

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**DOSIS DE MATERIA ORGANICA EN LA REDUCCIÓN DE
HIDROCARBUROS FRACCION F2 EN SUELO RESIDENCIAL
UTILIZANDO GIRASOL COMO INDICADOR**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**ROBERTO CARLOS FERNANDEZ MORENO
JESUS PELAYO TOMAS ROBLES**

ASESOR: Mg. Sc. ERONCIO MENDOZA NIETO

HUACHO – PERÚ

2022

DOSIS DE MATERIA ORGANICA EN LA REDUCCIÓN DE HIDROCARBUROS FRACCION F2 EN SUELO RESIDENCIAL UTILIZANDO GIRASOL COMO INDICADOR

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**DOSIS DE MATERIA ORGANICA EN LA REDUCCIÓN DE
HIDROCARBUROS FRACCION F2 EN SUELO RESIDENCIAL
UTILIZANDO GIRASOL COMO INDICADOR**

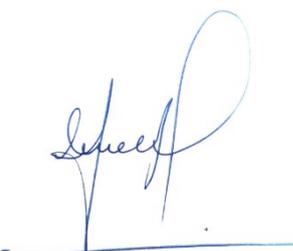
Jurado evaluador:



Ing. Jesús Gustavo Barreto Meza
DOCENTE - UNJFSC
Reg/CIP 103027 / DNU 022
Jesús Gustavo Barreto Meza
Presidente



Lucero Katherine Castro Tena
Secretario



Hellen Yahaira Huerta Pomasoncco
Vocal



Mg. Sc. Eroncio Mendoza Nieto
INGENIERO AGRONOMO
CIP 45592
Eroncio Mendoza Nieto
Asesor

HUACHO - PERÚ

2022



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

ACTA DE SUSTENTACIÓN N°024-2023-FIAIAyA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En la ciudad de Huacho, el día 28 de marzo del 2023, siendo las 11:30 horas, en la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador integrado por:

Presidente	M(o) JESUS GUSTAVO BARRETO MEZA	DNI N°15589980
Secretario	Mg. LUCERO KATHERINE CASTRO TENA	DNI N°70837735
Vocal	M(g. HELLEN YAHAIRA HUERTAS POMASONCCO	DNI N°46741141
Asesor	Mg. Sc. ERONCIO MENDOZA NIETO	DNI N°06723932

Para evaluar la sustentación de la tesis titulada: "DOSIS DE MATERIA ORGANICA EN LA REDUCCIÓN DE HIDROCARBUROS FRACCION F2 EN SUELO RESIDENCIAL UTILIZANDO GIRASOL COMO INDICADOR",

Los postulantes al Título Profesional de **Ingeniero Ambiental** don: **FERNANDEZ MORENO ROBERTO CARLOS** identificado con DNI N°74452092, y don: **TOMAS ROBLES JESUS PELAYO**, identificado con DNI N°73318875, procedieron a la sustentación de Tesis, autorizada mediante Resolución de N°0205-FIAIAyA, de fecha 23/03/2023 de conformidad con las disposiciones vigentes, los postulante SI absolvieron las interrogantes que le formularon los miembros del Jurado.

Concluida la sustentación de Tesis, se procedió a la votación correspondiente resultando los candidatos APROBADOS por UNANIMIDAD con la nota de:

CALIFICACIÓN		EQUIVALENCIA	CONDICIÓN
NÚMERO	LETRAS		
18	Dieciocho	Excelente	APROBADOS

Siendo 12:35 horas del día 28 de marzo del 2023 se dio por concluido el ACTO DE SUSTENTACIÓN de Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental inscrito en el folio N°364 del Libro de Actas



Ing. Jesús Gustavo Barreto Meza
DOCENTE - UNJFSC
Reg./CIP. 103027 / DNU 022

M(o) JESUS GUSTAVO BARRETO MEZA
Presidente



Mg. LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
secretario



Mg. HELLEN YAHAIRA HUERTAS POMASONCCO
Vocal



Mg. Sc. Eroncio Mendoza Nieto
INGENIERO AGRÓNOMO
CIP 45582

Mg. Sc. ERONCIO MENDOZA NIETO
Asesor

DEDICATORIA

A Jehová Dios, por darme y darnos la vida, y estar presente en momentos de júbilo y aflicción; a mis padres y hermanas que, gracias al apoyo moral y económico, permitieron en mí el crecimiento personal, ético y profesional, durante los cinco años académicos. Asimismo, a mis amistades, colegas y docentes, que me apoyaron en momentos inoportunos, donde anhelaba una mano para hacer realidad el presente proyecto de investigación.

Roberto C. Fernandez Moreno

Agradezco a Dios por guiarme a lo largo de mi existencia, por darme fortaleza en aquellos momentos complicados de la vida. De igual manera a mis padres por motivarme siempre a alcanzar mis sueños, por confiar y creer en lo que uno es capaz de lograr, a los docentes y amistades por los consejos y valores transmitidos.

Jesús P. Tomas Robles

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Ingeniero Eroncio Mendoza Nieto por su orientación, apoyo y confianza para convertir el presente trabajo de investigación en una realidad, desde un inicio cuando ingresamos a nuestra casa de estudios la UNJFSC. Asimismo, agradecemos a la Ingeniera Yennifer Arévalo Villafuerte, que gracias a la iniciativa en el curso “Elaboración de Proyecto de Tesis”, adquirimos buenos conocimientos con enfoque empírico y de esa misma forma con la práctica se volvieron sólidos para hacer posible el presente trabajo de investigación.

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
INDICE.....	VI
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
1. CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4. Justificación de la investigación	2
1.5. Delimitación del estudio.....	3
1.6. Viabilidad del estudio	3
1.6.2. Recursos humanos	3
1.6.3. Recursos económicos.....	3
1.6.4. Recursos materiales	3
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.2. Bases teóricas	7
2.2.2. Suelo	7
2.2.3. Impacto de los hidrocarburos en el suelo.....	7
2.2.4. Petróleo	8
2.2.5. Composición general del crudo de petróleo	8
2.2.6. Composición del crudo de petróleo por familias de hidrocarburos	8
2.2.7. Estrategias de biorremediación.....	9
2.2.8. Biorremediación in situ y ex situ	9
2.2.9. Factores que condicionan la biorremediación	9
2.2.10. Estiércol.....	10
2.2.11. Girasol.....	11
2.3. Normas legales	12

2.3.2.	Ley General del Ambiente N° 28611	12
2.3.3.	Estándares de calidad ambiental para suelos	12
2.3.4.	Guía de muestreo de suelos	13
2.4.	Definición de términos básicos.....	13
2.5.	Hipótesis de investigación	14
2.5.2.	Hipótesis general.....	14
2.5.3.	Hipótesis específicas.....	14
2.6.	Operacionalización de las variables	15
3.	CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	16
3.1.	Gestión del experimento	16
3.1.1.	Ubicación	16
3.1.2.	Características del área experimental	17
3.1.3.	Tratamientos	18
3.1.4.	Diseño experimental	19
3.1.5.	VARIABLES EVALUADAS	19
3.1.6.	Conducción del experimento	19
3.2.	Técnicas para el procesamiento de la información.....	37
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS	38
4.1.	Análisis de la varianza (ANOVA).....	38
4.2.	Altura de planta	40
4.3.	Diámetro tallo de planta	41
4.4.	N° de hojas de planta	42
4.5.	Crecimiento radicular de planta.....	43
4.6.	Peso húmedo de planta	44
4.7.	Peso seco de planta	45
4.8.	Concentración de hidrocarburos de fracción F2.....	46
4.9.	Porcentaje de reducción de hidrocarburos de fracción F2.....	47
5.	CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN.....	49
6.	CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
6.1.	Conclusiones.....	51
6.2.	Recomendaciones	51
7.	CAPÍTULO VII. REFERENCIAS	53
8.	ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estándar de calidad de suelo para hidrocarburos	13
Tabla 2 Variables e indicadores.....	15
Tabla 3 Coordenadas de la ubicación de los talleres de mecánica donde se obtuvo la muestra.....	17
Tabla 4 Dosis de materia orgánica usados como tratamiento en el estudio.....	28
Tabla 5 Tratamientos evaluados en el ensayo experimental.....	34
Tabla.6.Cuadrados medios de los parámetros físicos evaluados y su nivel de significancia.....	39
Tabla 7 Altura de planta (cm) en diferentes dosis de materia orgánica y su comparación de Tukey.....	40
Tabla 8 Diámetro tallo de planta (mm) en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey.....	41
Tabla 9 N° de hojas (unidad) por planta en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey.....	42
Tabla 10 Crecimiento radicular (cm) en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey.....	43
Tabla 11 Peso húmedo (g) en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey.....	44
Tabla 12 Peso seco (g) en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey.....	45
Tabla 13 Concentración de fracción de hidrocarburos F2 (mg/Kg) obtenidos al final del experimento para diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey.....	46
Tabla 14 Reducción de fracción de hidrocarburos F2 (%) en diferentes dosis de MO y su comparación con el ECA suelo.....	47
Tabla 15 Métodos y referencias del informe de ensayo empleado por el servicio de laboratorio.....	61
Tabla 16 Resultados de análisis de salinidad del suelo residencial.....	62
Tabla 17 Resultados de análisis de hidrocarburos de fracción F2.....	63
Tabla 18 Análisis del estiércol de vacuno usado en el ensayo.....	64
Tabla 19 Parámetros físicos obtenidos en función a la dosis de materia orgánica y el girasol como planta indicadora.....	65
Tabla 20 Resultados de análisis de hidrocarburos de fracción F2.....	66
Tabla 21 Cadena de custodia para análisis de fracción F2 inicial	70
Tabla 22 Cadena de custodia para análisis de fracción F2 final	71

RESUMEN

En los años recientes la contaminación por vertimiento y/o derrame de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en nuestro país ha ido en aumento, generado por el inadecuado manejo, almacenamiento y control operacional, perjudicando los componentes ambientales y la afectación a la salud de las personas. Por lo tanto, se procedió a estudiar una alternativa para reducir los niveles de HTP mediante las técnicas de biorremediación por presentar bajos costos de operación y mantenimiento. La investigación experimental consistió en analizar la eficiencia de compuestos orgánicos (estiércol de vacuno) para reducir los niveles de hidrocarburos de fracción media F2 en una matriz suelo. La muestra extraída fue de un suelo residencial contaminado con derivados de petróleo perteneciente a los talleres mecánica, ubicado en la Av. antigua panamericana norte, en la ciudad de Huacho; siendo la concentración inicial de 2 519,77 mg/kg de fracción F2. El experimento fue desarrollado durante 18 semanas, la dosis que se aplicaron fueron T1: 0%, T2: 10%, T3: 20%, T4: 30% y T5: 40% de estiércol, cada uno con tres repeticiones para un total de 15 unidades experimentales de 2 kg de suelo residencial c/u y la cantidad de 3 semillas de girasol como planta indicadora. Según los resultados de la investigación, se determinó que la aplicación del estiércol de vacuno tuvo efecto en reducir los niveles de concentración de la fracción F2 de T1 6.16% a T5 53.61%, además de una mejor germinación y desarrollo de la altura de la planta (girasol) en comparación con los tratamientos T1 (testigo), T2, T3 y T4. Finalmente, se concluye que el tratamiento que presenta el mayor porcentaje de materia orgánica permitió lograr mayor eficiencia de remoción de fracción F2 en relación al mejor crecimiento de la planta girasol por un periodo de 6 semanas.

Palabras claves: hidrocarburos, materia orgánica, suelo contaminado, girasol.

ABSTRACT

In recent years, contamination by dumping and/or spillage of total petroleum hydrocarbons (TPH) in our country has been increasing, generated by inadequate handling, storage and operational control, damaging environmental components and affecting people's health. Therefore, we proceeded to study an alternative to reduce TPH levels by means of bioremediation techniques due to their low operating and maintenance costs. The experimental research consisted of analysing the efficiency of organic compounds (cattle manure) to reduce the levels of medium fraction F2 hydrocarbons in a soil matrix. The sample extracted was from a residential soil contaminated with petroleum derivatives belonging to the mechanical workshops, located in the old Panamericana Norte Avenue, in the city of Huacho; the initial concentration was 2 519.77 mg/kg of F2 fraction. The experiment was developed during 18 weeks, the doses applied were T1: 0%, T2: 10%, T3: 20%, T4: 30% and T5: 40% of manure, each with three repetitions for a total of 15 experimental units of 2 kg of residential soil each and the amount of 3 sunflower seeds as indicator plant. According to the results of the research, it was determined that the application of cattle manure had an effect in reducing the concentration levels of the F2 fraction from T1 6.16% to T5 53.61%, in addition to a better germination and development of the plant height (sunflower) in comparison with the treatments T1 (control), T2, T3 and T4. Finally, it is concluded that the treatment with the highest percentage of organic matter allowed a higher removal efficiency of F2 fraction in relation to the better growth of the sunflower plant for a period of 6 weeks.

Keywords: hydrocarbons, organic matter, contaminated soil, sunflower.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El suelo es un elemento vital muy importante para el desarrollo de todo ser vivo, predominando la existencia del hombre. A nivel mundial existen refinerías de petróleo que sus derivados son producidos y transportados para el uso de diferentes actividades industriales (grifos, cisternas, etc.), de tal manera, que se contamina el suelo, aún así con el adecuado manejo y almacenamiento. Uno de los resaltantes casos a gran escala es lo ocurrido en México el 31 de diciembre del 2011, por la empresa petrolera PEMEX, donde accidentalmente se produjo el derrame de petróleo afectando aproximadamente 3.5 ha en el río Coatzacoalcos, ubicada en Veracruz. Sin embargo, hasta la fecha no se ha subsanado en su totalidad la contaminación del río en referencia (Flores, 2013). En el Perú, los problemas ambientales por el derrame de petróleo son muy frecuentes, en mención a la región selva; esta problemática se suscita por la ineficiente gestión, evaluación, control y fiscalización, por parte de las autoridades competentes del Estado. Un caso reciente en nuestro territorio, es dada por la empresa Repsol, ubicado en el distrito de Ventanilla, departamento de Lima, el 15 de enero del 2022, donde el derrame de crudo contaminó 50 km del litoral marino costero, catalogada como “Desastre Ecológico”. Hasta la fecha no se ha resarcido en su totalidad la contaminación generada por el vertimiento de crudo. Asimismo, las autoridades como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, aún siguen en discrepancia con la empresa Repsol sobre la remediación de las áreas contaminadas (El Comercio, 2022). Ministerio de Energía y Minas - MINEM (2000), mediante su “Guía Ambiental para la Restauración de Suelos en Instalaciones de Refinación y Producción Petrolera” y su Guía para el Manejo de Desechos de las Refinerías de Petróleo”, apoya el empleo de diferentes técnicas para la recuperación de suelos contaminados, mediante la biorremediación. En Huacho, el suelo de los talleres de mecánica de la Av. antigua panamericana norte, presentan derivados del petróleo debido a los derrames mediante las actividades de mecánica. La presencia de estos compuestos altera la calidad de suelo mediante la erosión, infertilidad, etc. El estudio busca analizar la eficiencia de la dosis de materia orgánica para mitigar los niveles de contaminación presentes en un suelo residencial, mediante técnicas de bioestimulación; agregando enmiendas por ser una de las técnicas más utilizadas en nuestros tiempos, por su bajo costo de operación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué efecto presenta la dosis de materia orgánica en la reducción de hidrocarburos de fracción F2 de un suelo residencial utilizando el girasol como planta indicadora?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál de las dosis de materia orgánica es más eficiente en la reducción de hidrocarburos de fracción F2 en el suelo residencial?
- ¿Qué dosis de materia orgánica permitirá el mayor crecimiento del girasol en un suelo residencial contaminado por hidrocarburos de fracción F2 en el suelo residencial?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Analizar la eficiencia de la dosis de materia orgánica en la reducción de hidrocarburos de fracción F2 de un suelo residencial utilizando el girasol como planta indicadora.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia de la dosis de materia orgánica en la reducción de hidrocarburos de fracción F2 en el suelo residencial.
- Evaluar la dosis de materia orgánica en el mayor crecimiento del girasol como planta indicadora en un suelo residencial con hidrocarburos de fracción F2.

1.4. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación consistió en la biorremediación de un suelo residencial contaminado con hidrocarburos de fracción F2. Se revisó la bibliográfica sobre estudios relacionados y a nivel de escuela de ingeniería ambiental de nuestra casa de estudios, no existen estudios relacionados con las técnicas de biorremediación, por lo tanto, la presente investigación servirá como modelo a seguir para próximos estudios de carácter empírico. La finalidad de la investigación fue determinar la eficiencia de la dosis de materia orgánica en la reducción de hidrocarburos de fracción F2 de un suelo residencial utilizando el girasol como planta indicadora en relación al D.S N° 011-2017 MINAM "Estándares de Calidad Ambiental

(ECA) para suelo. Asimismo, se trabajó con la guía para muestreo de suelos aprobada mediante la D S. N° 002-2013-MINAM del Ministerio del Ambiente (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, 2013), el cual, se recolectó una muestra de 8 kg de suelo residencial por cada taller de mecánica (ver tabla 4), y se realizó el respectivo análisis en el laboratorio R- LAB acreditado por la ISO/IEC17025 – 2017 en la ciudad de Lima.

1.5. Delimitación del estudio

El estudio se situó en el suelo residencial de la Av. antigua panamericana norte que comprende los talleres de mecánica, ubicada en la ciudad de Huacho, provincia de Huaura y departamento de Lima. Asimismo, el periodo de tiempo que se realizó oscila entre los meses de mayo hasta octubre del 2022.

1.6. Viabilidad del estudio

1.6.2. Recursos humanos

Se contó con la disponibilidad del recurso humano. Se coordinó con los dueños del área de estudio y se explicó la finalidad del trabajo de investigación, en ese modo se pudo obtener el permiso correspondiente para la recolección de muestras contaminadas para los análisis respectivos en el laboratorio.

1.6.3. Recursos económicos

Se trabajó con los recursos económicos propios ya que las técnicas que se aplicaron para la recolección de las muestras no generaron un costo significativo en los gastos de transporte, materiales, etc. Asimismo, es muy beneficioso el presente estudio, lo cual, contribuirá a mejorar el aspecto ambiental de predios que han sido impactados negativamente por vertimiento de derivados de petróleo.

1.6.4. Recursos materiales

Se contó con suficiente recurso material para la ejecución de la investigación, siendo los insumos (estiércol de vacuno), macetas, gps, equipos de protección personal, etc.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Malaver y Muñoz (2018), sostienen que el propósito de su investigación consiste en determinar la capacidad degradadora de los microorganismos presentes en el estiércol bovino de un suelo contaminado con petróleo. Asimismo, empleó la técnica de extracción de reflujo Soxhlet, en el cual, se instalaron 2 terrarios que contienen el suelo contaminado más la adición del inóculo (muestra y testigo) y 1 terrario para la degradación natural (blanco). El estudio comprende un periodo de tiempo de cinco semanas. Los resultados determinaron una remoción de un 31.13% para el tratamiento testigo y 31.02% para el tratamiento muestra, mientras que para el tratamiento natural (blanco) se obtuvo una remoción de 25.59%. Según la conclusión, se determinaron que el estiércol de bovino agiliza el proceso de degradación de los hidrocarburos totales de petróleo.

Según Rivera, Rivera, Andrade, Heyer, Garza y Castro (2018), realizaron una investigación con el objetivo de evaluar tres suelos del estado de Tamaulipas, México para la remoción de hidrocarburos impregnados en los cortes de perforación. Evaluaron la bioestimulación de los microorganismos presentes en el suelo con N (urea) y P (fosfato monoamónico), en una proporción C: N:P de 100:10:1. La mezcla del suelo y los recortes de perforación se incubaron por más de 1 año en celdas de $1.0 \times 1.2 \times 0.4$ m. Con la adición de N y P el contenido de HTP disminuyeron en un 3000 mg/kg, lo cual viene hacer el límite máximo permisible en suelos agrícolas por la Norma Oficial Mexicana (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012). Según la conclusión, se determinaron que la adición de nutrientes como N y P, humedad y aireación agilizó el proceso de biorremediación.

Según Sapuppo (2017) sostiene que su investigación consiste en evaluar el proceso de biorremediación con bacterias nativas en un suelo contaminado por vertimiento de hidrocarburos totales de petróleo, mediante biosólidos provenientes de la planta de tratamiento del municipio de Chapala, México. Se aplicó el ANOVA para determinar diferencias significativas en la matriz suelo, el cual se recolectó 150 Kg fue dividida en tres partes: T1 testigo, T2 cepa bacteriana, T3 cepa bacteriana + biosólidos. Asimismo, utilizó el maíz como indicador de crecimiento en condiciones no favorables. El periodo de tiempo del proceso de remediación comprendió 90 días calendario. Según la conclusión, se

determinaron la viabilidad de la biorremediación aplicando biosólidos en un suelo contaminado por vertimientos de HTP. El estudio presenta bajo costo de operación y alta eficiencia a un corto plazo.

Según Anza et al. (2016), utilizaron biopilas de tratamiento con la finalidad de remover suelos contaminados con aceites procedentes de talleres de mecánica. Realizaron la caracterización de las 4 muestra en el laboratorio de la Universidad de Ciencias y Arte de Chiapas y el Colegio de la Frontera Sur, evaluaron los parámetros de humedad, materia orgánica, textura, pH, temperatura, nitrógeno total y fósforo. Los tratamientos fueron evaluados por un periodo de 3 meses diariamente 1, 15, 30, 60 y 90 días. Los resultados presentaron una remoción de las fracciones alifática en un 87.1% a 93.7 % y en la fracción aromática de 0 a 94.8 % en 90 días de tratamiento. Según la conclusión, se determinaron que la adición de bacterias biorremediadores es muy eficiente y que las cepas bacterianas nativas se adaptan al cambio de ambiente.

Según Cando (2011), sostiene que su estudio consiste en analizar y determinar la viabilidad del proceso de biorremediación de hidrocarburos presentes en una matriz contaminada con microorganismos nativos. Aplicó el diseño estadístico completamente al azar (DCA), siendo 3 tratamientos, dos repeticiones y 1 testigo referente. Hizo pruebas preliminares de actividad biológica y bioensayos con la bacteria *Streptomyces* en frascos de vidrio (biorreactores). Comprobó estadísticamente que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, aunque hubo niveles de degradación. Según la conclusión, se determinaron que el mejor tratamiento que sobre salió fue el tratamiento T3 (consorcio microbiano) con un porcentaje de 29,7% de degradación de TPH, monitoreado por un periodo de 30 días.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Taipe et al. (2020), realizaron una investigación con la finalidad de remediar suelos contaminados con hidrocarburos de fracción F2 y F3, aplicando el *Zea mays* (maíz) y compost. Inicialmente presentó una concentración de 34,131 mg/kg y 52,050 mg/kg de hidrocarburos de petróleo (TPH) fracción F2 y F3. Asimismo, aplicó el modelo estadístico de Diseño Experimental Completamente al Azar, siendo 3 repeticiones y 4 tratamientos, en un total de 12 unidades experimentales. El periodo de tiempo para la investigación experimental se desarrolló durante 90 días y como recipientes se utilizó macetas (M1, M2.M3 y M4). Mediante los resultados se determinaron remociones superiores al 71%

(M4) y 53% (M3) respectivamente. Según la conclusión, se determinaron que el tratamiento con la dosis óptima de eficiencia al 60% de compost en conjunto con el maíz, remediaron los hidrocarburos de petróleo de fracción F2 y F3 en suelos contaminados.

Según Ayala (2019), sostiene que su investigación consiste en determinar los efectos del estiércol y fertilizante químico en la biorremediación de suelo contaminado con residuos aceitosos de talleres en reparación. Empleó un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial siendo 6 tratamientos, estiércol de cerdo, estiércol de cuy, estiércol de vacuno, estiércol de cerdo +FQ, estiércol de cuy + FQ, estiércol de vacuno + FQ y una muestra testigo. El suelo contaminado presenta materia orgánica, fósforo, potasio, carbonato de calcio, aceites y grasas (147 340 mgkg.-1), fracción ligera F1 (<19 mgkg -1), media F2 (14 443 mgkg -1), pesada F3 (15 240 mgkg -1) de hidrocarburos. Según la conclusión, se determinaron que los estiércoles con y sin fertilizante químico agilizaron el proceso de la biorremediación destacando el estiércol de cuy en un 64, 36 % de eficiencia en 120 días.

Según Cardenas (2017), en su investigación sostiene que la técnica de biorremediación con cachaza y guano de islas son aptas para degradar los hidrocarburos que se encuentran en el suelo de la refinería Conchan. Utilizó el diseño experimental verdadero con 3 tratamientos y una muestra testigo, utilizando cajoneras de cultivo con capacidad de 40 kilos, siendo el guano de islas (T1), Cachaza (T2) y ambos nutrientes (T3). Procedió a cuantificar la muestra de 125 kg, el cual, fue sometida al proceso de bioestimulación en conjunto con las bacterias que fueron extraídas de la misma muestra, procediendo a mezclar con cachaza y guano para obtener una solución con mayor capacidad de degradación. En los resultados el T1 logró una reducción del 81 % en dos meses. Según la conclusión, se determinaron que las bacterias nativas tienen un gran potencial en el proceso de remediación.

Según Muñoz y Pacheco (2017), sostienen que su investigación consiste en evaluar la eficiencia de las colonias microbianas presentes en el estiércol de gallinas blancas en el proceso de biodegradación de hidrocarburos en un suelo contaminado. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con un arreglo factorial de 2A x 3B, con 6 repeticiones, siendo un total de 36 unidades experimentales. El proceso de biodegradación comprendió 180 días calendario. Los resultados obtenidos se mostró que el tratamiento B3 cepa bacteriana + aserrín disminuyó 97,4% de hidrocarburos C6- C10, el contenido de

hidrocarburo C10- C35 disminuyó 92,95% y el contenido de hidrocarburos C10- C28 en el suelo disminuyó 30%. Según la conclusión, se determinaron que el mejor tratamiento fue el T B3 sobre saliendo con una remoción de 91,10% de hidrocarburos totales a diferencia de los tratamientos B1 y B2.

Según Flores y Benites (2015), realizaron una investigación sobre los efectos de los estiércoles de cuy, porcino y vacuno con y sin fertilizante se realizó la biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos diésel (HDT). El ensayo se realizó mediante un diseño experimental completamente aleatorio, DCA, siendo 10 tratamientos y 3 repeticiones: T1 (estiércol de cuy), T2 (porcino), T3 (vacuno), T4 (cuy + NP), T5 (porcino + NP), T6 (vacuno + NP), T7 (testigo agua destilada), T8 (NP), T9 (consorcio bacteriano + NP), T10 (testigo abiótico). Se llevó a cabo el mezclado del suelo con la arena de río y pajilla (20:10:1) se vertió 20 000 ppm de diésel y después se anexó el estiércol (6:1), los fertilizantes urea (46% N) y fosfato diamónico (18% N – 46% P) y el consorcio bacteriano (5%). Todo el proceso se vigiló por un periodo de tiempo de 90 días. El suelo presentó un HTD de $22\ 987\ mg\ kg^{-1}$, microorganismos totales ($4,6 \times 10^6$ NMP g⁻¹), hidrocarbonoclasticos ($3,5 \times 10^4$ NMP g⁻¹) y un nivel severo 4 de toxicidad. Los estiércoles agilizaron la biorremediación del suelo contaminado. Según la conclusión, se determinaron que el estiércol de cuy más NP resultó más eficiente en la remoción del HTD con 81,7%.

2.2. Bases teóricas

2.2.2. Suelo

Es la matriz esencial donde el hombre desarrolla sus actividades, asimismo es la fuente principal que sostiene los ejes principales de la vida. Como señala la Organización del Naciones Unidas FAO (2015), el suelo funciona como cuerpo receptor donde albergan grandes diversidades de organismos que interactúan entre sí, dándose los ciclos naturales y complejos, que permiten el funcionamiento de la vida en nuestro planeta.

2.2.3. Impacto de los hidrocarburos en el suelo

Según Escalante (2000), menciona que los principales factores que afectan la dirección de los hidrocarburos en la matriz suelo son: el volumen del vertimiento, viscosidad y la composición del suelo. Mayormente los compuestos como la gasolina y aceites de baja viscosidad percolan rápidamente en el suelo, mientras que los compuestos de alta

viscosidad como el crudo se distribuyen de forma horizontal. Asimismo, la permanencia de los hidrocarburos en el suelo, depende netamente de la textura del mismo y de la solubilidad de los hidrocarburos en agua.

2.2.4. Petróleo

Está compuesto por una mezcla de hidrocarburos en estado líquido, manteniéndose en condiciones atmosféricas tanto a presión inicial como temperatura del reservorio. No se considera condensados como, líquidos del gas natural o gas natural licuado (Decreto Supremo N° 032-2002-EM , 2002).

2.2.5. Composición general del crudo de petróleo

Según Speight (como se citó en Cardenas, 2017) menciona que está compuesto por: 84-87% carbono, 11-14% hidrógeno, 0-8% azufre y 0-4% oxígeno y nitrógeno. Los principales elementos se distribuyen de manera fraccionaria, siendo:

- Fracción saturada (n-alcanos, alcanos ramificados con cadenas alquílicas y las cicloparafinas)
- Fracción aromática (monoaromáticos, diaromáticos, hidrocarburos aromáticos Policíclicos)
- Fracción de resinas
- Fracción de asfaltenos (hidrocarburos heterocíclicos y de alto peso molecular).

2.2.6. Composición del crudo de petróleo por familias de hidrocarburos

Según Torres y Zuluaga (como se citó en Cárdenas, 2017) sostienen que la composición del crudo de petróleo se distribuye de manera paulatina, siendo:

- Parafinas volátiles (n-alcanos e isoprenoides volátiles): representa el 30% del crudo de petróleo. Su tamaño oscila entre C1 a C10.
- Parafinas no volátiles (n-alcanos e isoprenoides): su tamaño oscila entre C11 a C40, siendo de volatilidad intermedia. Los n-alcanos representan el 15 a 20% de crudos no degradados, siendo su tamaño de C11 a C40.
- Naftenos (cicloalcanos): representan el 31% del crudo de petróleo, siendo éstas las cicloparafinas o Cicloalcanos.

- Olefinas (alquenos): se encuentran en productos finales del refinado, siendo un 30% de gasolinas y 1% de fueles.
- Hidrocarburos aromáticos: está compuesta por uno o más anillos bencénicos en su estructura y se divide en tres grupos fundamentales, siendo los hidrocarburos monoaromáticos, diaromáticos y poliaromaticos.
- Resinas y asfaltenos: representa el 10% del crudo de petróleo, degradados y un 60 % de crudo detallado.

2.2.7.Estrategias de biorremediación

Según Pozzo (2018), establece en dos tipos:

- Intrínseca o atenuación natural
- Dirigida o asistida

Intrínseca o atenuación natural. - consiste en la capacidad de los microorganismos nativos para realizar la remediación natural de los suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo.

Viñas y col, 2001; Nápoles, 2005 (como se citó en Pozzo, 2018) sostienen que la biorremediación dirigida o asistida. - mejora y agiliza el proceso de biorremediación natural mediante la bioestimulación de los microorganismos nativos.

2.2.8.Biorremediación in situ y ex situ

Según Pozzo (2018) las técnicas de biorremediación pueden ser:

- in situ: el tratamiento ocurre en el mismo lugar de la contaminación.
- Ex situ: el tratamiento ocurre fuera del lugar de contaminación.

2.2.9.Factores que condicionan la biorremediación

- **Microorganismos del suelo:** son aquellos que tienen la capacidad de degradar los hidrocarburos de petróleo (Ministerio de Energía y Minas, 2000).
- **Aireación:** es dada por el arado del suelo después de la aplicación de desechos y en intervalos luego de la mezcla inicial (Ministerio de Energía y Minas, 2000).
- **Textura:** es vital porque condiciona significativamente la distribución de oxígeno, la presencia de nutrientes y al contenido de humedad; por tanto, afecta

la densidad, la permeabilidad y el contenido de humedad (Ministerio de Energía y Minas, 2000).

- **pH del suelo:** para estimular el crecimiento bacteriano, el pH del suelo tiene que oscilar entre 6 a 8, siendo el valor óptimo de 7 (neutro). El suelo tiene que presentar estos valores de pH para ejecutar la operación y también se puede agregar cal para elevar el pH o azufre para disminuir (Pozzo, 2018).
- **Temperatura:** es un factor que induce en la actividad microbiana, siendo optimas a temperaturas superiores a 45°C para ejercer la biodegradación de hidrocarburos de petróleo y carece de este proceso cuando es inferior a 10 °C (Pozzo, 2018).
- **Contenido de humedad:** es indispensable para el desarrollo y crecimiento de los microorganismos, cuando hay excesiva humedad impide la circulación de aire generando la reducción de oxígeno, lo cual es vital en los procesos metabólicos. Las condiciones óptimas de humedad en el suelo para la biorremediación oscilan entre el 40 a 80 % la capacidad de retención de agua o de 12 a 30 % en peso (Pozzo, 2018).

2.2.10. Estiércol

Según Benavides y Plasencia (2012), sostienen que el estiércol en estado sólido de los animales presenta una excelente fuente de materia orgánica, mejorando la calidad del suelo, en condiciones óptimas de monitoreo. Se hace hincapié que la producción de estiércol de cuy oscila de 2 a 3 kg por cada 100 kg de peso vivo resaltando la calidad de la materia orgánica, siendo los resultados carbono (32,85 %), nitrógeno (1.95%), relación carbono: nitrógeno (16.85%) y 25% de humedad.

El estiércol procedente de sistemas ganaderos cuando son vertidos a los cuerpos receptores, haciendo alusión a la matriz suelo o cuerpos hídricos, presentan impactos negativos al ambiente y a la salud de la población aledaña, motivo por el cual que se requiere un plan estratégico que propicie una adecuada disposición final, teniendo en cuenta el control, manteniendo y transporte (Pantoja, 2014).

Según Pinos et al. (2012), determinaron que el exceso de nutrientes como fósforo y nitrógeno provenientes de sistemas ganaderos generan un impacto negativo a los componentes ambientales dependiendo de las condiciones ambientales de cada predio en

particular. Por ejemplo, la presencia excesiva de estos nutrientes desequilibra y deteriora los parámetros fisicoquímicos de un recurso hídrico de una fuente de manantial, perjudicando la calidad del agua. Así mismo, el mismo evento sucede en las aguas subterráneas donde se acumulan grandes cantidades de sales que afecta de manera directa la salud de los seres vivos y genera deficiencia en el desarrollo de la flora. Debido a esta problemática los gobiernos realizan planes o programas para mitigar los impactos negativos que se suscitan a nivel global.

2.2.11. Girasol

Según Santos et al. (2017) mencionan que el girasol (*Helianthus annuus* L.), es una planta que se utiliza en la ciencia de la biotecnología para recuperar suelos contaminados por metales pesados. Asimismo, se caracteriza por la capacidad de adaptación en condiciones de tolerancia moderada a la sequía y salinidad. En artículos relacionados, el girasol se utiliza como indicador de crecimiento expuesto a condiciones moderadas de desarrollo.

2.2.11.3. Método de siembra

Para el método de siembra (Gómez, 1988) en su libro “El cultivo del Girasol” nos menciona el momento adecuado para sembrar, es cuando el suelo oscila su temperatura entre 7-10° C. También indica que la profundidad adecuada de siembra es de 7-8 cm, además nos hace hincapié que los fracasos en la germinación dependen de la humedad en la capa superficial que a la excesiva profundidad de siembra. En cuanto a la densidad de siembra optima nos revela que depende mucho de la disponibilidad del recurso hídrico. Recomienda que para suelos con escasa humedad la densidad optima es de 40000 y 60000 plantas por hectárea, mientras que en suelos muy frescos y regadíos es de 60000 a 90000 plantas por hectárea. Para áreas no muy extensas recomienda mantener distancias de 70 cm entre líneas.

2.2.11.4. Necesidad hídrica del girasol

Gómez, (1988) también advierte sobre la baja eficiencia en el uso del agua del girasol puesto que es una planta que controla mal la pérdida de agua por transpiración y la “despilfarra” cuando tiene abundancia en disponibilidad. Por esta razón menciona que la cantidad de agua necesaria para el desarrollo optimo del girasol es de 50000 a 65000 m³ por hectárea.

2.2.11.5. Épocas de siembra del girasol

Según Guerrero (2022) menciona que la época ideal para sembrar girasoles es en la estación primavera, porque las temperaturas se estabilizan y se aprovecha mejor la radiación solar a diferencia de otras estaciones del año.

2.3. Normas legales

2.3.2. Ley General del Ambiente N° 28611

La Ley General del Ambiente fue aprobado por la Ley N° 28611, el 15 de octubre del 2005, en el artículo IX sobre el principio de responsabilidad ambiental hace mención que el causante del deterioro del ambiente, ya sea una persona natural y/o jurídica, pública y/o privada, por lo cual, está obligada a adoptar medidas de rehabilitación, compensación o restauración según el daño causado, sino fuera posible lo anterior, sin perjuicio de responsabilidades administrativas, civiles o penales (Ley General del Ambiente, 2005).

2.3.3. Estándares de calidad ambiental para suelos

El Estándar de Calidad Ambiental para suelo (ECA-suelo), fue aprobado mediante el D.S. N° 011-2017-MINAM, el 02 de diciembre del 2017 (Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, 2017). El ECA suelo es de carácter obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos y lineamientos de gestión ambiental, siendo aplicables a los parámetros que se asocian a las actividades productoras, extractoras y de servicios.

A continuación, se muestra en la tabla 2 la forma reducida del ECA suelo que comprende los parámetros orgánicos.

Tabla 1*Estándar de calidad de suelo para hidrocarburos*

Parámetros	Valores referenciales en diferentes tipos de suelo (mg/kg)		
	Agrícola	Residencial/ Parques	Comercial/ Industrial/Extractivo
Orgánicos			
Fracción de Hidrocarburos F1 (C5- C10) (mg/Kg PS)	200	200	500
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10- C28) (mg/Kg PS)	1200	1200	5000
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28- C40) (mg/Kg PS)	3000	3000	6000

Fuente: D.S. 011– 2017- MINAM

2.3.4. Guía de muestreo de suelos

La guía para muestreos de suelos, en el marco de la Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM (Ministerio del Ambiente, 2014). Esta guía está diseñada para el muestreo de suelos en proyectos y para sitios contaminados, donde la autoridad competente establezca que no se cumplieron con los objetivos de remediación o compensación que estipula el instrumento de gestión ambiental. Presenta el muestreo de identificación, de detalle, de nivel de fondo, remediación y muestreos de comprobación finales. Por consiguiente, establece criterios para el número de muestras, medidas para la toma y manejo de muestras de suelos.

2.4. Definición de términos básicos

- **Suelo contaminado:** suelo cuyas propiedades fisicoquímicas se han visto alteradas de manera significativa a causa de elementos químicos, producto de la actividad humana que trae como consecuencia el riesgo a la salud o el ambiente (Ministerio del Ambiente, 2016).
- **Caracterización de sitios contaminados:** consiste en identificar cualitativamente y cuantitativamente la procedencia de los contaminantes químicos o biológicos que se

encuentran en residuos peligrosos, para determinar la magnitud y los riesgos a causa de la contaminación (Ministerio del Ambiente, 2016).

- **Hidrocarburos:** son compuestos orgánicos que pueden ser gaseoso, líquido o sólido y están formados por átomos de carbono e hidrógeno, siendo éstas lineal, ramificados, abierto y cerradas (Ministerio de Energía y Minas, 2002).
- **Hidrocarburo de fracción F2:** están compuestos por átomos de carbono (>C10 a C28). Se encuentran presentes en los productos derivados del petróleo, petróleo crudo, gasóleo, diesel, turbosina, queroseno, gasolinas, etc. (Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, 2017).
- **ECA:** establecen un nivel de concentración de sustancias físicos, químicos y biológicos, presentes en el suelo; por ello, representa un riesgo significativo en la salud y el ambiente (Ministerio del Ambiente, 2014).
- **Biorremediación:** es un proceso natural que tiene como finalidad recuperar suelos contaminados por algún agente químico mediante las estrategias de bioestimulación y bioaumentación.
- **Atenuación natural:** es aquel proceso natural en ausencia de enmiendas, nutriente, microorganismos, entre otros tratamientos en particular que la propia actividad que realice la matriz suelo.

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.2. Hipótesis general

La dosis de materia orgánica reducirá los niveles de hidrocarburos de fracción F2 de suelo residencial utilizando el girasol como planta indicadora.

2.5.3. Hipótesis específicas

- La dosis de materia orgánica reducirá los niveles de hidrocarburos de fracción F2 en el suelo residencial añadiendo un 40% de estiércol de vacuno.
- La dosis de materia orgánica 10%, 20%, 30% y 40% de estiércol de vacuno, permitirá el crecimiento del girasol en un suelo residencial que contiene hidrocarburos de fracción F2 en el suelo residencial.

2.6. Operacionalización de las variables

Tabla 2

Variables e indicadores

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable independiente Dosis de materia orgánica	T1: Testigo	- 0	- %
	T2: Estiércol de Vacuno	- 10	- %
	T3: Estiércol de Vacuno	- 20	- %
	T4: Estiércol de Vacuno	- 30	- %
	T5: Estiércol de Vacuno	- 40	- %
Variable dependiente Reducción de hidrocarburos de fracción f2	Crecimiento del girasol	-Altura de planta	- cm
		-Diámetro de tallo de planta	- mm
		-N° de hojas de planta	- unidad
Hidrocarburos de fracción F2	Hidrocarburos F2 (ECA suelo, 2017)	-Crecimiento radicular de planta	- cm
		-Peso húmedo de planta	- g
		-Peso seco de planta	- g
		-Valores reducidos de hidrocarburos	- mg/Kg
		- 1200	- mg/Kg

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Gestión del experimento

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el suelo residencial de la Av. antigua panamericana norte de cuatro (04) talleres de mecánica, ubicada en la ciudad de Huacho, provincia de Huaura y departamento de Lima.

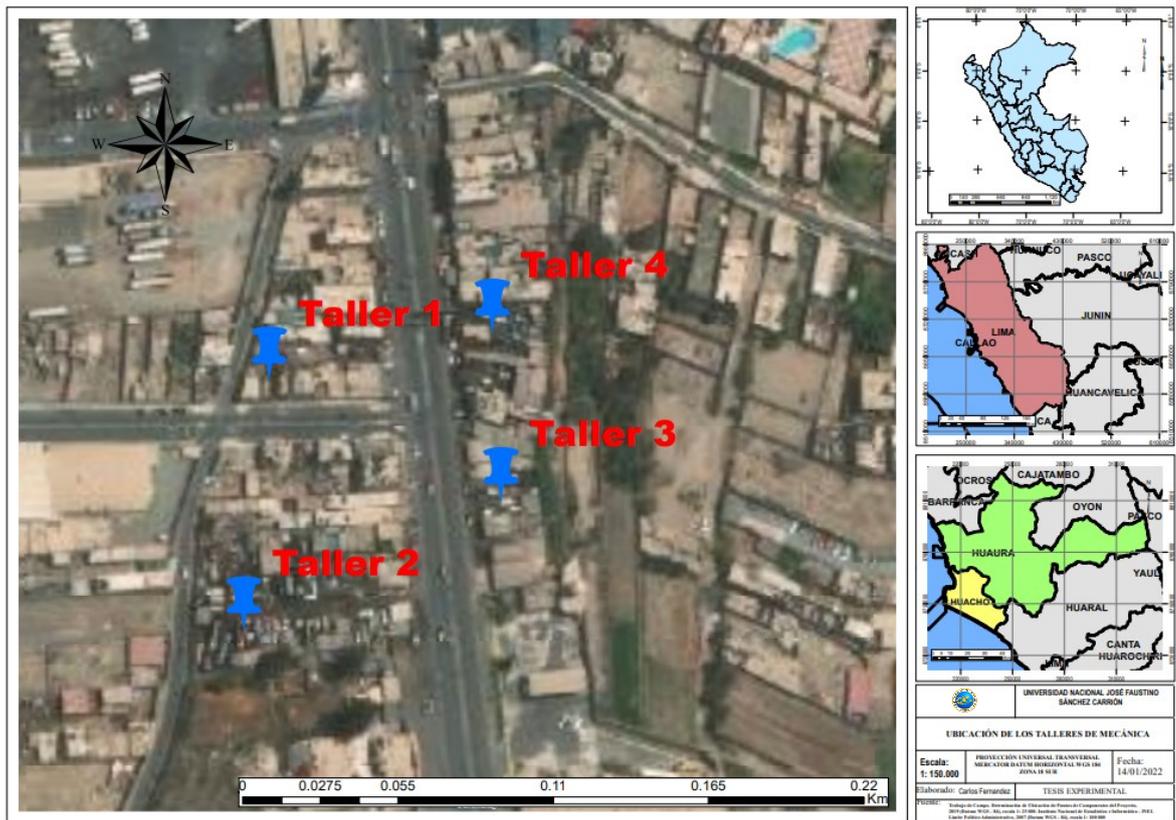


Figura 1. Ubicación de los talleres de mecánica de donde se obtuvieron las muestras de suelo

A continuación, se muestra la ubicación de los talleres de mecánica, donde se obtuvo las muestras de estudio.

Tabla 3

Coordenadas de la ubicación de los talleres de mecánica donde se obtuvo la muestra

Talleres de mecánica	Este (x)	Norte (y)	Zona	Descripción
Taller 1	216458	8770608	18 L	Lubricentro Adoniz
Taller 2	216449	8770519	18 L	Frente al grifo PECSA
Taller 3	216540	8770565	18 L	Anderson Palma
Taller 4	216537	8770625	18 L	Fuentes Galarza

3.1.2. Características del área experimental

El área experimental fue diseñada para prevenir posibles eventos meteorológicos que puedan perjudicar el trabajo de investigación, siendo una instalación favorable y adecuada. Presenta un techo impermeable en caso ocurra precipitaciones e inunde las unidades experimentales, asimismo, cuenta con una barrera porosa que impide una excesiva oxigenación y humedad, contribuyendo favorablemente en la temperatura. Estas características fueron benéficas para las condiciones óptimas del proceso de remediación. El área experimental fue instalada en la Av. ciro alegría pasaje chumbes lote 10 del distrito de Huacho, provincia de Huaura, región Lima.



Figura 2. Área experimental empleado en el proceso de remediación

3.1.3. Tratamientos

En la siguiente figura se muestra el procedimiento de la investigación realizada:

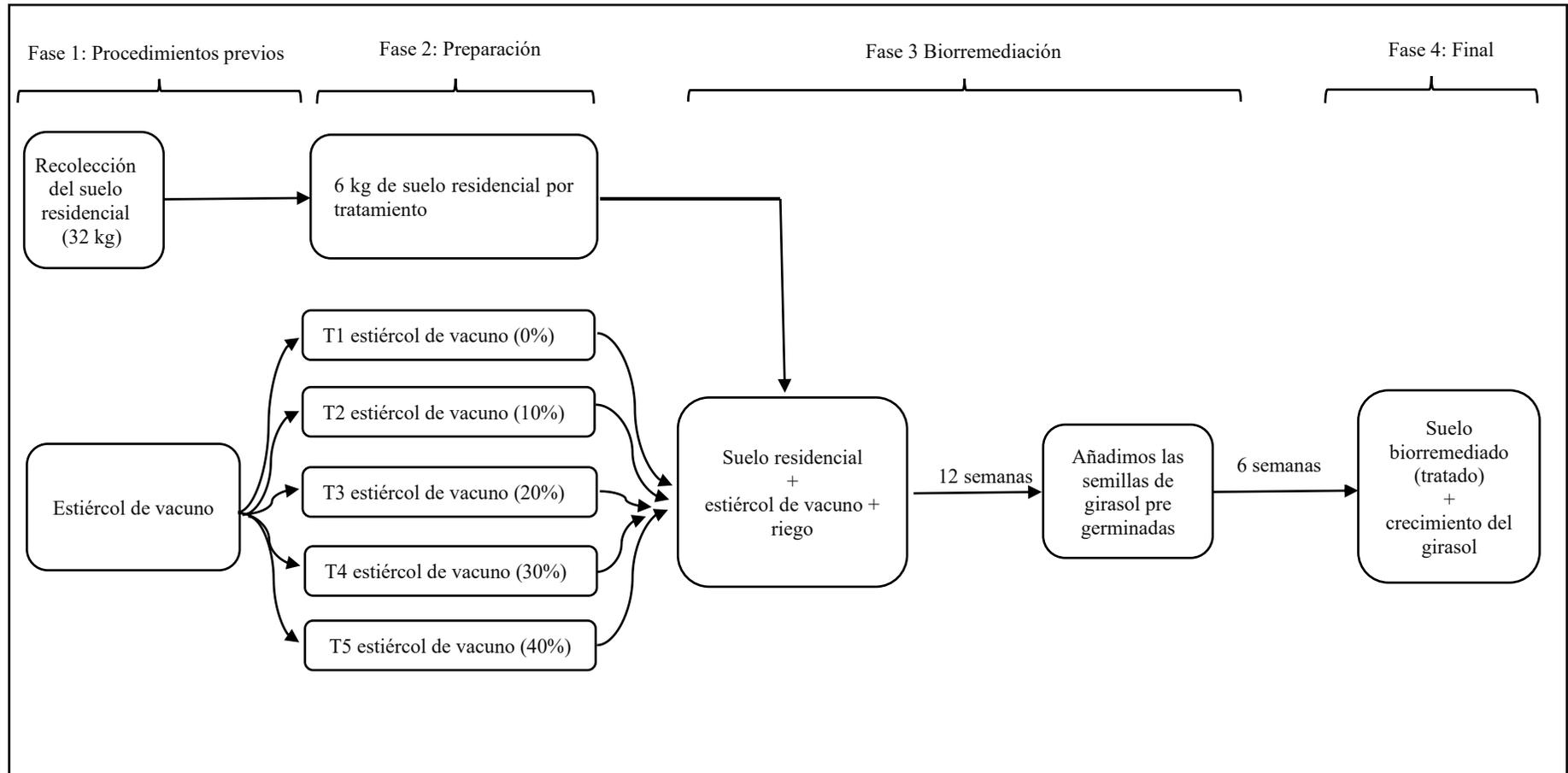


Figura 3. Procedimiento seguido en la investigación realizada

3.1.4. Diseño experimental

Para la presente investigación experimental se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA), distribuidos en 5 tratamientos con 3 repeticiones que comprende un total de 15 unidades experimentales, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Observación realizada en el i -ésimo maceta en la repetición j -ésima
- μ = Es la media general
- T_i = Denota el efecto del i -ésimo tratamiento
- e_{ij} = Denota el efecto aleatorio del error asociado a la observación y_{ij}

3.1.5. Variables evaluadas

Variable independiente

X: Dosis de materia orgánica (%)

Variable dependiente

- Reducción de hidrocarburos de fracción F2 (mg/kg)
- Altura de planta (cm)
- Diámetro de tallo de planta (mm)
- N° de hojas de planta (unidad)
- Crecimiento del girasol: altura de planta (cm)
- Peso húmedo de planta (g)
- Peso seco de planta (g)

3.1.6. Conducción del experimento

Fase 1: Procedimientos previos

Obtención y tamizado de muestra de suelo residencial: se recolectaron muestras de suelo residencial en los cuatro (04) talleres de mecánica de la ciudad de Huacho (ver tabla 4), según lo siguiente:

- Se procedió a limpiar el área de aproximadamente (1 m x 1 m) de donde se extrajo la muestra.

- Se procedió a excavar un área de 0.40 m x 0.40 m con 0.10 m de profundidad (capa de contacto oral o dermal de contaminantes), según la guía para muestreos de suelos (Ministerio del Ambiente, 2014).
- Se procedió a homogenizar las muestras y se descartó algún residuo mediante el tamizado (partículas de 2 mm) para tener como peso ideal 8 kg por cada taller de mecánica, siendo un total de 32 kg de suelo.



Figura 4. Obtención y tamizado de la muestra ubicada en el taller 1



Figura 5. Obtención y tamizado de la muestra ubicado en el taller 2



Figura 6. Identificación del taller 3 para la obtención y tamizado de la muestra



Figura 7. Obtención y tamizado de la muestra ubicado en el taller 4

Mediante la homogenización de las muestras (ver figura 8), una muestra de 500 g de suelo residencial fue llevada al laboratorio R – LAB en la ciudad de Lima para ser analizada (ver figura 8).



Figura 8. Homogenización de la muestra compuesta obtenida de los cuatro talleres de mecánica



Figura 9. Muestra inicial de suelo residencial para el análisis de hidrocarburos de fracción F2

Análisis del suelo residencial: para el análisis del suelo residencial el laboratorio R-LAB empleó la norma EPA Method 8015C.2007, Non Halogenated Organics using GC-FID (Sampling & Analysis), 2007. Los resultados del análisis de la fracción de hidrocarburos F2 se muestran en la tabla 18.

La fracción de hidrocarburos F2 analizada fue 2 519.77 mg/kg, lo cual, sobre pasa el Estándar de Calidad Ambiental – ECA Suelo, siendo el valor aceptable 1 200 mg/kg para Suelo Residencial/Parques (ver tabla 1).

Análisis de salinidad de suelo residencial: para el análisis de suelo se separó una muestra de 1 kg de suelo residencial, siendo llevada al laboratorio ALAB de la ciudad de Lima para ser analizada (ver figura 10).



Figura 10. Muestra inicial para análisis de salinidad del suelo residencial

Los métodos y procedimientos usados en el análisis de salinidad del suelo se muestran en la tabla 16.

En la tabla 17, el suelo presenta un pH 6,67 cercano a la neutralidad dentro del rango de 6,5 – 7.5, intervalo óptimo para la mineralización de compuestos derivados de petróleo (Asadollahi, 2016). Asimismo, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es 6,63 meq/100 g, es un valor bajo para la actividad de un suelo, esto se explica debido a la baja cantidad de arcilla e inherente característica de un suelo arenoso. La Conductividad Eléctrica (C.E) es de 6 101,0 uS/cm, es el triple del rango ideal para considerar un suelo fértil. Además, los valores de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) están por debajo del rango ideal, mientras que el Sodio (Na) y Potasio (k) está dentro del rango ideal. Además, el porcentaje de Materia Orgánica es aceptable, siendo 14.60% y está por encima del rango ideal (Ministerio de Agricultura, 2011).

Recolección y análisis del estiércol de vacuno: la muestra de estiércol de vacuno se obtuvo del establo lechero perteneciente a la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi, ubicada en el distrito de Sayán.



Figura 11. Obtención del estiércol de vacuno de un establo lechero

Una muestra de 1 kg fue llevada al laboratorio de la Universidad Agrarias La Molina en la ciudad de Lima para ser analizada (ver figura 12).

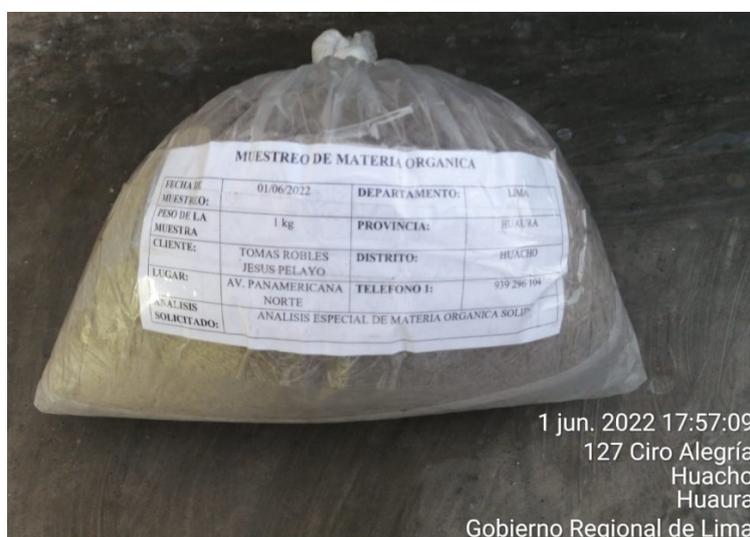


Figura 12. Muestra inicial para análisis especial de materia orgánica sólida

Los resultados con respecto al análisis de estiércol de vacuno se muestran en la tabla 19, el valor de pH es 8.83 ligeramente alcalino y está dentro del rango de pH de 4 – 9, siendo favorable una de las propiedades químicas del estiércol de vacuno para una buena evolución del proceso de degradación de materia orgánica (Bailón y Florida, 2021).

La Conductividad Eléctrica (C.E) es 5.84 dS/m, está por debajo del óptimo siendo 36.0 dS/m, y disminuye a medida que el estiércol va madurando paulatinamente. Por otra parte, mediante la degradación de la materia orgánica se generan compuestos inorgánicos que a la vez incrementa conductividad eléctrica (Cordero, 2013). La materia seca representa el 65.22%. Asimismo, el estiércol de vacuno es rico en nutrientes como el fosfato, potasio y cierta cantidad de calcio para beneficio de los cultivos; además mejora la calidad del suelo (Albanell et al., 1988).

Maceta: son recipientes que se emplearon para colocar dentro de la maceta el suelo residencial, después se procede agregar las dosis de materia orgánica por cada tratamiento y posteriormente se agregan las semillas de girasol, siendo las siguientes dimensiones del recipiente: 21 cm x 19 cm.

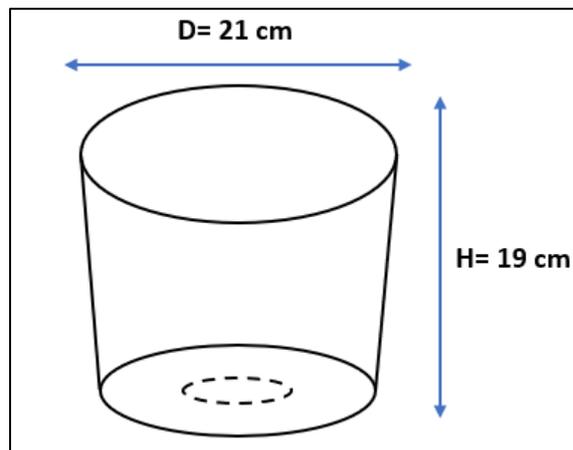


Figura 13. Dimensiones de las macetas que se emplearon en el estudio experimental

Se evaluaron cinco (05) dosis, incluyendo el testigo, cada uno presentó tres (03) repeticiones, siendo los siguientes:

- T1: Suelo residencial + estiércol de vacuno 0% + semillas de girasol (atenuación natural).
- T2: Suelo residencial + estiércol de vacuno 10% + semillas de girasol.
- T3: Suelo residencial + estiércol de vacuno 20% + semillas de girasol.
- T4: Suelo residencial + estiércol de vacuno 30% + semillas de girasol.
- T5: Suelo residencial + estiércol de vacuno 40% + semillas de girasol.

Fase 2: Preparación de las unidades experimentales

En esta fase se pesó un total de 30 kg de suelo residencial, el cual fue dividida en cinco (05) partes iguales de 6 kg de suelo (5 replicaciones), siendo sub dividida en tres (03) partes iguales de 2 kg cada uno (ver figura 14), para su aplicación del porcentaje de dosis de materia orgánica por cada replicación (ver figura 15), conformando las quince (15) unidades experimentales (ver figura 16) (Obispo y Ramos, 2019).



Figura 14. Peso de la muestra por unidad experimental



Figura 15. Peso de suelo contaminado más la adición de la dosis de estiércol de vacuno por unidad experimental



Figura 16. Mezcla del suelo residencial con las dosis de estiércol de vacuno para cada unidad experimental

Para la obtención del suelo residencial, se realizó un cálculo mediante una regla de tres simple, siendo 6 kg de suelo por maceta dividida en tres (03) repeticiones, tenemos 2 kg de suelo residencial por unidad experimental. Asimismo, se agregó piedras de río para nivelar las muestras por cada unidad experimental, siendo más estético la presentación y evitar alguna anomalía en las muestras (ver figura 17).



Figura 17. Piedras de río lavadas que se incorporó en la base de cada unidad experimental

La cantidad de estiércol de vacuno que se empleó fue en relación al procedimiento que realizaron Obispo y Ramos (2019).

Tabla 4

Dosis de materia orgánica usados como tratamiento en el estudio

Tratamientos	Suelo residencial (g)	Materia orgánica incorporado por maceta (%)	Cantidad de materia orgánica por unidad experimental (g)
T1	6000	0	0
T2	6000	10	200
T3	6000	20	400
T4	6000	30	600
T5	6000	40	800

Fase 3: Biorremediación

La biorremediación es una ciencia que se emplea en el campo de la biotecnología y se utiliza entes biológicos que agilizan los procesos de biodegradación, utilizándose estrategias como la bioestimulación y la bioaumentación Olguín, et al (2007). La bioestimulación, consiste en la adición de enmiendas para fomentar el crecimiento, desarrollo y la actividad microbiana de la matriz suelo, mientras que la bioaumentación, consiste en la inoculación de microorganismos endógenos y/o exógenos, mediante la previa caracterización y control, según Benites y Flores (2015).

Esta fase es indispensable, porque los entes biológicos degradan los hidrocarburos de fracción F2 hasta dióxido de carbono y agua, según Coyne (2000). Asimismo, se tuvo en cuenta la aireación (3 veces por semana lunes, jueves y sábado) y el riego (2 veces por semana lunes y jueves). Para cada unidad experimental se agregó 600 ml de agua destilada, con finalidad de propiciar la actividad biológica en la matriz suelo.

Tratamiento 1: Muestra testigo, abarca 3 repeticiones, y se aplicó agua destilada 2 veces por semana y la aireo tres (03) veces por semana por ser de atenuación natural, en ausencia del estiércol de vacuno.



Figura 18. Unidades experimentales



Figura 19. Aireando y añadiendo agua destilada a las unidades experimentales

Tratamiento 2: Aplicación del 10% estiércol de vacuno a las 3 repeticiones que contiene la matriz suelo. Asimismo, se aplicó agua destilada dos (02) veces por semana y se aireó tres (03) veces por semana.



Figura 20. Unidades experimentales



Figura 21. Aireando y añadiendo agua destilada a las unidades experimentales

Tratamiento 3: Aplicación del 20% estiércol de vacuno a las 3 repeticiones que contiene la matriz suelo. Asimismo, se aplicó agua destilada dos (02) veces por semana y se aireo, tres (03) veces por semana.



Figura 22. Unidades experimentales



Figura 23. Aireando y añadiendo agua destilada a las unidades experimentales

Tratamiento 4: Aplicación del 30% estiércol de vacuno a las 3 repeticiones que contiene la matriz suelo. Asimismo, se aplicó agua destilada dos (02) veces por semana y se aireo tres (03) veces por semana.



Figura 24. Unidades experimentales



Figura 25. Aireando y añadiendo agua destilada a las unidades experimentales

Tratamiento 5: Aplicación del 40% estiércol de vacuno a las 3 repeticiones que contiene la matriz suelo. Asimismo, se aplicó agua destilada dos (02) veces por semana y se aireó (03) veces por semana.



Figura 26. Unidades experimentales



Figura 27. Aireando y añadiendo agua destilada a las UE

Tabla 5

Tratamientos evaluados en el ensayo experimental

Tratamientos	Estiércol de vacuno (%)	Peso del suelo (g) por repetición	Cantidad de semillas de girasol por unidad experimental	Estiércol de vacuno (g) por unidad experimental	N° de repeticiones
T1	0	2000	9	0	M1.1 - M1.2 - M1.3
T2	10	2000	9	200	M2.1 - M2.2 - M2.3
T3	20	2000	9	400	M3.1 - M3.2 - M3.3
T4	30	2000	9	600	M4.1 - M4.2 - M4.3
T5	40	2000	9	800	M5.1 - M5.2 - M5.3

Siembra de semilla de girasol: Después de 12 semanas de haber añadido el suelo residencial en macetas. Se prepararon 60 semillas, para sembrar 3 semillas c/u experimental, siendo 9 semillas por cada replicación, en total 45 semillas. Se sumergió las semillas en agua por 24 horas, luego se procedió a sembrar en la placa Petri 5 c/u. después de 02 días, germinaron 48 semillas de las 60 semillas sembradas. Por lo tanto, se realizó las mediciones de los hoyos (ver figura 28), en las 15 UE para sembrar 3 semillas pre germinadas (ver figura 29).



Figura 28. Mediciones de los hoyos para la siembra de

las semillas de girasol (3 cm de profundidad)



Figura 29. Hoyos en las 15 unidades experimentales

Asimismo, se procedió a sembrar las semillas de girasol pre germinadas (ver figura 30).



Figura 30. Siembra de las semillas pre germinadas

Luego, las 15 unidades experimentales se expusieron a cielo abierto para recibir la luz del sol directamente y las semillas pre germinadas puedan desarrollarse mediante los procesos naturales.



Figura 31. Disposición de las unidades experimentales para su evaluación

Después de dieciocho (18) semanas del proceso de remediación, se procedió a tomar una muestra de cada tratamiento (15 muestras de 250g de suelo) para realizar el análisis de suelo en el laboratorio R- LAB, en la ciudad de Lima (ver figura 40) Asimismo, se utilizaron materiales (ver figura 41) para las mediciones en cuanto a los parámetros físicos (girasol) para determinar el crecimiento de la planta en función a la dosis de materia orgánica agregada en cada tratamiento. Se procedió con el corte de las plantas por cada tratamiento (ver figura 42), luego se realizó la medición de altura de planta y el conteo del número de hojas (ver figura 43). Posteriormente se midió del crecimiento radicular y el diámetro de los tallos de girasol (ver figura 44). Después se realizó las mediciones del peso húmedo del girasol, la medición fue llevada a cabo en la UNJFSC, nuestra casa de estudios, el cual se utilizó una balanza gramera (ver figura 45). Para realizar las mediciones del peso seco, se procedió a colocar los girasoles por tratamientos (rotuladas en placas Petri) en una fuente (ver figura 46) para posteriormente ponerlo en una estufa por 24 hrs a 70 grados °C (ver figura 47). Finalmente, después de haber pasado las 24 hrs se procedió a retirar el girasol de la estufa para realizar las mediciones correspondientes de cada tratamiento (ver figura 48).

3.2. Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos obtenidos de las unidades experimentales fueron analizados con el Análisis de la Varianza (ANOVA), la prueba de Tukey mediante el programa Minitab 19 para determinar si alguno de los tratamientos empleados es diferente de otros y a la vez determinar si alguno de los tratamientos está por debajo del ECA para suelo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de la varianza (ANOVA)

Con respecto a los resultados obtenidos mediante el ANOVA (ver tabla 19), se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de $\alpha = 0.01$, por lo tanto, se procedió a realizar la prueba estadística de Tukey con la finalidad de identificar que tratamiento(s) presenta(n) una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos, y para determinar si las dosis de estiércol de vacuno ayuda en la reducción de hidrocarburos de fracción F2 y permite el crecimiento de girasol como planta indicadora.

Las medias (ver tabla 6) son los resultados de los parámetros físicos evaluados de girasol como planta indicadora, a su vez, se observa los efectos favorables de la aplicación de la dosis de materia orgánica en la altura de planta, diámetro de tallo, N° de hojas de planta, crecimiento radicular de planta, peso húmedo de planta, peso seco de planta. Asimismo, se observa los efectos de la dosis de materia orgánica en el nivel de concentración de fracción de hidrocarburos F2 y el % de reducción de hidrocarburos de fracción F2.

De manera tal, R cuadrado varía desde 73.72% hasta 97.78% encontrándose en nivel aceptable en el experimento realizado.

Tabla 6*Cuadrados medios de los parámetros físicos evaluados y su nivel de significancia*

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrados medios (CM)							
		Altura planta (cm)	Diámetro tallo (mm)	N° hojas planta (unidad)	Crecimiento radicular (cm)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Concentración F2 (mg/Kg)	Reducción F2 (%)
Dosis de MO	4	24.5727**	0.55167**	16.0123**	3.2583**	1.05711**	0.0442	630192**	630192**
Error	10	0.2227	0.07867	0.2447	0.1260	0.05831	0.003 295	7025	7025
TOTAL	14	-	-	-	-	-	-	-	-
R- cuadrado (%)	-	97.78	73.72	96.32	91.18	87.88	84.30	97.29	97.29

Nota:

MO = Materia orgánica

** Altamente significativas al nivel de $\alpha = 0.01$ * Significativa al nivel de $\alpha = 0.05$

4.2. Altura de planta

La aplicación de materia orgánica a diferentes dosis influye en el crecimiento de altura de planta por tratamiento, siendo estadísticamente similares el T2 y T3, representado por la letra C. El T1 permitió el crecimiento del girasol, porque el girasol, es una planta que se adapta a condiciones adversas de desarrollo, según Santos et al. (2017). El T5 representa más del doble de altura de planta en referencia al T1, siendo el tratamiento testigo.

Tabla 7

Altura de planta (cm) en diferentes dosis de materia orgánica y su comparación de Tukey

Trat.	Dosis MO (%)	Nº de repetición	Media (cm)	Agrupación
T5	40	3	13.8333	A
T4	30	3	12.1667	B
T3	20	3	9.8000	C
T2	10	3	9.0333	C
T1	0	3	6.4333	D

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A continuación, se observa la representación gráfica.

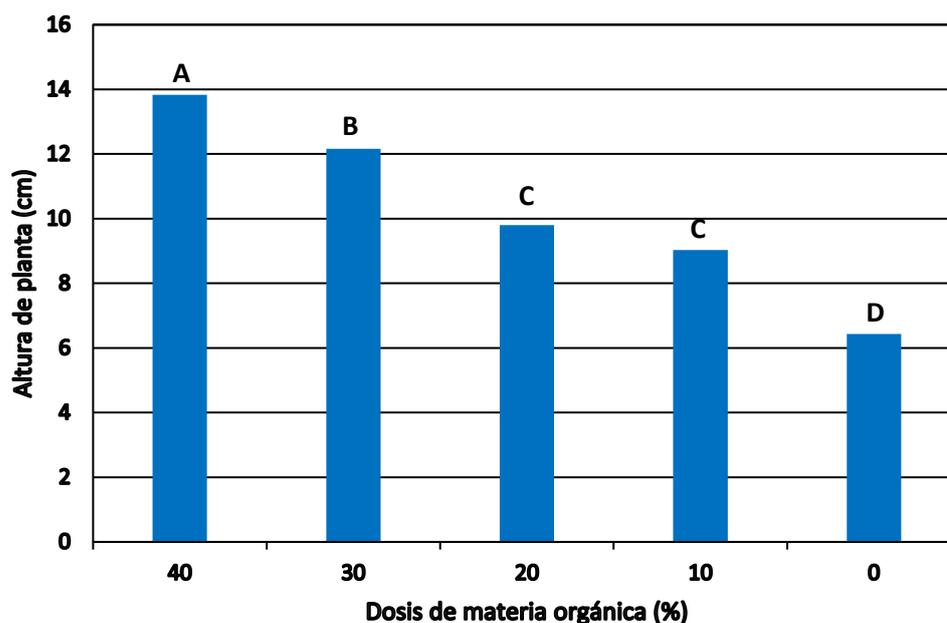


Figura 32. Altura de planta (cm) en diferentes dosis de materia orgánica

4.3. Diámetro tallo de planta

La aplicación de materia orgánica a diferentes dosis influye en el desarrollo del diámetro de planta por tratamiento, siendo estadísticamente similares el T1, T2 y T4, representado por la letra B. Asimismo, el T2, T3, T4 y T5 respectivamente, representado por la letra A. Sin embargo, los tratamientos que no comparten una letra son significativamente diferentes, las plantas que tuvieron mayor % de materia orgánica presentan mayor diámetro tallo.

Tabla 8

Diámetro tallo de planta (mm) en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey

Trat.	Dosis MO (%)	Nº de repeticiones	Media (mm)	Agrupación
T5	40	3	3.26667	A
T4	30	3	2.90000	A B
T3	20	3	3.26667	A
T2	10	3	2.63333	A B
T1	0	3	2.26667	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

A continuación, se observa la representación gráfica.

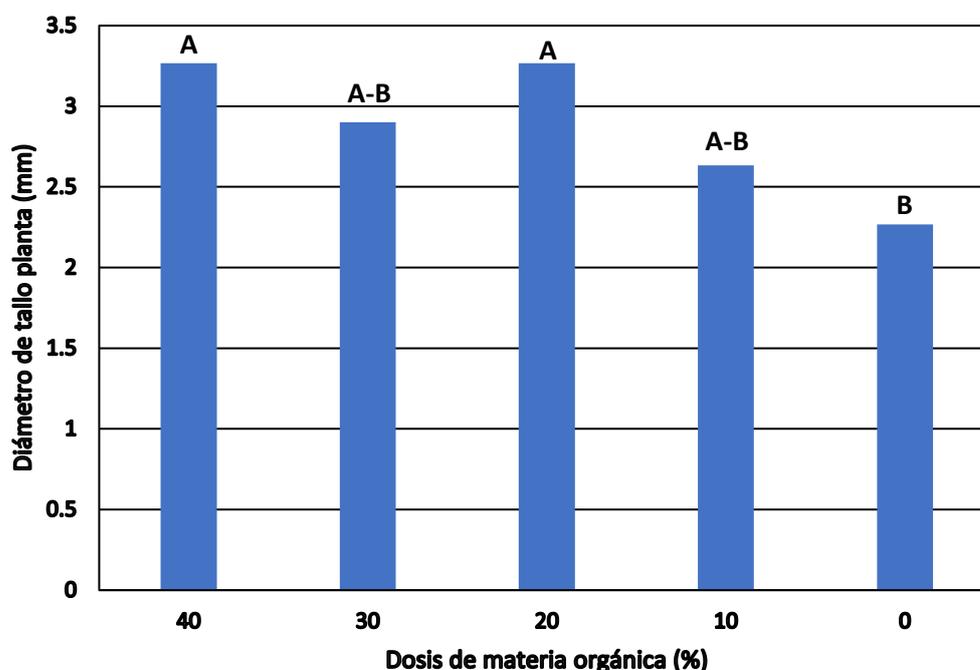


Figura 33. Diámetro de planta (mm) en diferentes dosis de materia orgánica

4.4. N° de hojas de planta

La aplicación de materia orgánica a diferentes dosis influye en el desarrollo del N° de hojas de planta por tratamiento, siendo estadísticamente similares el T2 y T3, representado por la letra C. Asimismo, el T3 y T4 respectivamente, representado por la letra B. Sin embargo, los tratamientos que no comparten una letra son significativamente diferentes, las plantas que tuvieron mayor % de materia orgánica presentan mayor N° de hojas.

Tabla 9

N° de hojas (unidad) por planta en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey

Trat.	Dosis MO (%)	N° de repeticiones	Media (unidad)	Agrupación
T5	40	3	11.8333	A
T4	30	3	8.9667	B
T3	20	3	8.0000	B C
T2	10	3	7.4667	C
T1	0	3	5.5333	D

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

A continuación, se observa la representación gráfica.

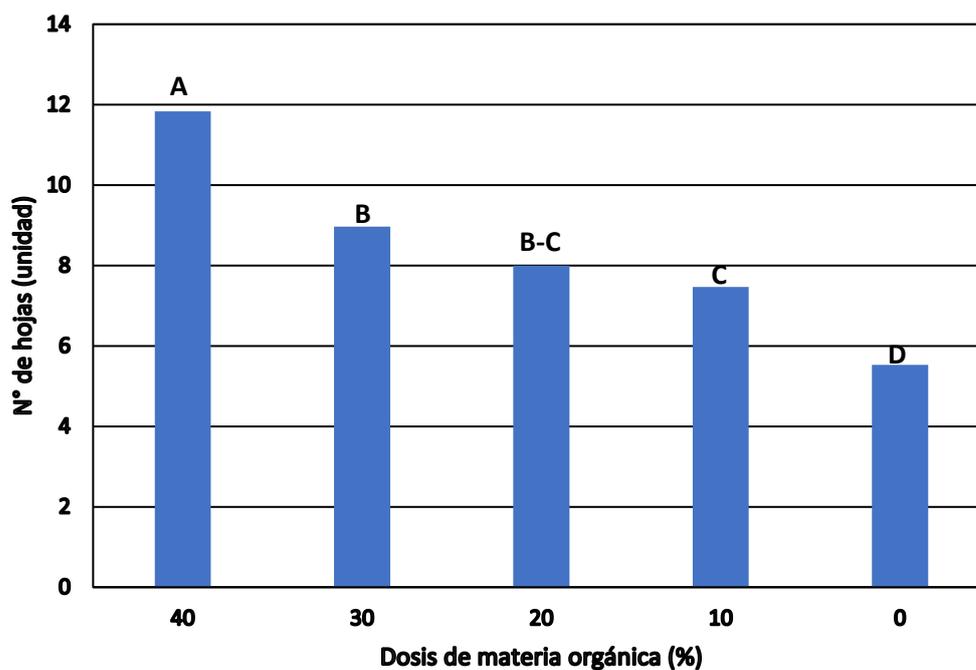


Figura 34. N° de hojas (unidad) en diferentes dosis de materia orgánica

4.5. Crecimiento radicular de planta

La aplicación de materia orgánica a diferentes dosis influye en el desarrollo del crecimiento radicular de planta por tratamiento, siendo estadísticamente similares el T1, T2 y T3, representado por la letra C. El T3 y T4 respectivamente, representado por la letra B. Asimismo, el T4 y T5 son estadísticamente similares. Sin embargo, los tratamientos que no comparten una letra son significativamente diferentes, las plantas que tuvieron mayor % de materia orgánica presentan mayor crecimiento radicular.

Tabla 10

Crecimiento radicular (cm) en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey

Trat.	Dosis MO (%)	Nº de repeticiones	Media (cm)	Agrupación		
T5	40	3	7.70000	A		
T4	30	3	6.93333	A	B	
T3	20	3	6.06667		B	C
T2	10	3	5.33333			C
T1	0	3	5.30000			C

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A continuación, se observa la representación gráfica.

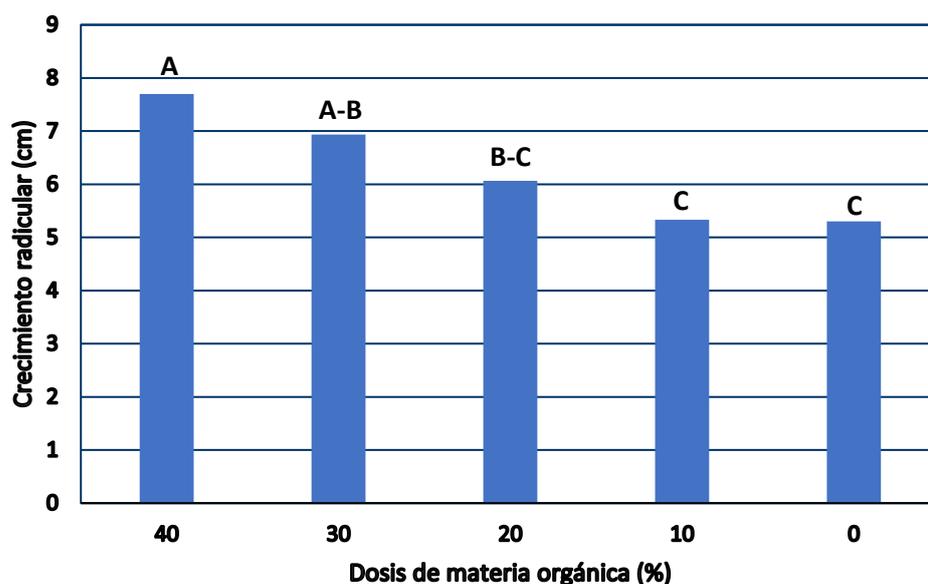


Figura 35. Crecimiento radicular (cm) en diferentes dosis de materia orgánica

4.6. Peso húmedo de planta

La aplicación de materia orgánica a diferentes dosis influye en el peso húmedo de planta por tratamiento, siendo estadísticamente similares el T1, T2, T3 y T4, representado por la letra B. Sin embargo, los tratamientos que no comparten una letra son significativamente diferentes, las plantas que tuvieron mayor % de materia orgánica presentan mayor peso húmedo.

Tabla 11

Peso húmedo (g) en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey

Trat.	Dosis MO (%)	N° de repeticiones	Media (g)	Agrupación
T5	40	3	2.22333	A
T3	20	3	1.11333	B
T4	30	3	1.10333	B
T1	0	3	0.83000	B
T2	10	3	0.74333	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A continuación, se observa la representación gráfica.

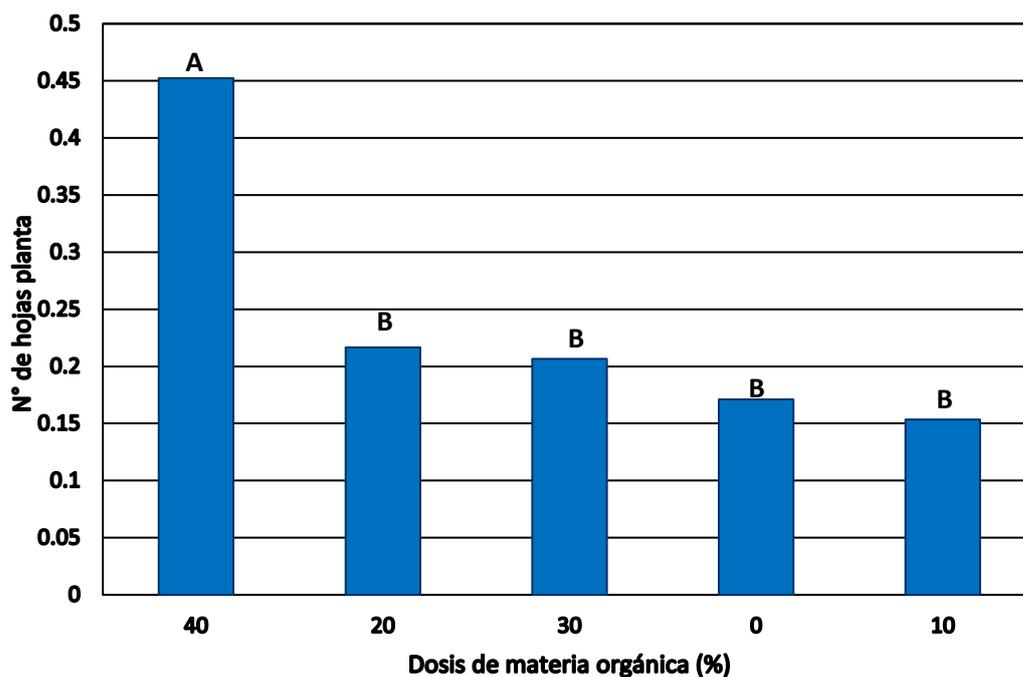


Figura 36. Peso húmedo (g) en diferentes dosis de materia orgánica

4.7. Peso seco de planta

La aplicación de materia orgánica a diferentes dosis influye en el peso seco de planta por tratamiento, siendo estadísticamente similares el T1, T2, T3 y T4, representado por la letra B. Sin embargo, los tratamientos que no comparten una letra son significativamente diferentes, las plantas que tuvieron mayor % de materia orgánica presentan mayor peso seco.

Tabla 12

Peso seco (g) en diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey

Trat.	Dosis MO (%)	Nº de repeticiones	Media (g)	Agrupación
T5	40	3	0.452222	A
T4	30	3	0.216667	B
T3	20	3	0.206667	B
T2	10	3	0.153333	B
T1	0	3	0.171111	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A continuación, se observa la representación gráfica.

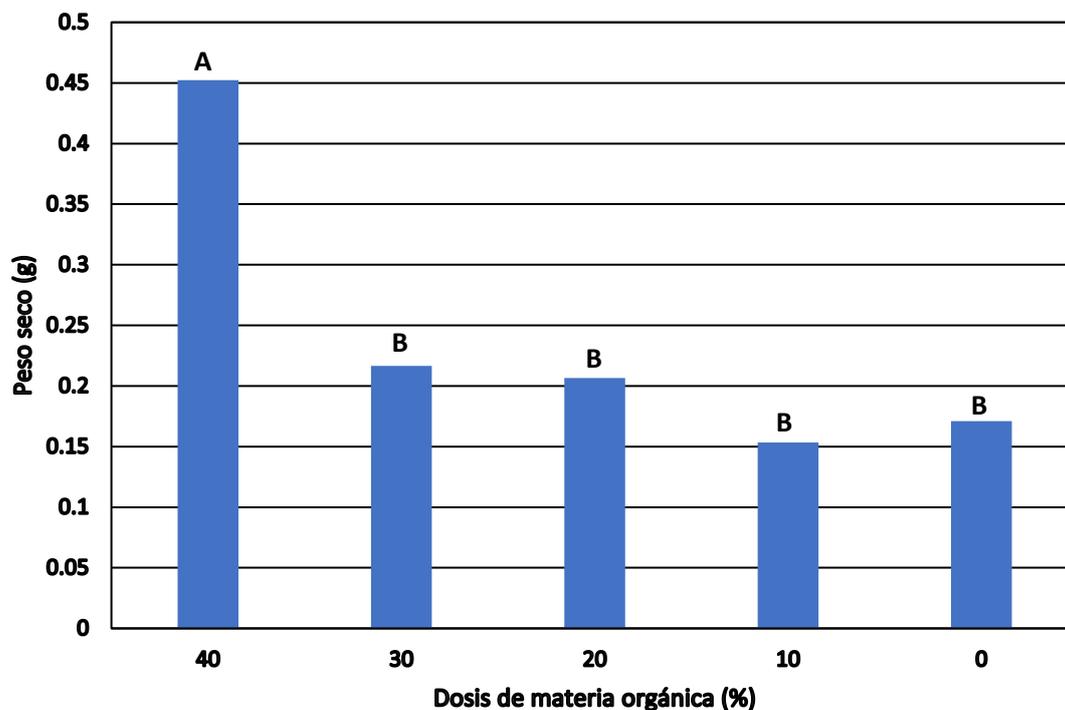


Figura 37. Peso seco (g) en diferentes dosis de materia orgánica

4.8. Concentración de hidrocarburos de fracción F2

La aplicación de materia orgánica a diferentes dosis influye en la concentración de fracción de hidrocarburos F2 por tratamiento, siendo estadísticamente similares el T3 y T4, representado por la letra C. Sin embargo, los tratamientos que no comparten una letra son significativamente diferentes, los tratamientos que tuvieron mayor % de materia orgánica presentan menor concentración de fracción F2.

Tabla 13

Concentración de fracción de hidrocarburos F2 (mg/Kg) obtenidos al final del experimento para diferentes dosis de MO y su comparación de Tukey

Trat.	Dosis MO (%)	N° de repeticiones	Media (mg/kg)	Agrupación
T1	0	3	2364.49	A
T2	10	3	1955.31	B
T3	20	3	1673.58	C
T4	30	3	1467.10	C
T5	40	3	1169.01	D

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

A continuación, se observa la representación gráfica.

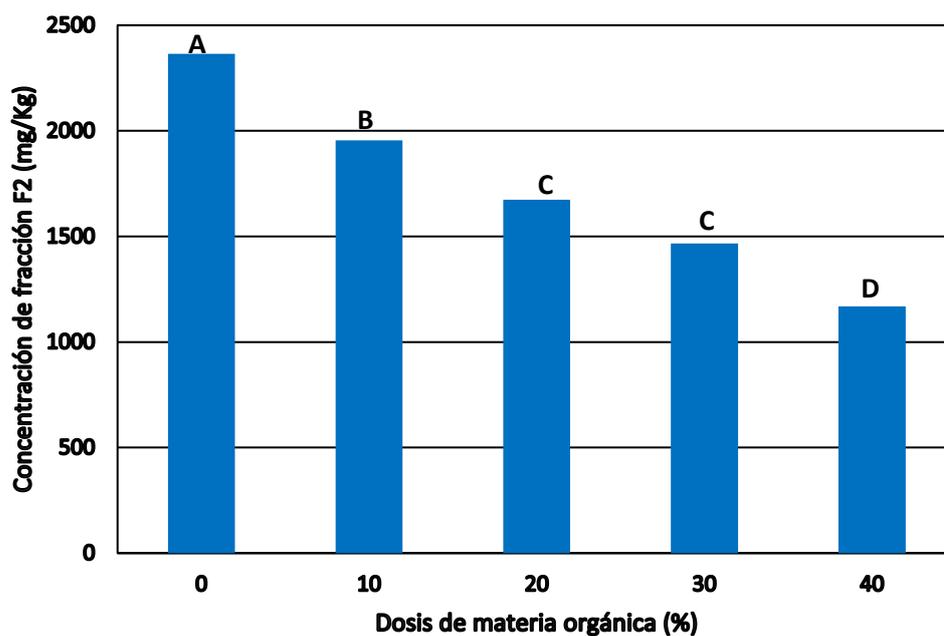


Figura 38. Concentración de hidrocarburos F2 (mg/kg) en diferentes dosis de materia orgánica

4.9. Porcentaje de reducción de hidrocarburos de fracción F2

La aplicación de materia orgánica a diferentes dosis influye en el porcentaje de reducción de hidrocarburos de fracción F2 por tratamiento. El T1 permitió la reducción de la fracción F2, por los siguientes parámetros de control: la aireación, riego y tiempo. Asimismo, el T5 presentó una reducción significativa del 53.61%, siendo la dosis óptima en la presente investigación experimental. Además, el T5 permitió la reducción del ECA Suelo, DS-011-2017-MINAM para suelo residencial (ver tabla 2).

Tabla 14

Reducción de fracción de hidrocarburos F2 (%) en diferentes dosis de MO y su comparación con el ECA suelo

Trat.	Dosis MO (%)	N° de repeticiones	Media (mg/kg)	Reducción de fracción F2 (%)
T1	0	3	2364.49	6.16
T2	10	3	1955.31	22.40
T3	20	3	1673.58	33.58
T4	30	3	1467.10	41.78
T5	40	3	1169.01	53.61

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
ECA suelo - 2017 = 1200 mg/kg

A continuación, se observa la representación gráfica.

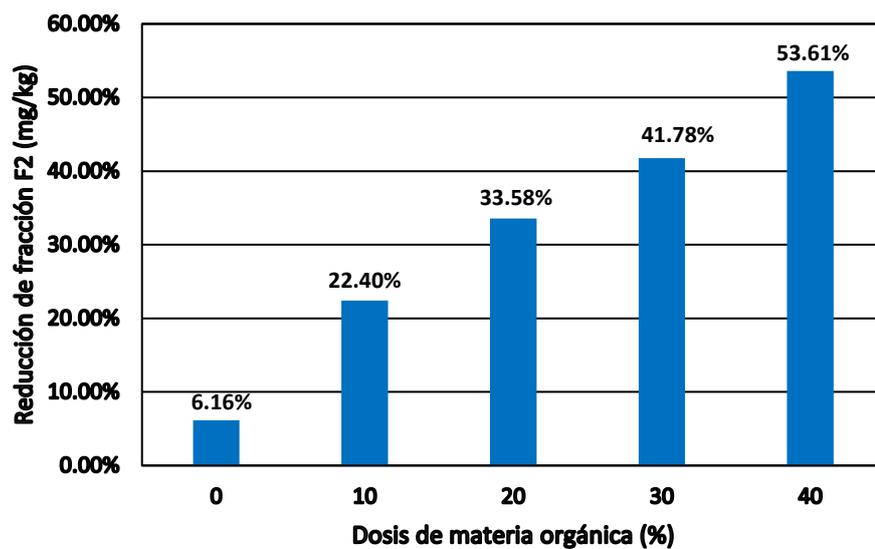


Figura 39. Reducción de fracción F2 (%) en diferentes dosis de materia orgánica

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN

Las enmiendas como el compost y/o materia orgánica son esenciales para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de la matriz suelo, según Taipe et al. (2020). A la vez indican que mejora la fertilidad del suelo, debido al suministro de nutrientes; absorbe e inmoviliza elementos tóxicos que pueda presentar la matriz suelo.

El estiércol de vacuno agilizó el proceso de remediación de un suelo contaminado con hidrocarburos F2, obtenido con el suelo contaminado + estiércol en cada tratamiento (T2, T3, T4 y T5), destacando el T5 en una reducción del 53.61% de F2 en un periodo de 135 días, guardando relación con el hallazgo de Ayala (2019), que el estiércol de animal con y sin fertilizante químico agilizan el proceso de remediación de un suelo contaminado con residuos aceitosos, destacando significativamente el estiércol con un nivel bajo de fitotoxicidad en un periodo 120 días y 64,36% de eficiencia en la reducción de hidrocarburos totales de petróleo.

El suelo residencial contaminado con hidrocarburos de fracción F2, se aplicó estiércol de vacuno y presentó una remoción promedio de 53.61%, en relación al trabajo realizado por Cárdenas (2017), menciona que los suelos contaminados con hidrocarburos, tratados con estiércoles, en promedio disminuyo 81% de hidrocarburos por un periodo de 2 meses.

En cierta medida la presencia del girasol en un suelo contaminado facilitó la remoción del contaminante F2, Peña et al. (2005), sostienen que la degradación de los HTP es más rápida en suelos con vegetación en crecimiento, así como también, la toxicidad remanente de los suelos, que son recuperados por las técnicas de fitorremediación, siendo menor que aquellos donde se usan otras técnicas, resultado que es explicado por el efecto rizosférico o mejoramiento de las propiedades fisicoquímicos de los suelos contaminados por las raíces, propiciando la riqueza y diversidad microbiológica; en consecuencia una mayor degradación de HTP.

El tratamiento testigo T1 presentó una reducción del 6.16% de fracción F2. El nivel de concentración de los HTP varía según el tiempo que el petróleo o sus derivados permanecen en el ambiente. Éstos pueden volatilizarse, disolverse en la solución del suelo, ser adsorbidos en la superficie del suelo o ser transformados en otros compuestos por procesos químicos y bioquímicos Aceves et al. (2017).

Según Flores y Benites (2015) mencionan que los estiércoles con y sin fertilizante proporcionan una mayor cantidad de nutrientes y mejoran las propiedades físicas químicas y biológicas de la matriz suelo. Asimismo, los estiércoles agilizan el proceso de remediación de un suelo contaminado con hidrocarburos diésel (HDT), hasta en un 81.7% de eficiencia, en relación a nuestro presente trabajo que presentó una remoción promedio de 53.61% de eficiencia de remoción.

Sapuppo (2017) sostiene que las bacterias nativas en presencia de enmiendas orgánicas tienen la capacidad para remediar suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo en un periodo de 90 días calendario. Por otro lado, Muñoz y Pacheco (2017) realizaron un ensayo a escala de laboratorio, con la finalidad de remediar un suelo contaminado con hidrocarburos. Se obtuvo una degradación en 180 días calendarios, destacando el estiércol en un 91.10 % de remoción de hidrocarburos. Wellman et al. (2001) emplearon estiércol de vacuno para la descontaminar un suelo con diésel (5000 mg/kg de suelo), teniendo como resultado una disminución del 80% en un periodo de 41 días.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Con respecto al análisis de los resultados obtenidos, se concluye que el estiércol de vacuno a diferentes dosis permite la reducción del nivel de concentración de fracción de hidrocarburos F2, siendo la reducción de hasta un 53.61% que representa el T5 por un periodo de 18 semanas.
- La muestra obtenida del suelo residencial, se encuentra ubicado en la Av. antigua panamericana norte, perteneciente a la ciudad de Huacho, provincia de Huaura y departamento de Lima; siendo el nivel de concentración de fracción F2: 2 519,77 mg/Kg, sobre pasando el ECA Suelo, DS-011-2017-MINAM para suelo residencial cuyo valor es 1200 mg/kg.
- La concentración final del nivel de hidrocarburos de fracción F2 disminuyó en todas las macetas de tratamiento que se añadió estiércol de vacuno, siendo los valores finales promedios para la Fracción F2, T1: 2 364.49 mg/Kg, T2: 1 955.31 mg/Kg, T3: 1 673.58 mg/Kg, T4: 1 467.10 y T5: 1 169.01 mg/Kg. Con respecto a los promedios obtenidos, se concluye que la concentración final de hidrocarburos de fracción F2 del tratamiento T5 (M5.1 - 1 187.32 mg/Kg) y T5 (M5.2 - 1 013.94 mg/Kg) presentan valores inferiores al ECA Suelo, DS-011-2017-MINAM para suelo residencial cuyo valor es 1200 mg/kg.
- La altura de la planta del girasol tiene una relación directa con la dosis de materia orgánica, donde el tratamiento T5 tuvo el doble de altura de planta con un promedio de altura 13.5 cm, en comparación con el T1 con una altura promedio de 6.50 cm.
- Finalmente, el suelo tratado con la dosis óptima puede ser utilizado para fines ecológicos, mediante la siembra de plantas ornamentales para mejorar es paisaje de los predios impactados por derivados de petróleo en la ciudad de Huacho.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación in situ de la dosis de materia orgánica para la reducción de hidrocarburos de fracción F2 de suelos residenciales contaminados con pasivos ambientales en los talleres de mecánica de la provincia de Huaura – Huacho, Lima.
- Los hidrocarburos son derivados del petróleo crudo, por ello, es indispensable realizar análisis de metales tóxicos en el suelo y en la planta utilizada como indicador, en relación a Adekunle (2011).

- Se recomienda realizar investigaciones con diferentes enmiendas orgánicas a diferentes dosis, de preferencia más del 50% de alguna enmienda de su interés para obtener resultados óptimos de reducción. Asimismo, considerar los parámetros de control (T°, humedad, CIC, pH, etc.) que son esenciales para el monitoreo de la matriz suelo en el tiempo de remediación.
- Fomentar estudios relacionados de carácter empírico a los estudiantes de ciclos inferiores de nuestra casa de estudios a nuevas aplicaciones de recuperación de suelos impactados negativamente con algún contaminante de origen natural y/o antrópico, mediante métodos de biorremediación que presentan bajos costos de operación, control y mantenimiento.
- Tomar en cuenta el uso adecuado de los equipos de protección personal para la toma de muestras y demás actividades de la parte experimental, de tal manera, evitar la exposición directa e indirecta con los compuestos orgánicos volátiles.
- Finalmente se recomienda que la siembra del girasol sea en época de primavera para tener un adecuado desarrollo de la planta y aprovechar los factores meteorológicos óptimos de dicha estación.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

- Aceves, L., Arias, A., Hernández, J., Quintero, R., Rivera, M., y Rolán, A. (2017). Uso de *leersia hexandra* (Poaceae) en la fitorremediación de suelos contaminados con petróleo fresco e interperizado. *Revista de Biología Tropical*, 65(1), 21-30.
- Albanell, E., Plaixats, J., Cabrero, T., y Capellas, M. (1988). Composición química del estiércol de vaca fresco y maduro durante el vermicompostaje. En E. Jauraritzza, & U. d. Vasco (Edits.), *Biología ambiental* (págs. 247-252). Barcelona: TOMO: II.
- Alcántara, M., y Llatas, C. (2019). Efecto del estiércol de cavia porcellus en el potencial de malezas para la remediación de suelo contaminado con hidrocarburos de petróleo. *Tesis de pregrado*. Perú. Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5505/BC-TES-%204090%20ALCANTARA%20ANDONAYRE%20-%20LLATAS%20LLUNCOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anza, H. G., Orantes, P. D., Gonzáles, R., Ruíz, A., Espinoza, E., Martínez, R. I., . . . Vera, P. (2016). Biorremediación de suelos contaminados con aceite automotriz usados mediante sistema de biopilas. *Revista de Innovación más Desarrollo*, V(12), 50-77. doi:10.31644/IMASD.12.2016.a04
- Ayala, C. M. (2019). Efecto del estiércol y fertilizante químico en la biorremediación del suelo contaminado con residuos aceitoso en talleres de reparación de vehículos terrestres. *Tesis de pregrado*. Perú. Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/7963/BC-3806%20AYALA%20IZQUIERDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bailón, M., y Florida, N. (2021). Characterization and quality of compost produced and marketed in Rupa Rupa-Huánuco. *ENFOQUE UTE*, 12(1), 1-11. doi:<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.644>
- Benavides, A., y Plasencia, C. (2012). Caracterización fisico-química y biológica del abono líquido "Biol" obtenido por digestión anaerobia de tres sustratos orgánicos Jayanca, Lambayeque. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.
- Buendía, H. (2012). Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el compost de aserrín y estiércol. *Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*, 15(30), 123-130. doi:<https://doi.org/10.15381/iigeo.v15i30.4101>

- Cando, M. A. (2011). Determinación y análisis de un proceso de biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. *Tesis de pregrado*. Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1520/11/UPS-CT002143.pdf>
- Cardenas, P. G. (2017). Biodegradación de hidrocarburos totales de petróleo por bioestimulación con cachaza y guano de islas en suelos de la refinería conchan petroperu. *Tesis de pregrado*. Perú. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/3504/Cardenas_MPG.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Congreso de la República. (15 de Octubre de 2005). Ley General del Ambiente N° 28611. *Ministerio del Ambiente*. Perú.
- Cordero, R. (2013). Caracterización química del estiércol y su manejo en explotaciones de lechería familiar de los altos de Jalisco. *Tesis de pregrado*. Mexico. Recuperado de http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/535/1/Tesis_Cordero.pdf
- El Comercio. (13 de 04 de 2022). Investigan derame de petróleo en el litoral marino costero . Obtenido de Recuperadod de: <https://elcomercio.pe/peru/loreto/loreto-investigand-denuncia-de-derrame-de-petroleo-en-distrito-de-urarinas-petro-peru-noticia/?ref=signwall>
- Flores, J. G. (12 de 06 de 2013). Proposición con punto de acuerdo relativo a percances con hidrocarburos. Recuperado de: https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/62/1/2013-06-12-1/assets/documentos/PA_PVEM_derrames_petroleos.pdf
- Flores, J. S., y Benites, J. C. (2015). Efecto del estiércol de cuy, porcino y vacuno en la biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos de diésel en terrarios. *Tesis de pregrado*. Perú. Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/832/BC-TES-4114.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, J. (1988). *El cultivo del girasol*. Sevilla: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección General de Investigación y Capacitación Agrarias.
- Malaver , Y. M., y Muñoz, J. A. (2018). Degradación de hidrocarburos totales de petroleo a partir de la población microbiana contenida en estiercol bovino. *Tesis de pregrado*. Recuperado de <https://repositorio.uniautonoma.edu.co/bitstream/handle/123456789/307/T%20IA-M%20066%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ministerio de Agricultura. (2011). Manejo y fertilidad de suelos. *Guía técnica de orientación al productor*. Perú. Recuperado de https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/cendoc/manuales-boletines/papa/manejo_fertil_suelos_feb11.pdf
- Ministerio de Energía y Minas. (2010). Guía ambiental para la restauración de suelos en instalaciones de refinación y producción petrolera. *Dirección General de Asuntos Ambientales*. Perú. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/regionales/Publicaciones/GUIA%20HIDROCARBUROS%20XV.pdf>
- Ministerio de Energía y Minería. (2002). Glosario, siglas y abreviaturas del subsector hidrocarburos aprobado mediante el Decreto Supremo N° 032-2002-EM. *Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería*, 41. Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2014). Guía para el muestreo de suelos y la guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos aprobado mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM. *Ministerio del Ambiente*. Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2014). Guía para muestreo de suelos. *Ministerio del Ambiente*.
- Ministerio del Ambiente. (2016). Glosario de términos sitios contaminados. *SINIA*, 6-16. Lima, Perú. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo Decreto supremo N° 011-2017-MINAM. *Ministerio del Ambiente*, 15. Perú.
- Muñoz, J., y Pacheco, M. (2017). *Colonias bacterianas presentes en el estiércol de gallinas blancas de la cepa leghorn responsables de la biodegradación de petróleo en suelos contaminados*. Tesis de pregrado. Recuperado de <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/563/TITULO%20-%20MU%c3%91OZ%20VITOR%20JIM%20MAYCOL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Obispo, P., y Ramos, C. (2019). Biorremediación mediante el uso de *Auricularia* sp. en suelo agrícola contaminado por petróleo analizando la fracción 2 y 3 de hidrocarburo desarrollado en la Universidad Nacional del Callao. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.
- Pantoja, R. (2014). Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, provincia

- de Carchi. *Tesis de pregrado*. Ecuador. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/691>
- Peña, J., Barrera, B., Ruiz, R., y Xoconostle, B. (2005). Bases moleculares de la fitorremediación de hidrocarburos totales de petróleo. *Terra Latinoamericana*, 24(4), 529-539. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57324411>
- Pinos, J. M., García, J. C., Peña, L. Y., Rendón, J. A., Gonzáles, C., y Tristán, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Revista de Agrociencia*, 46(4), 359-370. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000400004
- Plaza, G., Otero, M., Torres, N., Velásquez, M., Corbalán, E., y Rodríguez, T. (2001). Biorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 5, 63-67. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/79678/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pozzo, M. (2018). La biorremediación aplicada a la rehabilitación de suelos contaminados con hidrocarburos. En L. Butti, M. Beltrán, & I. García (Edits.), *Biorremediación de los recursos naturales* (págs. 137-170). Hurlingham, Argentina: INTA.
- Rivera, P., Rivera, J. E., Andrade, E., Rodríguez, L. H., Garza, F. R., y Castro, B. I. (2018). Bioestimulación y biorremediación de recortes de perforación contaminados con hidrocarburos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(2), 249-262. doi:10.20937/RICA.2018.34.02.06
- Sapuppo, R. (2017). *Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos, mediante la bioestimulación con lodos residuales*. Tesis de maestría. Recuperado de http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6075/Sapuppo_Romina.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Taipe, R., Amaro, L., y Armas, L. (2020). Evaluación de la remoción de hidrocarburos de petróleo fracción F2 y F3 en suelos contaminados mediante la aplicación de compost y *Zea mays* (Maíz). *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional del Callao, Perú.

ANEXOS



Figura 40. Muestras de suelo residencial 15 UE para su análisis de fracción F2 en el laboratorio.



Figura 41. Materiales para las mediciones de la planta girasol



Figura 42. Corte de la planta girasol por cada UE



Figura 43. Medición de altura de planta y conteo de hojas

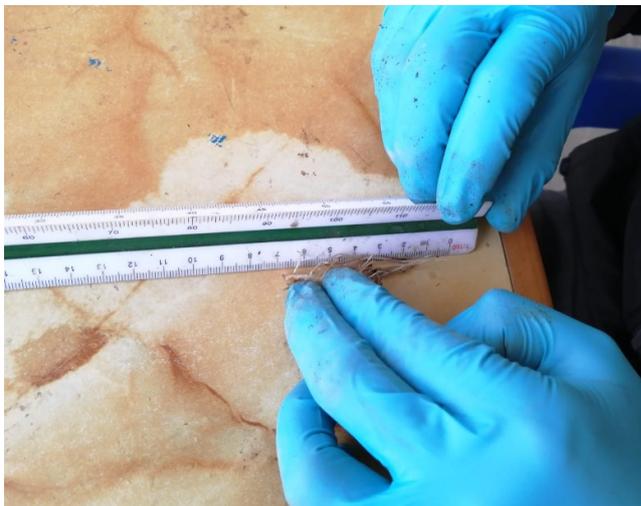


Figura 44. Medición del crecimiento radicular por UE



Figura 45. Resultados de peso húmedo no promediado por UE



Figura 46. Colocación de la planta girasol en bandejas



Figura 47. Colocación de la planta girasol a la estufa por 24 hrs a 70 °C



Figura 48. Resultados de peso seco no promediado por UE

Tabla 15

Métodos y referencias del informe de ensayo empleado por el servicio de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-9207

N° Id.: 000052884

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Conductividad Eléctrica (Extracto 1:1) en Suelos 2	MVAL-AGR-02. 2020	Determinación de Conductividad.
pH (Extracto 1:1) en Suelos 2	MVAL-AGR-01. 2020	Determinación de pH.
Preparación de Muestras Suelos (*)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, AS-01, ítem 7.1.1	Preparación de Suelos Agrícolas
Materia Orgánica (*)	Official Mexican NORMA NOM-021-RECNAT-2000.	which establishes the specifications of fertility, salinity, and soil classification, Studies, sampling and analysis. AS-07; ítem 7.1.7 Organic Matter Content by the Walkley and Black Method.
Bases Cambiables (Ca, Mg, K y Na) (*)	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, ítem 4.6.3	Saturación con Acetato de Amonio 1N pH 7.0. Lectura en Espectrofotómetro
Capacidad de Intercambio Catiónico (*)	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, ítem 4.6.2	Método del Acetato de Amonio, 1N, pH 7.0

NOM: Norma Oficial Mexicana

(1) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

2 Ensayo acreditado por el IAS

(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

Tabla 16

Resultados de análisis de salinidad del suelo residencial



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-9207

N° Id.: 000052884

IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-28417
CÓDIGO DEL CLIENTE:				M-01
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				SUELOS
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				01-06-2022
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad Eléctrica (Extracto 1:1) en Suelos ²	uS/cm	30,0	80,1	6 101,0
pH (Extracto 1:1) en Suelos ²	Unidad de pH	0,67	2,00	6,67
Preparación de Muestras Suelos (**)	no unidad	NA	NA	FINALIZADO
Materia Orgánica (*)	%	0,04	0,10	14,80
Capacidad de Intercambio Catiónico (**)	meq/100g	0,20	0,50	6,63
Bases Cambiables (Ca, Mg, K y Na)				
Calcio Cambiable (**)	meq/100g	0,03	0,10	4,76
Magnesio Cambiable (**)	meq/100g	0,01	0,03	0,74
Potasio Cambiable (**)	meq/100g	0,01	0,03	0,44
Sodio Cambiable (**)	meq/100g	0,01	0,03	0,69

(¹) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(²) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Tabla 17

Resultados de análisis de hidrocarburos de fracción F2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO INTERNACIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC., - IAS
CON REGISTRO N° TL-971

LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.



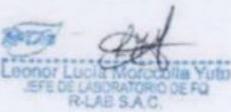
INFORME DE ENSAYO N° 2206023S

Código de Laboratorio	2206023S-01			
(1) Identificación de la Muestra	H-01			
(1) Descripción del Punto de Muestreo	Talleres de mecánica			
(1) Fecha y hora de muestreo	01-06-2022 17:30			
Ubicación Geográfica (WGS-84)	NO INDICA			
Tipo de Matriz y/o Producto	SUELO			
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
Total Petroleum Hydrocarbons C10-C28 Hidrocarburos Totales de Petróleos C10-C28	mg. Kg	1,11	3,32	2 519,77
	mg/Kg	Incertidumbre de la Medición a		105,24

Nota:
 Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s): Las muestras llegaron en buen estado al laboratorio.
 La (s) muestra(s) llegó en fresco de vidrio ámbar.
 La (s) muestra(s) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo o excepción de las muestras perecibles.
 L.C.M: Límite de cuantificación del método; L.D.M: Límite de detección del método.
 Los resultados están expresados en Peso Seco (PS).
 Los resultados se aplican a las muestras como se recibió, habiendo sido suministradas por el cliente.
 (1) Datos proporcionados por el cliente.

Norma de Referencia			
Tipo de Ensayo	Código	Título	Año de versión o edición
Total Petroleum Hydrocarbons: C10-C28 Hidrocarburos Totales de Petróleo: C10-C28	EPA Method 8015C, 2007	Non-Halogenated Organics using GC-FID (Sampling & Analysis)	2007

Fis del documento



LEONOR LUCÍA MORCILLO YULO
JEFE DE LABORATORIO DE F2
R-LAB S.A.C.

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.
 Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.
 Estos resultados 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.
 Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"
 Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 2858430 / Móviles: 972 733 385 / 913 012 296
 Correo: rlaboratorio1@gmail.com / Visítenos en www.rlabsac.com

P-18-02, Revisión: 00, Fecha: 02-09-2020

Página 2 de 2

Tabla 18

Análisis del estiércol de vacuno usado en el ensayo

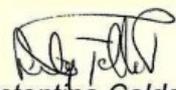
	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMIA LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES</p>													
<p>INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA</p>														
SOLICITANTE	:	JESUS PELAYO TOMAS ROBLES												
PROCEDENCIA	:	LIMA/ HUAURA/ HUACHO												
MUESTRA DE	:	ESTIERCOL DE VACUNO												
REFERENCIA	:	H.R. 77032												
BOLETA	:	5190												
FECHA	:	17/06/2022												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th style="width: 10%;">N° LAB</th><th style="width: 30%;">CLAVES</th><th style="width: 15%;">pH</th><th style="width: 15%;">C.E. dS/m</th><th style="width: 30%;">Materia seca %</th></tr></thead><tbody><tr><td>278</td><td></td><td>8.83</td><td>5.84</td><td>65.22</td></tr></tbody></table>					N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Materia seca %	278		8.83	5.84	65.22
N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Materia seca %										
278		8.83	5.84	65.22										
			 D. Constantino Calderón Mendoza Jefe de Laboratorio											
<hr/> <p>Av. La Molina s/n Campus UNALM Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 Celular: 946-505-254 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe</p>														

Tabla 19*Parámetros físicos obtenidos en función a la dosis de materia orgánica y el girasol como planta indicadora*

N° de Orden	Trat.	Repet.	Dosis M.O (%)	Altura planta (cm)	Diámetro tallo (mm)	N° Hojas planta (unidad)	Crecimiento radicular (cm)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Inicial F2 (mg/Kg)	Concentración F2 (mg/Kg)	Reducción F2 (%)
1	T1	1	0	6.50	2.30	5.00	5.50	0.84	0.15	2519.77	2386.11	6.16
2	T1	2	0	6.80	2.00	5.30	5.10	0.85	0.19	2519.77	2403.07	6.16
3	T1	3	0	6.00	2.50	6.30	5.30	0.80	0.18	2519.77	2304.28	6.16
4	T2	1	10	9.60	2.80	7.70	5.40	0.71	0.13	2519.77	1956.45	22.40
5	T2	2	10	8.40	2.80	7.00	5.00	0.71	0.16	2519.77	1898.34	22.40
6	T2	3	10	9.10	2.30	7.70	5.60	0.81	0.17	2519.77	2011.13	22.40
7	T3	1	20	9.80	3.00	8.00	5.50	1.11	0.23	2519.77	1679.22	33.58
8	T3	2	20	9.50	3.50	7.90	6.60	1.31	0.21	2519.77	1743.10	33.58
9	T3	3	20	10.10	3.30	8.10	6.10	0.92	0.18	2519.77	1598.42	33.58
10	T4	1	30	11.50	3.30	8.70	6.90	0.79	0.11	2519.77	1412.67	41.78
11	T4	2	30	12.70	2.70	8.70	6.70	1.58	0.33	2519.77	1505.78	41.78
12	T4	3	30	12.30	2.70	9.50	7.20	0.94	0.20	2519.77	1482.86	41.78
13	T5	1	40	14.20	3.50	11.70	7.30	2.48	0.50	2519.77	1187.32	53.61
14	T5	2	40	13.80	3.00	12.50	8.00	1.94	0.40	2519.77	1013.94	53.61
15	T5	3	40	13.50	3.30	11.30	7.80	2.25	0.46	2519.77	1305.78	53.61

Tabla 20

Resultados de análisis de hidrocarburos de fracción F2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO INTERNACIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC., - IAS
CON REGISTRO N° TL-971



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

TL-971

INFORME DE ENSAYO N° 2210149S

Código de Laboratorio		2210149S-01	2210149S-02	2210149S-03	2210149S-04		
Identificación de la Muestra		M1.1	M1.2	M1.3	M2.1		
Descripción del Punto de Muestreo		ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL		
Fecha y hora de muestreo		14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30		
Ubicación Geográfica (WGS-84)		NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA		
Tipo de Muestra y/o Producto		SUELO					
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados			
Total Petroleum Hydrocarbons: C10-C28 Hidrocarburos Totales de Petróleo: C10-C28	mg/kg	1,11	3,32	2 386,11	2 403,07	2 304,28	1 956,45
	mg/kg	Incertidumbre de la Medición ±		362,15	407,69	488,72	569,10

Código de Laboratorio		2210149S-05	2210149S-06	2210149S-07	2210149S-08		
Identificación de la Muestra		M2.2	M2.3	M3.1	M3.2		
Descripción del Punto de Muestreo		ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL		
Fecha y hora de muestreo		14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30		
Ubicación Geográfica (WGS-84)		NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA		
Tipo de Muestra y/o Producto		SUELO					
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados			
Total Petroleum Hydrocarbons: C10-C28 Hidrocarburos Totales de Petróleo: C10-C28	mg/kg	1,11	3,32	1 898,34	2 011,13	1 679,22	1 743,10
	mg/kg	Incertidumbre de la Medición ±		496,83	567,22	330,68	382,83

Nota:
Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s). Las muestras llegaron en buen estado al laboratorio.
La (s) muestra(s) llegaron en bolsa hermética cerrada.
La (s) muestra(s) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.
L.C.M: Límite de cuantificación del método; L.D.M: Límite de detección del método.
N/A: No Aplica, por ser mayor al rango de trabajo.
Los resultados están expresados en Peso Seco (PS).
Los resultados se aplican a las muestras como se recibió, habiendo sido suministradas por el cliente.
(1) Datos proporcionados por el cliente.

LEONOR LUCÍA MOROCILLO YORB
JEFE DE LABORATORIO DE FQ
R-LAB S.A.C.

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.
Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.
Estos resultados 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.
 Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"
Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 2858430 / Móviles: 972 733 385 / 913 012 298
Correo: rlaboratorio1@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO INTERNACIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC., - IAS
CON REGISTRO N° TL-971



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

TL-971

INFORME DE ENSAYO N° 2210149S

Código de Laboratorio	2210149S-09	2210149S-10	2210149S-11	2210149S-12			
Identificación de la Muestra	M 3.3	M 4.1	M 4.2	M 4.3			
Descripción del Punto de Muestreo	ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL			
Fecha y hora de muestreo	14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30			
Ubicación Geográfica (WGS-84)	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA			
Tipo de Matriz y/o Producto	SUELO						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados			
Total Petroleum Hydrocarbons: C10-C28	mg/kg	1,11	3,32	1 598,42	1 412,67	1 505,78	1 482,86
Hydrocarbons Totales de Petróleo: C10-C28	mg/kg	Incertidumbre de la Medición ±		473,05	476,21	515,58	518,43

Nota:

Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s): Las muestras llegaron en buen estado al laboratorio.

La (s) muestra(s) llegaron en bolsa hermética cerrada.

La (s) muestra(s) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.

L.C.M: Límite de cuantificación del método; L.D.M: Límite de detección del método.

Los resultados están expresados en Peso Seco (PS).

Los resultados se aplican a las muestras como se recibió, habiendo sido suministradas por el cliente.

(1) Datos proporcionados por el cliente.

Lector Lucio Trujillo Yulo
JEFE DE LABORATORIO DE PQ
R-LAB S.A.C.

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.
Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.
Estos resultados 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.
Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"
Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B. Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 2858430 / Móviles: 972 733 385 / 913 012 298
Correo: rlaboratorio1@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC., - IAS
CON REGISTRO N° TL-971



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

TL-971

INFORME DE ENSAYO N° 2210149S

Código de Laboratorio	2210149S-13		2210149S-14	2210149S-15
Identificación de la Muestra	M 5.1		M 5.2	M 5.3
Descripción del Punto de Muestreo	ÁREA EXPERIMENTAL		ÁREA EXPERIMENTAL	ÁREA EXPERIMENTAL
Fecha y hora de muestreo	14/10/2022 16:30		14/10/2022 16:30	14/10/2022 16:30
Ubicación Geográfica (WGS-84)	NO INDICA		NO INDICA	NO INDICA
Tipo de Matriz y/o Producto	SUELO			
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
Total Petroleum Hydrocarbons C10-C28 Hidrocarburos Totales de Petróleo: C10-C28	mg/kg	1,11	3,32	1 187,32 1 013,94 1 305,78
	mg/kg	Incertidumbre de la Medición ±		393,22 484,34 379,05

Nota:

Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s): Las muestras llegaron en buen estado al laboratorio.
La (s) muestra(s) llegaron en bolsa hermética cerrada.
La (s) muestra (s) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.
L.C.M: Límite de cuantificación del método; L.D.M: Límite de detección del método.
Los resultados están expresados en Peso Seco (PS).
Los resultados se aplican a las muestras como se recibió, habiendo sido suministradas por el cliente.
(1) Datos proporcionados por el cliente.

Norma de Referencia			
Tipo de Ensayo	Código	Título	Año de Versión o Edición
Total Petroleum Hydrocarbons C10-C28 Hidrocarburos Totales de Petróleo: C10-C28	EPA Method 8015C. 2007	Non-Halogenated Organics using GC-FID (Sampling & Analysis)	2007

Fin del documento

Leonor Lucía Morcobilla Yulo
JEFE DEL LABORATORIO DE PA
R-LAB S.A.C.

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.
Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.
Estos resultados 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.
Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"
Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, M.Z. B. Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 2858430 / Móviles: 972 733 385 / 913 012 298
Correo: rlaboratorio1@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC., - IAS
CON REGISTRO N° TL-971



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

TL-971

INFORME DE ENSAYO N° 2210149S

Norma de Referencia			
Tipo de Ensayo	Código	Título	Año de Versión / Edición
Total Petroleum Hydrocarbons:C10-C28 Hidrocarburos Totales de Petróleo: C10-C28	EPA Method 8015C. 2007	Non-Halogenated Organics using GC-FID (Sampling & Analysis)	2007

Fin del documento


LEONOR LUCÍA MURO DE LA YUDA
JEFE DEL LABORATORIO DE FQ
R-LAB S.A.C.

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.
Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.
Estos resultados 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.
Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"
Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 2858430 / Móviles: 972 733 385 / 913 012 298
Correo: rlaboratorio1@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com

Tabla 22

Cadena de custodia para análisis de fracción F2 final

F-RTM-04
Revisión: 05
Fecha: 22-03-2021
Página 1 de 1

CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL CLIENTE Y FACTURACIÓN				N° Cadena de Custodia: 22-101495		N° Plan de Muestreo: Preservante	
CLIENTE: TOMAS ROBLES JESUS Pelayo							
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: NI							
RUC: 10733188753				Teléfono(s): 939 296 104			
ATENCIÓN A: TOMAS ROBLES JESUS Pelayo				Correo: Jesus.1998tr@gmail.com			
DATOS PARA EJECUCIÓN DEL MUESTREO							
USUARIO: Jesús Tomas Robles				N° de Orden de Trabajo: 2210032			
MUESTREO REALIZADO POR: CLIENTE				Analista de Campo:			
Lugar de Muestreo: AV. PANAMERICANA NORTE - HUACHO							
Procedimiento del Muestreo:							
Contacto de Campo:							
Contacto R-LAB: Guanyan Carruancha, Katherine Judith				Teléfono(s):		SUELO	
				Teléfono(s): 969 335 694		Correo:	
				Correo: reception.0001@gmail.com			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CODIGO DEL LABORATORIO	FECHA DE MUESTREO (D/M/A)	HORA DE MUESTREO (24:00)	TIPO DE MATRIZ Y/O PRODUCTO	N° DE ENVASES/FRASCOS	ESTADO DE CONSERV.	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO
M1.1	22101495-01	14-10-2022	16:30	S	1	R	ÁREA EXPERIMENTAL
M1.2	22101495-02	14-10-2022	16:30	S	1	R	ÁREA EXPERIMENTAL
M1.3	22101495-03	14-10-2022	16:30	S	1	R	ÁREA EXPERIMENTAL
M2.1	22101495-04	14-10-2022	16:30	S	1	R	ÁREA EXPERIMENTAL
M2.2	22101495-05	14-10-2022	16:30	S	1	R	ÁREA EXPERIMENTAL
M2.3	22101495-06	14-10-2022	16:30	S	1	R	ÁREA EXPERIMENTAL
M3.1	22101495-07	14-10-2022	16:30	S	1	R	ÁREA EXPERIMENTAL
M3.2	22101495-08	14-10-2022	16:30	S	1	R	ÁREA EXPERIMENTAL
OBSERVACIÓN							
Devolución de Items de Ensayo: SI () NO (X) (3) TEMPERATURA; AMBIENTE (T); PRESERVADO (P); REFRIGERADO (R)							
(1) MATRIZ: AGUA NATURAL; Superficial Lago (ANSLo), Superficial Laguna (ANSLa), Río (ANSR); Subterránea: Manantial (ANSM) / Pozo (ANSPP), Terminal (ANSBT); AGUA SALINA: Mar (ASAM), Salobre (ASAS); AGUA RESIDUAL: Doméstico (ARD), Industrial (ARI), Municipal (ARM); AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO: Bebida Potable (ACHPo), Mesa (ACHM), Emvasada (ACHE), Píedra Artificial (ACHLa), Laguna Artificial (ACHLu); AGUA DE PROCESO: Circulación o enfriamiento (APE), Alimentación para calderas (APAC), Calderas (APC), Lixiviación (APL), Purificada (APP), Inyección y reinyección (APIR); AIRE: (H); TUBO ADSORBENTE: (TA); SOLUCIÓN CAPTADORA: (SC); FILTRO: (F); METEOROLOGÍA: (MET); EMISIONES EN FUENTES ESTACIONARIAS: (EM); SUELO: Suelo (S), Lodo (SL), Sedimentos (SSED), Bivalvos (BS); SEDIMENTOS (SSEDE), Epicontinental (SSEDE), Estuarios (SSEDES), Marinos (SSEDM); RUIDO: (RU); SUPERFICIES: Inerentes regulares (SIR), Inerentes Irregulares (SII), Vivas (SV); OTROS (O):							
(2) ENVASE: PLÁSTICO (P); VIDRIO (V); BOLSAS ZIPLOC (BZ); SOBRES MANILA (SM); PLACA PETRI (PP); TUBOS ADSORBENTES (TA); PLÁSTICO AMBAR (PA); FILTRO CON CARBÓN ACTIVADO (FCA); CASSETTE (C); PLÁSTICO ESTERILIZADO (PE); VIDRIO ESTERILIZADO (VE); BOLSA ZIPLOC ESTÉRIL (BZE); OTROS (O)							
Entregado por: Tomas Robles				Firmado: Susan León Cerro			
Recibido por:				Firmado:			
OBSERVACIONES: Termómetro Utilizado: 41106115.							
CONFORMIDAD DEL SERVICIO POR EL CLIENTE (EN CAMPO)							
NOMBRE: Tomas Robles Jesus Pelayo				MONITOREO			
CARGO:				FIRMA:			
En buen estado: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>							
Recipiente apropiado: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>							
Dentro del tiempo de conservación: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>							
Correctamente preservadas: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>							
CONFORME: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>							

Sede Lima: Ca. Berna N°100 Urb Portales de Javier Prado 1ra Etapa-Ate / Asoc. Vivienda Cruz de Monupe, MZ B, Lt.04-Villa el Salvador / Telef: 6776533 / laboratorios@gmail.com / www.rlabsc.com



CADENA DE CUSTODIA

F-RTM-04
Revisión: 05
Fecha: 23-01-2021
Página: 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE Y FACTURACIÓN				Nº Cadena de Custodia:	Nº Plan de Muestreo:
<p style="text-align: center;">TOMAS ROBLES JESUS PELAYO</p> <p style="text-align: center;">NI</p>				22-10-1495	Preservante
<p>Cliente:</p> <p>Dirección del Cliente:</p> <p>RUC:</p> <p>Atención a:</p>		<p>Tomas Robles</p> <p>TOMAS ROBLES JESUS PELAYO</p> <p>10733188753</p> <p>TOMAS ROBLES JESUS PELAYO</p>			
<p>Usuario:</p> <p>Muestreo realizado por:</p> <p>Lugar de Muestreo:</p> <p>Procedimiento del Muestreo:</p>		<p>Jesús Tomas Robles</p> <p>CIENTE</p> <p>AV. PANAMERICANA NORTE - HUACHO</p>			
<p>Contacto de Campo:</p> <p>Contacto R-LAB:</p>		<p>Guayán Carhuanchu, Katherine Judith</p>			
<p>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA</p>		<p style="text-align: center;">SUELO</p>			
CÓDIGO DEL LABORATORIO	FECHA DE MUESTREO (D/M/A)	HORA DE MUESTREO (24:00)	TIPO DE MATRIZ Y/O PRODUCTO (1)	Nº DE ENVASES/FRASCOS (3)	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO
M 3.3	22-10-1495-09	16:30	S	1	ÁREA EXPERIMENTAL
M 4.1	22-10-1495-10	16:30	S	1	ÁREA EXPERIMENTAL
M 4.2	22-10-1495-11	16:30	S	1	ÁREA EXPERIMENTAL
M 4.3	22-10-1495-12	16:30	S	1	ÁREA EXPERIMENTAL
M 5.1	22-10-1495-13	16:30	S	1	ÁREA EXPERIMENTAL
M 5.2	22-10-1495-14	16:30	S	1	ÁREA EXPERIMENTAL
M 5.3	22-10-1495-15	16:30	S	1	ÁREA EXPERIMENTAL
<p>OBSERVACIÓN</p>					
<p>Devolución de ítems de Ensayo: SI () NO (X) (3) TEMPERATURA; AMBIENTE(T); PRESERVADO(CP); REFRIGERADO(R)</p> <p>(1) MATRIZ: AGUA NATURAL; Superficial Lago (ANSLo), Superficial Laguna (ANSLa), Río (ANSR); Subterráneas: Manantial (ANSM) / Pozo (ANSPO), Terminal (ANSST); AGUA SALINA: Mar (ASAM), Salobre (ASAO); AGUA RESIDUAL: Doméstico (ARD), Industrial (ARI), Municipal (ARM); AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO: Bebida Potable (ACHPo), Mera (ACHM), Envasada (ACHE), Píscina (ACHP), Laguna Artificial (ACHLa); AGUA DE PROCESO: Circulación o enfriamiento (APE), Alimentación para Calderas (APAC), Calderas (APC), Lixiviación (APL), Purificación (APP), Inyección y reinyección (APIR); AIRE (PI); TUBO ADSORBENTE: (TA); SOLUCIÓN CAPTADORA: (SC); FILTRO: (F); METEOROLOGÍA: (MET); EMISIONES EN FUENTES ESTACIONARIAS: (EM); SUELO: Suelo (S), Lodo (SL), Sedimentos (SSED), Biotóxicos (BS); SEDIMENTOS: Epicontinental (SSEDE), Estuvarios (SSEDM); RUIDO (RU); SUPERFICIES: Inertes regulares (SIR), Inertes irregulares (SII), Vivas (SV), OTROS (O):</p> <p>(2) ENVASE: PLÁSTICO(P); VIDRIO(V); VIDRIO AMBAR(VA); BOLSA ZIPLOC(BZ); SOBRE MANILAS(M); PLACA PETRI (PP); TUBOS ADSORBENTES (TA); PLÁSTICO AMBAR (PA); FILTRO CON CARBÓN ACTIVADO (FCA); CASSETTE (C); PLÁSTICO ESTERILIZADO (PE); VIDRIO ESTERILIZADO (VEI); BOLSA ZIPLOC ESTÉRIL (BZE), OTROS(O)</p>					
SOLO PARA SER LLENADO POR COORDINADOR DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS					
Entregado por:		Firma:		CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	
Tomas Robles		X Tomas Robles		En buen estado: SI X NO	
		Susan León Geronimo		Recipiente apropiado: SI X NO	
				Dentro del tiempo de conservación: SI X NO	
				Correctamente preservadas: SI X NO	
				CONFORME X NO CONFORME	
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>Termómetro Utilizado: 41106115</p>					