



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost
de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Castañeda Añazgo, Denis James (orcid.org/0000-0002-0371-3124)

Hidalgo Del Aguila, Eddy Jose (orcid.org/0000-0002-9759-0494)

ASESOR:

MSc. Ordoñez Sanchez, Luis Alberto (orcid.org/0000-0003-3860-4224)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

De todo corazón para mi mamá Maribel y hasta el cielo para mi papá José por el gran esfuerzo, confianza que me brindaron y los valores que nos inculcaron desde casa, también para mi esfuerzo y dedicación por haber superado cada obstáculo para llegar hasta aquí, a mis hermanos Jheral y Christian, a mi tío Aler, mis mejores amigos Diana, Dalton, Lesli y demás familiares que me brindaron su apoyo, a nuestros asesores por guiarnos y brindarnos los valores éticos y morales para nuestro mejor desempeño profesional.

“Hidalgo Del Aguila, Eddy José”

A nuestro esfuerzo, a mis padres por el apoyo brindado también a mis hermanas por la seguridad y el apoyo incondicional que me dieron, a nuestro docente por las enseñanzas brindadas y por guiarnos al igual que nuestros familiares a ser mejores personas y profesionales, brindándonos así valores éticos y morales para nuestro mejor desempeño como universitarios que somos.

“Castañeda Añazgo, Denis James”

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su bondad y amor que nunca tiene fin, que me da alegrías por todos mis objetivos logrados, y cuando tropiezo y caigo, sé que estoy a prueba, recapacito de mis errores y sé que estas por delante de mí y quieres hacerme mejor persona y ser humano, para crecer en diversas maneras.

A mi mamá porque sé cuánto esfuerzo hizo para sacar a su hijo adelante porque sé que ella estará orgullosa de que no la haya defraudado porque estoy cumpliendo lo que prometí, agradecer también a mis familiares. ***“Hidalgo Del Aguila, Eddy José”***

A Dios por bendecir nuestras vidas, darnos salud, sabiduría y guiarnos en cada paso del camino.

A mis padres y hermanas por ser el motor de nuestros sueños. Gracias a nuestros profesores por su determinación, paciencia y comprensión, por su conocimiento e inspiración para mejorar cada día y ser mejores profesionales.

“Castañeda Añazgo, Denis James”

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ORDOÑEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023", cuyos autores son HIDALGO DEL AGUILA EDDY JOSE, CASTAÑEDA AÑAZGO DENIS JAMES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

TARAPOTO, 11 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ORDOÑEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO DNI: 00844670 ORCID: 0000-0003-3860-4224	Firmado electrónicamente por: LORDONEZS el 11- 12-2023 08:59:38

Código documento Trilce: TRI - 0691716



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CASTAÑEDA AÑAZGO DENIS JAMES, HIDALGO DEL AGUILA EDDY JOSE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
HIDALGO DEL AGUILA EDDY JOSE DNI: 71611295 ORCID: 0000-0002-9759-0494	Firmado electrónicamente por: EHIDALGOD el 21-12-2023 00:40:04
CASTAÑEDA AÑAZGO DENIS JAMES DNI: 74142730 ORCID: 0000-0002-0371-3124	Firmado electrónicamente por: DCASTANEDAAN1 el 21-12-2023 00:35:15

Código documento Trilce: INV - 1513379



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización	10
3.3. Población, muestra y muestreo	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimiento	13
3.6. Métodos de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 1 Dosis de aplicación del compost y gallinaza en los tratamientos con plantas de lechuga	15
Tabla 2 pH del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	21
Tabla 3 Conductividad eléctrica del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	21
Tabla 4 Materia orgánica del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	22
Tabla 5 Nitrógeno del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	22
Tabla 6 Fósforo del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	23
Tabla 7 Potasio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	23
Tabla 8 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	24
Tabla 9 Calcio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	24
Tabla 10 Magnesio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	25
Tabla 11 Sodio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	25
Tabla 12 Plomo del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	25
Tabla 13 Cadmio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	26
Tabla 14 Arsénico del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	26
Tabla 15 Cromo del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.	27
Tabla 16 Análisis de varianza para la altura de la planta de lechuga por	

	incorporación de compost y gallinaza.	27
Tabla 17	Análisis de varianza para la cantidad de hojas de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza	29
Tabla 18	Análisis de varianza para el peso de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza	30
Tabla 19	Análisis de varianza del diámetro de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza	31
Tabla 20	Análisis de varianza del diámetro del tallo de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza	33
Tabla 21	Análisis de varianza del ancho de la hoja de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza	34
Tabla 22	Análisis de varianza del largo de la hoja de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza	35
Tabla 23	Análisis de varianza del largo de la raíz de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza	37
Tabla 24	Remediación de la caracterización fisicoquímico en el suelo con compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto	39
Tabla 25	Análisis de varianza (ANOVA) en la remediación de plomo, cadmio, arsénico y cromo VI en suelos de cultivos de lechuga	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Acondicionamiento y diseño de las unidades experimentales	14
Figura 2. Obtención de muestras iniciales	14
Figura 3. Germinación de las plántulas de lechuga	15
Figura 4. Sistema de tratamiento con compost de residuos urbanos y gallinaza.	16
Figura 5. Proceso de abonamiento de las unidades experimentales	17
Figura 6. Medidas biométricas de las plantas de lechuga	17
Figura 7. Recolección de muestras de suelos tratados en cultivos de lechuga	18
Figura 8. Altura de plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023.	28
Figura 9. Número de hojas de las plantas de lechuga, por dosis de compost de residuos sólidos urbanos y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023	29
Figura 10. Peso de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023	30
Figura 11. Diámetro de la planta de lechuga (cm) con tratamientos de compost de residuos sólidos urbanos y gallinaza, según edades, 2023.	32
Figura 12. Diámetro del tallo de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023	33
Figura 13. Ancho de la hoja de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023	35
Figura 14. Largo de la hoja de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023	36
Figura 15. Largo de la raíz de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023	37
Figura 16. Prueba de Post Hoc del análisis de medias a diferentes dosis de compost y gallinaza en la remoción de Plomo	40
Figura 17. Prueba de Post Hoc del análisis de medias a diferentes dosis de compost y gallinaza en la remoción de cadmio	41

Figura 18. Prueba de Post Hoc del análisis de medias a diferentes dosis de compost y gallinaza en la remoción de arsénico	41
Figura 19 Prueba de Post Hoc del análisis de medias a diferentes dosis de compost y gallinaza en la remoción de arsénico	42

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo ejecutar la remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023. El tipo de investigación es aplicada, con enfoque cuantitativo, el diseño es cuasiexperimental. Con la variable independiente: incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, variable dependiente remediación de suelos contaminados. Los resultados fueron que, los metales presentes en el suelo fueron: plomo es de 46,96 mg/kg, cadmio es de 1,54 mg/kg, arsénico es de 36,47 mg/kg, y, en cromo VI es de 0,47 mg/kg. Las características biométricas de la planta de lechuga muestran que el T3 con una dosis de 1250 kg/ha⁻¹ gallinaza mostró mayor eficiencia en adaptabilidad de nutrientes para el desarrollo adecuado de la planta, con una diferencia significativa de $p < 0.05$ de 0.000. La remediación de suelos contaminados con incorporación de compost de residuos urbanos y gallinaza demostró su eficacia en el T4 con una dosis de 2500 kg/ ha⁻¹ gallinaza con una diferencia significativa de $p < 0.05$ de 0.000. Se concluyó que la incorporación compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga disminuyó las concentraciones de los metales pesados del suelo respectivamente.

Palabras clave: Remediación, suelos contaminados, compost, gallinaza, lechuga

ABSTRACT

The objective of the research work was to carry out the remediation of contaminated soils with the incorporation of compost from urban waste and chicken manure, in lettuce, Tarapoto, 2023. The type of research is applied, with a quantitative approach, the design is quasi-experimental. With the independent variable: incorporation of compost from urban waste and poultry manure, dependent variable remediation of contaminated soils. The results were that the metals present in the soil were: lead is 46,96 mg/kg, cadmium is 1,54 mg/kg, arsenic is 36,47 mg/kg, and in chromium VI it is 0,47 mg/kg. The biometric characteristics of the lettuce plant show that T3 with a dose of 1 250 kg/ha⁻¹ chicken manure showed greater efficiency in nutrient adaptability for the proper development of the plant, with a significant difference of $p < 0.05$ of 0.000. The remediation of contaminated soils with the incorporation of compost from urban waste and chicken manure demonstrated its effectiveness in T4 with a dose of 2 500 kg/ha⁻¹ chicken manure with a significant difference of $p < 0.05$ of 0.000. It was concluded that the incorporation of compost from urban waste and chicken manure in lettuce decreased the concentrations of heavy metals in the soil respectively.

Keywords: Remediation, contaminated soils, compost, poultry manure, lettuce

I. INTRODUCCIÓN

La carencia de elementos nutritivos y la disminución de la materia orgánica, así como la disminución de la calidad y la fertilidad del suelo, han considerado factores principales que conducen a contaminación de los suelos y la reducción de la producción agrícola (Alarefee et al., 2021). Estos problemas son evidenciados en los suelos tropicales y áridos que luego empeoran por la creciente presión hacia el uso de la tierra, con cultivos extensivos para aumentar la rendición de la producción como resultado de la necesidad de alimentos y el aumento de la población. (Pandit et al., 2018). Además, la creciente disminución de carbono orgánico del suelo, así como la erosión del suelo a nivel mundial, que se han atribuido a un cambio en el uso del suelo agrícola. La reducción de la calidad del terreno por el total de sustancias tóxicas de los agroquímicos representa una limitación importante para la eficiencia y la capacidad de mantenerse en el tiempo de la agricultura, lo que amenaza a la producción agrícola (Kizito et al., (2019). En las áreas tropicales, gran parte de los suelos agrícolas están meteorizados y pertenecen al orden de los suelos ultisoles y oxisoles, que constituyen aproximadamente el 20% y el 23% de los trópicos mundiales, respectivamente. Además, estos suelos constituyen un buen porcentaje del 72% de los suelos en el mundo, y se caracterizaron por su baja fertilidad, deficiencia de nutrientes y materia orgánica del suelo, y bases intercambiables debido a su alta contaminación por agentes químicos. (Kizito et al., 2019). Para optimar la producción de los suelos contaminados, recurren al empleo extensivo de fertilizantes químicos para mejorar la productividad, pero a su vez perjudicando la parte nutricional del suelo; los efectos negativos llegan a perjudicar la calidad del agua subterránea (Bashir et al., 2021). El uso continuo de fertilizantes tradicionales conduce al agotamiento de la productividad del suelo, así mismo incrementa la erosión y la acidez del suelo y la disminución de la composición estructural del terreno. Sin embargo, tales fertilizantes inorgánicos son insostenibles para mantener los rendimientos y la fertilidad del suelo. Por lo tanto, existe la necesidad de un material alternativo para disminuir el uso de fertilizantes

inorgánicos al tiempo que aumenta la fertilidad del suelo (Tan et al., 2021). También en el Perú, si bien existen diferentes grados de contaminación del terreno, donde este problema de contaminación del terreno no ha sido completamente resuelto por las autoridades nacionales. Estos problemas ambientales causados en el suelo hasta el momento no están bien resueltos; todos los contaminantes que ingresan al ambiente ingresan al suelo y permanecen por mucho tiempo hasta que son removidos, extraídos o neutralizados por alguna sustancia orgánica (Castillo y Cora, 2022). Además, en Perú es denominado un país con suelo pobre, donde el 6% tiene potencial para el desarrollo agrícola y los pastos naturales representan el 13.94%; tenemos solo 25525 millones de hectáreas propicias para la actividad agropecuaria; por lo tanto, la tierra con potencial agrícola es de alto valor (Coral, 2022). Además, en el distrito de Tarapoto el aumento de las actividades económicas, agrícolas e industriales ha hecho que la contaminación ambiental se exagere de muchas maneras, como la contaminación del suelo, la polución atmosférica, la contaminación del agua y la contaminación sonora. (Del águila, 2022). La contaminación irresponsable de las acciones antrópicas se califica muy dañinas en comparación a otros países (Gobierno regional de San Martín, 2021). Por lo tanto, debido a la problemática se establece como alternativas de solución al tratamiento de los suelos contaminados con la incorporación de compost que se deriva de los subproductos agroindustriales, como pastos de jardín, desechos vegetales, hojas de árboles, paja de cultivos y estiércol animal bajo el proceso de humificación y microbiológico. Considerada una forma eficaz de disponer de materiales orgánicos para elaborar compost como mejora orgánica para el suelo y sustrato de cultivo. en condiciones aeróbicas. La incorporación de compost se compromete al suelo a disminuir la carga de los contaminantes y acelerar la porosidad del suelo, la retención de nutrientes, humedad y mejorar el estado de fertilidad del suelo. (Jaskulak y Grobelak, 2021). Es importante destacar que la gallinaza se destaca como un fertilizante orgánico altamente mineralizado, lo cual lo convierte en una destacada fuente de nitrógeno para los cultivos. Este estiércol de

pollo, caracterizado por su rápida mineralización, libera aproximadamente el 75 % de su nitrógeno orgánico en tan solo tres semanas. (Alarefee et al., 2021). Por lo cual, se formuló el problema general: ¿Cuál es la remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023? Por consiguiente, los problemas específicos: PE1: ¿Cuáles son los metales pesados existentes en el suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto, 2023? PE2: ¿Cuáles son los datos biométricos de las plantas de lechuga en dosis incorporadas de compost de residuos urbanos y de gallinazas, Tarapoto, 2023?; Por consiguiente, la investigación se basa en la justificación social, se demostrará a la población que la incorporación de compost de residuos orgánicos y de gallinaza remediaron a los suelos contaminados por agentes químicos de uso indiscriminado en el control de plagas y enfermedades. Del mismo modo, la justificación económica, El uso de los abonos orgánicos recuperaran a los suelos contaminados por sustancias toxicas a un costo mínimo en comparación con el uso de fertilizantes químicos. Asimismo, justificación metodológica, se demostrará un sistema de remediación de los suelos contaminados, fortaleciendo un nuevo aporte al mundo científico en un nuevo proceso de remediación. Por último, justificación ambiental, el uso de abonos orgánicos serán muy eficientes en la remediación de los suelos contaminados, estos a la vez no alteran ni perjudican a los componentes ambientales. Posteriormente en la investigación se plantearon los objetivos, objetivo general: Ejecutar la remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023. Seguido de los objetivos específicos: OE1: Indagar los metales pesados existentes en el suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto, 2023. OE2: Registra los datos biométricos de las plantas de lechuga en dosis incorporadas de compost de residuos urbanos y de gallinazas, Tarapoto, 2023. Finalmente se planteó la hipótesis de la investigación: La incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, permiten la remediación de suelos contaminados en lechuga, Tarapoto, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En esta sección se han delineado los fundamentos de la investigación, antecedentes internacionales según como lo menciona Roohi et al., (2020) evaluaron el potencial de *Bromus tomentellus* para la fitorremediación con enmiendas de biocarbón y compost de desechos municipales. Los resultados indicaron que, el compost, también incremento la absorción de Zn (274.82 mg/kg) y Cr (26.66 mg/kg) se observó al agregar 0.8% de compost y 0.52% de biocarbón, respectivamente. Asimismo, en el trabajo de Radziemska et al., (2019) valoraron el uso potencial de una combinación de compost de desechos de alimentos con adsorbentes como agentes inmovilizadores. Los resultados muestran ligeramente estimulado para una concentración de compost del 25%, mostrando el impacto positivo de este material en el crecimiento de las plantas. Además, Oliveira et al., (2019) evaluar el valor agronómico a corto plazo de un fertilizante de fósforo, que tiene la misma composición química y estructura mineralógica que la estruvita. Como resultados se muestra que la producción de biomasa de brotes (1.7 g de materia seca kg⁻¹ de suelo) y la eficiencia agronómica (66 g de materia seca g⁻¹ de fósforo) fueron similares para ambos fertilizantes. Para ello, según Baragaño et al., (2020) probaron la capacidad de las nanopartículas de hierro con valencia cero (nZVI) en combinación con dos enmiendas orgánicas, a saber, compost y biocarbón. Los resultados mostraron las propiedades del suelo, la CIC y el pH mejoraron con la enmienda de compost-biocarbón, lo que favoreció el crecimiento de las plantas. Consecutivamente en su indagación de Garau et al., (2019) apreciaron la influencia de un compost de residuos sólidos urbanos (RSU) en la movilización, bioaccesibilidad y toxicidad de varios elementos. Las pruebas in vitro también mostraron que la enmienda del compost fue capaz de disminuir la bioaccesibilidad gástrica de Cd y Cu, con respecto al suelo no tratado (-19 y 13 % de Cd y Cu en RSU-4 % respectivamente), mientras que un aumento significativo de la bioaccesibilidad intestinal de As fue grabado. Este incremento se atribuyó al aumento del pH (hasta 7,0) durante la fase intestinal in vitro, lo que probablemente favoreció la liberación del arsénico unido de forma no

específica a los RSU. También Fernández et al., (2020) desarrollaron un proceso para la recuperación de carbono orgánico usando compost de residuos domésticos mixtos como materia prima. Como resultado, la cantidad total de carbono orgánico en el extracto fue del 6.9 % (p/p) con un contenido de ácido húmico del 47.6 %. Por otro lado, según su composición, el extracto cumple con los requisitos legales del Reglamento (UE) 2019/1009 en materia de fertilizantes. Se realizaron pruebas de germinación para analizar los efectos fitotóxicos de los extractos orgánicos. Finalmente, un estudio económico preliminar mostró la factibilidad de una planta con una capacidad de 300 kg/h de residuos municipales mixtos. La producción de fertilizante líquido fue de 200 L por 100 kg de compost seco. Posteriormente según Raza et al., (2019) determinaron el impacto de lombrices de tierra y su interacción con estiércol y biocarbón para aumentar los nutrientes del suelo, por lo tanto, aumentar la fertilidad del suelo. Los resultados indicaron que el Vermicompostaje a través de biochar (Biochar 50%, residuos de colza 20% y Biochar con lombrices) dio un aumento máximo en la fertilidad del suelo con una disminución máxima (39.63%) en C:N relación. Asimismo, Peñaloza et al., (2019) En la región de Ojo de Agua, situada en el municipio de Zinacantepec, México, se realizó un estudio para analizar la reacción de cuatro tipos de papas ante tres diferentes tratamientos que involucraron el uso de gallinaza y fertilizante inorgánico. Se observó que las variedades CV. Rosita (24.38 t ha⁻¹) y Ágata (23.85 t ha⁻¹) exhibieron los rendimientos más altos de tubérculos al aplicar 4 t ha⁻¹ de gallinaza. Los dos primeros factores principales, que abarcaron el 69.19 % de la variabilidad total inicial, se utilizaron para explicar las diferencias observadas. La aplicación de 4 t ha⁻¹ de gallinaza se asoció con un aumento en el número de tallos, así como un incremento en el peso de tubérculos, hojas frescas y el rendimiento total de tubérculos. Continuar. Rosita y Ágata sobresalieron en peso de tallo, tubérculo y hojas frescas por planta; la primera tenía varios tubérculos por planta. CV. *Fianna*, Ágata y Lucero presentaron los índices de rendimiento más altos. Asimismo, Munive et al., (2018) los efectos del compost de Stevia y vermicompost la

evaluación de la conexión entre los metales pesados y la salud del suelo agrícola en el Valle del Mantaro se evaluaron mediante fitorremediación. Los cálculos del estudio se enfocaron en analizar los factores de bioconcentración (BCF) y el factor de translocación (FT) indicaron que el maíz es una planta de exclusión o estabilización. Para las bases teóricas se consideró que: la contaminación de suelos hace referencia a la existencia de un químico o sustancia en el suelo en una ubicación inapropiada y/o en concentraciones superiores a las normales, teniendo un impacto perjudicial en cualquier organismo no deseado. (Ayilara et al., 2020). Con frecuencia, la contaminación del suelo no puede ser medida de manera directa ni identificada visualmente, lo que se convierte en un peligro oculto (Bashir et al., 2021). La contaminación del suelo puede reducir significativamente importantes servicios ecosistémicos proporcionados por el suelo (Abou et al., 2019). La contaminación del suelo reduce los rendimientos agrícolas debido a los niveles de contaminantes tóxicos y reduce la seguridad alimentaria, lo que hace que los cultivos que crecen en terrenos contaminados sean inseguros para el consumo humano y animal (Alves et al., 2019). Los contaminantes también afectan directamente a los microorganismos del suelo y a los organismos más grandes que residen en él, lo que afecta la biodiversidad del suelo y los servicios proporcionados por los organismos afectados (Cambier et al., 2018). Debido a ellos se presentan en suelos contaminados con metales pesados considerados altamente tóxicos, las concentraciones superan los niveles tóxicos (Abou et al., 2019). La presencia de ciertos elementos y compuestos químicos en concentraciones nocivas en el suelo es un tipo especial de degradación denominada contaminación (Alves y Mato, 2019). Por otro lado, la presencia de estos elementos nocivos en las plantas supone una amenaza para la salud humana, ya que consumir los productos de estas plantas en alta concentración puede provocar graves intoxicaciones y daños irreversibles a los organismos (Castro, 2020). Asimismo, los metales pesados representan toxinas ambientales altamente peligrosas. Sus rasgos más usuales incluyen persistencia, capacidad de bioacumulación,

propensión a biotransformarse y una marcada toxicidad, lo que implica que perduran en el ecosistema durante períodos prolongados debido a su dificultad para degradarse naturalmente (Delgado et al., 2019). Los metales pesados se definen de tal manera como elementos potencialmente tóxicos de alto peso atómico, estos elementos, como el cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb), mercurio (Hg) y níquel (Ni), son empleados en procesos industriales, y aún en concentraciones bajas, también pueden causar daño (Cuenca et al., 2020). El cadmio es elemento conocido como metal pesado pero que se ha relacionado con varios problemas de salud graves (Kizito et al., 2019). El creciente contenido de metales en el suelo agrícola ha causado una gran preocupación ambiental debido a la movilidad y fácil absorción de metales por parte de las plantas (Dumler, 2019). La toxicidad del cadmio (Cd) disminuye el crecimiento, la actividad fotosintética y el contenido de clorofila, provocando principalmente clorosis en las hojas jóvenes (Jaskulak y Groberlak, 2021). Además, interfiere con el suministro y transporte de nutrientes, induce estrés oxidativo y afecta la actividad enzimática (Duran et al., 2021). En el caso del plomo, es un elemento químico que se encuentra en el suelo por actividades antrópicas y naturales. Es omnipresente en nuestro entorno, como el aire, el agua y la tierra (Pandit et al., 2018). El plomo se puede combinar con otros productos químicos para formar varios compuestos. Se utilizaron en la producción de baterías, municiones y productos metálicos (soldadura y tuberías) (Grzegórska et al., 2023). El uso de plomo en pinturas, cerámicas, costuras y soldadura de tuberías se ha reducido considerablemente debido a problemas de salud (Liu et al., 2020). Es altamente reactivo y, por lo tanto, potencialmente tóxico para las células vegetales vivas y los humanos. Este metal pesado es un contaminante ambiental porque altera los ciclos naturales (Heyman et al., 2019). Cuando la cantidad de cromo hexavalente en el suelo aumenta bajo la influencia de sustancias tóxicas, aumenta la concentración en los cultivos (Tan et al., 2017). La acidificación del suelo también puede afectar la absorción de cromo por parte del cultivo. Las plantas normalmente solo absorben cromo (III) (Urra et al.,

2019). Esta forma de cromo puede ser esencial, pero se producen efectos negativos cuando la concentración supera cierto valor (Ye et al., 2019). El suelo contaminado con este contaminante supone un riesgo para los animales y los seres humanos (Langdon et al., 2019). Además, del arsénico, Los niveles elevados de arsénico en el suelo (por contaminación natural o antropogénica) pueden representar un riesgo de ingestión, principalmente en niños con comportamiento de pica y niños que juegan con las manos en la boca. (Race et al., 2019). El principal efecto del arsénico en las plantas es la destrucción de la clorofila en las hojas debido a la inhibición de la producción de enzimas (Liu et al., 2020). Para ello se utiliza tecnología de remediación de suelos con fertilizantes orgánicos, es decir, se utiliza tecnología de biorremediación para limpiar el sitio contaminado (Castro, 2020). Es relativamente nuevo y ofrece varias ventajas sobre los métodos fisicoquímicos tradicionales (Lard y Sakrabani, 2019). Algunas de estas ventajas son: (i) bajos costos de instalación y operación; (ii) simplicidad técnica y facilidad de uso; (iii) es un tratamiento seguro con mínimos riesgos para la salud, y (iv) es técnicamente eficaz (López y David, 2021). El compostaje de residuos domiciliarios se trata de un proceso biológico aeróbico, es decir, que ocurre en presencia de oxígeno. Este proceso se lleva a cabo en condiciones controladas de ventilación, humedad y temperatura, convierte en una enmienda orgánica (Langdon et al., 2019). Es un suplemento orgánico que satisface de manera óptima la carencia de materia orgánica en el suelo y aporta nutrientes esenciales para el proceso de germinación de semillas y el crecimiento y desarrollo de las plantas. (Lord y Sakrabani, 2019). La gallinaza se produce a partir de los excrementos acumulados por las gallinas ponedoras durante la etapa de puesta o durante el desarrollo, mezclados con restos de plumas (Duran et al. 2019) Cuando se emplea de manera adecuada, se convierte en un excelente fertilizante, ya que proporciona nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y diversos oligoelementos de manera beneficiosa. (Heyman et al., 2019). Donde aplican en los cultivos de lechuga que, es uno de los pocos vegetales que puede tolerar un poco de sombra y se siembra idealmente

en un lugar que recibe el sol y sombra al final de la tarde, especialmente cuando se acerca el verano (Cotrina, 2019). Un suelo drenado y rico en materia orgánica proporciona una base ideal para todo tipo de cultivos de lechuga (Robichaud et al., 2019). Además, los rasgos biológicos son herramientas importantes para determinar la variación genética dentro de una población proporcionando información importante para la caracterización ecológica (Urra et al., 2019). Adicionalmente, en cuanto a la morfología de la lechuga, estas son plantas anuales o bienales, autógamas, con una estructura erguida que alcanza hasta 30 cm de altura. Poseen tallos lampiños que se ramifican a través de las hojas basales, dispuestas en forma de roseta, ocasionalmente formando repollos y con una forma obovada. (Ventorino et al., 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Es de naturaleza aplicada, ya que posibilita la resolución de problemas prácticos. Además, se fundamenta en la investigación básica para lograr este propósito, proporcionando los conocimientos teóricos necesarios para abordar problemas o mejorar la calidad del tratamiento que se brinda (Rus y López, 2020).

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo que según su libro de investigación de Tomayo, (2007), es un enfoque sistemático para recopilar y analizar datos provenientes de diversas fuentes, empleando herramientas informáticas, resultados de análisis estadísticos, matemáticas para lograr resultados de investigación específicos.

Diseño de investigación: Fue cuasiexperimental, pues este método está diseñado para poner a prueba hipótesis causales mediante la manipulación de al menos una variable independiente. En este contexto, las unidades de estudio no pueden asignarse aleatoriamente a grupos debido a consideraciones logísticas o éticas. (Fernández et al., 2014). Para ellos el estudio se basó en remediar los suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza con cultivos de lechuga en el distrito de Tarapoto.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza

Definición conceptual: son enmiendas orgánicas que satisfacen de manera óptima la fracción de materia orgánica presente en el suelo desempeña un papel fundamental al proporcionar los nutrientes esenciales necesarios para la germinación de semillas y el crecimiento y desarrollo subsiguientes de las plantas. (Cotrina, 2019).

Definición operacional: Se realizó la obtención de compost de residuos urbanos y gallinaza para la corrección de suelos agrícolas repletos con metales pesados y aportar nutrientes con el fin de desarrollar la planta de lechuga.

Dimensiones: Dosis de compost y dosis de gallinaza

Indicadores: Los indicadores son considerados en kilogramos de 0.5 y 1.

Unidad de medida: Kilogramos (Kg)

Escala de medición: Intervalo

Variable dependiente: Remediación de suelos contaminados

Definición conceptual: Se trata de la aplicación de un conjunto de acciones correctivas con el objetivo de restituir la tierra a su estado original, o al menos a un estado que no conlleve un riesgo potencial para la salud humana o los ecosistemas. (Munive et al., 2018).

Definición operacional: Se realizó la aplicación de compost de residuos urbanos y gallinaza para remediar suelo contaminado con metales pesados y fortalecer el crecimiento de la planta de lechuga.

Dimensiones: Remoción de metales pesados y características biométricas de la planta de lechuga

Indicadores: Metales pesados como cromo VI, plomo, arsénico, cadmio y características biométricas tamaño de la planta, número de hojas, peso de la planta, diámetro de la planta.

Unidad de medida: mg/kg, cm, unidades, kg, cm

Escala de medición: Razón

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La muestra poblacional consistió en 500 plantas de lechuga en el distrito de Tarapoto. Según lo indica el autor Arias, (2006), al conceptualizar una población como un grupo de elementos con características comunes, ya sea finita o infinita, las conclusiones del estudio adquieren amplitud.

- **Criterios de inclusión:** Las plantas que presentaban características superiores dentro de la población fueron seleccionadas como elegibles para participar en el estudio. Como lo indica Sampieri, (2014) que las características que incluyen con respecto a la variable continua, nominal, ordinal o de razón; además de la relación con las características que cumplen con las variables por parte del sujeto de investigación.
- **Criterios de exclusión:** Las plantas de lechuga con características biométricas más pequeñas no son tomadas en cuenta debido a la

influencia del compost proveniente de residuos urbanos y gallinaza. Según como menciona Hernández, (2010) criterios de exclusión son características que imposibilitan la participación en un ensayo. También los criterios de exclusión pueden ser la edad, el sexo, el tipo u otra fase de un individuo de la población.

Muestra: La muestra estuvo comprendida entre 50 plantas de lechuga dividida en 5 tratamientos de compost de residuos urbanos y gallinaza. Según el autor Arias, (2006), Se indica que la muestra representa un grupo limitado y representativo extraído de la población disponible.

Muestreo: Se realizó un muestreo probabilístico aleatorio, en el cual cada elemento de la población tenía una probabilidad única de ser seleccionado durante el proceso de elección. Según como indica López, (2010), Se indica que el muestreo aleatorio es la selección de la muestra que se lleva a cabo en una única etapa, de manera directa y sin reemplazos.

Unidad de análisis: Se consideró cada una de las 50 plantas de lechuga. Sampieri, (2014) Se mencionó que la unidad de análisis es la entidad principal que se está examinando en un estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Fueron métodos de recolección y medición de información de manera sistemática y con objetivos específicos. Cada una de estas técnicas posibilita la recopilación de diversos tipos de información. Por ende, resulta crucial comprender sus características distintivas y definir claramente el propósito para elegir el que recopilará la información relevante (Caro, 2014). Las técnicas empleadas serán las siguientes:

- **Observación:** Se trata de una técnica utilizada para registrar los datos en el campo durante el proceso de tratamiento.
- **Análisis documental:** Fue la técnica empleada para recopilar información de artículos y revistas publicadas de las bases de datos con más confiabilidad.

Instrumentos de recolección de datos

Incluye las herramientas que el investigador utilizó para obtener información que le permitirá desarrollar un proyecto de investigación. Es cualquier recurso que un investigador puede utilizar para procesar un fenómeno y extraer información de él (Torres, 2007). Los instrumentos que se utilizó en esta investigación son los siguientes:

- **Guía de observación:** Se trata de una herramienta que posibilitó al observador situarse de manera sistemática en un objeto real de investigación. Además, sirve como medio para recolectar y obtener datos e información sobre un hecho o fenómeno. (Cortez y Maira, 2019).
- **Guía de muestreo de suelos:** Desarrollo protocolos que: i) determinó si el suelo está contaminado, ii) determinó el alcance de la contaminación (horizontal y verticalmente), iii) estableció las concentraciones de nivel de fondo y/o iv) determinó si existen medidas de mitigación para reducir las concentraciones de contaminantes en el suelo (D.S. 002 – 2013 – MINAM ECA para suelos).
- **Ficha de recolección de datos:** Se registró toda la información importante que encuentra al buscar información y toda la información importante que siempre desea encontrar (Castro, 2015).

3.5. Procedimiento

El desarrollo del proyecto de investigación se llevó a cabo en tres etapas, estas son:

Etapas 1: gabinete inicial

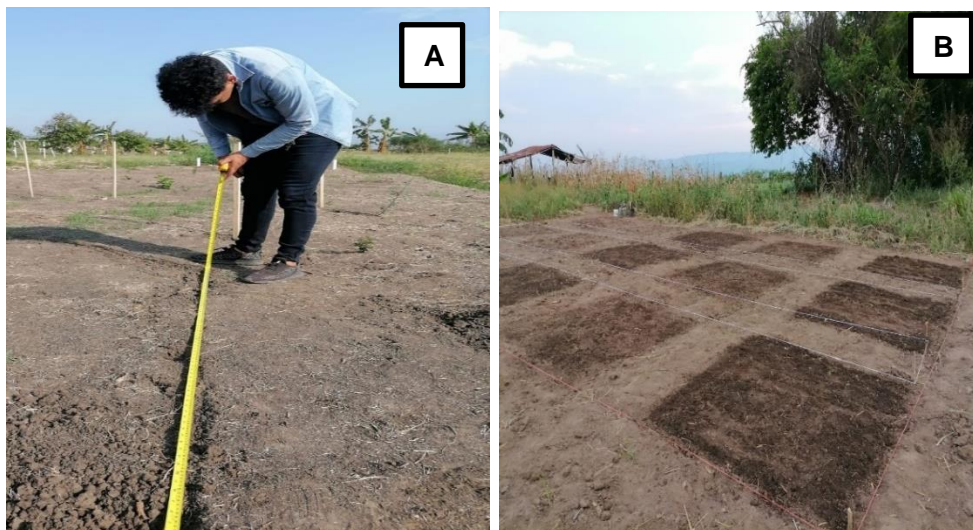
- Se otorgó la aprobación para el título del trabajo de investigación.
- Se llevó a cabo la recopilación de información bibliográfica basada en artículos, revistas, libros y tesis de investigación a nivel nacional e internacional.
- Se realizó la consulta con especialistas ligados al tema de investigación del presente trabajo de investigación.
- Se diseñaron las fichas de recolección de datos de campo, monitoreo y laboratorio para documentar los registros obtenidos durante el estudio.

Etapa 2: campo y laboratorio

- La identificación del área de estudio y acondicionamiento de las unidades experimentales donde se realizaron los tratamientos con compost de residuos urbanos y gallinaza, sobre lechuga.

Figura 1.

Acondicionamiento y diseño de las unidades experimentales



Nota. (A) medición de cada parcela para tratamiento. (B) división de parcelas para tratamiento.

- Se tomó los puntos de coordenadas para la definición y delimitación geográfica del área de estudio, posteriormente se elaborará un mapa de ubicación de las áreas diseñadas.
- Se extrajo muestras de suelo para determinar las concentraciones iniciales de sus parámetros fisicoquímicos en el laboratorio ALAB E.I.R.L.

Figura 2.

Obtención de muestras iniciales



Nota. (A) extracción de muestras de suelo para análisis inicial. (B) rotulado de muestras para envío a laboratorio.

- Se obtuvo el compost y la gallinaza para ser aplicado en las unidades experimentales.
- Se establecieron las dosis específicas del compost y la gallinaza en cada unidad experimental que comprende cada tratamiento (Tabla 1).

Tabla 1 *Dosis de aplicación del compost y gallinaza en los tratamientos con plantas de lechuga*

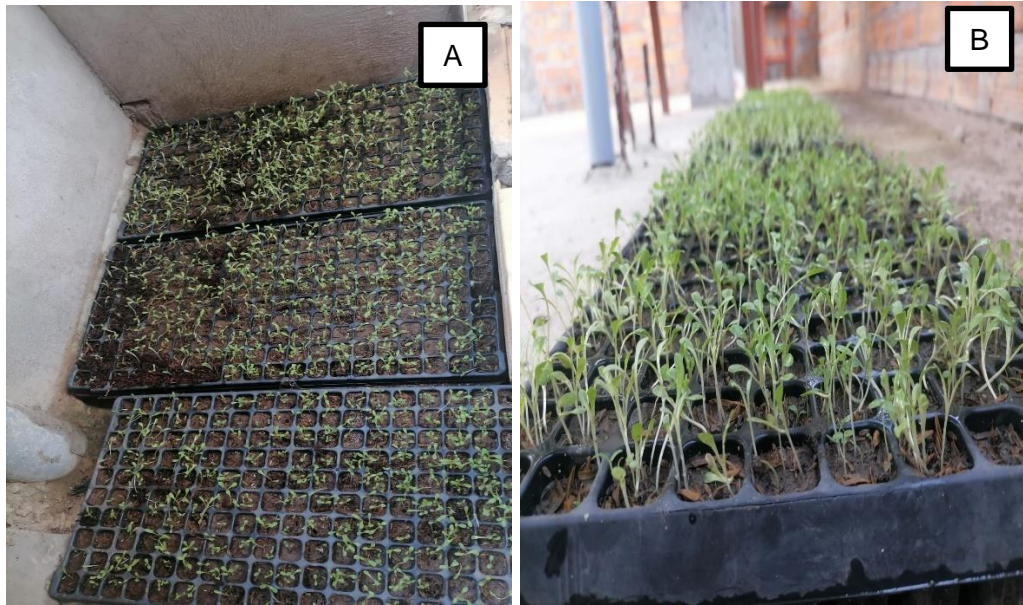
Tratamientos	Compost (kg/plta)	Tratamientos	Gallinaza (kg/Plta)
Testigo	0	Testigo	0
Tratamiento 1	0,5	Tratamiento 3	0,5
Tratamiento 2	1	Tratamiento 4	1

Nota. Tratamientos por parcelas elaboración propia.

- Se realizó la germinación de las plantas de lechuga para posteriormente sean repicadas a las unidades experimentales (Figura 3).

Figura 3.

Germinación de las plántulas de lechuga

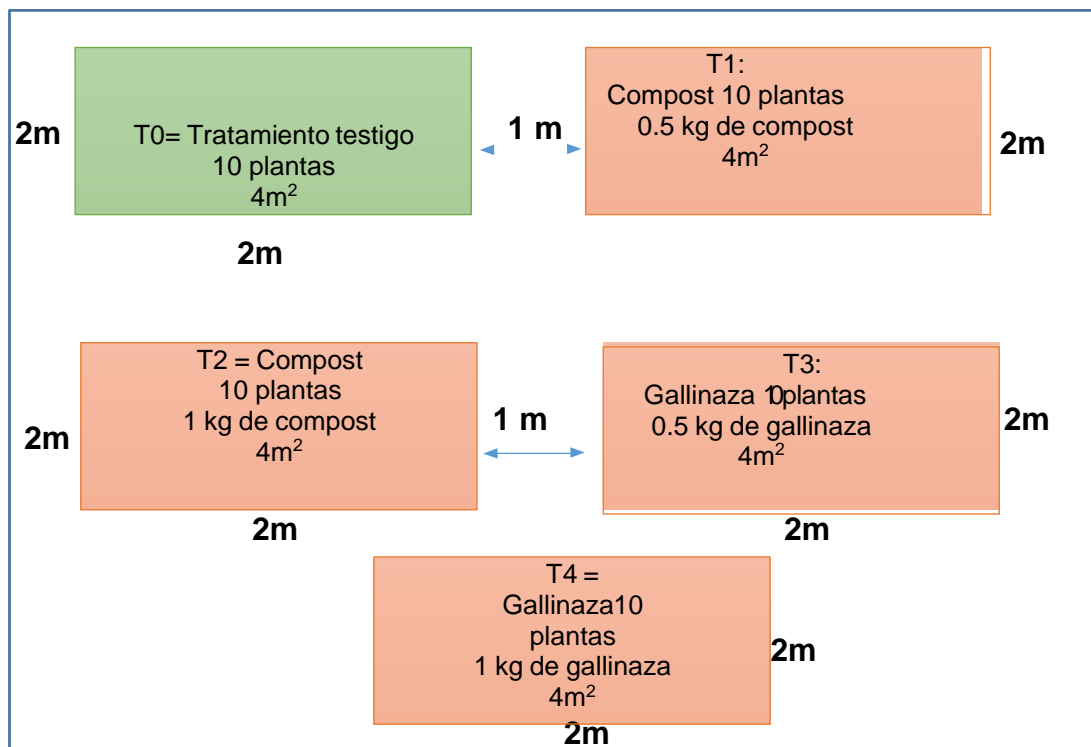


Nota. (A) germinadores de plantas de lechuga. (B) plántulas de lechuga

- Las parcelas tuvieron una medida de 4m^2 y estuvieron distanciadas por 1 m, así mismo se distribuyeron las 50 plantas de lechuga por cada tratamiento como T0: sin abonos orgánicos, T1: con 0.5 kg de compost, T2. 1 kg de compost, T3: 0.5 kg de gallinaza y T4: 1 kg de gallinaza (Figura 4).

Figura 4.

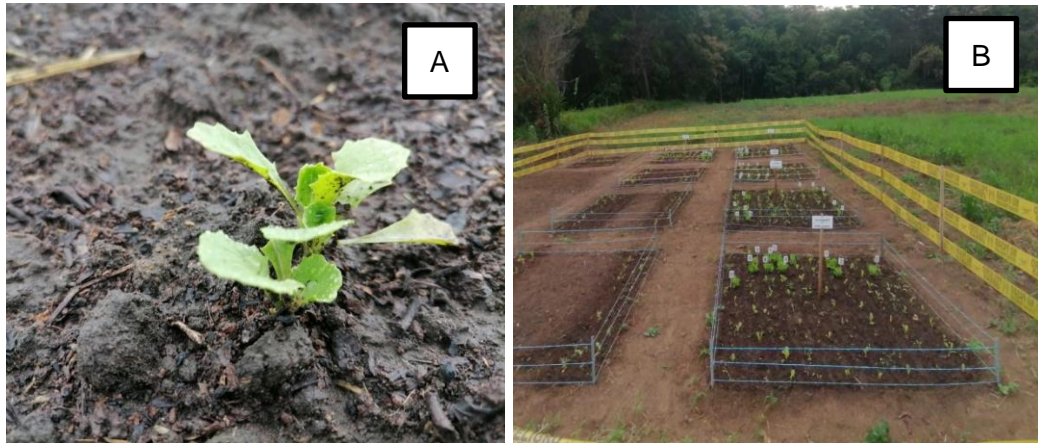
Sistema de tratamiento con compost de residuos urbanos y gallinaza.



- Seguidamente se efectuó la utilización de los abonos orgánicos compost y gallinaza en las unidades experimentales (Figura 5)

Figura 5.

Proceso de abonamiento de las unidades experimentales



Nota: (A) planta de lechuga en crecimiento. (B) plantas de lechuga dividido en tratamientos.

- Se efectuó la medición de las características biométricas correspondientes a la altura de la planta, la cantidad de hojas y el diámetro de la planta, diámetro del tallo, ancho de la hoja, largo de la hoja y peso de la planta cada 15 días (Figura 6).

Figura 6.

Medidas biométricas de las plantas de lechuga





Nota. (A) preparación para toma de medidas biométricas. (B) toma de medidas del ancho de hoja. (C) toma de medida de parte radicular. (D) lechugas empleadas para la toma de medida biométrica por tratamiento.

- Se extrajo 4 muestras de suelo de cada tratamiento después de los 60 días, que se determinó por medio de análisis del laboratorio ALAB E.I.R.L.
- las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y así demostrar qué tan efectivo ha resultado los abonos orgánicos en cada tratamiento.

Figura 7

Recolección de muestras de suelos tratados en cultivos de lechuga



Nota. (A) extracción de muestras de suelo para análisis final. (B) rotulado de muestras de suelo.

- Se determinaron las concentraciones de cadmio mediante los métodos de ensayo del ECA 3051 (Método 3051A): Proceso de digestión ácida

seguido de la lectura mediante absorción atómica.

- Se determinaron las concentraciones de plomo mediante los métodos de ensayo del ECA 3051 (Método 3051A): Proceso de digestión ácida seguido de la lectura mediante absorción atómica.
- Se determinaron las concentraciones de cromo VI mediante los métodos de ensayo del ECA 3051 (Método 3051A): Proceso de digestión ácida seguido de la lectura mediante absorción atómica.
- Se determinaron las concentraciones del arsénico mediante los métodos de ensayo del ECA 3051 (Método 3051A): Proceso de digestión ácida seguido de la lectura mediante absorción atómica.
- Asimismo, con los resultados obtenidos se realizó comparaciones con los límites establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para el suelo indican que los valores no deben exceder ciertos umbrales. Para el cadmio, el límite es de 1,4 mg/kg PS, para el plomo es de 70 mg/kg PS, para el cromo VI es de 0,4 mg/kg y para el arsénico es de 50 mg/kg PS.

Etapas 3: gabinete final

- Se elaboró la sistematización de resultados del tratamiento de compost y gallinaza de los datos obtenidos por el laboratorio ALAB E.I.R.L. y las mediciones en campo de la planta.
- Se plasmó los datos de los resultados mediante tablas y figuras en la hoja de Excel.
- Se llevó a cabo la interpretación de los resultados obtenidos.
- Se elaboró y Finalmente se presentó el informe final de tesis.
- Se tomaron en cuenta las observaciones proporcionadas por el docente y de los jurados para la sustentación final
- Finalmente se realizó la sustentación final de la tesis.

3.6. Métodos de análisis de datos

Los datos fueron organizados en tablas utilizando el paquete estadístico Infostat, con el propósito de respaldar de manera sólida los resultados. Además, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba respectiva

correspondiente para un análisis más detallado Post Hoc en la determinación de las medias, determinando la dosis más efectiva entre fertilizantes orgánicos como compost y gallinaza en suelos de cultivo de lechuga en Tarapoto.

3.7. Aspectos éticos

Los proyectos de investigación se llevaron a cabo utilizando fuentes confiables, asegurando el respeto a los derechos de todas las partes involucradas. La investigación se elaboró siguiendo las directrices establecidas en los lineamientos RVI N° 062-2023-VI de la Universidad César Vallejo, los cuales especificaron el formato del proyecto de investigación, respetando la norma internacional ISO 690 sobre derechos de propiedad intelectual en documentos y referencias.

IV. RESULTADOS

Se obtuvieron los siguientes resultados en base a los objetivos planteados demostrados a continuación:

Indagar los metales pesados existentes en el suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto, 2023.

4.1. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, obtuvieron 7,66 de unidad de pH, indicándonos que, los suelos con un pH de 6,5 a 7,5 se clasifican como neutros, aquellos con un pH por debajo de 6,5 se consideran ácidos, y los suelos con un pH superior a 7,5 se consideran alcalinos. (tabla 2)

Tabla 2

pH del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	pH unidad de pH
pH	7,66

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.2. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, registraron 232,52 microSiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$), indicándonos que, menores de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ los suelos con una conductividad eléctrica (CE) de hasta 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se clasifican como suelos libres de sales y no presentan restricciones para ningún cultivo. En cambio, valores entre 2000 y 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de CE, indican un suelo moderadamente salino, lo cual puede reducir el rendimiento de cultivos sensibles a las sales. (tabla 3)

Tabla 3

Conductividad eléctrica del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$
-----------	--

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.3. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, obtuvieron 2,32 de materia orgánica, indicándonos que, los suelos que contienen menos del 2% de materia orgánica se consideran de bajo contenido, mientras que aquellos con un contenido de 2 a 5% se clasifican como de contenido medio. Se considera deseable que el valor sea superior al 5%. (tabla 4)

Tabla 4

orgánica del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Materia orgánica %
Materia orgánica	2,32

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.4. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, tuvieron 0,1 % de nitrógeno, indicándonos que, se estima que entre el 1,5% y el 3% del nitrógeno total del suelo corresponde al nitrógeno inorgánico. Normalmente, se utiliza un valor de 1,5% o 0,015 como una representación típica del contenido de nitrógeno disponible en el suelo. (tabla 5)

Tabla 5

Nitrógeno del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Nitrógeno %
Nitrógeno	0,1

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.5. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, obtuvieron 12,14 % de fósforo, indicándonos que, en suelos minerales de áreas de cultivo agrícolas varía entre 0,02 y 0,08% a más para considerar un suelo de alta calidad (tabla 6)

Tabla 6

Fósforo del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Fósforo %
Fósforo	12,14

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.6. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, obtuvieron 200,36 % de potasio, indicándonos que, los niveles óptimos de potasio asimilable en el suelo se sitúan generalmente entre 150 y 250 mg/Kg. Aunque el límite superior no indica toxicidad, es importante destacar que niveles elevados podrían generar bloqueos de otros elementos, como el magnesio o el calcio. (tabla 7)

Tabla 7

Potasio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Potasio %
Potasio	200,36

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del ALAB E.I.R.L.

4.7. Los suelos de los cultivos de lechuga en la ciudad de Tarapoto, San Martín, registraron una Capacidad de Intercambio Cationico (CIC) de 18 meq/100g. Este valor indica que, cuanto mayor es la CIC, mayor es la cantidad de cationes que el suelo puede retener. La CIC se expresa en miliequivalentes por cada 100 gramos de suelo seco y se representa como meq/100 g. En este caso, los suelos tienen una CIC de 18 meq/100g, sugiriendo una capacidad apreciable para retener cationes. (tabla 8)

Tabla 8

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) (meq/100g)
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) (meq/100g)	18

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.8. Los suelos de cultivo de lechuga en la ciudad de Tarapoto, San Martín, presentaron una concentración de calcio de 16,23 meq/100g, lo que se traduce en una media estimada del 1,37%. Este dato indica que, además de ser un problema de disponibilidad en el suelo, la carencia de calcio en los cultivos puede deberse también a una distribución deficiente dentro de la planta. (tabla 9)

Tabla 9

Calcio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Calcio meq/100g
Calcio	16,23

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.9. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, registró 0,78 meq/100g de magnesio, indicándonos que, la cantidad típica de calcio en suelos arenosos suele ser del orden de 0,05 meq/100g. y de 0,5 meq/100g para suelos arcillosos (tabla 10)

Tabla 10

Magnesio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Magnesio meq/100g
Magnesio	0,78

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.10. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, obtuvieron 0,4 meq/100g de sodio, indicándonos que, se encuentra dentro de lo permitido para el desarrollo de actividades agrícolas (tabla 11)

Tabla 11

Sodio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Magnesio meq/100g
Sodio	0,4

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.11. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, obtuvieron 46,96 miligramos/kg (mg/kg), unos setenta miligramos/kg (mg/kg), por debajo del ECA para suelos de cultivos agrícolas, indicándonos que, la presencia de niveles excesivos de calcio en el suelo puede ser perjudicial, lo que podría llevar a la pérdida de sus funciones naturales. (tabla 12)

Tabla 12

Plomo del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Plomo mg/kg	ECA mg/kg
Plomo	46,96	70

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.12. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, obtuvieron 1,54 miligramos/kg (mg/kg), un uno y cuatro décimas de miligramos/kg (mg/kg), por encima del ECA para suelos de cultivos agrícolas, indicándonos que, un exceso de calcio puede afectar negativamente la estructura del terreno, la disponibilidad de otros nutrientes (tabla 13)

Tabla 13

Cadmio del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Cadmio mg/kg	ECA mg/kg
Cadmio	1,54	1,4

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.13. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, registró 36,47 miligramos/kg (mg/kg), unos cincuenta miligramos/kg (mg/kg), por debajo del ECA para suelos de cultivos agrícolas, indicándonos que, en niveles excesivos es perjudicial para el terreno, lo cual ocasiona la pérdida de su productividad (tabla 14)

Tabla 14

Arsénico del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Arsénico mg/kg	ECA mg/kg
Arsénico	36,47	50

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

4.14. Los suelos de cultivos de lechuga de la ciudad de Tarapoto, San Martín, obtuvieron 0,47 miligramos/kg (mg/kg) de cromo VI, un cero y cuatro décimas de miligramos/kg (mg/kg), por encima del ECA para suelos de cultivos agrícolas, indicándonos que, en niveles alterados es perjudicial para el terreno, lo cual ocasiona la pérdida de su productividad (tabla 15)

Tabla 15

Cromo del suelo contaminado de producción de lechuga, Tarapoto 2023.

Parámetro	Cromo mg/kg	ECA mg/kg
Cromo VI	0,47	0,4

- *Nota.* Ficha técnica de análisis de suelo del laboratorio ALAB E.I.R.L.

Registra los datos biométricos de las plantas de lechuga en dosis incorporadas de compost de residuos urbanos y de gallinazas, Tarapoto, 2023.

4.15. Al realizar el análisis de varianza para la altura de las plantas de lechuga, se observa una significativa diferencia al 1% en la fuente de variación correspondiente a los tratamientos, específicamente en la dosis A, comparando el testigo con el resto. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación registrado es del 4,52%. (tabla 16)

Tabla 16

Análisis de varianza para la altura de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza.

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	Sig
Repeticiones	2	11,70	6,30	1,24	ns
Tratamiento	4	285,40	75,30	14,25	**
Dosis gallinaza (A)	1	99,07	95,08	18,62	**
Dosis compost (B)	1	18,24	12,08	2,21	ns
AxB	1	22,08	26,10	5,36	ns
T vs Resto	1	198,25	212,65	37,67	**
Error	8	31,28	4,12		
Total	12	328,30			

C.V. (%) 4,52

ns No Significativo

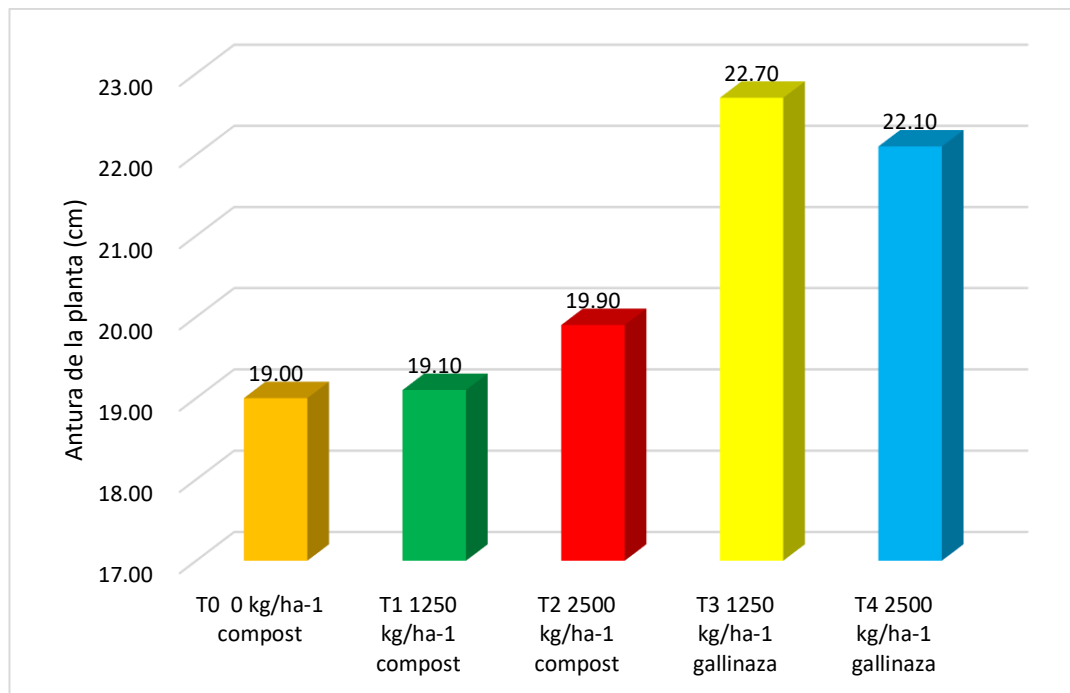
** Significativo al 1 %

Nota. Datos obtenidos de la base de datos del programa ANOVA.

4.16. Las plantas de lechuga, a los 55 días de vida fenológica, obtienen altura de 19 cm sin tratamiento (T0); 19,1 cm de altura con T1=1250 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 19,9 cm de altura con T2=2500 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 22,7 cm de altura con T3=1250 kg ha⁻¹ de gallinaza; y, 22,1 cm de altura con T4=2500 kg ha⁻¹ de gallinaza (figura 8)

Figura 8

Altura de plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023.



4.17. Mediante el análisis de varianza para la cantidad de hojas de la planta de lechuga, se evidencia una significancia estadística considerable al 1% para la fuente de variación relacionada con los tratamientos, específicamente en la dosis A, al comparar el testigo con el resto. No obstante, no se observa significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación registrado es del 8,24%. (tabla 17)

Tabla 17

Análisis de varianza para la cantidad de hojas de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	Sig
Repeticiones	2	12,60	5,78	1,38	ns
Tratamiento	4	325,20	92,10	15,08	**
Dosis gallinaza (A)	1	104,27	98,18	16,32	**
Dosis compost (B)	1	17,44	11,18	3,22	ns
AxB	1	21,23	23,07	6,36	ns

T vs Resto	1	205,15	225,15	24,17	**
Error	8	24,05	5,09		
Total	12	278,14			

C.V. (%) 8,24

ns No Significativo

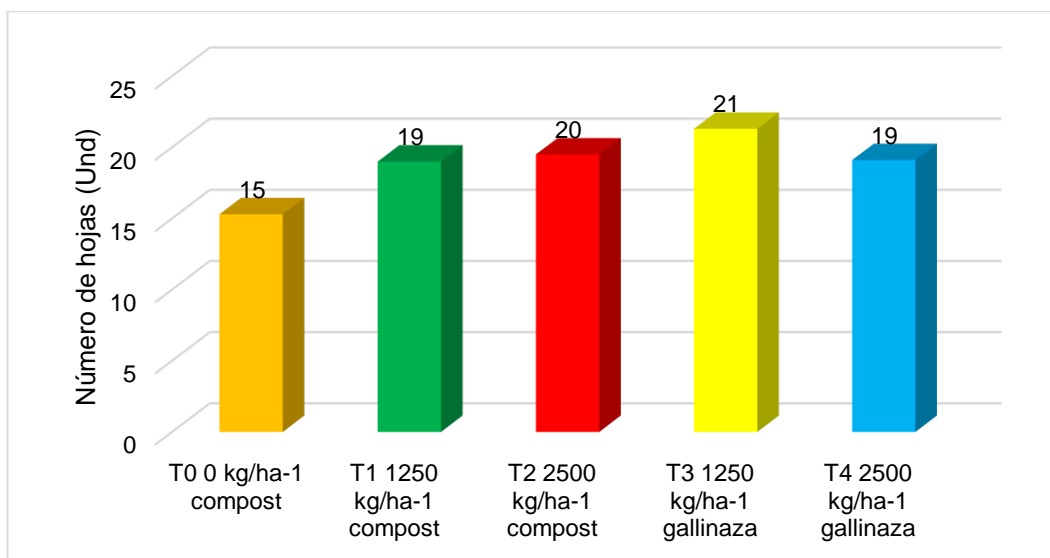
** Significativo al 1 %

Nota. Datos obtenidos de la base de datos del programa ANOVA.

4.18. Las plantas de lechuga, a los 55 días de vida fenológica, tuvieron una cantidad de hojas de 15 sin tratamiento (T0); 19 de cantidad de hojas con T1=1250 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 20 de cantidad de hojas con T2=2500 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 21 de cantidad de hojas con T3=1250 kg ha⁻¹ de gallinaza; y, 19 de cantidad de hojas con T4=2500 kg ha⁻¹ de gallinaza (figura 9)

Figura 9

Número de hojas de las plantas de lechuga, por dosis de compost de residuos sólidos urbanos y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023



4.19. A través del análisis de varianza para el peso de las plantas de lechuga, se aprecia una significativa diferencia estadística al 1% en la fuente de variación correspondiente a los tratamientos, específicamente en la dosis A al comparar el testigo con el resto. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en las otras fuentes de variación. El coeficiente de variación registrado es del 3,84%. (tabla 18)

Tabla 18

Análisis de varianza para el peso de la planta de lechuga por incorporación

de compost y gallinaza

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	Sig
Repeticiones	2	14,08	7,02	2,01	ns
Tratamiento	4	205,06	82,10	12,02	**
Dosis gallinaza (A)	1	87,06	82,03	15,21	**
Dosis compost (B)	1	12,34	9,48	4,08	ns
AxB	1	18,02	21,58	5,98	ns
T vs Resto	1	187,08	182,02	22,42	**
Error	8	18,35	4,19		
Total	12	222,08			

C.V. (%) 3,84

ns No Significativo

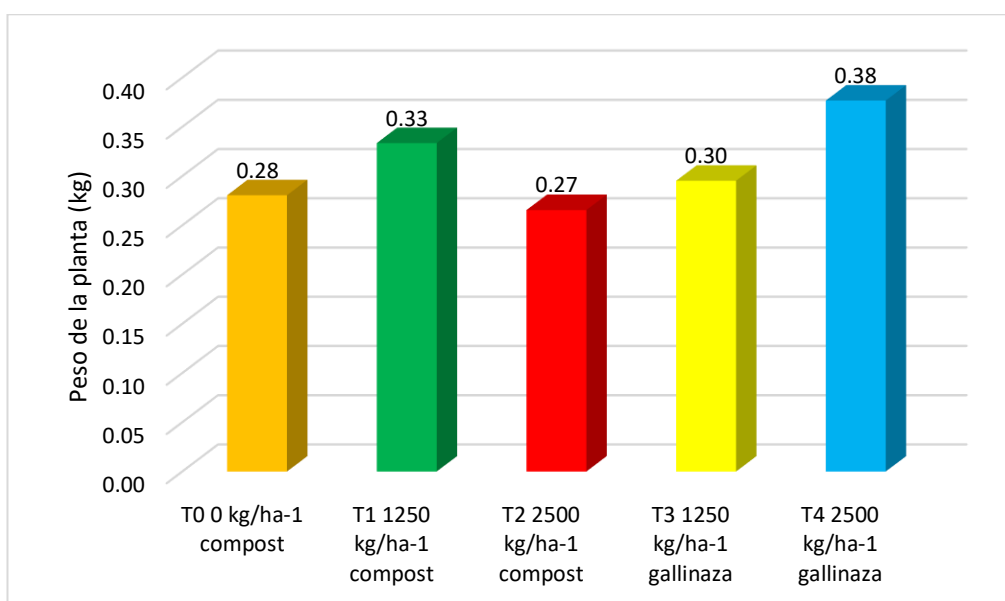
** Significativo al 1 %

Nota. Datos obtenidos de la base de datos del programa ANOVA.

4.20. Las plantas de lechuga, a los 55 días de vida fenológica, lograron obtener 0,28 kg en peso de la planta sin tratamiento (T0); 0,33 kg en peso de la planta con T1=1250 kg ha⁻¹ compost de residuos sólidos urbanos; 0,27 kg en peso de la planta con T2=2500 kg ha⁻¹ compost de residuos sólidos urbanos; 0,30 kg en peso en la planta con T3=1250 kg ha⁻¹ gallinaza; con, 0,38 kg en peso de la planta con T4=2500 kg ha⁻¹ gallinaza (figura 10)

Figura 10

Peso de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023



4.21. A través del análisis de varianza para el diámetro de las plantas de lechuga, se evidencia una significativa diferencia estadística al 1% en la fuente de variación correspondiente a los tratamientos, específicamente en la dosis A. No se observa significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación registrado es del 12,86%. (tabla 19)

Tabla 19

Análisis de varianza del diámetro de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	Sig
Repeticiones	2	9,78	5,22	3,41	ns
Tratamiento	4	186,36	92,14	14,08	**
Dosis gallinaza (A)	1	107,53	89,13	18,21	**
Dosis compost (B)	1	10,14	8,25	3,08	ns
AxB	1	14,12	21,88	5,48	ns
T vs Resto	1	18,48	12,01	4,41	ns
Error	8	8,55	3,10		
Total	12	282,14			

C.V. (%) 12,86

ns No Significativo

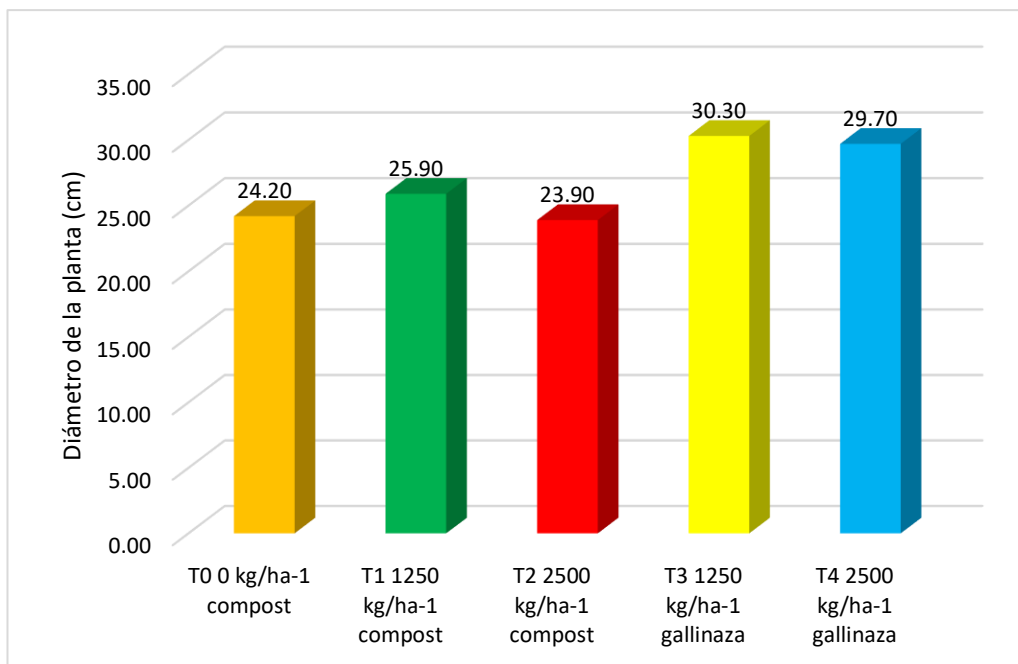
** Significativo al 1 %

Nota. Datos obtenidos de la base de datos del programa ANOVA.

4.22. Las plantas de lechuga, a los 55 días de vida fenológica, lograron obtener 24,20 cm del diámetro de la planta sin tratamiento (T0); 25,90 cm del diámetro de la planta con T1=1250 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 23,90 cm del diámetro de la planta con T2=2500 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 30,30 cm del diámetro de la planta con T3=1250 kg ha⁻¹ de gallinaza; y, 29,70 cm del diámetro de la planta con T4=2500 kg ha⁻¹ de gallinaza (figura 11)

Figura 11

Diámetro de la planta de lechuga (cm) con tratamientos de compost de residuos sólidos urbanos y gallinaza, según edades, 2023.



4.23. A través del análisis de varianza para el diámetro del tallo de las plantas de lechuga, se evidencia una significativa diferencia estadística al 1% en la fuente de variación asociada a los tratamientos, específicamente en la dosis A y al comparar el testigo con el resto. Sin embargo, no se observa significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación registrado es del 8,75%. (tabla 20)

Tabla 20

Análisis de varianza del diámetro del tallo de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	Sig
Repeticiones	2	12,24	3,12	2,09	ns
Tratamiento	4	204,22	104,08	15,30	**
Dosis gallinaza (A)	1	142,28	101,03	16,20	**
Dosis compost (B)	1	12,04	8,24	2,11	ns
AxB	1	11,54	18,18	2,88	ns
T vs Resto	1	189,78	98,08	13,07	**
Error	8	9,74	2,14		
Total	12	265,06			

C.V. (%) 8,75

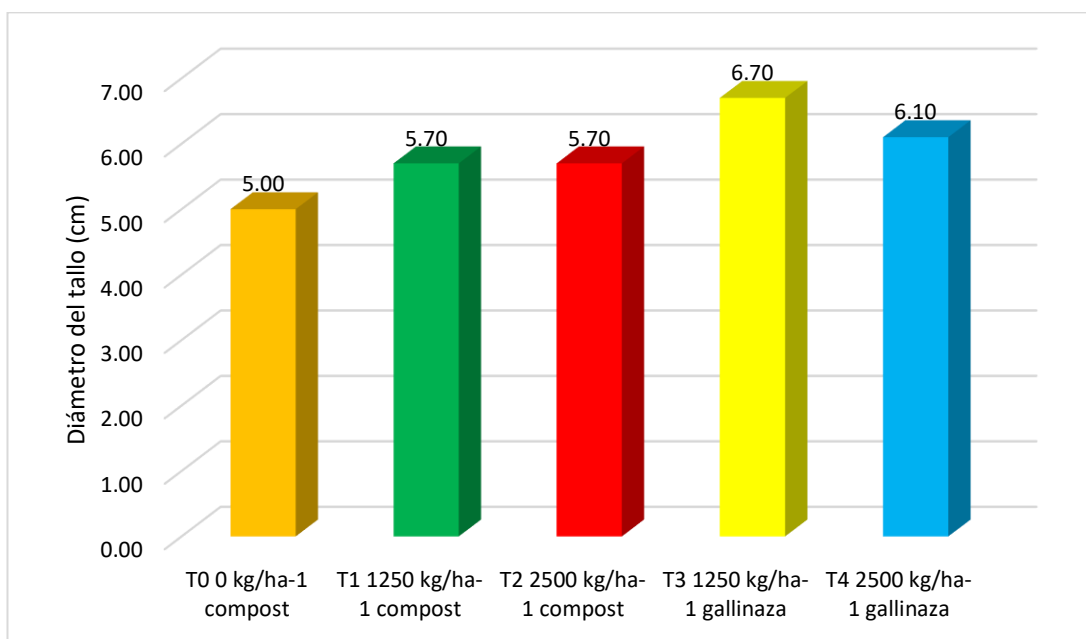
ns No Significativo

** Significativo al 1 %

Nota. Datos obtenidos de la base de datos del programa ANOVA.

4.24. Las plantas de lechuga, a los 55 días de vida fenológica, lograron los siguientes diámetros del tallo; sin tratamiento (T0): 5,0 cm; con T1=1250 kg ha-1 de compost de residuos sólidos urbanos: 5,70 cm; en T2=2500 kg ha-1 de compost de residuos sólidos urbanos: 5,70 cm; con T3=1250 kg ha-1 de gallinaza: 6,70 cm; en T4=2500 kg ha-1 de gallinaza: 6,10 cm. (figura 12) Figura 12.

Diámetro del tallo de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023



4.25. A través del análisis de varianza para el ancho de la hoja de las plantas de lechuga, se evidencia una significativa diferencia estadística al 1% en la fuente de variación asociada a los tratamientos, específicamente en la dosis A y al comparar el testigo con el resto. No se observa significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación registrado es del 9,98%. (tabla 21)

Tabla 21

Análisis de varianza del ancho de la hoja de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	Sig
--------	--------------------	-------------------	-----------------	-------------	-----

Repeticiones	2	9,88	2,07	1,09	ns
Tratamiento	4	178,01	117,10	14,23	**
Dosis gallinaza (A)	1	162,75	98,87	13,87	**
Dosis compost (B)	1	10,09	6,69	3,56	ns
AxB	1	9,07	12,00	1,48	ns
T vs Resto	1	152,75	117,02	15,89	**
Error	8	10,04	1,08		
Total	12	274,31			

C.V. (%) 9,98

ns No Significativo

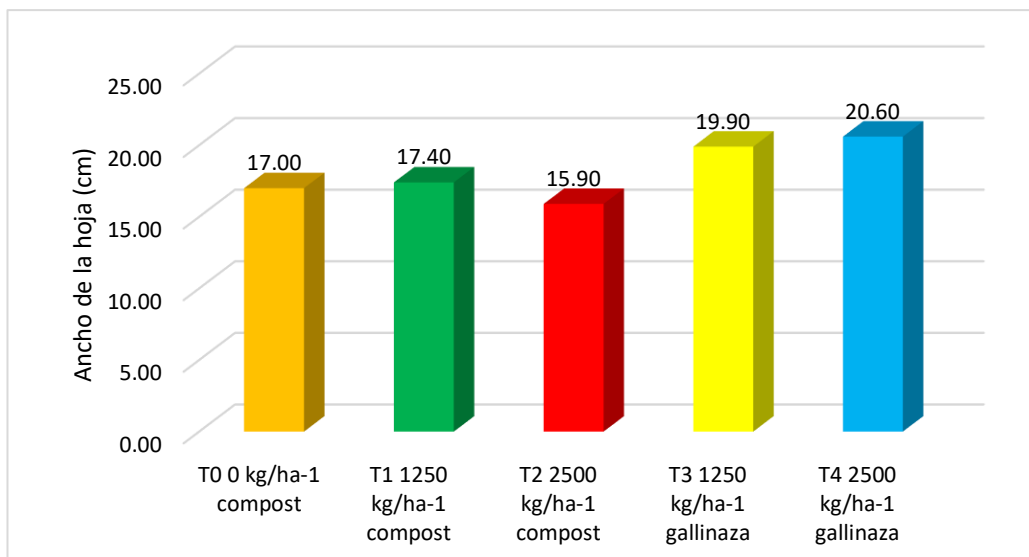
** Significativo al 1 %

Nota. Datos obtenidos de la base de datos del programa ANOVA.

4.26. Las plantas de lechuga, a los 55 días de vida fenológica, lograron obtener 17,0 cm del espesor de ancho de la hoja en la planta sin tratamiento (T0); 17,40 cm del ancho de la hoja en la planta con T1=1250 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 15,90 cm del ancho de la hoja en la planta con T2=2500 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 19,90 cm del ancho de la hoja de la planta con T3=1250 kg ha⁻¹ de gallinaza; y, 20,60 cm del ancho de la hoja en la planta con T4=2500 kg ha⁻¹ de gallinaza (figura 13)

Figura 13.

Ancho de la hoja de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023



4.27. A través del análisis de varianza para el largo de la hoja de las plantas de lechuga, se evidencia una significativa diferencia estadística al 1% en la fuente de variación asociada a los tratamientos, específicamente en la dosis A y al comparar el testigo con el resto. No se observa significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación registrado es del 2,08%. (tabla 22)

Tabla 22

Análisis de varianza del largo de la hoja de la planta de lechuga por incorporación de compost y gallinaza

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	Sig
Repeticiones	2	22,78	8,89	3,01	ns
Tratamiento	4	224,42	113,05	20,12	**
Dosis gallinaza (A)	1	262,36	104,37	18,56	**
Dosis compost (B)	1	24,75	9,75	4,63	ns
AxB	1	12,76	6,52	2,63	ns
T vs Resto	1	202,05	105,01	16,03	**
Error	8	13,45	2,68		
Total	12	213,01			

C.V. (%) 2,08

ns No Significativo

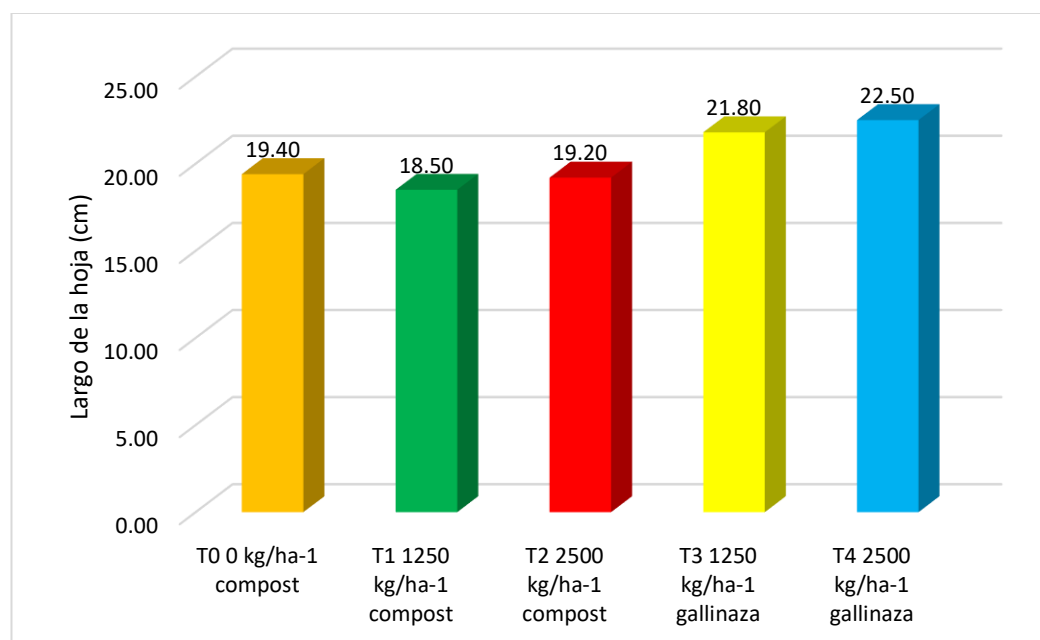
** Significativo al 1 %

Nota. Datos obtenidos de la base de datos del programa ANOVA.

4.28. Las plantas de lechuga, a los 55 días de vida fenológica, lograron obtener 19,40 cm del largo de la hoja de la planta sin tratamiento (T0); 18,50 cm del largo de la hoja de la planta con T1=1250 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 19,20 cm del largo de la hoja de la planta con T2=2500 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 21,80 cm del largo de la hoja de la planta con T3=1250 kg ha⁻¹ de gallinaza; y, 22,50 cm del largo de la hoja de la planta con T4=2500 kg ha⁻¹ de gallinaza (figura 14)

Figura 14.

Largo de la hoja de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023



4.29. A través del análisis de varianza para el largo de la hoja de las plantas de lechuga, se evidencia una significativa diferencia estadística al 1% en la fuente de variación asociada a los tratamientos, específicamente en la dosis A y al comparar el testigo con el resto. No se observa significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación registrado es del 12,09%. (tabla 23)

Tabla 23

Análisis de varianza del largo de la raíz de la planta de lechuga por

incorporación de compost y gallinaza

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	Sig
Repeticiones	2	20,18	10,29	4,08	ns
Tratamiento	4	264,02	121,28	17,07	**
Dosis gallinaza (A)	1	235,39	114,08	16,06	**
Dosis compost (B)	1	21,47	8,35	3,75	ns
AxB	1	17,35	5,12	3,42	ns
T vs Resto	1	275,03	98,45	21,45	**
Error	8	18,76	3,48		
Total	12	198,32			

C.V. (%) 12,09

ns No Significativo

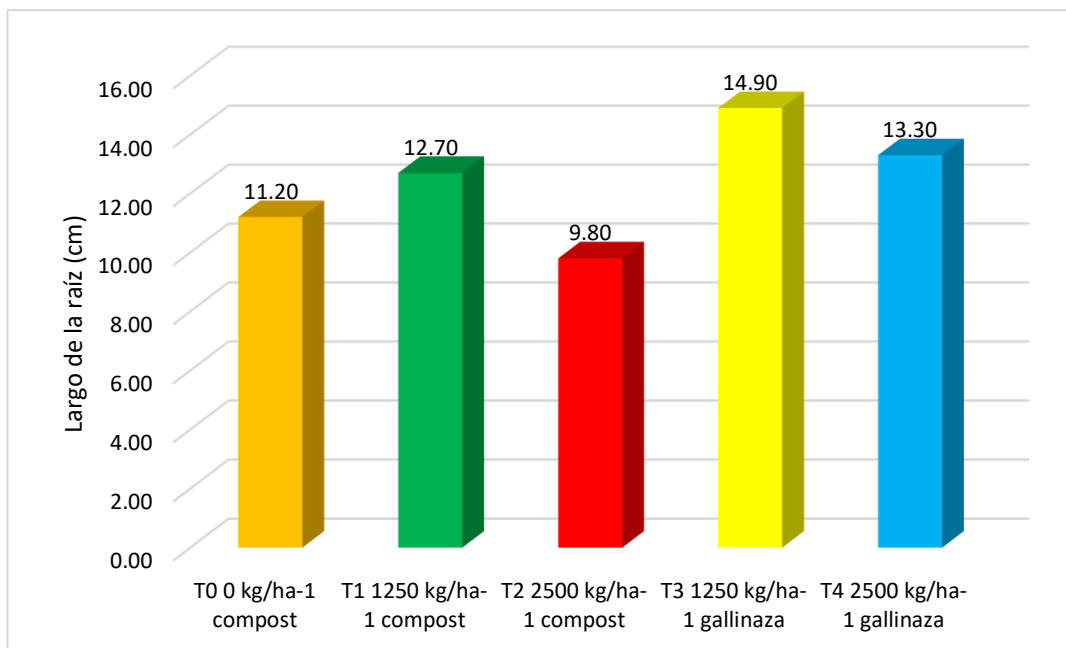
** Significativo al 1 %

Nota. Datos obtenidos de la base de datos del programa ANOVA.

4.30. Las plantas de lechuga, a los 55 días de vida fenológica, lograron obtener 11,20 cm del largo de la raíz de la planta sin tratamiento (T0); 12,70 cm del largo de la raíz de la planta con T1=1250 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 9,80 cm del largo de la raíz de la planta con T2=2500 kg ha⁻¹ de compost de residuos sólidos urbanos; 14,90 cm del largo de la raíz de la planta con T3=1250 kg ha⁻¹ de gallinaza; y, 13,30 cm del largo de la raíz de la planta con T4=2500 kg ha⁻¹ de gallinaza (figura 15)

Figura 15.

Largo de la raíz de las plantas de lechuga, por dosis de compost y gallinaza a 55 días de edad, Tarapoto, 2023



Remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023

4.31. Los suelos sin tratamiento (T0) y con tratamientos de remediación con 1250 kg ha⁻¹ compost (T1), con 2500 kg ha⁻¹ de compost (T2), con 1250 kg ha⁻¹ gallinaza (T3) y con 2500 kg ha⁻¹ de gallinaza (T4), experimentaron variaciones de sus valores paramétricos: pH, T0=8,9; T1=8,1; T2=7,8; T3=8,2; T4=7,5. Conductividad eléctrica (CE), T0=221,3 μS/cm; T1=203,4 μS/cm; T2=178,4 μS/cm; T3=8,2 μS/cm; T4=142,7 μS/cm. Materia orgánica (MO), T0=2,78 %; T1=3,12 %; T2=3,56 %; T3=3,42 %; T4=4,01 %. Nitrógeno (N), T0=0,1 %; T1=0,1 %; T2=0,3 %; T3=3,42 %; T4=4,01 %. Fósforo (P2O5), T0=12,8 %; T1=11,7 %; T2=12,9 %; T3=0,2 %; T4=13,4 %. Potasio (K), T0= 198,24 %; T1= 175,61 %; T2= 168,72 %; T3= 169,53 %; T4= 142,90 %. Capacidad de intercambio catiónico (CIC), T0= 18,50; T1= 19,40; T2= 19,90; T3= 21,70; T4= 22,50. Calcio (Ca), T0= 17,20 meq/100g; T1= 17,60 meq/100g; T2= 18,00 meq/100g; T3= 17,90 meq/100g; T4= 18,19 meq/100g. Magnesio (Mg), T0= 0,91 meq/100g; T1= 1,40 meq/100g; T2= 1,80 meq/100g; T3= 1,71 meq/100g; T4= 2,04 meq/100g. Sodio (Na), T0= 0,40 meq/100g; T1= 0,38 meq/100g; T2= 0,32 meq/100g; T3= 0,32 meq/100g; T4= 0,22 meq/100g. (tabla 24)

Tabla 24

Remediación de la caracterización fisicoquímico en el suelo con compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto

Parámetros	Unidad	T0 0 kg/ha-1 compost	T1 1250 kg/ha-1 compost	T2 2500 kg/ha-1 compost	T3 1250 kg/ha-1 gallinaza	T4 2500 kg/ha-1 gallinaza
pH	Unidad de pH	8,90	8,10	7,80	8,20	7,50
Conductividad eléctrica	µS/cm	221,30	203,40	178,40	168,70	142,70
Materia orgánica	%	2,78	3,12	3,56	3,42	4,01
Nitrógeno	%	0,10	0,10	0,30	0,20	0,40
Fósforo	%	12,80	11,70	12,90	13,10	13,40
Potasio	%	198,24	175,61	168,72	169,53	142,90
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)		18,50	19,40	19,90	21,70	22,50
Calcio	meq/100g	17,20	17,60	18,00	17,90	18,90
Magnesio	meq/100g	0,91	1,40	1,80	1,71	2,04
Sodio	meq/100g	0,40	0,38	0,32	0,32	0,22

4.32. Según El análisis de varianza (ANOVA) indica significancia para la remoción de plomo, con un valor $p < 0.05$ de 0.000, al incorporar compost y gallinaza, seguidamente para cadmio presenta significación según $p < 0.05$ de 0.000, posteriormente para arsénico presenta significación según $p < 0.05$ de 0.000 y, consecutivamente para cromo VI presenta alta significación según $p < 0.05$ de 0.000, (Tabla 25).

Tabla 25

Análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la remediación de plomo, cadmio, arsénico y cromo VI en suelos de cultivos de lechuga

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Plomo	Entre grupos	756,594	4	189,148	413,686	0,000

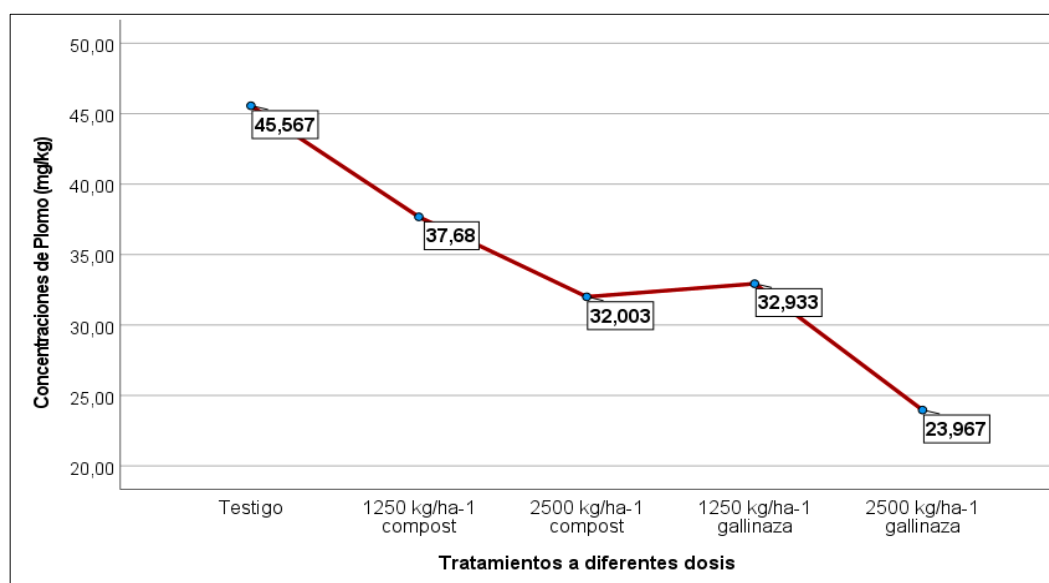
	Dentro de grupos	4,572	10	0,457		
	Total	761,166	14			
Cadmio	Entre grupos	1,873	4	0,468	84,748	0,000
	Dentro de grupos	,055	10	,006		
	Total	1,929	14			
Arsénico	Entre grupos	633,107	4	158,277	425,994	0,000
	Dentro de grupos	3,715	10	0,372		
	Total	636,822	14			
Cromo VI	Entre grupos	0,101	4	0,025	21,357	0,000
	Dentro de grupos	0,012	10	0,001		
	Total	0,113	14			

Nota. Datos obtenidos de la base de datos del programa ANOVA.

4.33. Mediante la prueba Post Hoc de medias se estableció que el tratamiento más efectivo de 2500 kg ha⁻¹ de gallinaza porque presentó las menores concentraciones en plomo fue 23,967 mg/kg en comparación con el tratamiento control y el resto de los tratamientos en suelos de cultivo de lechuga, Tarapoto (Figura 16)

Figura 16

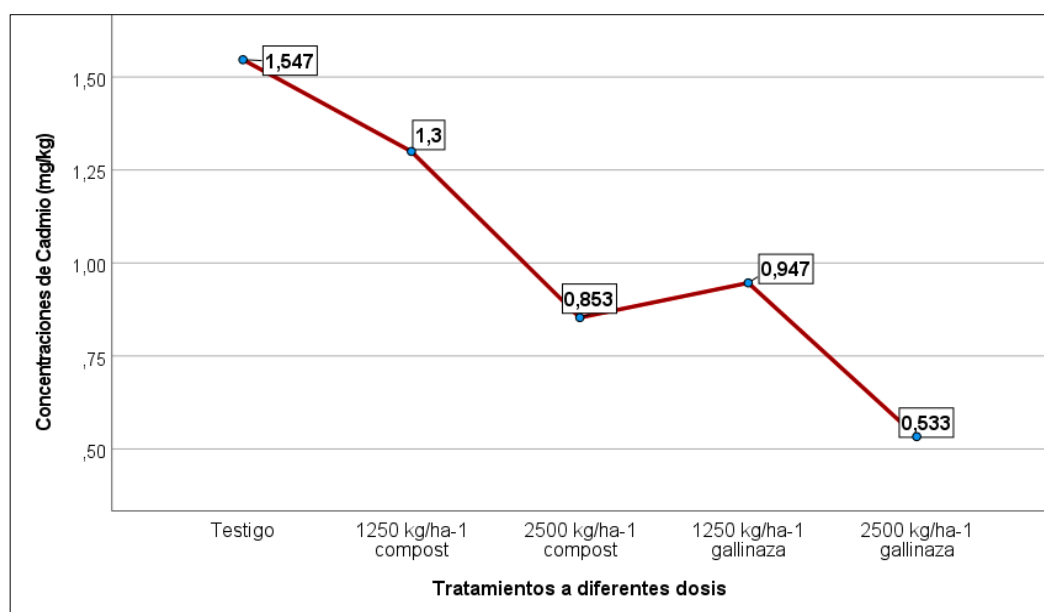
Prueba de Post Hoc de medias a diferentes dosis de compost y gallinaza en la remoción de Plomo



4.34. Mediante la prueba Post Hoc de medias se estableció que el tratamiento más efectivo de 2500 kg ha⁻¹ de gallinaza ya que presentó las menores concentraciones de cadmio es de 0,553 mg/kg en comparación con el tratamiento control y el resto de tratamientos en suelos de cultivo de lechuga, Tarapoto (Figura 17)

Figura 17.

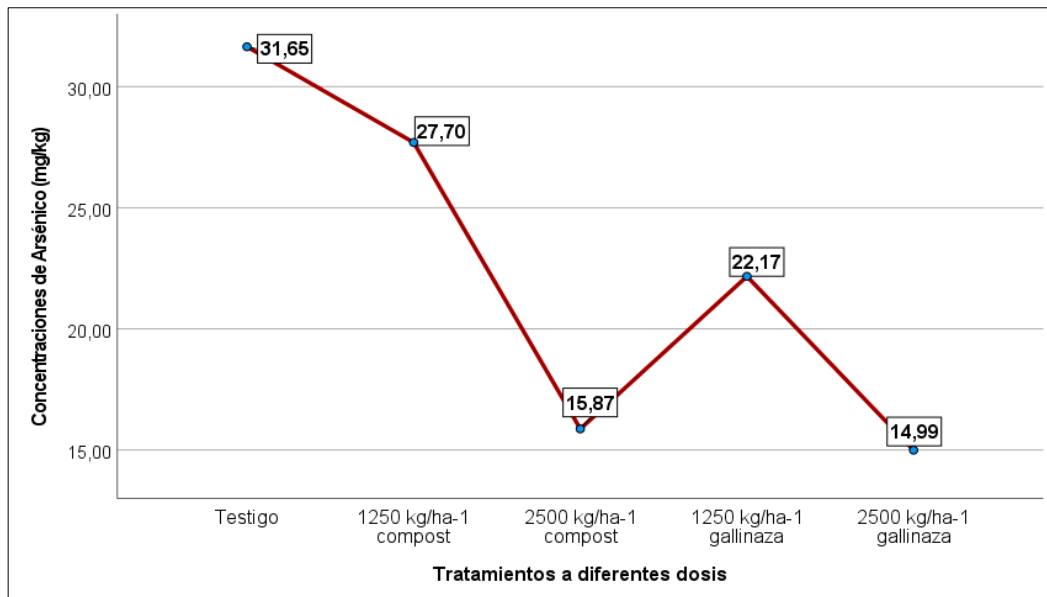
Prueba de Post Hoc de medias a diferentes dosis de compost y gallinaza en la remoción de cadmio



4.35. Mediante la prueba Post Hoc de medias se estableció que el tratamiento más efectivo de 2500 kg ha⁻¹ de gallinaza ya que presentó las menores concentraciones de arsénico siendo de 14,99 mg/kg en comparación con el tratamiento control y el resto de tratamientos en suelos de cultivo de lechuga, Tarapoto (Figura 18)

Figura 18.

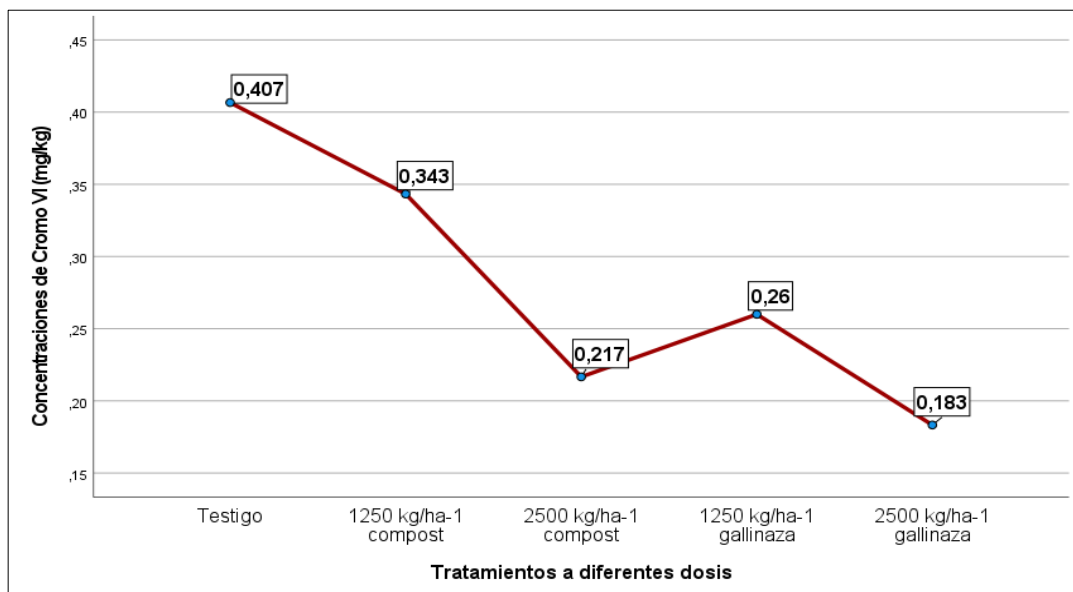
Prueba de Post Hoc de medias a diferentes dosis de compost y gallinaza en la remoción de arsénico



4.36. A través de la prueba post hoc de las medias se estableció que la dosis más efectiva de 2500 kg ha⁻¹ de gallinaza ya que presentó las menores concentraciones de cromo VI siendo de 0,183 mg/kg en comparación con el tratamiento control y el resto de los tratamientos en suelos de cultivo de lechuga, Tarapoto (Figura 18)

Figura 19

Prueba de Post Hoc de las medias a diferentes dosis de compost y gallinaza en la remoción de arsénico



V. DISCUSIONES

En el suelo contaminado de producción, se registraron concentraciones de metales pesados que superan los límites establecidos por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. Los valores encontrados fueron los siguientes: plomo: 46,96 mg/kg; cadmio: 1,54 mg/kg (superando el ECA para suelo); arsénico: 36,47 mg/kg y cromo VI: 0,47 mg/kg (superando el ECA para suelo). En una investigación diferente realizada por Lozano y Suárez, (2022) muestra que emplearon dolomita y humus para remediar suelos perjudicados con metales pesados en cultivos de arroz, destacando que las concentraciones iniciales de los metales fueron: arsénico 12,02 ppm, cromo VI con 0,1 ppm, cadmio con 0,18 ppm y plomo con 62,1 ppm. Por otro lado, Hormaza, (2020) realizó la elaboración de compost de estiércol animal para remediar suelos contaminados con metales pesados, en donde determinó los siguientes valores; arsénico con < 2,21 mg/kg, cobre de 117,4 g/kg, plomo con 1200 mg/kg, zinc con 2186 mg/kg, antimonio con < 0,54 mg/kg y cromo con < 0,03 mg/kg. Una investigación similar fue realizada por Huaraca, (2023) quien realizó la elaboración del compostaje para mejorar suelos contaminados con agroquímicos, determinado así los valores iniciales de los metales pesados, plomo con 62,3 ppm, cadmio 1,5 ppm y arsénico con 54,2 ppm.

Los datos biométricos que presentó la planta de lechuga a los 55 días muestran que el tratamiento tres con una dosis de 1250 kg ha⁻¹ de gallinaza obtuvo una diferencia significativa de $p < 0.05$ de 0.000, con una altura de 22,70 cm, número de hojas 21 unidades, peso de la planta de 0,30 kg, diámetro de 30,30 cm, diámetro de tallo de 6,70 cm, ancho de la hoja de 19,90 cm, largo de la hoja de 21,80 cm y largo de la raíz de 14,90 cm. Una investigación similar fue realizada por Martínez, (2022) que empleó compost (C), humus de lombriz (HL), microorganismos eficientes (ME), fertilizante inorgánico (FI) y guano de isla (GI), en el desarrollo y producción de dos cultivares de lechuga (Grazion y Fabetto), determinando los siguientes valores biométricos, C + ME (25,16 cm), FI (25,15 cm), GI + ME (24,24 cm), HL + ME (22,56 cm). En cuanto al

diámetro de la lechuga, GI + ME (22,05 cm), FI (21,79 cm), C+ME (20,95 cm), HL + ME (20,94 cm). El peso fresco muestra FI (459 g), HL + ME (448,35 g), C + ME (414,83 g), GI + ME (382,58 g). Una investigación con similitud en cuanto a sus resultados fue realizada por Pacaya, (2021) quien empleó gallinaza para determinar las características agronómicas y el rendimiento de *Lactuca sativa L.*, determinando los siguientes valores, altura de 30 cm, en cuanto a la extensión de la planta fue de 46 cm, la longitud de la raíz muestra 13 cm, el peso de la raíz fue de 12 g, el número de hojas fue de un promedio de 12, el diámetro de la cabeza fue de 10,5 cm, el peso total de la planta fue de 403 g, el peso de la cabeza/ planta fue de 193 g y el peso de cabezas/ha fue de 12867 kg.

La remediación de suelos contaminados con incorporación de compost de residuos urbanos y gallinaza demostró su eficacia en el T4 con una dosis de 2500 kg/ ha⁻¹ gallinaza, el cual mostró una diferencia significativa de $p < 0.05$ de 0.000 en la reducción y asimilación de los parámetros fisicoquímicos como pH de 7,50, CE de 142,70 $\mu\text{S/cm}$, materia orgánica de 4,01 %, nitrógeno de 0,40 %, fósforo de 13,40 %, potasio de 142,90 %, CIC de 22,50, Calcio de 18,90 meq/100 g, 2,04 meq/100 g, sodio 0,22 meq/ 100 g. Por lo tanto, en los metales pesados el plomo mostró la reducción de 24,67 mg/kg, cadmio con una reducción de 0,56 mg/kg, arsénico 15,31 mg/kg y 0,19 mg/kg. En la investigación de Huarcaya y Vargas, (2021), muestra que emplearon gallinaza y dolomita para remediar suelos contaminados de *Theobroma cacao*, mostraron los siguientes valores, pH de 4,90, C.E 101,45 $\mu\text{s/cm}$, materia orgánica de 2,96 %, nitrógeno de 0,15 % y cadmio de 0,23 mg/kg. También Canales et al., (2021) El estudio empleó vermicompost para la remoción de plomo de suelos contaminados, y se determinaron los siguientes valores después de 80 días de vermicompostaje; concentraciones de Pb después del tratamiento: $56,8 \pm 1,0$ mg/kg en la mezcla; $24,4 \pm 0,6$ mg/kg en la mezcla; $21,3 \pm 0,7$ mg/kg en la mezcla, Cantidades de Pb residual: $173 \pm 3,0$ mg; $87,3 \pm 2,1$ mg; $87,1 \pm 2,9$ mg, Porcentajes de Pb removido en relación con el plomo inicial (188,20 mg/kg): $7,9 \pm 1,6\%$; $53,6 \pm 1,1\%$; $53,7 \pm 1,5\%$,

estos resultados indican una disminución significativa de las concentraciones de plomo en el suelo después del tratamiento con vermicompost, así como la eficacia en la remoción del plomo, expresada en porcentajes.

VI. CONCLUSIONES

Los niveles de metales pesados presentes en el suelo contaminado son los siguientes: Plomo: 46,96 mg/kg; Cadmio: 1,54 mg/kg (superando el Estándar de Calidad Ambiental - ECA para suelo); Arsénico: 36,47 mg/kg y Cromo VI: 0,47 mg/kg (superando el Estándar de Calidad Ambiental - ECA para suelo), destacando así que los niveles de cadmio y cromo VI superan los estándares establecidos para la calidad ambiental del suelo. Estos datos sugieren la presencia de contaminación por metales pesados en el suelo evaluado.

Se determinaron las características biométricas de la planta de lechuga a los 55 días determinando que el T3 con una dosis de 1250 kg/ha⁻¹ gallinaza mostró mayor eficiencia en adaptabilidad de nutrientes para el desarrollo adecuado de la planta, con una diferencia significativa de $p < 0.05$ de 0.000.

La remediación de suelos contaminados con incorporación de compost de residuos urbanos y gallinaza demostró su eficacia en el T4 con una dosis de 2500 kg/ ha⁻¹ gallinaza en la reducción de metales pesados y asimilación de los parámetros fisicoquímicos con una diferencia significativa de $p < 0.05$ de 0.000.

La remediación de suelos de cultivo de lechugas, en Tarapoto, ha sido significativa de $p < 0.05$ de 0.000 en el tratamiento de 2500 kg/ ha⁻¹ de gallinaza, mejorando los índices fisicoquímicos; por lo que se acepta la hipótesis de investigación.

VII. RECOMENDACIONES

Los futuros investigadores deberán realizar análisis fisicoquímicos iniciales del suelo para determinar los niveles de los valores evaluados con los cuales será remediado con abonos orgánicos de compost y gallinaza.

Los futuros investigadores que realicen tratamientos de compostaje de compost y gallinaza registrar las características biométricas de la lechuga cada 10 días, determinando el mejor tratamiento y dosis más eficiente para el correcto desarrollo de la planta de lechuga.

Los agricultores establecer un análisis fisicoquímico final de los tratamientos con fertilizantes orgánicos respecto a los análisis iniciales de suelos contaminados, determinando la dosis más eficiente para remediar suelos, así como aportar nutrientes para el crecimiento de la lechuga.

REFERENCIAS

- ABOU JAOUDE, Lena, et al., 2019. Metal(loid)s immobilization in soils of Lebanon using municipal solid waste compost: Microbial and biochemical impact. *Applied Soil Ecology*, [en línea] Líbano: Sciencedirect: Vol. 143, pp. 134–143 [Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.06.011>
- ALAREFEE, Hamed et al., 2021. Efficiency of Rice Husk Biochar with Poultry Litter Co-Composts in Oxisols for Improving Soil Physico-Chemical Properties and Enhancing Maize Performance. *Agronomy* [en línea] Malasia: MDPI: Vol. 11, No. 12. 2409. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy11122409>
- ALVES, David, VILLAR, Iria, & MATO, Salustiano, 2019. Thermophilic composting of hydrocarbon residue with sewage sludge and fish sludge as cosubstrates: Microbial changes and TPH reduction. *Journal of Environmental Management* [en línea] Sciencedirect: Sciencedirect: Volume 239, pp. 30–37. [Consulta: 15 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.028>
- AYILARA, Modupe Stella et al., 2020. Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. *Sustainability* [en línea] South Africa: MDPI: Vol. 12, no. 11: 4456 [Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su12114456>
- BARAGAÑO, Diego. et al., 2020. Application of biochar, compost and ZVI nanoparticles for the remediation of As, Cu, Pb and Zn polluted soil. *Environ Sci Pollut Res* [en línea] España: Springer Link: Vol. 27, pp. 33681–33691. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09586-3>
- BASHIR, Saqib, et al., 2021. Comparative role of animal manure and vegetable waste induced compost for polluted soil restoration and maize growth. *Saudi Journal of Biological Sciences* [en línea] Pakistán: PMC, Vol. 28, No. 4, pp. 2534–2539.[Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible: <https://doi.org/10.1016%2Fj.sjbs.2021.01.057>
- BOGANTES, Antonio, 2019. Uso De Cachaza Y Gallinaza En El Sustrato De Siembra Para Almácigo De Pejibaye (*Bactris gasipaes* K.). *Alcances*

- Tecnológicos* [en línea] Costa Rica, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Vol. 4, No. 1, pp. 23 - 28. [Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.35486/at.v4i1.111>
- CAMBIER, Philippe et al., 2018. Trace metal availability in soil horizons amended with various urban waste composts during 17 years – Monitoring and modelling. *Science of The Total Environment* [en línea] France: Scencedirect: Vol. 651, Part. 2, pp. 2961 – 2974. [Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.013>
- CANALES, A. et al., 2022. Remoción de plomo en suelos contaminados con relaves mineros a través del vermicompostaje. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* [en línea] Perú: INTA, Vol. 48, No. 3, pp. 267-273. [Consulta: 13 de octubre del 2023] Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/864/86474225010/html/>
- CASAS RODRÍGUEZ, Sahirys, y GUERRA CASAS, Luis. 2020. La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal* [en línea] Cuba: Gale Academic One File. Vol. 32, no. 3, [Consulta: 13 de octubre del 2023] Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA648374999&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=02586010&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7Ee72beb02&aty=open-web-entry>
- CASTRO VILLALAZ, Digna, 2020. *Efecto De La Gallinaza Sobre El Comportamiento Productivo De Pepino (Cucumis Sativus L) Parroquia Virgen De Fátima, Provincia Del Guayas*. [en línea] Trabajo experimental: Universidad Agraria Del Ecuador. [Consulta: 16 de setiembre del 2023] Disponible en: [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CASTRO%20VILLALAZ%20DIGNA%20ELIZABETH_compressed\(1\)-comprimido.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CASTRO%20VILLALAZ%20DIGNA%20ELIZABETH_compressed(1)-comprimido.pdf)
- CHEN, Ming, et al., 2015. Bioremediation of soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons, petroleum, pesticides, chlorophenols and heavy metals by composting: Applications, microbes and future research needs. *Biotechnology Advances* [en línea] China: Elsevier: Vol. 33, No. 6, pp.745–

755. [Consulta: 13 de octubre del 2023] Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.05.003>
- COTRINA CABELLO, Víctor, 2019. *Efecto de abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola en Purupampa Panao, 2017*. [en línea] Tesis para optar por grado académico de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Universidad Nacional Hermilio Valdizan [Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5399>
- CUENCA, Anabel, et al., 2020. Efectividad de enmiendas sobre el crecimiento y rendimiento de fréjol común en suelo andisol ácido. *Temas Agrarios* [en línea] Colombia: Universidad de Córdoba, Vol. 25, núm. 1, ISSN: 0122-7610. [Consulta: 23 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.21897/rta.v25i1.2236>
- DELGADO, María del Mar et al., 2019. Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos. *Rev. Int. Contam. Ambie.* [en línea] Mexico: Scielo, Vol. 35, No. 4, pp. 965-977; [Consulta: 03 de noviembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.04.15>
- DUMLER GRANTHON, Juan, 2019. *Efecto De Biochar Y Gallinaza En El Flujo De Nitrógeno De Un Sistema Suelo Entisol – Cultivo De Maíz En San Ramón, Perú*. [en línea] Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Científica del Sur. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12805/935>
- DURAN BONETH, Manuel, SÁNCHEZ-DURAN, Marlon y MONTES, Andrés. 2021. *Análisis Comparativo Entre Gallinaza Liquida Y Abonos Inorgánicos*. [en línea] Universidad Francisco de Paula Santander. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19148.54400>
- FERNÁNDEZ-DELGADO, Marina, et al., 2020. Recovery of organic carbon from municipal mixed waste compost for the production of fertilizers. *Journal of Cleaner Production* [en línea] Portugal: Sciencedirect. Vol. 265. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121805>

- GARAU, Mateo, et al., 2019. Mobility, bioaccessibility and toxicity of potentially toxic elements in a contaminated soil treated with municipal solid waste compost. *Ecotoxicology and Environmental Safety* [en línea] Italia: Sciencedirect, Vol.186, 109766. [Consulta: 12 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109766>
- GRZEGÓRSKA, Anna, et al., 2023. Remediation of soils on municipal rendering plant territories using *Miscanthus x giganteus*. *Environ Sci Pollut Res.* [en línea] Polonia: Springerlink: Vol. 30, pp. 22305–22318. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23724-z>
- HEYMAN, Hannah, et al., 2019. Compost Quality Recommendations for Remediating Urban Soils. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea] New York: Pub Med Central, Vol. 16, No. 17: 3191 [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.3390%2Fijerph16173191>
- HORMAZA CAMPOS, Anali, 2020. *Influencia del compost de estiércol animal en la biorremediación de metales pesados en suelos contaminados con relaves mineros, Huari – La Oroya, 2019.* [en línea] Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Continental, Huancayo, Perú. [Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7127>
- HUARACA CUADROS, Jhonatan (2023) *Aprovechamiento de residuos orgánicos para el compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en el Distrito de Tambillo en Ayacucho Provincia de Huamanga 2022.* [en línea] Tesis para optar por el título profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Cesar Vallejo [Consulta: 02 de diciembre del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/116807>
- HUARCAYA VÁSQUEZ, Harry y VARGAS CHISTAMA Rossana, 2021. Presencia de cadmio en suelo de *Theobroma cacao*, remediación con incorporación de gallinaza y dolomita, La Banda de Shilcayo, 2021. [en línea] Tesis para optar por el título profesional de Ingeniería Ambiental.

- Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 02 de diciembre del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74555>
- JASKULAK, Marta y GROBELAK, Anna, 2021. Sustainable Soil Remediation Using Organic Amendments. *Handbook of Assisted and Amendment: Enhanced Sustainable Remediation Technology* [en línea] Francia: Reserchgate: pp. 299–312. [Consulta: 15 de noviembre del 2023] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/9781119670391.ch15>
- KIZITO, Simón et al., 2019. Role of Nutrient-Enriched Biochar as a Soil Amendment during Maize Growth: Exploring Practical Alternatives to Recycle Agricultural Residuals and to Reduce Chemical Fertilizer Demand. *Sustainability*. [en línea] China: MDPI: Vol. 11, No. 11. 3211. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11113211>
- LANGDON, Kate, et al., 2019. A preliminary ecological and human health risk assessment for organic contaminants in composted municipal solid waste generated in New South Wales, Australia. *Waste Management* [en línea] Australia: Sciencedirect: Vol. 100, pp. 199– 207. [Consulta: 02 de diciembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.09.001>
- LIU, Yuanxin, et al., 2019. Influence of green waste compost on Pb-polluted soil remediation, soil quality improvement, and uptake by Pakchoi cabbage (*Brassica campestris* L. ssp). *Environ Sci Pollut Res* [en línea] China: Springerlink, Vol. 27, pp. 7693–7701. [Consulta: 02 de diciembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07505-9>
- LÓPEZ, S. y DAVID, R. 2021. *Evaluación De La Mezcla De Gallinaza Con Materiales Carbonados Para La Producción De Abono Orgánico De Uso Agrícola*. [en línea] Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Católica del Oriente. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://repositorio.uco.edu.co/jspui/handle/20.500.13064/1469>
- LORD, Richard y SAKRABANI, Rubén. (2019). Ten-year legacy of organic carbon in non- agricultural (brownfield) soils restored using green waste compost exceeds 4 per mille per annum: Benefits and trade-offs of a circular economy approach. *Science of The Total Environment*. [en línea] Reino

- Unido: Sciencedirect, Vol. 686, pp. 1057 – 1068. [Consulta: 02 de diciembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.174>
- LOZANO, Melecio y SUÁREZ, Flor, 2022. *Remediación del suelo del cultivo de arroz, con dolomita y humus, Cacatachi, 2022*. [en línea] Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 12 de setiembre del. 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105119>
- MARTÍNEZ, Nelson, 2022. *Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de la Lechuga (Lactuca sativa L.) en Condiciones del Cifo– Unheval, Huánuco 2020*. [en línea] Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7105>
- MUNIVE CERRON, Rubén, et al., 2018. Fitorremediación con Maíz (*Zea mays* L.) y compost de Stevia en suelos degradados por contaminación con metales pesados. *Scientia Agropecuaria* [en línea] Perú: Scielo, Vol.9, No.4, pp.551-560. [Consulta: 14 de noviembre del 2023] Disponible en: <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.11>
- OLIVEIRA, Veronica, HORTA, Carmo, y DIAS-FERREIRA, Celia, 2019. Evaluation of a phosphorus fertiliser produced from anaerobically digested organic fraction of municipal solid waste. *Journal of Cleaner Production* [en línea] Portugal: Sciencedirect, Vol. 238, 117911 [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117911>
- PACAYA LOMAS, Hamilton, 2021. *Dosis de Gallinaza y sus efectos sobre las Características Agronómicas y Rendimiento de Lactuca sativa L., var. Great Lakes “lechuga”, Zungarococha - Loreto. 2019*. [en línea] Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12737/7453>
- PANDIT, Naba R., et al., 2018. Biochar improves maize growth by alleviation of nutrient stress ina moderately acidic low-input Nepalese soil. *Science of The Total Environment* [en línea] Nepal: Sciencedirect, Vol. 625, pp.1380–1389. [Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.022>

- PEÑALOZA MONROY, Josué et al., 2019. Fertilización orgánica con tres niveles de gallinaza en cuatro cultivares de papa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [en línea] Mexico: Scielo, Vol.10, No. 5, pp.1139-1149. [Consulta: 12 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i5.1759>
- RADZIEMSKA, Maja, Vaverková, Magdalena. & Mazur, Zbigniew, 2019. *Pilot Scale Use of Compost Combined with Sorbents to Phytostabilize Ni-Contaminated Soil Using Lolium perenne L.* Waste Biomass Valor [en línea] USA, Springerlink, Vol. 10, pp.1585–1595. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0166-9>
- RAZA, Syed, et al. (2019) Vermicomposting by *Eisenia fetida* is a Sustainable and Eco-Friendly Technology for Better Nutrient Recovery and Organic Waste Management in Upland Areas of China. *Pakistan J. Zool.* [en línea] China: Vol. 51, No. 3, pp 1027-1034. [Consulta: 23 de setiembre del 2023] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2019.51.3.1027.1034>
- ROBICHAUD, Kawina et al., 2019. Local fungi, willow and municipal compost effectively remediate petroleum-contaminated soil in the Canadian North. *Chemosphere* [en línea] Canada: Elsevier, Vol. 220, pp. 47–55. [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.108>
- ROOHI, Reza, et al., 2019. Application of artificial neural network model for the identification the effect of municipal waste compost and biochar on phytoremediation of contaminated soils. *Journal of Geochemical Exploration* [en línea] Irán: Sciencedirect: Vol. 208. 106399. [Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2019.106399>
- SHAH, Ghulam et al., 2019. Composting of municipal solid waste by different methods improved the growth of vegetables and reduced the health risks of cadmium and lead. *Environ Sci Pollut Res* [en línea] Pakistán: Springerlink: Vol. 26, pp. 5463–5474 [Consulta: 23 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-04068-z>
- TAN, Jonathan et al., 2021. Applications of food waste-derived black soldier fly

larval frass as incorporated compost, side-dress fertilizer and frass-tea drench for soilless cultivation of leafy vegetables in biochar-based growing media. *Waste Management* [en línea] Singapur: Sciencedirect, Vol. 130, pp.155–166. [Consulta: 12 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.05.025>

URRA, Julen, ITZIAR Alkorta, y GARBISU, Carlos. 2019. Potential Benefits and Risks for Soil Health Derived From the Use of Organic Amendments in Agriculture. *Agronomy* [en línea] Vol. 9, No. 9: pp. 542. [Consulta: 23 de setiembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy9090542>

VENTORINO, Valeria et al., 2019. Soil tillage and compost amendment promote bioremediation and biofertility of polluted area. *Journal of Cleaner Production* [en línea] Italia: Sciencedirect, Vol. 239, 118087. [Consulta: 02 de diciembre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118087>

YE, Shujing, et al., 2019. The effects of activated biochar addition on remediation efficiency of co-composting with contaminated wetland soil. *Resources, Conservation and Recycling*, [en línea] Vol. 140, pp. 278–285. [Consulta: 12 de octubre del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.004>

ANEXOS

Anexo 1:

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN DEL CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: Incorporación de Compost de residuos urbanos y gallinaza	Son enmiendas orgánicas que satisfacen de manera óptima el déficit de materia orgánica en los suelos y aporta nutrientes de vital importancia en la germinación de semillas y en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Cotrina et al., 2020)	Se realizó la obtención de compost de residuos urbanos y gallinaza para la remediación de suelos contaminados con metales pesados y aportar nutrientes para el desarrollo de la planta de lechuga.	Dosis de compost	<ul style="list-style-type: none"> • 0.5 kg • 1 kg 	Intervalo
			Dosis de gallinaza	<ul style="list-style-type: none"> • 0.5 kg • 1 kg 	
Dependiente: Remediación de suelos contaminados	Es una puesta en práctica de todo un conjunto de medidas correctoras cuyo fin es devolver los suelos a su estado inicial, o al menos a aquel que no suponga un riesgo potencial para la salud humana o de los ecosistemas. (Munive et al., 2018)	se realizó la aplicación de compost de residuos urbanos y gallinaza para remediar suelo contaminado con metales pesados y fortalecer el crecimiento de la planta de lechuga.	Remoción de metales pesados.	<ul style="list-style-type: none"> • Cadmio • Plomo • Cromo VI • Arsénico 	Razón
			Características biométricas de la planta de lechuga	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de la planta • Número de hojas • Peso de la planta • Diámetro de la planta 	

Anexo 2:

Cálculo de muestra

$$n = \frac{(Z)^2(N)(p)(q)}{(e)^2(N - 1) + Z^2(p)(q)}$$

n : Tamaño de la muestra= ¿?

N : Población de lechugas= 500 plantas

Z : 90%= 1.65

p : 0.7

q : 0.3

e : 10%= 0.1

$$\begin{aligned} &= \frac{2.7225 * 105}{(0.01)(499) + 0.571725} \\ &= \frac{285.8625}{4.99 + 0.571725} = \frac{285.8625}{5.56} = 50 \text{ lechugas} \end{aligned}$$

Anexo 3:

Ubicación del área de estudio



Anexo 4:

Validación de instrumentos de recolección de datos.



CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023

A quien va dirigida

Señor (a)

Dr. (Msc) **Karla Luz Mendoza López**

Presente

Asunto: **Validación de instrumento**

Es grato dirigirme a usted, para para expresarle mi cordial saludo; así mismo, manifestarle que estoy desarrollando mi tesis titulada: **“Remediación de suelos contaminados con la incorporación de composte residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023”**, para optar el título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estoy desarrollando un estudio; en el cual, se incluye la recolección de datos por ser una investigación cuantitativa; por lo que, le solicito sus buenos oficios en la validación de los respectivos instrumentos que se adjunta, para cubrir con el requisito de “Juicio de expertos”.

- Matriz de consistencia de variables
- Ficha de evaluación
- Instrumento de recolección de datos

Esperando tener la acogida a esta petición, hago propicia la oportunidad para renovar mi aprecio y especial consideración.

Atentamente,

.....
Castañeda Añazgo, Denis James

DNI: 74142730

.....
Hidalgo Del Aguila, Eddy José

DNI: 71611295

CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023

A quien va dirigida

Señor (a)

Dr. (Msc) **William Ruiz Ramirez.**

Presente

Asunto: **Validación de instrumento**

Es grato dirigirme a usted, para para expresarle mi cordial saludo; así mismo, manifestarle que estoy desarrollando mi tesis titulada: **“Remediación de suelos contaminados con la incorporación de composte residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023”**, para optar el título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estoy desarrollando un estudio; en el cual, se incluye la recolección de datos por ser una investigación cuantitativa; por lo que, le solicito sus buenos oficios en la validación de los respectivos instrumentos que se adjunta, para cubrir con el requisito de “Juicio de expertos”.

- Matriz de consistencia de variables
- Ficha de evaluación
- Instrumento de recolección de datos

Esperando tener la acogida a esta petición, hago propicia la oportunidad para renovar mi aprecio y especial consideración.

Atentamente,

.....
Castañeda Añazgo, Denis James

DNI: 74142730

.....
Hidalgo Del Aguila, Eddy José

DNI: 71611295

Anexo 2: Constancia de aceptación por expertos

CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023

A quien va dirigida

Señor (a)

Dr. (Msc). José Reategui Vega

Presente

Asunto: Validación de instrumento

Es grato dirigirme a usted, para para expresarle mi cordial saludo; así mismo, manifestarle que estoy desarrollando mi tesis titulada: **“Remediación de suelos contaminados con la incorporación de composte residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023”**, para optar el título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estoy desarrollando un estudio; en el cual, se incluye la recolección de datos por ser una investigación cuantitativa; por lo que, le solicito sus buenos oficios en la validación de los respectivos instrumentos que se adjunta, para cubrir con el requisito de “Juicio de expertos”.

- Matriz de consistencia de variables
- Ficha de evaluación
- Instrumento de recolección de datos

Esperando tener la acogida a esta petición, hago propicia la oportunidad para renovar mi aprecio y especial consideración.

Atentamente,

.....
Castañeda Añazgo, Denis James

DNI: 74142730

.....
Hidalgo Del Aguila, Eddy José

DNI: 71611295

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación, para ser utilizados en el desarrollo de la tesis: **“Remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023”**, de los autores Denis James Castañeda Añazgo, Eddy José Hidalgo Del Aguila; estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto. Las observaciones fueron levantadas por los autores; quedando finalmente con la validez y confiabilidad correspondiente.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023



María Luján Mejía López
Dra en Ciencias Ambientales
CÍP 122149

Anexo 2: Constancia de aceptación por expertos

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación, para ser utilizados en el desarrollo de la tesis: “**Remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023**”, de los autores Denis James Castañeda Añazgo, Eddy José Hidalgo Del Aguila; estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto. Las observaciones fueron levantadas por los autores; quedando finalmente con la validez y confiabilidad correspondiente.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023



WILLIAM RUIZ RAMIREZ
INGENIERO AMBIENTAL
CIP, N° 272803

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación, para ser utilizados en el desarrollo de la tesis: **“Remediación de suelos contaminados con la incorporación de compost de residuos urbanos y de gallinaza, en lechuga, Tarapoto, 2023”**, de los autores Denis James Castañeda Añazgo, Eddy José Hidalgo Del Aguila; estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto. Las observaciones fueron levantadas por los autores; quedando finalmente con la validez y confiabilidad correspondiente.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023



Mg. José Reátegui Vega
INGENIERO AGRÓNOMO
CIP. N° 74161

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN DEL CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: Incorporación de Compost de residuos urbanos y gallinaza	Son enmiendas orgánicas que satisfacen de manera óptima el déficit de materia orgánica en los suelos y aporta nutrientes de vital importancia en la germinación de semillas y en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Cotrina et al., 2020)	Se realizará la obtención de compost de residuos urbanos y gallinaza para la remediación de suelos contaminados con metales pesados y aportar nutrientes para el desarrollo de la planta de lechuga.	Dosis de compost	<ul style="list-style-type: none"> • 0.5 kg • 1 kg 	Intervalo
			Dosis de gallinaza	<ul style="list-style-type: none"> • 0.5 kg • 1 kg 	
Dependiente: Remediación de suelos contaminados	Es una puesta en práctica de todo un conjunto de medidas correctoras cuyo fin es devolver los suelos a su estado inicial, o al menos a aquel que no suponga un riesgo potencial para la salud humana o de los ecosistemas. (Munive et al., 2018)	se realizará la aplicación de compost de residuos urbanos y gallinaza para remediar suelo contaminado con metales pesados y fortalecer el crecimiento de la planta de lechuga.	Remoción de metales pesados.	<ul style="list-style-type: none"> • Cadmio • Plomo • Cromo VI • Arsénico 	Intervalo
			Características biométricas de la planta de lechuga	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de la planta • Número de hojas • Peso de la planta • Diámetro de la planta 	



María Luz Medrano López
 Dra en Ciencias Ambientales
 CIP 122149



WILLIAM RUIZ RAMIREZ
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 272803



Mg. José Redategui Vega
 INGENIERO AGRÓNOMO
 CIP. N° 74151

Anexo 4: Matriz de ponderación por los expertos
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Mendoza López Karla Luz
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ecología
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación**
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92%

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023.



 Dra en Ciencias Ambientales
 CÍP 122149

Anexo 5: Matriz de ponderación por los expertos
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Ruiz Ramirez William
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Coordinador del área de tratamiento y disposición final
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo local y gestión ambiental
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:**
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
92%

Tarapoto, 18 de septiembre de 2023.



WILLIAM RUIZ RAMIREZ

INGENIERO AMBIENTAL

CIP, N° 272803

Anexo 6: Matriz de ponderación por los expertos
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Reategui Vega José
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Programa forestas en (INIA)
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Maestro gestión publica
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:**
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92%



Mg. José Reategui Vega
INGENIERO AGRÓNOMO
CIP. N° 74151

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023.

Anexo 8: Matriz de ponderación por los expertos
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Mendoza López Karla Luz
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ecología
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación**
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

93%

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023.



Karla Luz Mendoza López
 Dra en Ciencias Ambientales
 CÍP 122149

Anexo 9: Matriz de ponderación por los expertos
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Ruiz Ramírez William
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Coordinador del área de tratamiento y disposición final
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo y gestión ambiental
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:**
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

93%

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023.



WILLIAM RUIZ RAMIREZ
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N.º 272803

Anexo 10: Matriz de ponderación por los expertos
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Reategui Vega José
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Programa forestas en (INIA)
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Maestro gestión publica
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:**
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

93%

Tarapoto, 24 de septiembre de 2023.




 Mg. José Reategui Vega
 INGENIERO AGRÓNOMO
 CIP. N° 74151

Anexo 12: Matriz de ponderación por los expertos
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Mendoza López Karla Luz
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ecología
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación**
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94%

Tarapoto, 18 de septiembre de 2023.



Karla Luz Mendoza López
 Dra en Ciencias Ambientales
 CIP 122149

Anexo 13: Matriz de ponderación por los expertos
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Ruiz Ramírez William
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Coordinador del área de tratamiento y disposición final
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo local y gestión ambiental
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:**
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94%

Tarapoto, 18 de septiembre de 2023.



WILLIAM RUIZ RAMIREZ
INGENIERO AMBIENTAL
CIP, N° 272803

Anexo 14: Matriz de ponderación por los expertos
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Reategui Vega José
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Programa forestas en (INIA)
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Maestro gestión pública
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:**
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94%

Tarapoto, 18 de septiembre de 2023.





Anexo 5: Análisis de laboratorio



INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20285

N° Id. 0000063815

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : Castañeda Ariazgo, Denis James
2.-DIRECCIÓN : Morales, San Martín
3.-PROYECTO : Análisis de suelo agrícola
4.-PROCEDENCIA : San Martín
5.-SOLICITANTE : Castañeda Ariazgo, Denis James
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 000000128-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : -
8.-MUESTREO POR : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2023-10-16

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Suelo agrícola
2.-Sub.Tipo producto : Suelos de cultivos agrícolas
3.-NÚMERO DE MUESTRAS : 3
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-10-02
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022-10-02 al 2023-10-16

Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.alab.com.pe

SEDE ZARUMILLA
Prolongación zarumilla Mz
D2, Lt3 , Bellavista, Callao
P (+511) 7130636
Cel.: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIOSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA:
Calle Los Ebanos Mz G Lt 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.alab.com.pe

Pág 1 de 5

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20285

IV. RESULTADOS

N° Id.: 000063815

MUESTRA 01: M02

N°	Análisis mecánico			Clase Textura	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Cl C	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat Bas	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺		
2	54.23	17.53	28.24	F Arenoso	7.66	232.52	2.32	0.1	12.14	200.36	18	16.23	0.78	0.5	0.4	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺
7.66	232.52	2.32	0.1044	12.14	200.36	16.23	0.78	0.42	0	0
Moderadamente alcalino	No hay problemas desales	Medio	Normal	Medio	Medio	Muy alto	Muy bajo	Bajo		

Clasificación del suelo	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

Elementos	Metal Pesado			
	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm	Cromo VI
Niveles	52.37	1.48	41.01	0.4
	Medio	Alto	Medio	Alto

Niveles	Pb	Cd	As	Cr VI
Bajo	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12	≤ 0.1
Medio	$> 25 < 70$	$> 0.01 < 1.4$	$> 12 < 50$	$> 0.1 < 0.4$
Alto	≥ 70	≥ 1.4	> 50	> 0.4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20285

III. RESULTADOS

N° Id.: 0000063815

MUESTRA 01: M01

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Cl C	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat Bas	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺		
2	54.23	17.53	28.24	F.Arenoso	7.66	232.52	2.32	0.1	12.14	200.36	18	16.23	0.78	0.5	0.4	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺
7.66	232.52	2.32	0.1044	12.14	200.36	16.23	0.78	0.42	0	0
Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Muy alto	Muy bajo	Bajo		

Clasificación del suelo	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

Elementos	Metal Pesado			
	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm	Cromo VI
Niveles	48.63	1.52	37.31	0.5
	Medio	Alto	Medio	Alto

Niveles	Pb	Cd	As	Cr VI
Bajo	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12	≤ 0.1
Medio	$> 25 < 70$	$> 0.01 < 1.4$	$> 12 < 50$	$> 0.1 < 0.4$
Alto	≥ 70	≥ 1.4	> 50	> 0.4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20285

V. RESULTADOS

N° Id.: 0000063816

MUESTRA 01: M03

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Cl C	Cationes Cambiables (maq/100g)						% Sat. Bas	% Ac. Intor
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺		
2	54.23	17.53	28.24	F Arenoso	7.66	232.52	2.32	0.1	12.14	200.36	18	16.23	0.78	0.5	0.42	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺
7.66	232.52	2.32	0.1044	12.14	200.36	16.23	0.78	0.42	0	0
Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Muy alto	Muy bajo	Bajo		

Clasificación del suelo	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

Elementos	Metal Pesado			
	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm	Cromo VI
Niveles	39.89	1.62	31.08	0.5
	Medio	Alto	Bajo	Alto

Niveles	Pb	Cd	As	Cr VI
Bajo	<= 25	<= 0.01	<= 12	<= 0.1
Medio	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50	> 0.1 < 0.4
Alto	>= 70	>= 1.4	> 50	> 0.4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20284

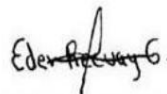
N° Id.: 0000063814

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : Castañeda Añazgo, Denis James
2.-DIRECCIÓN : Morales, San Martín
3.-PROYECTO : Análisis de compost
4.-PROCEDENCIA : San Martín
5.-SOLICITANTE : Castañeda Añazgo, Denis James
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000000125-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO :-
8.-MUESTREADO POR : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2023-10-16

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Compost de residuos urbanos
2.-Sub.Tipo producto : Para abonos
3.-NÚMERO DE MUESTRAS : 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-10-02
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022 10-02 al 2023-10-16



Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20284**III. RESULTADOS**

N° Id.: 0000063814

ITEM	1
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-01-63285
CÓDIGO DEL CLIENTE:	LOTE-01
COORDENADAS:	NO APLICA
UTM WGS 84:	NO APLICA
PRODUCTO:	Para Cultivo Permanente
SUB PRODUCTO:	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA):	01-10-2023
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA):	16-10-2023

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
pH	Unidad de pH	7.46
Conductividad eléctrica	µS/m	1.37
Nitrógeno (N)	%	2.37
S-SO4-2	%	0.05
Potasio (K)	%	2.52
Óxido de calcio (CaO)	%	1.38
Óxido de magnesio (MgO)	%	0.98
Sodio (Na)	%	0.02
Materia orgánica (MO)	%	18.87
Cadmio	mg/Kg	0.032
Plomo	mg/Kg	2.32
Cromo VI	mg/Kg	0.012
Arsénico	mg/Kg	0.18

MÉTODOS

pH : Potenciómetro (1: 2.5)
Conductividad eléctrica : Conductímetro (1: 2.5)
Nitrógeno : Norma Técnica Peruana (311.011. 2014)

POTASIO, ÓXIDO DE CALCIO, SODIO, MATERIA ORGÁNICA, CADMIO, PLOMO, CROMO VI Y ARSÉNICO: Norma Técnica Peruana (311.557. 2013)

Materia orgánica : WALKEY y BLACK

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-20301

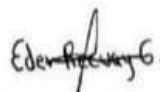
N° Id.: 0000063850

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : Castañeda Añazgo, Denis James
2.-DIRECCIÓN : Morales, San Martín
3.-PROYECTO : Análisis de suelo agrícola
4.-PROCEDENCIA : San Martín
5.-SOLICITANTE : Castañeda Añazgo, Denis James
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 000000128-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : -
8.-MUESTREADO POR : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2023-11-25

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Suelo agrícola
2.-Sub.Tipo producto : Suelos de cultivos agrícolas
3.-NÚMERO DE MUESTRAS : 5
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-11-15
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022 11-15 al 2023-11-25



Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.alab.com.pe

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz
D2, Lt3, Bellavista, Callao
P (+511) 7130636
Cel.: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA:
Calle Los Ebanos Mz G Lt 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.alab.com.pe

Pág.1 de 3

Caracterización fisicoquímica

Parámetros	Unidad	T0	T1	T2	T3	T4
pH	Unidad de pH	8.90	8.10	7.80	8.20	7.50
Conductividad eléctrica	µS/cm	221.30	203.40	178.40	168.70	142.70
Materia orgánica	%	2.78	3.12	3.56	3.42	4.01
Nitrógeno	%	0.10	0.10	0.30	0.20	0.40
Fósforo	%	12.80	11.70	12.90	13.10	13.40
Potasio	%	198.24	175.61	168.72	169.53	142.90
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)		18.50	19.40	19.90	21.70	22.50
Calcio	meq/100g	17.20	17.60	18.00	17.90	18.90
Magnesio	meq/100g	0.91	1.40	1.80	1.71	2.04
Sodio	meq/100g	0.40	0.38	0.32	0.32	0.22

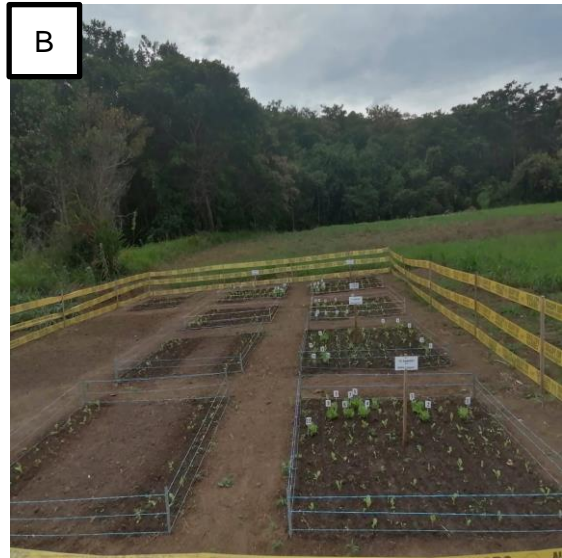
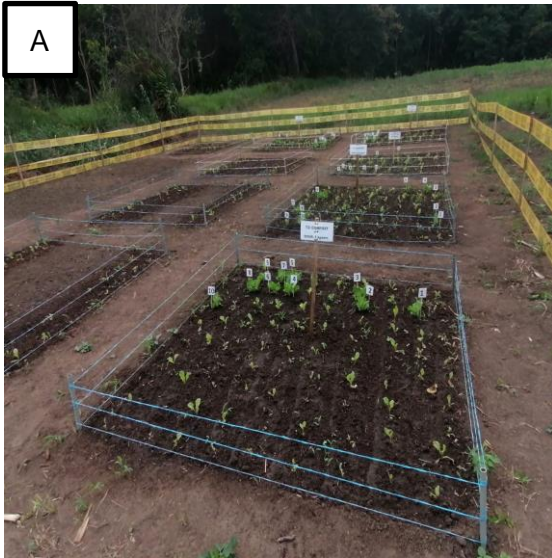
Análisis de metales pesados

Parámetros	Unidad	T0	T1	T2	T3	T4
Plomo	mg/kg	45.24	38.01	31.78	32.89	24.67
Cadmio	mg/kg	1.51	1.34	0.92	0.98	0.56
Arsénico	mg/kg	32.21	28.02	16.01	22.45	15.31
Cromo VI	mg/kg	0.42	0.38	0.22	0.28	0.19

Anexo 6:

Panel fotográfico

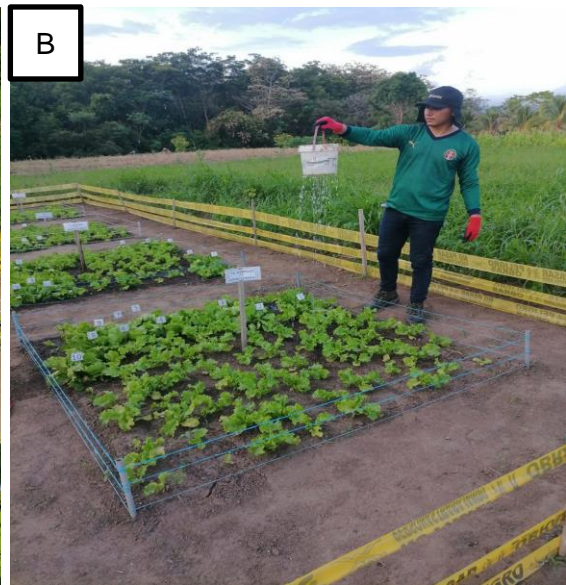
(A) planta de lechuga en crecimiento. (B) plantas de lechuga dividido en tratamientos. (C) pesaje de las dosis de gallinaza. (D) pesaje de las dosis de compost de residuos urbanos.



(A) planta de lechuga en crecimiento. (B) plantas de lechuga según su tratamiento.
(C) cultivo de las parcelas. (D) Riego de agua a las plantas de lechuga.



(A) Rotulado de las muestras de suelo. (B) Riego de agua a las plantas de lechuga.
(C) extracción de las muestras de suelo. (D) Rotulado de las muestras de suelo.



(A) Medición de los datos biométricos de las plantas. (B) Medición de la raíz de la lechuga. (C) extracción de las muestras de plantas. (D) comparación de las mejores plantas. (E) Muestras de las lechugas obtenidas en cada tratamiento. (F) Anotación de los datos biométricos de las lechugas según los tratamientos correspondientes.

