost realizado en nuestra investigación se removió cada 2 semanas o según a la necesidad de la compostera teniendo en cuenta temperatura y humedad.

3.8. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL COMPOST

En la tabla 3 y se presenta la composición química de macronutrientes del compost que se produjo en el presente estudio

Tabla 3. Macronutrientes del Compost.

CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Hd %
-	8.36	13	12.87	0.17	1.46	3.19	4.46	0.96	36.38

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Tabla 4. Micronutrientes del Compost.

CLAVES	Na %	Fe Ppm	Cu Ppm	Zn ppm	Mn Ppm	B ppm
-	0.24	592	35	685	457	39

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Con estos resultados se puede ver el alto contenido de materia orgánica. El pH es básico y rico en nutrientes en diferentes proporciones.

3.9. CONSTRUCCIÓN DE VIVERO Y GERMINACIÓN DE GIRASOLES.

a) Vivero Provisional Para la Producción de Girasoles

Para la instalación del vivero se necesitó madera 2x2cm, tablonces reutilizados, compost, mallas, botellas para goteros, rafia, martillo y clavo. El vivero ocupó un área aproximada 1x2 m². La función de este es proteger los plántones de la radiación directa del sol y darles un ambiente con una temperatura adecuada para su crecimiento, hasta ser trasplantados a las macetas.

En primer lugar, se plantaron 4 maderas de 2X2cm en un área de 1x2m². A la altura de 60 cm se refuerza los alrededores con la misma medida de madera. Con nuestros tablonces hacemos un piso a la altura de los refuerzos.

Una vez hecho este piso se rellenó con compost para crear un falso suelo. A continuación, sellamos el invernadero con malla para aislar nuestros plántones de posibles plagas.



Figura 9. Vivero provisional para germinación girasoles.

b) Germinación de Girasoles

Para la germinación de los girasoles se probaron varios métodos de los cuales, el único que tuvo éxito se describe:

- Se usó el método del papel húmedo. En primer lugar, se humedece el papel higiénico que no se exceda con el agua. El papel ya húmedo se coloca en tupper y se colocan las semillas dejando suficiente espacio entre sí. Colocamos otra capa de papel higiénico húmedo y cerramos el tupper. Para finalizar dejamos el tupper en un lugar oscuro durante 2 días, que es cuando la raíz ya se habrá asomado y nuestras semillas estarán listas para plantarse en nuestras bolsas PROTEK.
- Nuestras bolsas PROTEK las llenamos con suelo más compost.
- Una vez que nuestros girasoles hayan asomado la raíz, los plantamos en nuestras bolsas PROTEK previamente llenados con suelos más compost.

Al vivero provisional se llevaron 70 plantones de Girasoles de los cuales sobrevivieron 45. De estos solo se trasplantaron a nuestras macetas 18 plantones.



Figura 10. Girasol germinado a los siete días



Figura 11. Plantaciones de girasoles germinados en viveros.

c) Incorporación del compost en su respectivo tratamiento

En primer lugar, se compraron 18 baldes reusados de palma de 20 litros, estos baldes que a partir de ahora llamaremos macetas; estas mismas fueron agujeradas en la base del balde para que el excedente de agua se filtre.

Una vez agujeradas nuestras macetas, pesamos 18 veces 10 kilos de suelo que trajimos previamente de las parcelas de cacao contaminados de cadmio y plomo. Para que este suelo sea puesto en nuestras 18 macetas respectivamente.

Nuestras dosis de compost (100 gr, 200 gr, 300 gr, 400 gr y 500 gr), ya fueron pesados, empaquetados y etiquetados anteriormente. Cuando nuestras macetas fueron instaladas y etiquetadas, se procedió a aplicar nuestras dosis de compost según a la etiqueta correspondiente.

Por último, se hizo una remoción del suelo con la dosis de compost en las macetas para que tenga una consistencia homogénea.



Figura 12. Preparación de las macetas para trasplantar los girasoles.



Figura 13. Plantón de girasol a punto de ser trasplantado.

d) Trasplante de Girasoles

Una vez los girasoles hayan alcanzado un tamaño aproximado de 10 cm a más, están aptos para ser trasplantados a nuestras macetas.

Hacemos un hoyo en nuestras macetas del tamaño del área que ocupa el plantón, seguido procedemos a plantar nuestro girasol. Repetimos este procedimiento 18 veces. Luego de trasplantar nuestros girasoles protegemos la base con materia orgánica seca.

Para alejar cualquier tipo de plagas u hormigas alrededor de la maceta, utilizamos tifón.



Figura 14. Trasplante de los plantones de girasol a las macetas.

e) Florecimiento de los Girasoles

Una vez trasplantados los girasoles, las macetas son colocadas en un área de 7x3 m² aproximadamente, donde cada maceta está ubicada a 1 m de distancia de largo y ½ m de distancia de ancho.

Las macetas con girasol alcanzaron el punto de florecimiento a los 20 días.



Figura 15. Crecimiento de los girasoles en las macetas.



Figura 16. Girasoles en las macetas en proceso de crecimiento para ser adulto.

3.10. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE MUESTRAS

a) Recolección de Muestras

En el proceso de crecimiento de los girasoles hubo 3 muestras que mostraron un comportamiento diferente a las demás. Por lo cual fueron descartadas del muestreo foliar.

Con esto explicado, a los 20 días en que han florecido los girasoles, se toma las muestras foliares de 15 macetas, siguiendo las bases del libro “Muestreo Foliar – Análisis Nutricional del Olivo” (Oviedo A., *et al.* 2010).

b) Análisis de las muestras

El análisis de las muestras foliares se desarrolló en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.

3.11. TRATAMIENTO DE DATOS

Se realizó el Análisis de varianza

Tabla 5. Esquema de Análisis de Varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	$6 - 1 = 5$
Error	$18 - 1 = 17$
Total	$17 + 5 = 22$

a) Análisis estadístico

El modelo estadístico para usar fue el siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Contenido de cadmio determinado en la k -ésima unidad experimental, tratada con la i -ésima dosis de compost de gallinaza.

u = Media General

T_i = Efecto del i -ésima tratamiento de compost de gallinaza

E_i = Error aleatorio i

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LOS SUELOS DE IRAZOLA.

Se realizó una comparación en la concentración de cadmio y plomo en el suelo antes del tratamiento al aplicar el compost respectivamente. Se presentan los siguientes resultados:

En la tabla 6. Se observa la concentración de los metales pesados

Tabla 6. Concentración de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en el suelo original.

Claves	Concentración de Plomo (Pb) en ppm	Concentración de Cadmio (Cd) en ppm
Tratamiento	24.4	1.29

Huaynates, (2011) tiene una concentración de cadmio en el suelo de 3.6, mientras que Jara *et al* (2014), menciona 48.1 ppm de cadmio y 2846 ppm de plomo.

4.2. EFECTO DEL COMPOST EN LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE METALES PESADOS DEL GIRASOL.

En relación al Pb

En la tabla 7 que el valor más alto de concentración de plomo (Pb) lo tiene T₂ (Pb 7.53 ppm) y el tratamiento con menor concentración de metales es el T₁ (Pb 5.43 ppm).

Tabla 7. Resultados del Análisis foliar para determinar concentración de Pb en los Girasoles

Tratamientos	Concentración de Plomo (Pb) ppm
T ₁ (Testigo)	5.43
T ₂ (100 g compost)	7.53
T ₃ (200 g compost)	6.4
T ₄ (300 g compost)	7.5
T ₅ (400 g compost)	6.73
T ₆ (500 g compost)	6.94

Para determinar la influencia del compost en la capacidad de absorción de metales pesados se realizó el análisis de ANOVA cuyo resultado se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Análisis de varianza de la capacidad de absorción de metales pesados (Pb) en girasoles por efecto del Compost.

ppm	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7,778	5	1,556	2,485	,111
Dentro de grupos	5,635	9	,626		
Total	13,412	14			

El análisis de ANOVA muestra un valor de significancia de ($p < 0.111$) por lo tanto se puede decir que las diferentes concentraciones de compost utilizados en este experimento no influyen significativamente en la capacidad de adsorción de plomo por parte del girasol.

Cuevas, (2004), menciona que la absorción y la distribución de metales pesados en plantas de maíz (*Zea mays* L.) cultivadas en un suelo calcáreo que fue enmendado con diferentes dosis de compost de lodo residual encontró una baja movilidad y la biodisponibilidad de los metales pesados

esto se debieron principalmente a las características físicas y químicas del suelo. La aplicación del compost como enmienda orgánica mineral a un suelo de las características del presente estudio (alto valor en CaCO_3) no afecta la calidad de la planta de maíz ni causa problemas ambientales a corto plazo. Coincidiendo con lo mencionado en las tablas 8 y 10, donde se afirma que la aplicación de compost no fue significativamente diferente entre los diversos tratamientos aplicados con respecto a la absorción de metales pesados por girasoles (siendo la significancia el concepto de la influencia que ejerce el compost sobre la absorción de metales pesados del suelo al girasol. Por tanto, la no significancia es la independencia de cada uno de los factores con respecto al otro (no influye). En tanto Grandez, (2017) en un estudio evaluó mediante tratamientos, la optimización de la fitoextracción de metales pesados, mediante *Helianthus Annus L.* (girasol) y *Zea Mays* (maíz), mediante la adición de enmiendas (Compost y Humus) al suelo contaminado, para la fitoextracción de plomo y cadmio. Obteniendo como resultado que la mayor concentración de los metales pesados fue en la biomasa radicular y un porcentaje menor en la parte aérea de la planta; y dando óptimos resultados en la eficiencia de la remoción de metales pesados en suelos contaminados teniendo en cuenta que los mejores resultados se dieron con el Maíz usando Compost + Humus. Esto difiere con lo mencionado en cuanto a la efectividad de tratamiento, afirmando que la eficiencia de remoción de metales pesados en suelos contaminados es óptima usando girasoles. Mientras Munive, *et al* (2020) Con la finalidad de reducir la contaminación por metales pesados en suelos agrícolas, evaluó el efecto de las enmiendas orgánicas (compost y vermicompost) utilizando girasol como fitorremediadora. Obteniendo como resultados que la planta de girasol absorbe los metales pesados como lo demuestra la mayor acumulación de plomo y cadmio en la raíz de ésta, confirmando que la aplicación de las enmiendas orgánicas contribuye a solubilizar el Pb y Cd del suelo, además de contribuir en un mayor desarrollo del cultivo. Esto coincide con lo mencionado en cuanto a la efectividad de tratamiento, afirmando que la eficiencia de remoción de metales pesados en suelos contaminados es óptima usando girasoles.

En relación al Cadmio

En la tabla 9 se observa que el valor más alto de concentración de cadmio (Cd) lo tiene T₂ (Cd 0.77 ppm) y el tratamiento con menor concentración de metales es el T₄ (Cd 0.47 ppm).

Tabla 9. Resultados del Análisis foliar para determinar concentración de Cd en los Girasoles.

Tratamientos	Concentración de Cadmio (Cd) ppm
T ₁ (Testigo)	0.58
T ₂ (100 g compost)	0.77
T ₃ (200 g compost)	0.59
T ₄ (300 g compost)	0.47
T ₅ (400 g compost)	0.56
T ₆ (500 g compost)	0.54

La concentración de cadmio en el girasol ha disminuido con respecto al análisis inicial del suelo, esto podría deberse a que la mayor concentración de estos metales se da en la raíz, donde no se hizo ningún tipo de muestreo. Aun así, debemos resaltar que el tratamiento con menor concentración de cadmio es el T₁ (testigo).

Para determinar la influencia del compost en la capacidad de absorción de metales pesados se realizó el análisis de ANOVA cuyo resultado se muestra en la tabla 9.

El análisis de ANOVA muestra un valor de significancia de ($p < 0.420$) por lo tanto se puede decir que las diferentes concentraciones de compost utilizados en este experimento no influyen significativamente en la capacidad de adsorción de cadmio por parte del girasol.

Tabla 10. Análisis de varianza de la capacidad de absorción de metales pesados (Cd) en girasoles por efecto del Compost.

Ppm	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Entre grupos	,271	5	,054	1,108	,420
Dentro de grupos	,440	9	,049		
Total	,712	14			

Ahmadreza, Y, *et al* (2020) menciona en su investigación que en la ciudad industrial de Alborz en Irán, está contaminado por metales pesados. En este estudio se investigó la aplicación de 2 enmiendas, biosólidos y estiércol de vaca, para mejorar la acumulación de metales pesados en el girasol ornamental de este tipo de suelos. Obteniendo que la adición simultánea de biosólidos y estiércol de vaca podría mejorar la capacidad del girasol ornamental para acumular metales pesados. Diferenciando con el estudio en mención ya que tiene significancia la adición de enmiendas al suelo, para la absorción de metales pesados por girasoles. Mientras que Correa, J (2018) en un estudio determinó el efecto de la aplicación de enmiendas cálcicas (Dolomita e Hidróxido de Calcio), enmiendas orgánicas (Guano de Isla, Gallinaza y Compost) en la absorción de cadmio en los plantones de cacao. Obteniendo como resultado que todas las enmiendas orgánicas redujeron el contenido de cadmio, en tallos, hojas y raíces; siendo el tratamiento gallinaza el que tiene diferencias significativas, respecto al testigo, reduciendo el contenido de cadmio en un 81.48%. La acumulación de cadmio fue mayor en las raíces que en la parte aérea. De igual manera difiere con su estudio ya que la adición de compost de gallinaza al suelo contaminado con metales pesados tiene significancia en la absorción de metales por la absorción de los girasoles.

Prueba de Tukey para el efecto del compost en la absorción de Pb y Cd

Con el análisis ANOVA no presento significancia en la absorción de metales pesados por efecto del compost, se procedió a realizar el test de Tukey que se muestra en la tabla 11. La prueba de Tukey demostró que no existe diferencia estadística significativa entre ninguno de los promedios de los tratamientos estudiados, es decir, son todos iguales estadísticamente. Esto se evidencia porque todos los tratamientos forman un solo grupo.

Tabla 11. Test de Tukey para el factor compost en la absorción de Cd y Pb por Girasol.

Plomo (Pb)			Cadmio (Cd)		
Gr	N	Subconjunto para alfa = 0.05	Gr	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1			1
T6 (500,00)	3	A	T1 (,00)	2	A
T5 (400,00)	2	A	T6 (500,00)	3	A
T2 (100,00)	2	A	T3 (200,00)	3	A
T4 (,00)	2	A	T5 (400,00)	2	A
T1 (300,00)	3	A	T4 (300,00)	3	A
T3 (200,00)	3	A	T2 (100,00)	2	A
Sig.		,443	Sig.		,135

4.3. CORRELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE COMPOST Y ABSORCIÓN DE PLOMO Y CADMIO POR EL GIRASOL.

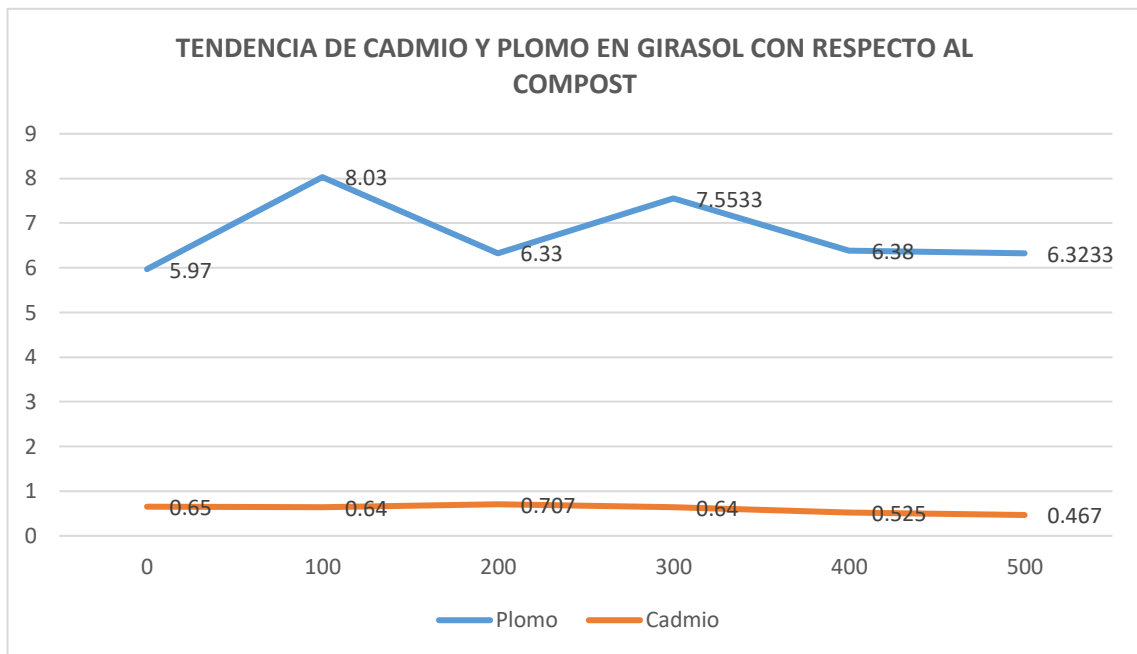


Figura 17. Relación entre el incremento de la concentración del compost y absorción de plomo y cadmio por el girasol con compost.

En la figura 17 se observa una ligera tendencia ascendente en la absorción de plomo cuando se incrementa la concentración de compost. Una tendencia decreciente se observa en el caso del cadmio.

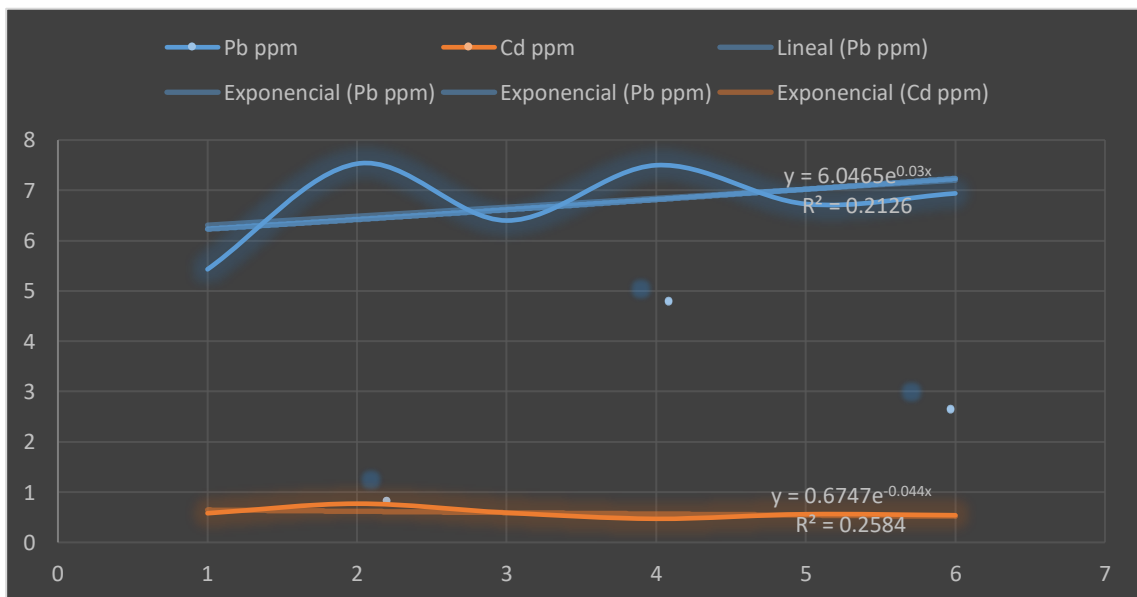


Figura 18. Gráfico exponencial de la relación entre incremento de la concentración de compost y absorción de Cd y Pb por el Girasol.

En la figura 18 se tiene valores de coeficiente de correlación (R^2) para correlaciones exponenciales de 21.26% para el plomo y de 25.84% para el cadmio. Esto significa que un 21.26 del cambio en la absorción de plomo por el girasol se podría explicar por un cambio en la concentración del compost. En el caso del cadmio, esta influencia es ligeramente mayor, 25.84%, pero en los dos casos, por el valor que se obtiene de R^2 esta influencia es reducida.

Lo que difiere Reátegui, *et al* (2018) desarrollo una investigación en la provincia de Canta, Región Lima, debido a la presencia de minería artesanal en la zona, cuyos resultados mencionan que las hojas acumularon aproximadamente el 15 % de cadmio. Mientras que Ortiz, *et al* (2009) discrepa ya que investigaron en suelos contaminados por actividades mineras y metalúrgicas en México aplicando micorrizas. Cuyos resultados, afirman que las micorrizas son más eficientes que el girasol. En tanto Suaña, (2016) contradice con su estudio de investigación desarrollado en la ciudad de Puno, en suelos contaminados por diferentes metales pesados. cuyos resultados indicaron que en las hojas hubo una acumulación de 0.21 ppm de cadmio, mientras que, en nuestros resultados se asegura que la mayor adsorción de cadmio se dio en las hojas. Muy al contrario, tenemos a Hernández, (2016) coincide con su estudio, que fue desarrollado en Texcoco, México, teniendo como resultado que la concentración de metales pesados adsorbidos por el girasol es mayor a la concentración de metales en el suelo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El incremento del porcentaje de compost en el suelo no influye en la capacidad de absorción de metales pesados por parte de *Helianthus annus L.* (girasol) ya que, según la prueba estadística, no existe diferencia significativa en la concentración de cadmio y plomo en el girasol con las diferentes concentraciones de compost experimentado y el girasol sin compost
- La concentración de los metales pesados cadmio y plomo presentes en los suelos agrícolas de Irazola fue de 1.29 ppm y 24.42 ppm respectivamente. Esto no concluye que no haya otros componentes en el suelo que atenten contra la salud de los consumidores, solo hemos resaltado la importancia de estos dos por los impactos negativos que se han encontrado en diferentes estudios al respecto.
- Se ha demostrado en los resultados, que el compost no influye en la absorción de cadmio y plomo en el *Helianthus annus L.* (girasol) germinados en los suelos de Irazola. Ya que el compost es un agente de fortalecimiento tanto del suelo, como de las plantas, mas no tiene componentes químicos que puedan retener los metales pesados en su estructura. Solo se puede asegurar que el compost disminuye la concentración de los metales pesados en el suelo debido a un efecto de aumento de masa (a un compuesto cuando se le agregas otro externo (compost) la proporción de sus compuestos va a variar).
- El contenido de cadmio en las hojas de *Helianthus annus L.* (girasol); va desde 0.44ppm a 1.30ppm y el contenido de plomo va desde 5.43ppm a 8.74ppm. Donde no interfiere la dosis del compost en las macetas. Debemos resaltar que estos son resultados de análisis foliares, mas no de raíz, en donde la bibliografía afirma que es donde se da mayor concentración.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios en futuras investigaciones a plantas que tengan la capacidad de fitoextracción de metales pesados.
- Nuestra investigación se realizó con una planta naturalmente fitorremediadora. Se recomienda usar otra especie en futuras investigaciones de naturaleza similar.
- Recomendamos usar otros materiales para hacer el compost; para futuras comparaciones de calidad.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Ahmadreza Yazdanbakhsh , Seyed Nadali Alavi , Seyed Alireza Valadabadi , Fatemeh Karimi, Zainab Karimi, 2020. "Adsorción de metales pesados de suelos por girasol ornamental, utilizando estiércol de vaca y biosólidos: un estudio de caso en la ciudad de Alborz, Irán" IRÁN, SAGE journals, URL: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1178622119898460>.
- AINIA, 2014. "Seguridad alimentaria y control de cadmio en alimentos, 7 puntos que explican lo que esta pasando", ESPAÑA. URL: <https://www.ainia.es/insights/seguridad-alimentaria-y-control-de-cadmio-en-alimentos-7-puntos-que-explican-lo-que-esta-pasando/>.
- ATSDR, 2008. "División de Toxicológica y Medicina Ambiental ToxFAQs™ sobre el Plomo", EE.UU. URL: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.pdf.
- ATSDR, 2008. "División de Toxicológica y Medicina Ambiental ToxFAQs™ del Cadmio", EE.UU. URL: <http://www.ladep.es/ficheros/documentos/Cadmio%20%28Cadmiu m%29.%20ATSDR.pdf>
- Berna, G. (2017). "Remediación de un suelo contaminado con crudo de petróleo aplicando humus de lombriz". Pucallpa, Perú. URL: repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali.
- Casas, G *et al.*, (2008). "Aplicación de métodos de comparaciones múltiple en Biotecnología Vegetal". CUBA. URL: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/viewFile/337/311>
- Compton, W. (2017). "El cacao de Perú tiene un alto contenido en cadmio que puede afectar a la calidad del chocolate". PERÚ. URL: <https://gastronomiaycia.republica.com/2017/07/04/el-cacao-de-peru-tiene-un-alto-contenido-en-cadmio-que-puede-afectar-a-la-calidad-del-chocolate/>
- Correa, J. (2018). "Efecto de enmiendas cálcicas y orgánicas en la absorción de cadmio en plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Región San Martín". San Martín, PERÚ. URL: <http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3237/AGRONOMIA%20-%20Juvicksa%20Amayda%20Correa%20Villacorta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Cavallaro, S. (2013). "CADMIO, UN TOXICO ENCUBIERTO", URL: <https://www.monografias.com/trabajos28/cadmio-toxico-encubierto/cadmio-toxico-encubierto.shtml>.

- Campos, F- Martin, C *et al.*, (2017). "Presencia de Metales Pesados en Suelos de Plantaciones de Cacao (*theobroma cacao l.*) en la Región Ucayali", PERU, PUCALLPA.
- Complejo de Laboratorios – Bolsa de Comercio de Rosario (SF). "Etapas de la Toma de Muestra para Análisis de Suelo", URL: <http://www.bcr.com.ar/Laboratorio%20Varios/Instructivo%20toma%20de%20muestras%20de%20suelo.pdf>.
- Caycedo, E., (2012). "Efecto de la Aplicación de roca fosfórica y dolomita en el Crecimiento inicial de la especie shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) en Neshuya – Irazola - Región Ucayali.", PERÚ, PUCALLPA. URL: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1540/000001933T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- Carmona, M. *et al.*, (2010). "Síntomas de fitotoxicidad en soja conocerlos para evitar confusiones". BRASIL. URL: <http://www.elganadosa.com/site/articles/problemas-de-fitototoxicidad-en-soja.pdf>.
- Cordero, J. (2015). "Fitorremediación in situ para la recuperación de suelos contaminados por metales pesados (Plomo y Cadmio) y evaluación de selenio en la dinca furatena alta en el municipio de útica (Cundinamarca)". Bogota, Colombia. URL: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7958/Fitorremediacion%20in%20situ%20para%20la%20remocion%20de%20metales%20pesados%20%28plomo%20y%20cadmio%29%20y%20evaluacion%20de%20sel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Cuevas, G. (2004). "Metales pesados en maíz (*Zea mays L.*) Cultivado en un suelo enmendado con diferentes dosis de compost de lodo residual". México. URL: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/23120>.
- Díaz, E. (2014). "EDAFOLOGÍA, MANUAL DE PRÁCTICAS". PUCALLPA, PERÚ. Biblioteca de la UNU.
- Encina, A. (2016). "Efectos nocivos del aluminio en el suelo". Paraguay. URL: <https://www.abc.com.py/edicion-impresas/suplementos/abc-rural/efectos-nocivos-del-aluminio-en-el-suelo---prof-dr-arnulfo-encina-rojas--1509421.html>.

- Estrada, M., (2005). "Manejo y Procesamiento de la Gallinaza". COLOMBIA, ANTOQUIA. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf>.
- Expósito, I. *et al.* (2014). "El Plomo y sus Efectos en el Salud". Placetas, Villa Clara, Cuba. URL: <https://www.mediagraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2014/mec143x.pdf>.
- Florencia, M. *et al.*, (2019). "El Nitrógeno del Suelo". Argentina. URL: <file:///C:/Users/sony%20armas/Downloads/El%20nitrogeno%20del%20suelo%202019.pdf>.
- Grandez, M. (2017). "Remoción de Cadmio y Plomo en Suelos a Orillas del Rio Mantaro, Junín, mediante Fitorremediación con Girasol (*helianthus annuus*) y Maíz (*zea mays*) usando enmiendas". Lima, Peru. URL: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3537/Grandez_AMGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Grajales, T. (2000). "Tipos de Investigación", URL: <http://tgrajales.net/investigpos.pdf>.
- Gonzales, M. (2016). "Mejoramiento de la fitoextracción en plantas nativas en suelos contaminados por actividades mineras en Puchuncavi y Quinteros". ARGENTINA, BARCELONA. URL: file:///C:/Users/sony%20armas/Downloads/MIGM_TESIS.pdf.
- Herrera, J. (2008). "Morfología Botánica". URL: http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1459.pdf.
- Hernández, E. (2016). "Acumulación de metales pesados en *Helianthus annuus* desarrollado en residuos de mina". Texcoco, México, URL: <file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-CoeficientesBiologicosDeFitorremediacionDeSuelosEx-4755671.pdf>.
- Huaynates, J. (2011). "Efecto de la materia orgánica en la absorción de cadmio por el suelo, en la localidad de supte". PERÚ, TINGO MARÍA.
- Intagri. (2017). "Fijación de Potasio en el Suelo" Serie Suelos Núm. 31. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. URL: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/fijacion-de-potasio-en-el-suelo>.
- Jara, E *et al.*,(2014). "Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados". Perú. URL: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v21n2/a04v21n2.pdf>

- Lizarbe, K. *et al.*, (2016). "Fitoextracción de Plomo, Zinc y Cadmio de Relaves Mineros Utilizando *Helianthus annuus* L. (Girasol)". PERÚ, HUACHO. *Maíz (zea mays) usando enmiendas*", PERÚ, LIMA. URL: <http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3537/GrandezAMGA.pdf?sequence=1>.
- MARTI, I *et al.*, (2002). "METALES PESADOS EN FERTILIZANTES FOSFATADOS, NITROGENADOS Y MIXTOS" ARGENTINA, MENDOZA. URL: http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/2829/martiagrarias2-34-02.pdf.
- MINAM. (2014). "*Guía para el Muestreo de Suelos*", PERÚ, LIMA. URL: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf>.
- MINAM. (2017). "Estándares de Calidad Ambiental en Suelos - Resolución Ministerial N° 182-2017-MINAM", PERÚ, LIMA. URL: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/07/Res_182-2017-MINAM.pdf.
- Molina, N. *et al.*, (2010). "Plomo, cromo III y cromo VI y sus efectos sobre la salud". URL: [file:///C:/Users/sony%20armas/Downloads/Dialnet-PlomoCromoIIICromoVIYSusEfectosSobreLaSaludHumana-5599145%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/sony%20armas/Downloads/Dialnet-PlomoCromoIIICromoVIYSusEfectosSobreLaSaludHumana-5599145%20(1).pdf).
- Munive, R.; Gamarra, G.; Munive, Y.; Puertas, F.; Valdiviezo, L.; Cabello, R. 2020. Absorción de plomo y cadmio por girasol de un suelo contaminado y remediado con enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost. *Scientia Agropecuaria* 11(2): 177-186. URL: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v11n2/2077-9917-agro-11-02-177.pdf>.
- Navarro, I. *et al.*, (2007). "Aspectos Bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas", AEET (Asociación Española de Ecología Terrestre). ESPAÑA, VALENCIA. URL: <file:///C:/Users/sony%20armas/Downloads/125-244-1-SM.pdf>.
- Ortiz, H *et al.*, (2009). "Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite (*Amaranthus hybridus* L.) y micorrizas", MEXICO. URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2009000200009&script=sci_arttext&tlng=pt.
- Olalde, V-Escalante, A *et al.*, (2015). "*Eficiencia en el uso del Agua y el Nitrógeno, y Rendimiento del Girasol, en función del Nitrógeno y Densidad de Población en el Clima Cálido*", ESPAÑA. PORTUGAL. URL: <http://www.redalyc.org/html/573/57318106/>.

- Oviedo A., *et al.* (2010). "Muestreo Foliar – Análisis Nutricional del Olivo", ARGENTINA. SAN JUAN. URL: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_hoja_analisis_foliar_olivo_final.pdf.
- Orruño, D. 2011. "Acumulación de metales (cadmio, zinc, cobre, cromo, níquel y plomo) en especies del género *Pelargonium*: suministro desde el suelo, ubicación en la planta y toxicidad". ARGENTINA. BUENOS AIRES. URL: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2011orronodanielaines.pdf>.
- Palmero, R. (2010). "Elaboración de Compost con Restos Vegetales por el Sistema Tradicional en Pilas o Montones", Tenerife. URL: <http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2013/10/elaboracion-de-compost-con-restos-vegetales-1.pdf>.
- Presotto, A. (2011). "Tolerancia a herbicidas inhibidores de ahas en girasol silvestre, *Helianthus annuus ssp. Annuus*", ARGENTINA. URL: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2166/1/presotto-Tesis%20junio%202011.pdf>.
- Poma, P. (2008). "Intoxicación por Plomo en Humanos". University of Illinois. Chicago, EE UU. URL: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000200011.
- Panduro, N. (2015). "Dinámica de la absorción de los nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK), en un entisol de yarinacocha". Tingo Maria, Perú. URL: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/931/T.EPG-57.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rankin, S. (2018). "Hablemos del Cadmio en el Cacao Andino". PERÚ. URL: <https://blog.ciat.cgiar.org/es/hablemos-del-cadmio-en-el-cacao-andino/>.
- Ramírez, A. 2002. "Toxicología del Cadmio. Conceptos Actuales para Evaluar Exposición Ambiental u Ocupacional con Indicadores Biológicos" Lima, Perú. URL: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v63_n1/pdf/toxicologia_cadmio.pdf

- Reategui, I. *et al.*, (2018). "CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL *Helianthus annuus* EN SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON CADMIO". PERÚ. LIMA - CALLAO. URL: <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/3341/Reategui%20y%20Reategui%20tesis%202018.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- Sánchez, G. 2016. "Ecotoxicología del Cadmio – Riesgo para la salud de la utilización de suelos ricos en cadmio". URL: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/GARA%20SANCHEZ%20BARRON.pdf>.
- Serret-Guasch N., *et al.* (2016). "Caracterización de aserrín de diferentes maderas". CUBA, SANTIAGO DE CUBA. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445546669012.pdf>
- Silva, M *et al.*, (2001). "Efecto de cuatro fitorreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol". URL: <http://eprints.uanl.mx/1066/1/efecto.pdf>.
- Soliva, M. y López, M. (2004). "Calidad del compost: Influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso". BARCELONA. URL: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38969255/calidad_compost.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1535218541&Signature=wQTCMj6Bw8qHblXRnxvOjsJmaHE%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCalidad_compost.pdf.
- Solla-Gullón F., *et al.* (2001). "Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en el laboratorio". ESPAÑA. URL: <file:///C:/Users/sony%20armas/Downloads/Solla-Gullonet al.2001Evaluacindelaportedecenizasdemaderacomofertilizantedeunsuelocido.pdf>.
- Somontano, (2013). "Conservación del Suelo de la Huerta", Barbastro. URL: <http://www.somontano.org/images/stories/Cuadernillo%20compost.pdf>.
- Suaña, M. (2018). "Capacidad del Girasol (*Helianthus annuus* L.) para absorber cadmio de suelos contaminados en ambiente controlado, puno". Puno, Perú. URL: <http://revistaepgunapuno.org/index.php/investigaciones/article/viewFile/313/129>
- Sztern, D. (2010). "Manual para la Elaboración de Compost: Bases Conceptuales y Procedimientos", URL: <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/compost.pdf>.

- TETRA Technologies, Inc. (2004). "La Importancia del Calcio", URL: <file:///C:/Users/sony%20armas/Downloads/Spanish%20Version%20The%20Importance%20of%20Calcium.pdf>
- Vargas, X. (2012). "Capacidad de Absorción de Plomo del Girasol Ornamental (*Helianthus annuus L.*)", MEXICO. SALTILLO. COAHUILA. URL: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1511/CAPACIDAD%20DE%20ABSORCIÓN%20DE%20PLOMO%20DEL%20GIRASOL%20ORNAMENTAL%20\(Helianthus%20annuus%20L.\)%20CON%20LA%20ADICIÓN%20DE%20CÍCLICOS%20HIDAMÍCOS%20DE%20Leonardita.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1511/CAPACIDAD%20DE%20ABSORCIÓN%20DE%20PLOMO%20DEL%20GIRASOL%20ORNAMENTAL%20(Helianthus%20annuus%20L.)%20CON%20LA%20ADICIÓN%20DE%20CÍCLICOS%20HIDAMÍCOS%20DE%20Leonardita.pdf?sequence=1).
- Villavicencio, J. (2016). "Contenido del Cadmio en el Cacao: Preocupación Mundial". PERÚ. URL: <http://www.naturalezainterior.org.pe/index.php/mundo-forestal/item/527-contenido-de-cadmio-en-el-cacao-preocupacion-mundial>.
- Zubillaga, M. (2012). "Remediación de Suelos Forrajeros Contaminados con Metales Pesados: Impacto de la Aplicación de Residuos Orgánicos y Fitoextracción". España, Coruña. URL: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/10061/Zubillaga_Marta%20Susana_TD_2012.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Suaña, M. (2018). "CAPACIDAD DEL GIRASOL (*Helianthus annuus L.*) PARA ABSORBER CADMIO DE SUELOS CONTAMINADOS EN AMBIENTE CONTROLADO, PUNO". Perú. URL: <http://revistaepgunapuno.org/index.php/investigaciones/article/viewFile/313/129>

ANEXOS

INFOGRAFIA



Fotografía 1. Desechos de cocina.



Fotografía 2. Acondicionamiento de la cama compostera 1ra capa (aserrín descompuesto y ceniza).



Fotografía 3. Capa de gallinaza.



Fotografía 4. Etapa de remisión del compost.



Fotografía 5. Etapa de riego del compost.



Fotografía 6. Instalación de la cama compostera.



Fotografía 7. Etapa de descomposición del compost.



Fotografía 8. Aireación del Compost.



Fotografía 9. Etapa de toma de temperatura del compost.



Fotografía 10. Temperatura final.



Fotografía 11. Plantaciones de girasoles germinados en viveros.



Fotografía 12. Riego de plantaciones en el vivero provisional de girasoles.



Fotografía 13. Instalación se macetas según dosis de compost por tratamiento.



Fotografía 14. Plantaciones de girasoles listas en macetas.



Fotografía 15. Girasoles con capullo de flor.



Fotografía 16. Macetas de girasoles a una distancia de 1m x1m.



Fotografía 17. Recolección de muestras para el análisis foliar de los girasoles.



Fotografía 18. Ubicación de las muestras recolectadas en un sobre para su respectivo envío al laboratorio.



Fotografía 19. Girasoles creciendo en macetas con sus respectivos tratamientos y repeticiones.



Fotografía 20. Banner del proyecto de tesis.



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : DIANA RAMIREZ VELA
PROCEDENCIA : UCAYALI/ IRAZOLA/ SAN ALEJANDRO
REFERENCIA : H.R. 88339
BOLETA : 2319
FECHA : 14/12/2018

Número Muestra		Pb	Cd
Lab	Claves	ppm	ppm
6888		24.42	1.29



Dr. Sachy Garcia Bendezu
Jefe del Laboratorio

Fotografía 21. Informe de análisis Inicial de suelo elaborado en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : DIANA RAMIREZ VELA
PROCEDENCIA : UCAYALI CORONEL PORTILLO PUCALLPA
MUESTRA : HOJAS DE GIRASOL
REFERENCIA : H.R. 70071
BOLETA : 3534
FECHA : 01/10/2019

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb	Cd
		ppm	ppm
4383	T1R1	5.43	0.58
4384	T1R2	6.51	0.72
4385	T2R1	7.53	0.77
4386	T2R2	8.53	0.51
4387	T2R3	6.75	1.30
4388	T3R1	6.40	0.59
4389	T3R2	5.84	0.68
4390	T3R3	8.75	0.85
4391	T4R1	7.50	0.47
4392	T4R2	6.41	0.81
4393	T5R1	6.73	0.56
4394	T5R2	6.03	0.49
4395	T6R1	6.94	0.54
4396	T6R2	6.55	0.44
4397	T6R3	5.48	0.42


Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

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

Fotografía 22. Informe de análisis Foliar elaborado en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.