

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACION DE
SUELOS Y AGUA



EFECTO DEL COMPOST EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL
SUELO DEGRADADO CON INSTALACIÓN DEL CULTIVO DE *Raphanus sativus*
(RABANITO) EN EL DISTRITO DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTÍN

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

RAFAEL EDILBERTO MALDONADO MORI

Tingo María – Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 015-2024-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de enero de 2024, a horas 6:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“EFECTO DEL COMPOST EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS
DEL SUELO DEGRADADO CON INSTALACIÓN DEL CULTIVO DE
Raphanus sativus (RABANITO) EN EL DISTRITO DE LAMAS,
REGIÓN SAN MARTÍN”**

Presentado por el Bachiller: **MALDONADO MORI, RAFAEL EDILBERTO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “**MUY BUENA**”.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 05 de febrero de 2024


Dr. JOSE D. LEVANO CRISOSTOMO
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
MIEMBRO


Ing. M. Sc. SANDRO JUNIOR RUIZ CASTRE
MIEMBRO


Ing. M. Sc. JOSE VICTOR QUIROZ RAMIREZ
ASESOR





“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 079 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DEL COMPOST EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO DEGRADADO CON INSTALACIÓN DEL CULTIVO DE Raphanus sativus (RABANITO) EN EL DISTRITO DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTÍN	RAFAEL EDILBERTO MALDONADO MORI	19 % Diecinueve

Tingo María, 04 de marzo de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



**EFFECTO DEL COMPOST EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL
SUELO DEGRADADO CON INSTALACIÓN DEL CULTIVO DE *Raphanus sativus*
(RABANITO) EN EL DISTRITO DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTÍN**

Autor : Rafael Edilberto, MALDONADO MORI

Asesor : Ing. M.Sc. José Víctor, QUIROZ RAMIREZ

Programa de Investigación : Ciencias Básicas

Línea (S) de Investigación : Ecología y conservación de suelos

Eje temático de Investigación: Manejo del carbono orgánico; enmiendas orgánicas

Lugar de Ejecución : Lamas

Duración : 06 meses

Financiamiento : S/. 2 981,00

FEDU : No

Propio : Si

Tingo María – Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios quien supo guiarme por el buen camino y brindarme su amor para enfrentar las adversidades sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento. Es muy sencillo sentirnos ahogados por los problemas, pero siempre podemos encontrar bendiciones para agradecerte, Dios.

Gracias a mis queridos padres Rafael y Janett; por heredarme el tesoro más grande que es la educación y haberme forjado en la persona que soy; con el apoyo incondicional, consejos, valores e impulso que me brindaron en los momentos más difíciles de mi carrera.

A mis hermanas y mi novia, quienes me apoyaron a seguir adelante y no rendirme ante las adversidades de la vida, a ellos muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme permitido formar, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que me acogió en sus aulas; y así lograr estudiar la carrera que me apasiona, logrando culminar con éxito mi formación profesional.
- A todos mis profesores de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, quienes contribuyeron y fueron partícipes en mi formación académica.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Dr. Lévano Crisóstomo José, Ing. M.Sc. Ruiz Castre Sandro; Ing. M.Sc. Rengifo Trigozo Juan Pablo; Ing. Torres García Jaime, por el tiempo tomado para la evaluación de mi tesis.
- Al Ing. M.Sc. Quiroz Ramírez José Víctor, docente de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, asesor del presente trabajo, por su función como mentor y formador, amistad y la desinteresada asistencia en la presente tesis.
- A mi familia; por ser los principales promotores de mí sueño; gracias a ellos por confiar, creer y las palabras de aliento; gracias a mis padres por estar dispuestos a acompañarme cada momento de mi vida, estando en las largas y agotadoras noches.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Hipótesis	2
1.2. Objetivos	2
2.2.1. Objetivo general.....	2
2.2.2. Objetivo específico	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Marco teórico	3
2.2.1. La degradación del suelo	3
2.2.2. Concepto de suelo	4
a) Textura de los suelos	5
b) Profundidad del suelo	7
c) Drenaje.....	7
d) Porosidad	7
e) Capacidad de retención de agua	8
f) Densidad aparente.....	8
g) Densidad real	8
a) pH del suelo	9
b) Nitrógeno disponible en el suelo	9
c) Materia orgánica de los suelos.....	10
d) Fósforo disponible en los suelos.....	10
e) Potasio disponible en los suelos	11
2.2.3. El compost	11
2.2.4. Características botánicas y morfológicas <i>R. sativus</i>	13
a) Clasificación taxonómica	14
b) Aspectos botánicos	15
c) Características botánicas y morfológicas	15
d) Fenología del cultivo de rabanito	16
e) El riego	16
f) Crecimiento	16
a) Deficiencia de Nitrógeno (N)	16
b) Deficiencia de Fósforo (P).....	16
c) Deficiencia de Potasio (K).....	17

2.2.5. El vivero.....	17
a) Agua.....	17
b) Inclinação del terreno	18
c) Suelo	18
d) Ubicación general	18
e) Protección del sitio	18
f) Sombra y sol	18
g) Tamaño del vivero	18
h) Distancia de la comunidad.....	18
2.2. Estado del arte	19
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1. Lugar de ejecución	21
3.1.1. Ubicación geográfica y política	21
3.1.2. Aspectos ambientales.....	21
3.2. Materiales y equipos	21
3.2.1. Materiales.....	21
3.2.2. Equipos	21
3.2.3. Criterios de investigación	22
3.3. Metodología	25
3.3.1. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo antes y después del experimento	25
3.3.2. Determinación de la correlación entre las propiedades físicas y químicas del suelo	28
3.3.4. Determinación del crecimiento de altura y diámetro de <i>R. sativus</i>	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
3.1. Propiedades físicas y químicas del suelo antes y después del experimento para el cultivo de <i>R. sativus</i>	30
3.1.1. Propiedades físicas del suelo	30
3.1.2. Propiedades químicas	35
3.2. Correlación entre las propiedades físicas y químicas del suelo	43
3.3. Porcentaje de prendimiento y mortandad de <i>Raphanus sativus</i>	46
3.1.3. Prendimiento.....	46
3.1.4. Mortalidad.....	47
3.4. Los índices de crecimiento y desarrollo de <i>Raphanus sativus</i>	49

3.1.5. Crecimiento en altura de planta de <i>R. sativus</i>	49
3.1.6. Crecimiento en diámetro del tallo de <i>R. sativus</i>	52
V. CONCLUSIONES.....	55
VI. PROPUESTAS A FUTURO	56
VII. REFERENCIAS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Clasificación de la Textura.....	5
2. Clasificación de la profundidad del suelo para uso agrícola.....	7
3. Clasificación de la acidez del suelo.....	9
4. Clasificación del nitrógeno disponible.....	10
5. Clasificación de la materia orgánica para suelos agrícolas.....	10
6. Clasificación del fósforo disponible.....	11
7. Clasificación del potasio disponible.....	11
8. Características botánicas y morfológicas del género <i>R. sativus</i>	13
9. Composición nutricional de 100 g de parte comestible.....	14
10. Características botánicas de <i>R. sativus</i>	15
11. Coordenadas UTM (Datum WGS 84, UTM/UPS) del área de investigación.....	21
12. Tratamientos en investigación.....	23
13. Modelo del análisis de variancia para un diseño bloques completo al azar.....	23
14. Análisis físico y químico del suelo experimental.....	28
16. Textura de los suelos en el área de cultivo de <i>R. sativus</i>	30
17. Análisis de varianza para la densidad aparente (g/cm^3) por efecto de la aplicación de compost.....	31
18. Análisis de varianza para la densidad aparente (g/cm^3) por efecto de la aplicación de compost.....	32
19. Análisis de varianza para la densidad real (g/cm^3) por efecto de la aplicación de compost.....	32
20. Datos promedios para la densidad real (g/cm^3) por efecto de la aplicación de compost.....	33
21. Análisis de varianza para la porosidad del suelo (%) por efecto de la aplicación de compost.....	33
22. Datos promedios para la porosidad del suelo (%) por efecto de la aplicación de compost.....	34
23. Análisis de varianza para el pH por efecto de la aplicación de compost.....	35
24. Datos promedios para el pH por efecto de la aplicación de compost.....	36
25. Análisis de varianza para la materia orgánica (%) por efecto de la aplicación de compost.....	36

26. Datos promedios obtenidos para la materia orgánica (%) por efecto de la aplicación de compost.....	37
27. Análisis de varianza para nitrógeno disponible (%) por efecto de la aplicación de compost.	38
28. Análisis de varianza para fósforo disponible (ppm) por efecto de la aplicación de compost.	39
29. Análisis de varianza para potasio disponible (ppm) por efecto de la aplicación de compost.	40
30. Datos promedios para los macroelementos del suelo por efecto de la aplicación de compost.	41
31. Análisis de varianza para la capacidad de intercambio catiónico por efecto de la aplicación de compost.....	42
32. Datos promedio para la capacidad de intercambio catiónico (pH > 5.5) (meq/100 g de suelo) por efecto de la aplicación de compost.....	42
33. Matriz de correlación de Spearman para las propiedades físicas y químicas del suelo por efecto de la aplicación de compost.	43
34. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento (%) por efecto de la aplicación de compost.....	46
35. Comparación de medias del porcentaje de prendimiento (%) por efecto de la aplicación de compost.....	47
36. Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad (%) por efecto de la aplicación de compost.....	48
37. Comparación de medias del porcentaje de mortalidad (%) por efecto de la aplicación de compost.....	49
38. Análisis de varianza para la altura de planta de <i>R. sativus</i> por efecto de la aplicación de compost.....	50
39. Comparación de medias para la altura de la planta (cm) por efecto de la aplicación de compost.....	51
40. Análisis de varianza para el diámetro de tallo de <i>R. sativus</i> por efecto de la aplicación de compost.....	52
41. Comparación de medias para el diámetro de tallo (cm) de <i>R. sativus</i> por efecto de la aplicación de compost.	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Triángulo textural según Ortiz (1990).	6
2. fenología del cultivo de <i>R. sativus</i>	16
3. Aspecto de las hojas según el grado de deficiencia de algún nutriente.	17
4. Diseño del tratamiento de estudio.	24
5. Croquis del diseño experimental.	24
6. correlación entre la porosidad y el pH del suelo por efecto del compost aplicado.	44
7. Correlación entre la porosidad y la materia orgánica del suelo por efecto de la aplicación de compost en suelos degradados.	45
8. Correlación entre la porosidad y el nitrógeno del suelo por efecto del compost.	45
9. Prendimiento (%) del cultivo de <i>R. sativus</i> por efecto de la aplicación de compost.	47
10. Mortalidad (%) del cultivo de <i>R. sativus</i> por efecto de la aplicación de compost.	49
11. Crecimiento en altura de planta de <i>R. sativus</i> por efecto de la aplicación de compost.	52
12. Crecimiento en altura de planta de <i>R. sativus</i> por efecto de la aplicación de compost.	54

RESUMEN

La investigación se realizó en el predio “Suchiche” de propiedad del Sr. Jorge Mori Cordero con DNI: 42877835 en la ciudad de Lamas que abarca 1 ha de extensión, teniendo como finalidad de evaluar el efecto del compost en las propiedades físicas y químicas del suelo degradado en la instalación de *Raphanus sativus* en el distrito de Lamas. El tipo de investigación fue de campo y aplicada. Se sacaron muestras representativas del área experimental a una profundidad de 30 – 60 cm, guardando en bolsas herméticas y posterior trasladarlo al Laboratorio de Análisis de Suelo y de microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectivo análisis.

Los resultados en cuanto a las propiedades físicas del suelo degradado por aplicación de compost en un suelo con cultivo de *R. sativus*, presentan una textura franco arenosa, densidad aparente con mayor valor en la dosis de 2 kg/m² suelo con 1.47 g/cm³, una mayor densidad real y porosidad en la dosis de 4 kg/m² suelo con 2.43 g/cm³ y 44.72%, así mismo en las propiedades químicas el mejor valor en el pH, la dosis de 1 kg/m² suelo con 6.95, en materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y capacidad de intercambio catiónico en la dosis de 4 kg/m² suelo con 3.38%, 0.18%, 69.44 ppm, 554.47 ppm, 8.76 meq/100 g de suelo, respectivamente.

En la correlación entre las propiedades físicas y químicas presentan una correlación negativa débil (p-valor 0.3098), entre la porosidad del suelo y el pH con un valor de 0.27, Se observa una correlación negativa débil (p-valor 0.2592), entre la porosidad y la materia orgánica del suelo con un valor de 0.31 y una correlación negativa débil (p-valor 0.2592), entre la porosidad y el nitrógeno disponible del suelo con un valor de 0.30, así mismo la dosis con 3 kg/m² de suelo aplicada a un suelo degradado con cultivo de *R. sativus* en el distrito de Lamas tiene los mayores valores de prendimiento con 96.67% y la dosis de compost de 2 kg/m² de suelo aplicada a un suelo degradado en el distrito de Lamas tienen los mayores valores de mortalidad con 16.67%.

Los índices de crecimiento y desarrollo de *R. sativus* presentaron un mayor crecimiento en altura de planta en la dosis de compost de 2 kg/m² de suelo con 32.52 cm y un mayor crecimiento en diámetro de tallo en la dosis de compost de 2 kg/m² de suelo con un valor de 3.25 cm. Por tanto, existe efecto del compost en las propiedades físicas y químicas del suelo degradado con cultivo de *Raphanus sativus* en el distrito de Lamas.

Palabras claves: propiedades, suelos, abonos, sistemas, hortalizas, correlación.

ABSTRACT

The research was carried out on the “Suchiche” property owned by Mr. Jorge Mori Cordero with DNI: 42877835 in the city of Lamas, which covers 1 hectare of land, with the purpose of evaluating the effect of compost on the physical properties and chemicals of the degraded soil in the *Raphanus sativus* facility in the Lamas district. The type of research was field and applied. Representative samples were taken from the experimental area at a depth of 30 – 60 cm, stored in airtight bags and later transferred to the Soil Analysis and Microbiology Laboratory of the National Agrarian University of La Selva for their respective analysis.

The results regarding the physical properties of the soil degraded by the application of compost in a soil with *R. sativus* cultivation, present a sandy loam texture, apparent density with the highest value in the dose of 2 kg/m² soil with 1.47 g/cm³, a greater real density and porosity in the dose of 4 kg/m² soil with 2.43 g/cm³ and 44.72%, likewise in the chemical properties the best value in the pH, the dose of 1 kg/m² soil with 6.95, in organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium and cation exchange capacity at the dose of 4 kg/m² soil with 3.38%, 0.18%, 69.44 ppm, 554.47 ppm, 8.76 meq/100 g of soil, respectively.

In the correlation between the physical and chemical properties, there is a weak negative correlation (p-value 0.3098), between soil porosity and pH with a value of 0.27. A weak negative correlation (p-value 0.2592) is observed between the porosity and organic matter of the soil with a value of 0.31 and a weak negative correlation (p-value 0.2592), between porosity and available nitrogen of the soil with a value of 0.30, likewise the dose with 3 kg/ m² of soil applied to a degraded soil with *R. sativus* cultivation in the Lamas district has the highest yield values with 96.67% and the compost dose of 2 kg/m² of soil applied to a degraded soil in the Lamas district has the highest mortality values with 16.67%.

The growth and development indices of *R. sativus* showed greater growth in plant height in the compost dose of 2 kg/ m² of soil with 32.52 cm and greater growth in stem diameter in the compost dose of 2 kg/ m² of soil with a value of 3.25 cm. Therefore, there is an effect of compost on the physical and chemical properties of the degraded soil with *Raphanus sativus* cultivation in the Lamas district. Keywords: properties, soils, diversity, systems, decomposers, erosion.

Keywords: properties, soils, fertilizers, systems, vegetables, correlation.

I. INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos es una problemática ambiental que va más allá de las fronteras geográficas, extendiéndose por todo el mundo, y representa una amenaza continua para la seguridad alimentaria global y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, se manifiesta de manera evidente, vastas áreas de tierra fértil están siendo progresivamente afectadas por procesos de erosión, agotamiento de nutrientes y pérdida de su estructura, lo que conlleva una disminución drástica en la productividad agrícola y la calidad del suelo, por tanto es fundamental abordar este desafío de manera integral, buscando no solo revertir este deterioro inminente, sino también implementar estrategias que promuevan la resiliencia y la sostenibilidad a largo plazo en los sistemas agrícolas de la región.

La degradación progresiva de los suelos y su impacto negativo en la producción agrícola y la calidad del suelo, se caracteriza por la pérdida de estructura del suelo, la erosión, la disminución de la fertilidad y la pérdida de nutrientes esenciales, en tal sentido, los agricultores enfrentan rendimientos agrícolas cada vez más bajos, lo que socava la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de las prácticas agrícolas locales, así mismo, la ausencia de prácticas efectivas de rehabilitación del suelo y la falta de soluciones sostenibles a este problema agravan aún más la situación hecho que genera la siguiente pregunta ¿cuál es el efecto del compost en las propiedades físicas y químicas del suelo degradado con instalación del cultivo de *Raphanus sativus* (Rabanito) en el distrito de Lamas, Región San Martín?, la investigación se enfoca en comprender cómo la aplicación de compost puede influir en la mejora de las propiedades físicas y químicas de los suelos degradados y en la producción del cultivo de *R. sativus* como una estrategia potencial para abordar esta problemática.

El presente estudio aborda la evaluación del efecto del compost en suelos degradados utilizados para el cultivo de *R. sativus*, centrándose en labores de caracterización inicial de estos suelos, la preparación y aplicación de compost, y la posterior evaluación de cambios en propiedades físicas y químicas del suelo, así como en el rendimiento del cultivo, en tal sentido, a través de esta investigación integral, se busca no solo comprender cómo el compost puede contribuir a la recuperación de suelos degradados, sino también proporcionar información práctica relevante para la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la mejora de la seguridad alimentaria en regiones afectadas por la degradación del suelo, además se aprovechara los residuos orgánicos que genera la población de Lamas y los efectos de esta enmienda sobre las propiedades del suelo, así como su respuesta en el desarrollo de *R. sativus*.

Los suelos degradado impacta negativamente en la productividad agrícola, lo que tiene repercusiones directas en la seguridad alimentaria a nivel local y global, en contraparte, el cultivo de *R. sativus* es susceptible a las condiciones del suelo, y comprender cómo el compost puede mejorar estas condiciones es esencial para garantizar un suministro estable de alimentos, cabe añadir que, la aplicación de compost puede contribuir a la sostenibilidad ambiental al reducir la necesidad de fertilizantes químicos y promover la retención de agua en el suelo. Por lo tanto, este estudio tiene una relevancia significativa en términos de seguridad alimentaria, sostenibilidad agrícola y gestión ambiental, ofreciendo información valiosa para los agricultores y las autoridades encargadas de tomar decisiones relacionadas con la agricultura y la gestión de suelos degradados.

1.1. Hipótesis

La aplicación de compost en suelos degradados utilizados para el cultivo de *R. sativus* conducirá a mejoras significativas en las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que a su vez se reflejará en un aumento en el crecimiento y rendimiento del cultivo, es decir se espera que el compost aumente la materia orgánica, mejore la retención de nutrientes y agua en el suelo, y, en última instancia, resulte en una mayor calidad y cantidad de rabanitos cosechados.

1.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del compost en las propiedades físicas y químicas del suelo degradado en la instalación de *Raphanus sativus* en el distrito de Lamas.

2.2.2. Objetivo específico

- Analizar las propiedades físicas y químicas del suelo antes y después del experimento.
- Determinar las correlaciones entre las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Determinar el porcentaje de prendimiento y mortandad de *Raphanus sativus*
- Determinar los índices de crecimiento y desarrollo de *Raphanus sativus*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.2.1. La degradación del suelo

El agotamiento de la fertilidad del suelo debido al uso continuo y extensivo con propósitos alimenticios y comerciales conlleva a una reducción en la capacidad del suelo para mantener y nutrir los cultivos y la vida animal. Esta disminución en la fertilidad del suelo puede resultar en rendimientos agrícolas más bajos y afectar la sostenibilidad a largo plazo de la tierra para usos futuros (Rodríguez et al., 2021).

La FAO (1994) define la degradación del suelo como un cambio en una o más características de la tierra respecto de las condiciones iniciales debido a procesos fisicoquímicos y/o biológicos. Otro enfoque proviene de Blum (1998) determina el desgaste del suelo como la pérdida o reducción de su funcionalidad mediante el uso del suelo.

Castro (1995) reconoce como las principales causas de la degradación física del suelo las siguientes:

- Exceso de mecanización.
- Monocultivo.
- Pérdida de la materia orgánica.
- Problemas de mal drenaje

Según Amézquita (2004), los principales problemas físicos del suelo que limitan la producción de plantas y están relacionados con su cultivo son:

- Impedancia mecánica.
- Estrés de agua (déficit).
- Estrés de aireación (exceso de agua).
- Escorrentía y erosión.

El desgaste de la tierra se define como una disminución de las características fisicoquímicas y/o biológicas, que conduce a una pérdida de potencial productivo. La degradación de la tierra a menudo se manifiesta indirectamente a través de la disminución del follaje, el número y tamaño de los frutos y la salud de los árboles. También existen métodos directos para conocer y medir ciertos factores fisicoquímicos y biológicos que admita un diagnóstico más exacto. (Peña & Arias, 2001).

La degradación de la tierra es un problema global; Se define como un proceso que reduce sistemáticamente la capacidad actual y potencial de la tierra para producir bienes y servicios, principalmente en los sistemas de producción agrícola, debido a causas

naturales y artificiales, estos últimos son los sistemas de mayor impacto, principalmente sobre la presión del terreno (González, et al., 2009).

El deterioro físico indica la degradación de las condiciones del suelo causado por factores naturales resultantes del manejo agrícola y causa daños a los sistemas de producción a través de la erosión antropocéntrica, hídrica y eólica (Hernández Jiménez et al., 2017) que degrada la estructura del suelo al crear una capa impermeable de corteza, presión e hidromorfía (Rodríguez Delgado et al., 2021).

El deterioro fisicoquímica del suelo se debe a la pérdida de MO y está directamente relacionada con el uso y la cobertura del suelo. Los efectos negativos sobre las características físicas provocan consecuencias como: pérdida de estructura, disminución de la porosidad, aumento de volumen y formación de costras en algunos suelos; Las condiciones no permiten que la planta crezca adecuadamente. (Muñoz-Iniestra, et al., 2013).

El deterioro químico es causada por la concentración de sustancias tóxicas o la pérdida de bases intercambiables en el suelo, lo que afecta la fertilidad del suelo y reduce rápidamente la productividad de los cultivos (Zavala-Cruz et al., 2001); Los procesos de salinización, sodificación, acidificación, disolución y contaminación (Guerra-García, 2009), provocados por las actividades humanas, generan niveles tan elevados que pueden provocar que parte o la totalidad del suelo quede estéril (Rodríguez et al., 2021).

En Perú, la planta indicadora de suelos degradados es la *Pteridium* sp (shapumba), *Andropogon* sp (rabo de zorro), y *Axonopus* sp (torourco), etc. (ProAmazonia, 2003).

2.2.2. Concepto de suelo

Ramírez (1997) lo ve como una colección de objetos naturales, está formado por materiales orgánicos y minerales que cubren la mayor parte de la superficie terrestre. Contiene materia viva y sirve de soporte a la vegetación en campos abiertos y en lugares alterados por la actividad humana. Es un sistema abierto, trifásico y de tres vías.

Batista et al. (2001) afirmaron que es una capa superficial delgada que consiste en fragmentos de roca, minerales y humus, que contiene aire y agua, y alberga conjuntos de microorganismos, animales pequeños y plantas que interactúan con materiales inorgánicos. Es un sistema complejo en el que intervienen materiales inertes en tres estados de la materia, organismos vivos y materia orgánica (Figura 1), cuya estructura es dinámica y cambia como resultado de interacciones entre elementos, factores climáticos, geológicos,

biológicos y químico-físico.

El suelo es una capa de material natural ubicada en la superficie terrestre, rica en nutrientes y componentes vitales para el desarrollo de las plantas. Este recurso es fundamental ya que provee soporte físico a las raíces de las plantas, así como los elementos necesarios para su crecimiento, incluyendo nutrientes y agua. Las plantas dependen del suelo para obtener su sustento, absorbiendo de él los elementos esenciales para su nutrición y desarrollo (Astier-Calderón et al., 2002).

La Tierra es patrimonio natural y cultural de la humanidad; Es un recurso limitado de vital importancia para la vida en el planeta, consiste en una mezcla de materia orgánica (MO), minerales y nutrientes, en proceso de evolución continua y proporcionando vida a organismos vegetales, microorganismos y humanos. (García, et al., 2012);

2.2.2.1. Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas del suelo son responsables de la transferencia de aire, calor, agua y materiales disueltos al suelo, estos materiales pueden descomponerse mediante la labranza, haciendo que el suelo sea menos permeable y más susceptible a pérdidas por escorrentía y erosión. (Ramírez, 1997).

a) Textura de los suelos

La textura se refiere a las proporciones relativas de arena (a), limo (L) y arcilla (A) presentes en el suelo; Esta propiedad hace referencia a partículas con un diámetro inferior a 2 mm. El conocimiento de la estructura del suelo permite deducir aproximadamente las características generales del suelo y así ajustar las medidas de manejo necesarias (arado, riego, fertilización); también se puede utilizar para estimar y valorar el terreno en función de su usabilidad. (Henríquez & Cabalceta, 1999).

La consistencia se determina mediante el método de Bouyoucos, que implica determinar la cantidad de sólidos en la suspensión según la ley de Stokes, y la densidad de la suspensión se mide utilizando un densímetro calibrado. La densidad del suelo suspendido disminuye en profundidad a medida que las partículas se asientan. Su valor en diferentes momentos está relacionado empíricamente con el tamaño de partículas, por lo que eligiendo el tiempo, la lectura de densidad sirven como medida de la arcilla o limo. (Gavande, 1987).

Tabla 1. Clasificación de la Textura.

Fracción de Suelos	USDA	Sociedad Internacional de la Ciencia
	Diámetro límites (mm)	del Suelo. Diámetro límites (mm)
Arena muy gruesa	2,00 a 1,00	
Arena gruesa	1,00 a 0,50	2,00 a 0,20
Arena media	0,50 a 0,25	
Arena fina	0,25 a 0,10	0,20 a 0,02
Limo	0,10 a 0,05	0,02 a 0,002
Arcilla	0,05 a 0,002	Menor de 0,002

Fuente: Ortiz, (1990).

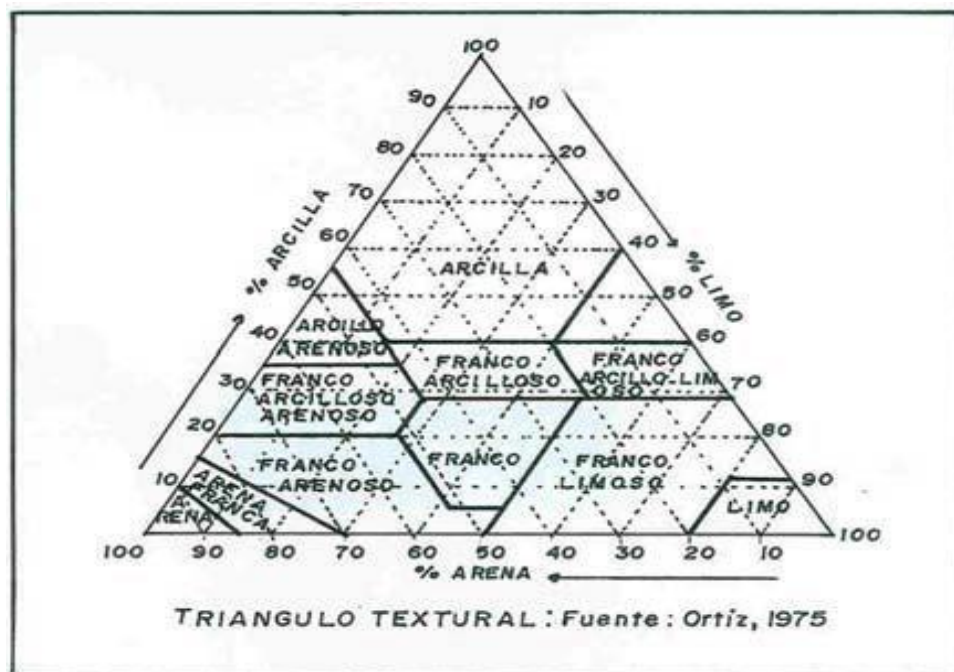


Figura 1. Triángulo textural según Ortiz (1990).

Para asignar nombres de textura al suelo, el USDA utiliza un método exacto y fundamental basado en análisis mecánico, como el triángulo de textura.

Los suelos de textura gruesa, es decir en su estructura contiene mayor porcentaje de arena con más de 50% y con menos del 20% de arcillas, donde las clases texturales que conforman este grupo son de arena, arena franca y franco arenoso (Castellano, 2000), Según Zavaleta (1992), los suelos con textura arenosa no son cohesivos y forman sólo partículas simples. Las moléculas individuales se pueden ver y sentir fácilmente al tacto. Cuando se presiona sobre la mano en estado seco, se soltará fácilmente cuando se libere la fuerza. Presionar mientras aún está húmedo formará un molde que colapsará al tocarlo. Además, en el suelo franco arenoso, contiene mucha arena pero también limo y arcilla, lo que le da al

suelo más cohesión entre partículas.

b) Profundidad del suelo

La profundidad del suelo es el espesor del material del suelo adecuado para que penetren las raíces de las plantas (Ortiz, 1990); Mientras que Rodríguez (2001), la profundidad efectiva hace mención al espesor de la capa superior del suelo donde se desarrolla el sistema radicular de la planta.

El mismo autor afirma que la profundidad de enraizamiento puede verse limitada por barreras fisicoquímicas, así como por altos niveles de agua. La profundidad del suelo se mide directamente sobre el perfil o con una varilla medidora.

Tabla 2. Clasificación de la profundidad del suelo para uso agrícola.

Profundidad (cm)	Clasificación
Mayor de 90	Óptimo
60 a 90	Bueno
40 a 60	Moderado
30 a 40	Regular
Menor de 30	Marginal

Fuente: Rodríguez, (2001).

c) Drenaje

La función del sistema de drenaje es suprimir la demasía de agua bajando el nivel del agua, mejorando la aireación, la exploración radicular y la absorción de nutrientes. Asimismo, favorece la eliminación de sales y obvia la resalinización del suelo. Estas condiciones mejoran y restablecen la productividad de las tierras fértiles excluidas de la producción. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2015).

d) Porosidad

La porosidad de un medio de cultivo es el porcentaje de su volumen que no ocupa por la fase sólida, es decir, la relación entre el volumen de los poros y el volumen total ocupado por el medio en el recipiente. Las mezclas con alta porosidad tendrán buena aireación y capacidad de retención de agua (Cairo y Fundora, 2002). La porosidad también es un indicador de la capacidad del suelo para almacenar agua (Buckman y Brady, 1977).

La porosidad de la capa superficial del suelo define en gran medida la infiltración y escorrentía del agua, lo que afecta la erosión hídrica y el transporte de

agua del suelo. (Horowitz & Walling, 2005).

e) Capacidad de retención de agua

El agua se retiene en los poros de la matriz y, dependiendo de la capacidad de retención de las moléculas de la matriz, una parte del agua está disponible para las plantas y otra no. El agua disponible (AD) se define como la cantidad de agua retenida por el medio entre la capacidad del recipiente y el punto de marchitez perenne, donde la planta ya no puede absorber agua del medio. Su valor depende de la cantidad total de agua retenida por el sustrato, la distribución del agua en los poros y la concentración de sales en la solución acuosa. (Cairo & Fundora, 2002).

f) Densidad aparente

Es definida como el peso seco por unidad de volumen de suelo. Es un buen indicador de varias propiedades primordiales del suelo: porosidad, grado de aireación y permeabilidad. En el suelo, un valor de densidad aparente bajo indica que el suelo es poroso, está bien aireado, tiene buen drenaje y penetración de raíces, lo que significa que la planta crece y se desarrolla bien. (Rubio, 2010).

Por otro lado, si los valores son altos significa que el suelo está compactado o poco poroso, su aireación es pobre, la infiltración del agua es lenta, lo que provocaría encharcamientos y que las raíces de las plantas tengan dificultad para alongarse y penetran donde ubican agua y nutrientes (Rubio, 2010). Ingaramo et al. (2007) también informaron que la DA es altamente variable porque se ve perjudicado por la estructura de la tierra, así como por sus propiedades contractivas y expansivas.

g) Densidad real

También conocida como densidad de sólidos o densidad de partículas, es definida como la masa de sólidos por unidad de volumen; El valor de densidad real es bastante constante (Ingaramo et al., 2007); para definir la densidad real se utiliza un picnómetro. (Porta et al., 2003).

Calcular la porosidad del suelo (principalmente en la agricultura) requiere una comprensión de la gravedad específica y puede dar alguna indicación del grado de desarrollo del suelo, también comprender la relación entre las fracciones minerales y orgánicas. (Cairo, 1995).

2.2.2.2. Propiedades químicas del suelo

Las propiedades químicas son muy importantes porque son responsables de la nutrición de las plantas.

a) pH del suelo

El pH del suelo es una medida de acidez o alcalinidad y generalmente es considerada una característica muy importante porque a menudo se relaciona con otras propiedades como la saturación de bases.

Si la concentración de iones H^+ es alta, la relación es ácida, pero si predominan los iones OH^- , la relación es alcalina. La relación es neutra cuando la concentración de iones H^+ es igual a los iones OH^- . (Henríquez & Cabalceta, 1999).

El rango de pH es de 1 a 14, para agricultura el rango de pH del suelo más adecuado es de 5,5 a 6,5, para bosques se puede utilizar un pH de 3 a 8, algunas plantas no toleran ambientes con múltiples sales o un valor de pH superior a 8, como los cítricos, pero las palmeras como el coco si las toleran (Watler & Thompson, 2002).

Tabla 3. Clasificación de la acidez del suelo.

Rango del pH (H ₂ O)	Clasificación
< 4,6	Extremadamente ácido
4,6 – 5,2	Muy frecuentemente ácido
5,2 – 5,6	Fuertemente ácido
5,6 – 6,2	Medianamente ácido
6,2 – 6,6	Ligeramente ácido
6,6 – 6,8	Muy ligeramente ácido
6,8 – 7,2	Neutro
7,2 – 7,4	Muy ligeramente alcalino
7,4 – 7,8	Ligeramente alcalino
7,8 – 8,4	Medianamente alcalino
8,4 – 8,8	Fuertemente alcalino
8,8 – 9,4	Muy frecuentemente alcalino
> 9,4	Extremadamente alcalino

Fuente: Quintana et al, (1983).

b) Nitrógeno disponible en el suelo

Cultivos como la papa, el plátano, la caña de azúcar y algunas hortalizas requieren grandes cantidades de nitrógeno. Esta disponibilidad en el suelo requiere del contenido de MO. Este defecto es más común en suelos degradados debido a un mal manejo y bajo uso de MO en condiciones desfavorables para el proceso de mineralización. La quema de rastrojos exagera la falta de MO en el suelo en la mayoría de las laderas, a lo que se refieren

los agricultores cuando dicen que su suelo está cansado o agotado. (INTA/ FAO, 2001).

Tabla 4. Clasificación del nitrógeno disponible.

Rango (%)	Clasificación
< 0,07	Pobre
0,07 – 0,15	Medio
> 0,15	Alto

Fuente: Quintana et al, (1983).

c) **Materia orgánica de los suelos**

Según Soil Science of América, la MO es definida como: "La porción orgánica del suelo, incluidos los restos de plantas y animales en diversos estados de descomposición, los tejidos y células de los organismos que viven en la tierra y los materiales producidos por los habitantes del suelo". (Fasbender & Bornemiza ,1987).

La MO del suelo facilita la unión de partículas finas que forman unidades estructurales (agregados del suelo), mejorando la aireación del suelo y la infiltración y el movimiento descendente del agua y los ácidos orgánicos que son productos de descomposición de la MO del suelo que disuelve el P y otros nutrientes del suelo para que puedan ser absorbidos por los cultivos. (FAO, 1996).

Tabla 5. Clasificación de la materia orgánica para suelos agrícolas.

Rango (%)	Clasificación
< 2	Pobre
2 – 4	Medio
> 4	Alto

Fuente: Quintana et al, (1983).

d) **Fósforo disponible en los suelos**

El suelo contiene cantidades moderadas a bajas de P disponible. Un estudio de 4.867 muestras de suelo en Nicaragua encontró que el 36,8% tenía niveles de fósforo inferiores a 10 ppm, lo que indica que se debe considerar el uso de fertilizantes con fósforo. Los resultados de los ensayos con fertilizantes fosfatados desde 1990 muestran que los fertilizantes fosfatados no afectan los rendimientos de frijoles, maíz, tomates, repollo y algodón en suelos con fósforo disponible superior a 10 ppm. (INTA/ FAO, 2001).

Tabla 6. Clasificación del fósforo disponible.

Rango (ppm)	Clasificación
< 10	Pobre
10 – 20	Medio
> 20	Alto

Fuente: Quintana et al, (1983).

e) **Potasio disponible en los suelos**

El K es un nutriente vegetal importante. Los suelos del Pacífico y del centro de Nicaragua generalmente tienen suficiente K disponible. El estudio de 4.867 muestras de suelo mostró que el 82% del suelo nicaragüense contenía más de 0,5 meq/100 g de suelo y sólo el 4,4% contenía menos de 0,2 meq/100 g de suelo. En suelos donde la disponibilidad de este nutriente es superior a 1,5 meq/100 g, se producirán desequilibrios de nutrientes y la fertilización con K puede provocar una deficiencia de magnesio. (FAO, 1996).

Tabla 7. Clasificación del potasio disponible.

Rango (meq/100g suelo)	Clasificación
< 0,2	Pobre
0,2 – 0,3	Medio
> 0,3	Alto

Fuente: Quintana et al, (1983).

2.2.3. **El compost**

Gordillo et al. (2017) afirmaron que el compost es un producto estable y esterilizado obtenido por biodegradación oxidativa de MO frescos provenientes de desechos animales y vegetales.

Para la obtención de este producto los materiales mezclados pueden ser estiércol, aserrín, residuos vegetales, desechos, etc, y son sometidos a procesos de descomposición aeróbica, donde las principales transformaciones las llevan a cabo los carbohidratos y las proteínas. El sistema de composición más común en nuestro entorno y a nivel de granja implica construir pilas de materiales en pozos y estratificarlos según los ingredientes. (Cegarra, 1998).

Fernández et al. (2004) mencionaron que el compost es considerado como alimento para la cadena de nutrientes del suelo, como una “semilla” que promueve la actividad biológica de los microbios del suelo y como un sustrato con propiedades antienfermedades para las plantas cultivadas. En definitiva, el compost puede ser un gran factor de producción en un

ecosistema agrícola, así como un gran factor de protección y mantenimiento del suelo.

2.2.3.1. Ventajas

Para Burbano (1998), compostar los materiales orgánicos genera beneficios, como:

- Los materiales producidos por este método son económicos.
- La producción se realiza in situ, lo que ahorra costes de transporte.
- La proporción de materiales modificados asegura una gran cantidad de humus en el suelo.
- Desde el punto de vista nutricional el abono es equilibrado.
- Este sistema ofrece una fantástica oportunidad para tratar residuos y residuos agrícolas.
- Cegarra (1998) adiciona otros beneficios como:
 - El material producido es biológicamente estable.
 - Disminuye las propiedades fitotóxicas de los residuos utilizados.
 - Disminuye notablemente el contenido de patógenos en los desechos tratados.
 - Disminuye los malos olores si se hace correctamente.

2.2.3.2. Desventajas

Según Burbano (1998), compostar los materiales orgánicos tiene desventajas, como:

- Los nutrientes se pierden en la fase de oxidación inicial.
- Si la ventilación es deficiente, pueden producirse olores desagradables debido a la fermentación de los materiales de la pila.
- El apilamiento de materiales, aunque no es difícil, requiere más trabajo y cuidado que otros métodos de manipulación de residuos agrícolas.

2.2.3.3. Manejo

Añade Burbano (1998), compostar los materiales orgánicos genera beneficios:

- Si se produce fermentación (mal olor y moscas), se debe voltear inmediatamente la pila y mejorar la aireación.

- Se deberá vaciar la fosa para retirar los líquidos producidos en la pila; se pueden recolectar en el fondo del pozo y en otro pozo fuera de él y agregarse nuevamente a la pila.

2.2.4. Características botánicas y morfológicas *R. sativus*

Calero et al. (2019) indican que las características botánicas y morfológicas del género *R. sativus*.

Tabla 8. Características botánicas y morfológicas del género *R. sativus*

Descripción	Característica
Sistema radical	Consterna el escaso desarrollo radicular, pues las raíces pueden encontrarse a una profundidad entre los 5 y 25 cm, aunque en algunas ocasiones la raíz principal puede llegar a tener una profundidad de un metro.
Tallo y hojas	El tallo durante la fase vegetativa suele ser corto, con hojas que forman una corona. Las hojas son de peciolo largo y de forma ovalada, de borde dentado y el ápice más grande, con unos pocos pelos.
Flores	Dispuestas sobre los pedicelos delgados ascendentes, en racimos grandes y abiertos, sus sépalos son engeridos, los pétalos pueden ser de color blanco, rosado, violeta y en algunas ocasiones amarillas.
Fruto	El fruto es silicua indehisciente de 3 – 10 cm de longitud, esponjoso, con un pico largo
Semillas	Son semillas globosas o casi globosas, rosadas o castaño claro, con un tinte amarillento, cada fruto contiene de 1 – 10 semillas. Bajos buenos condiciones de almacenamiento las semillas pueden conservarse de 3 a 4 años

Fuente: Calero, (2019).

Según los análisis dietéticos practicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (s.f.); el rabanito presenta los siguientes valores nutricionales:

Tabla 9. Composición nutricional de 100 g de parte comestible.

Compuesto	Cantidad
Agua	94 g
Carbohidratos	5.30 g
Grasas	0.54 g
Proteínas	0.6 g
Fibra	1.6 g
Cenizas	0.54 g
Calorías	20 kcal
Calcio	21 mg
Magnesio	9 mg
Potasio	232 mg
Fosforo	18 mg
Sodio	24 mg
Hierro	0.29 mg
Riboflavina	0.045 mg
Niacina	0.3 mg
Ácido Ascórbico	22 mg

Fuente: MAPA (s.f.).

2.2.4.1. Taxonomía, aspectos botánicos, fenología y composición química de *R. sativus*

De acuerdo con Marrero (2003), el rabanito tiene la siguiente clasificación taxonómica:

a) Clasificación taxonómica

Reino	:	Plantae
División	:	Spermatophyta
Subdivisión	:	Magnoliophytinaa
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Brassicales
Familia	:	Brassicaceae
Género	:	Raphanus
Especie	:	Raphanus sativus L.

b) Aspectos botánicos

La especie *R. sativus* son anuales o bianuales, con habito de crecimiento, que pueden permanecer en estado de roseta hasta la próxima temporada de crecimiento. Se siembra en semillas siendo un cultivo de climas templados lo cual se puede realizar en cualquier época y luego de tres meses aproximadamente se cosecha (INA, 2017).

c) Características botánicas y morfológicas

Tabla 10. Características botánicas de *R. sativus*.

Características	<i>Raphanus sativus</i>
Habito	Es un arbusto anuales o bianuales.
Tallo	Es un tallo ramoso y suele ser corto.
Hojas	Las hojas son grandes y ásperas, divididas en lóbulos con borde dentados.
Inflorescencia	Las flores solitarias, raramente en pares, en las axilas de las hojas. Los pedicelos más largos que las flores, curvados hacia el ápice.
Flores	Son de color blancas o amarillas, dispuestas en racimos terminales
La corola	Es lisa, de color blanquecina, a veces violácea o amarillenta. Formado con hojas modificadas de cuatro pétalos en forma de cruz
Fruto	El fruto del rábano mide de 3 – 10 cm de longitud y es muy esponjoso.
Semilla	Son de color marrón rojizo o rosados, su forma es redondeada y miden de 3 – 4 mm

d) Fenología del cultivo de rabanito



Fuente: Havryliuk (2015).

Figura 2. fenología del cultivo de *R. sativus*.

e) El riego

Es la ciencia y el arte de agregar suficiente agua al perfil del suelo en el momento adecuado para reemplazar el agua utilizada por el cultivo o para ablandar el agua necesaria para que el cultivo sea utilizable para la agricultura. El riego es una ciencia porque su desarrollo necesita del conocimiento de ciertas leyes físicas comprobadas; es un arte porque tiene en cuenta la capacidad y flexibilidad del usuario. (Olarte & Soto 2002).

f) Crecimiento

La especie *R. sativus* prefiere tierra rica en MO con abundante humedad (Casseres, 1980) adaptable a cualquier tipo de suelo profundo, arcilloso y de reacción neutra son los ideales (Montero et al., 2006).

2.2.4.2. Síntomas visuales de deficiencia de nutrientes

Las plantas pueden tener un retraso en el crecimiento, que puede ser general (planta entera) o localizado, no debido a microorganismos, insectos u otros parásitos, sino a la falta de nutrientes.

a) Deficiencia de Nitrógeno (N)

Las hojas son pequeñas y cloróticas; las hojas maduras cambian de rojo a morado. Síntomas comunes de las hojas adultas: Los brotes jóvenes se vuelven delgados y cortos (Galloway, (1988) citado en Mediavilla, (1993).





b) Deficiencia de Fósforo (P)

El crecimiento es lento. Hay muchas manchas negras en los bordes de las hojas. Las hojas son de color amarillo rojizo y más pequeño que las hojas

normales. Las hojas adultas caen. Los brotes de frijol suelen ser delgados y cortos (Galloway, (1988), citado en Mediavilla, (1993).

c) Deficiencia de Potasio (K)

Las hojas son pequeñas, con los bordes enrollados y moteadas. Secado por caída. Esto también se expresa por el color rojo y azul verdoso de las hojas (Galloway, (1988), citado en Mediavilla, (1993).

 <p>Falta de Nitrógeno: Hojas pequeñas y pálidas con tallos débiles.</p>	 <p>Falta de Potasio: Márgenes color café (marrón) y quebradizos. Flores pequeñas</p>
 <p>Falta de Hierro: Las hojas jóvenes son las más afectadas por grandes manchas de color amarillo</p>	 <p>Falta de Manganeso: Coloración amarilla entre la nervadura de la hoja. Afecta principalmente a las hojas viejas</p>

Fuente: Barros, (1999).

Figura 3. Aspecto de las hojas según el grado de deficiencia de algún nutriente.

2.2.5. El vivero

Aquí es donde se producen las plántulas en la mayor calidad y cantidad necesaria para la siembra final. Los criaderos pueden ser permanentes o temporales, los primeros estarán equipados con la mejor infraestructura y los segundos con la mínima (Venegas, (1985) citado en Trujillo, (1999) p. 73).

2.2.5.1. Elección del área para la construcción del vivero

El éxito o el fracaso de un vivero dependen en gran medida de la elección del lugar. Los siguientes factores deben tenerse en cuenta y enumerarse en orden de prioridad como criterios básicos:

a) Agua

Este es uno de los factores primordiales. Se deben buscar ubicaciones donde haya agua o una manguera o canal de suministro cercano (Fitzgerald, 1989). La gestión de los recursos hídricos debe ser integral, principalmente a gran escala, como una

cultura integral. La gestión integrada del agua incluye muchos aspectos que están estrechamente relacionados. (Olarte & Soto, 2002).

b) Inclinación del terreno

Debe ser lo menos posible, entre el 0% y el 5%, para favorecer todas las actividades culturales. Cuanto más plano sea el lugar donde se instala el vivero, más considerable será (Trujillo, 1999). Utilice también tablonces ligeramente inclinadas para canalizar el agua hacia un lado. (Fitzgerald, 1989).

c) Suelo

El suelo es preferentemente suelto, arenoso y bien drenado: dado que las técnicas de producción requieren el uso de grandes cantidades de agua, si el agua no puede drenar rápidamente por infiltración o escorrentía, el agua puede transformarse en una fuente de infección, provocando enfermedades en los viveros. (Trujillo, 1999).

d) Ubicación general

Debe planificarse a la misma distancia del lugar de entrega del material de siembra. Se prefieren las ubicaciones cercanas a las carreteras principales. Si quieres cultivar plantas ornamentales, este aspecto juega un papel muy importante, porque de ello depende el éxito comercial. (Trujillo, 1999).

e) Protección del sitio

El viento afecta directamente a las plantas. Si el viento es fuerte y persistente, hará que las plantas se retuerzan y se inclinen. Por lo tanto, se deben prever cortinas cortavientos a una distancia de al menos 15 m para evitar una sombra excesiva que perturbe la fotosíntesis de plantas de vivero. (Trujillo, 1999).

f) Sombra y sol

Si hay muchos árboles donde desea colocar el vivero, puede o elimine algunos árboles para brindar algo de sombra, pero no demasiada. Si hay suficiente luz solar, se deben plantar árboles para dar sombra a las plantas y a las personas. (Fitzgerald, 1989).

g) Tamaño del vivero

Esto depende del número de plantas a propagar (Fitzgerald, 1989) y del tamaño de las bolsas utilizadas en la producción, cada vivero tiene dimensiones determinadas según sus características, no es posible determinar una dimensión estándar, máxima o mínima, en función de sus múltiples características específicas. (Trujillo, 1999).

h) Distancia de la comunidad

Si el vivero está cerca de la comunidad, será más favorable llevar herramientas, trabajo y cuidados. Además, evitar robos. (Fitzgerald, 1989).

2.2.5.2. Diseño del Vivero

Depende del tipo de infraestructura que tenga, como pilas de compost, almacenes, equipos e instalaciones para tanques de agua, oficinas administrativas, etc. (Trujillo, 1999).

2.2. Estado del arte

Rodríguez y García (2022) evaluaron los efectos de tres fertilizantes orgánicos y un fertilizante sintético sobre el desarrollo y rendimiento de *R. sativus* a 90 msnm en Nicaragua. Este experimento adoptó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) y se replicó 4 veces. Durante la fase de desarrollo se evaluó la variable altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, peso fresco de la planta (g) y longitud de la raíz (cm). En la cosecha fue evaluado el diámetro ecuatorial del rábano (cm) y el peso fresco (g). Los ANOVA y separación de medias se realizaron con la prueba de comparación múltiple de Tukey con un margen de error del 5%. Las variables altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y longitud de la raíz difirieron significativamente. El compost tiene el mayor diámetro de tallo y el mayor peso de la planta *R. sativus* (rábano). El compostaje es el método de tratamiento con mayor beneficio neto, pero también tiene una alta tasa de inversión, el segundo mayor beneficio neto es el fertilizante sintético 12-30-10, que también tiene una baja tasa de inversión.

Carrera (2015) propuso determinar el rendimiento de fertilizante orgánico a partir de desechos animales y vegetales, así como medir la respuesta del fertilizante orgánico en el cultivo de rábano, evaluar algunos parámetros de crecimiento de las plantas de rábano y realizar la mayor parte del análisis económico de los tratamientos prometedores en el cultivo de rábano, se replicaron siete veces plantas de rábano utilizando un diseño completo al azar (DCA), que incluye dos tratamientos y un control. Los resultados de los cálculos son los siguientes: Por cada 50 kg de materia prima, se obtienen 24,72 kg de humus a partir de estiércol y 18,46 kg de humus a partir de estiércol vegetal. En la producción de rábano, la tasa de germinación utilizando estiércol vegetal fue del 97% y la tasa de germinación utilizando estiércol fue del 93,43%. El valor más alto de altura de planta para compost con residuos vegetales se presentó a los 10 días, con un valor de 6,12 cm. Para el diámetro de fruto, el valor más alto obtenido del estiércol fue de 3,42 cm. En cuanto a la variable peso del bulbo, el tratamiento de desechos animales presentó un valor más significativo de 31,14 g.

Mamani (2015) evaluó el cultivo de rábano y el tipo de fertilizante orgánico con el objetivo de comprender el efecto de la densidad de planta y del fertilizante orgánico sobre las propiedades agronómicas del cultivo de rábano y del suelo: En altura de planta (cm), en la

prueba la prueba de medias fue 20.61 cm más alto con humus de lombriz, diámetro de raíz fueron T3 (10 cm entre la planta y humus de lombriz), el diámetro máximo de raíz desarrollado y longitud de raíz en promedio 14.90 cm y peso de raíz 64.74 g, tratado con humus de lombriz, también se midió la porosidad del suelo, lo que nos da resultados insignificantes, pero comparando los valores promedio, el tratamiento T5 (15 cm y compost) dio 50,33%, mientras que el pH dio resultados insignificantes, también se hicieron comparaciones de medias T3 (10 cm entre planta y lombriz) tuvo la conductividad más baja con 6,74, un resultado no significativo. En cuanto a la CIC de la MO y el nitrógeno total, al comparar los indicadores numéricos promedio del CIC destacan en primer lugar T3 y T5, que son 14,2 meq/100g y 13,61 meq/100g. En MO, los valores de T3 y T5 fueron ligeramente superiores a los demás tratamientos, 7,05% y 7,02%, y finalmente, el nitrógeno total, que también comparó los valores medios con T3 (10 cm y humus de lombriz) y T6 (15 cm y humus de lombriz) en todo el experimento, los valores más altos fueron 0,52% y 0,51%, respectivamente.

Castañeda et al. (2022) El objetivo de esta evaluación fue definir la dosis apta de compost para lograr un rendimiento sostenible de *R. sativa* (rabanito). Se definió que el T5 con 10tn/ha de longitud de planta con 28,23 cm, un peso de planta de 41,86 g, diámetro ecuatorial de 3,65 cm, diámetro polar de 4,11 cm y un rendimiento comercial de 12.051 tn/ha, la dosis de fertilizante nitrogenado es de 194.44 kg/ha, análisis económico S/. 3.000 soles (\$777,54 dólares). La conclusión es que cuanto mayor sea la dosis de compost basada en los residuos del mercado, es decir T5 es de 10 tn/ha, con un rendimiento mayor de 12.051 tn/ha, lo que difiere en un 23,50% del T1 (testigo); pero no alcanza el doble de rendimiento y precio habitual, pero es sostenible porque puede mejorar y proteger las características del suelo, obtener frutos orgánicos y disminuir la polución ambiental.

Turpo (2021) realizó un estudio prospectivo y de diseño puramente experimental en su artículo “Efectos del compost y biofertilizante en el crecimiento inicial de plantas de *Schizolobium amazonicum* (Pinochuncho) establecidas en suelos degradados”. Determinar el objetivo general Demostrar el efecto del compost y biofertilizante en el crecimiento inicial de plantas de *S. amazonicum* crecen en suelos degradados. Se extraen conclusiones sobre el crecimiento inicial de las plantas de *S. amazonicum* encontrado en el suelo descompuesto tratado con la dosis de compost, se observaron ligeras ventajas en altura total, diámetro del tallo, tamaño de las hojas y tamaño de la copa para las plantas sin compost, pero no se mostraron diferencias estadísticas significativas entre los dos niveles aplicados.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación geográfica y política

La investigación fue realizado en el predio “Suchiche” de propiedad del Sr. Jorge Mori Cordero con DNI: 42877835 en la ciudad de Lamas que abarca 1 ha de extensión.

Tabla 11. Coordenadas UTM (Datum WGS 84, UTM/UPS) del área de investigación.

Área	Coordenadas geográficas (UTM)		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Suchiche - Lamas	340124	9320185	606

Políticamente la zona evaluada se ubica en el distrito de Lamas, provincia Lamas, Región San Martín.

3.1.2. Aspectos ambientales

Según la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales y el mapa bioclimático (Holdridge, 1982), el área de Lama se ubica en la zona de vida "Bosque húmedo-premontano tropical", la cual tiene una de las zonas de vida, distribuida principalmente en el Alto Mayo. Representa un ecosistema con precipitaciones y temperaturas moderadas. Se encuentra entre 650 y 1000 msnm, aproximadamente; su terreno se divide en altas colinas, depresiones, laderas y montañas. En el Alto Mayo, se sitúa entre 580 y 1.200 msnm y ocupa lomas y colinas bajas. El clima es subtropical y semihúmedo, con una temperatura mínima de 18°C y máxima de 24°C. Las precipitaciones caen en todos los meses del año, la cantidad total de precipitación alcanza de 1200 a 1700 mm, de mayo a agosto y de octubre a marzo la cantidad de precipitación disminuye significativamente.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Se utilizarán las semillas del *R. sativus*, compost de residuos orgánicos domésticos, madera blanca para las camas, serrucho, martillo, cuaderno de apuntes, poseedora, pala, machete, costales de polietileno, balde grande, wincha de 5 m, vernier digital, brújula, bolsa muestreador, triplay, plumones, cinta métrica 50 m, guantes, botas y un panel informático.

3.2.2. Equipos

GPS, cámara fotográfica, laptop, impresora y estufa.

3.2.3. Criterios de investigación

3.2.3.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo de campo y aplicada; porque se recurrió a la ciencia de la botánica y las ciencias del suelo para investigar el efecto del compost sobre la especie *R. sativus* y las propiedades fisicoquímicas del suelo (Supo, 2012).

3.2.3.2. Nivel de investigación

Es experimental porque se identificaron los valores numéricos por efecto de la aplicación del compost sobre las características de *R. sativus* en suelos del distrito de Lamas, su diseño y esquema de investigación además de las propiedades fisicoquímicas del suelo, es decir existió manipulación de las variables (Hernández et al., 2014).

3.2.3.3. Variables en investigación

Se tuvieron las siguientes:

Variable Dependiente (Y) = *R. sativus*

Indicadores de la variable Y:

Y1 = Propiedades fisicoquímicas del suelo

Y2 = Efecto del compost

Y3 = Efecto residual

Y4 = Análisis crecimiento

Variable Independiente (X) =

X1 = Dosis de compost

3.2.3.4. Diseño de investigación

Fue de tipo experimental, de carácter horizontal (Hernández et al., 2014), porque la información se recolectaron en un periodo de tiempo, iniciando con el muestreo y análisis de suelos, luego la aplicación del compost y posterior evaluación del crecimiento y la mortalidad de *R. sativus* en suelos de Lamas.

3.2.3.5. Técnicas estadísticas

El diseño de bloques completamente al azar fue utilizado, con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron las diferentes dosis de compost (0.0g / m², 1 kg/m², 2 kg/m², 3 kg/m², 4 kg/m²), en el crecimiento de *R. sativus*.

Tabla 12. Tratamientos en investigación.

Componente	Dosis	Codificación
Testigo	Sin dosis	T0
Compost	1 kg/m ² de suelo	T1
Compost	2 kg/m ² de suelo	T2
Compost	3 kg/m ² de suelo	T3
Compost	4 kg/m ² de suelo	T4

Se estableció un análisis de varianza con el 5% de error experimental, con ello se determinaron la presencia de diferencias significativas entre las plantaciones con diferentes dosis.

Tabla 13. Modelo del análisis de variancia para un diseño bloques completo al azar.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamiento	a – 1	STtrat	SCtra/Gltra	CMtra/CMe	FCtra > FT
Bloque	b – 1	STblo	SCblo/Glblo	CMblo/CMe	FCblo > FT
Error	(a – 1)(b – 1)	SCE	SCerror/Glerror		
Total	ab – 1	SCT			

El modelo aditivo lineal para utilizar es diseño bloques completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_i + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : Es la respuesta en el i - ésimo tratamiento del j – ésima repetición
- μ : Efecto de la media general
- B_i : Efecto del factor bloque
- T_i : Efecto del i – ésimo tratamiento
- E_{ij} : Efecto del error experimental

Las características del campo experimental: se tuvo 420 parcelas con una densidad de siembra de 1m x 1m para ello fueron evaluadas solo 10 parcelas netas (10 plantas) de cada tratamiento, siendo un total de 150 plantas evaluadas en un área de 480 m².

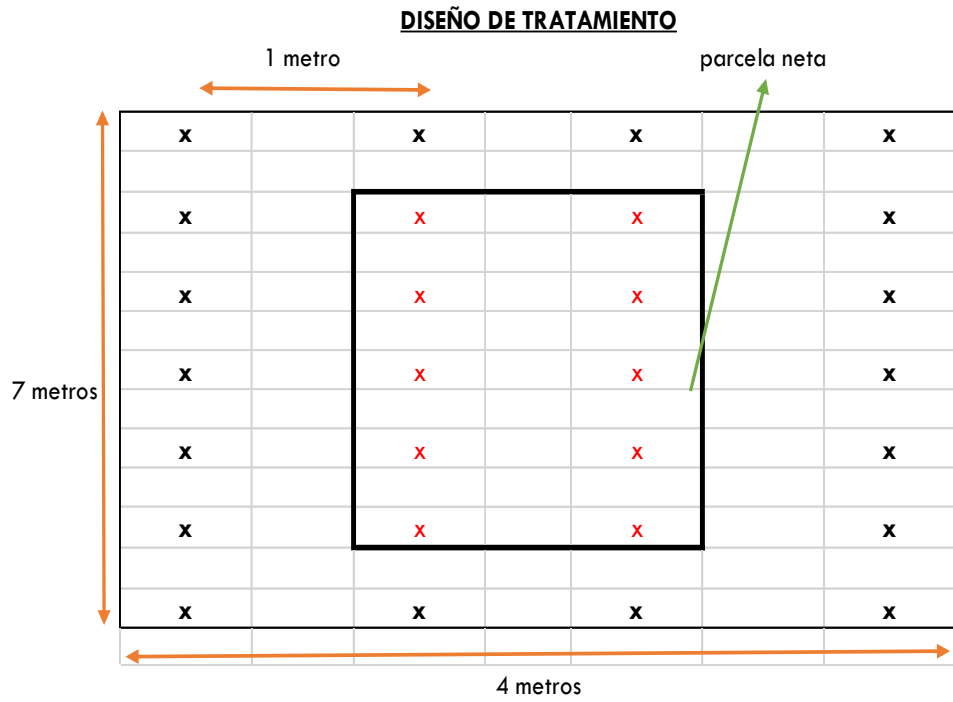
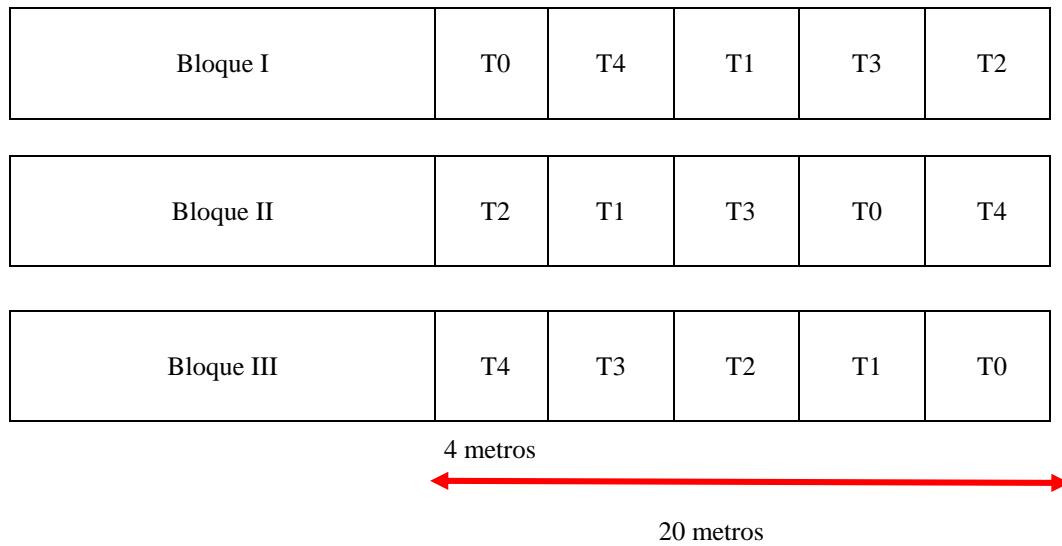


Figura 4. Diseño del tratamiento de estudio.

En este estudio fue utilizado el Diseño de Bloques Completamente Al azar (D.B.C.A), distribuidos aleatoriamente.



[T] Tratamientos 0, 1, 2, 3, 4 y5

Figura 5. Croquis del diseño experimental.

3.3. Metodología

3.3.1. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo antes y después del experimento

3.3.1.1. Planificación

Se realizó las coordinaciones con el propietario del terreno y detallar las actividades correspondientes a la recolección de información con la finalidad de ejecución de la investigación. Además, nos agenciamos las coordinaciones respecto a la obtención de los materiales, equipos y el análisis del presupuesto para el desarrollo de todas las actividades realizadas en la ejecución de la investigación.

3.3.1.2. Limpieza y demarcación del terreno

Se realizó la limpieza del terreno de manera manual, eliminando todo material arbustivo y rastrojos para posteriormente establecer la parcela experimental.

Terminado la limpieza del terreno, se delimitaron tres subparcelas como bloques para su distribución por 4 tratamientos y un testigo, haciendo un total de 5 tratamientos, para ello se utilizaron los materiales y herramientas: una Wincha de 50 metros, machete, estacas y rafia.

3.3.1.3. Selección de semillas y germinación de *R. sativus*

La selección de las semillas y germinación de la *R. sativa* se realizó siguiendo la metodología propuesta por Arévalo (2012), donde se seleccionaron el fruto maduro, sano, uniforme y libre de algún daño físico.

a) Remojo de los frutos de *R. sativus*

Los frutos cosechados y seleccionados se remojaron en un recipiente por 3 días, que fueron hidratados con el objetivo de hacer fácil la extracción de las semillas que flotaban en la superficie del recipiente extrayéndolo las semillas banas en forma manual.

b) Extracción manual de las semillas

Pasando los 3 días de remojo, se quitó el agua, quedando solamente los frutos, para la extracción de las semillas. Seguidamente los frutos fueron presionados con la mano protegida con guantes, separando la cutícula o película que cubre (cáscara) de la semilla.

Las semillas extraídas se secaron bajo sombra durante 2 días. Posteriormente fueron seleccionadas, donde aquellas semillas que presentaron buenas características fenotípicas (tamaño, color y estado fitosanitario) fueron seleccionadas para la siembra.

c) Preparación de cama de almácigo

Las camas de almácigo para la siembra de *R. sativus* se construyó en campo definitivo, para evitar la excesiva manipulación de las plantas y obtener un mayor porcentaje de prendimiento durante la fase de trasplante.

Se delimito la zona mediante una wincha y prepare un almácigo sobre el nivel del suelo con materiales del sitio con las siguientes dimensiones: 1,20 m de ancho, 5 a 10 cm de alto y 2 m de largo, estos tamaños dependen del área de cultivo. Luego se retira la tierra del almácigo con pala recta y luego se mezcla con material orgánico obtenido de la primera capa forestal y estiércol orgánico descompuesto (gallinaza), aplicando 4 kg por m² para obtener un sustrato suelto, en condiciones que favorecen la germinación de las semillas.

d) Germinación de *R. sativus*

La germinación se llevó a cabo en camas de almácigo, donde se sembraron las semillas del rabanito para su germinación, hasta observar que las plántulas presentarán un tamaño adecuado para ser establecidos en la bolsa de repique.

3.3.1.4. Producción de plantones de *R. sativus***a) Preparación del sustrato**

El compost se obtuvo del programa de segregación de residuos orgánicos, del distrito de Lamas. Se emplearon una proporción de 3:1.5:0.5 para el sustrato, que fueron preparados con cantidades proporcionales de tres carretillas del suelo degradado, una carretilla y media de compost (gallinaza) y media carretilla de arena fina, luego se mezclaron en forma uniforme y de manera homogénea, luego se zarandó para obtener el suelo listo para su embolsado.

b) Llenado de bolsas

El sustrato uniforme y homogéneo fue depositado a través del llenado de una bolsa de 6" x 5" x 3" hasta la mitad oprimiendo con los dedos para que salga todo el aire sin comprimirle mucho y luego el llenado total de la bolsa.

c) Repique

Las plántulas de *R. sativus* de una altura de 10 cm y con la formación de tres hojas fueron seleccionadas y extraídas cuidadosamente de la cama germinadora, posteriormente fueron repicados a las bolsas con sustrato y posteriormente fueron trasladados a campo definitivo (Bloques) e instalados por cada tratamiento en estudio.

d) Control de plagas y enfermedades

En la fase de crecimiento y desarrollo de los plantones en el campo definitivo, se evaluaron a través de la observación la presencia de insectos como: Grillos

assimilis, *Diabrotica viridula*, *Diabrotica* sp y *Toxoptera* sp, que ocasionan distintos daños al cultivo como: corte de las plantas, perforación de hojas y seccionamiento del contenido celular, se realizó a través de un control químico; mediante dos aplicaciones con una fumigadora de capacidad de 20 litros de agua y 30 mL del producto Metamidophos, Endosulfan 35%, a razón de 50 mL/ 20 L de agua), esparciendo en el follaje y tallo de las plantas, con un intervalo de 7 días.

La presencia de hongos como chupadera fungosa se controla químicamente con bombas de mochila, 40 g de Flutolanil + Captan/20 L de agua (Arévalo, 2012). La presencia de *Fusarium* se observa durante las fuertes lluvias, por lo que es necesario prevenirlo aplicando 40 g de Benomyl por cada 15 litros de agua cada 7 días, mediante bomba de mochila, en los haces y en el envés de las hojas del cultivo.

3.3.1.5. Plantación de *R. sativus*

a) Apertura de hoyos

Los hoyos tuvieron una dimensión de 30 x 30 x 30 cm (ancho, largo y profundidad), para ayudar al crecimiento de las raíces de los plántones a establecer y en ella se adicionaron materia orgánica como el compost en una proporción adecuada en cada hoyo.

b) Traslado y plantación de *R. sativus*

Se trasladaron los plántones hacia el área experimental (Bloques), para la plantación en campo definitivo por cada tratamiento, siguiendo los protocolos de plantación que consistió en quitar las bolsas de polietileno antes de colocar la planta dentro del hoyo correspondiente.

3.3.1.6. Adición de la enmienda orgánica

Una vez establecida el plánton de *R. sativus* en el hoyo se añadió el compost de acuerdo con la dosis correspondiente en cada uno de los tratamientos. El fertilizante se mezcló en el hoyo con los primeros 10 cm de la capa del sustrato en una cantidad de 50 g por hoyo y en forma de círculo del plánton.

3.3.1.7. Control de malezas y riego

Se realizaron mensualmente el control de malezas mediante el deshierbo, para evitar la competencia con las plantas de *R. sativus* e que interfiera en el desarrollo de la investigación. Se regaron las plantas de manera frecuente, labor que también se realizaron en la etapa de vivero.

3.3.1.8. Análisis físico y químico del suelo antes y después del experimento

Se sacaron muestras representativas del área experimental a una

profundidad de 30 – 60 cm (MINAM, 2014) y se guardaron en bolsas herméticas que fueron llevados al Laboratorio de Análisis de Suelo y de microbiología de la UNAS para su respectiva evaluación.

Tabla 14. Análisis físico y químico del suelo experimental.

Parámetros	Método de análisis
Textura	Bouyoucos
Densidad aparente (Da)	Cilindro de densidad aparente 100 cm ³
Densidad Real (Dr)	Picnómetro
Porosidad	A través de la formula $(1-Da/Dr) \times 100$
Materia Orgánica (Mo)	Walkle y black
Acidez del suelo (pH)	Ph chimetro de electrodos
Fosforo(P)	Olsen
Nitrógeno total (N)	% M.O. x 0,05
Potasio(K)	Olsen
Capacidad de intercambio catiónico	Kjeldjhal

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos y laboratorio de microbiología de la UNAS – Tingo María (2021).

3.3.2. Determinación de la correlación entre las propiedades físicas y químicas del suelo

Para determinar la correlación fue utilizada la fórmula de Pearson (Asuero *et al.*, 2006).

$$r_{XY} = \frac{\sum (X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{[\sum (X-\bar{X})^2 \sum (Y-\bar{Y})^2]^{1/2}} = \frac{S_{XY}}{\sqrt{S_{XX}S_{YY}}} \dots (1)$$

La siguiente tabla muestra el rango valores de r_{XY} :

Tabla 15. Interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación de Pearson.

Rango de valores r	Interpretación
$0.00 \leq r_{xy} < 0.10$	Correlación nula
$0.10 \leq r_{xy} < 0.30$	Correlación débil
$0.30 \leq r_{xy} < 0.50$	Correlación moderada
$0.50 \leq r_{xy} < 1.00$	Correlación fuerte

Fuente: Adaptado de Asuero *et al.*, (2006).

3.3.3. Determinación del porcentaje de prendimiento y mortandad de *R. sativus*

3.3.3.1. Medición de prendimiento y mortandad

Las variables evaluadas se realizaron en dos etapas, una etapa inicial, en el primer mes la evaluación del porcentaje de prendimiento y al cuarto mes la evaluación del porcentaje de mortalidad de las plantas después de la siembra en el área experimental.

Para calcular el prendimiento en las plantas establecidas, se utilizó la siguiente fórmula:

$$P(\%) = \frac{T_{pp}}{T_{pe}} \times 100 \dots (2)$$

Donde:

P = Prendimiento en porcentaje (%)

T_{pp} = Total de plantas prendidas

T_{pe} = Total de plantas establecidas

El porcentaje de mortalidad se definió, realizando el conteo del total de plantas al finalizar el trabajo de la investigación utilizando la siguiente fórmula:

$$M(\%) = \frac{T_{pm}}{T_{pe}} \times 100 \dots (3)$$

Donde:

M = Mortandad en porcentaje (%)

T_{pm} = Total de plantas muertas

T_{pe} = Total de plantas establecidas

3.3.4. Determinación del crecimiento de altura y diámetro de *R. sativus*

3.3.4.1. Altura de la planta (cm)

Se realizó con una cinta métrica graduada en centímetros medida desde el cuello del plantón hasta el ápice de la hoja, realizando la evaluación mensual hasta cumplir con el cuarto mes después de la siembra en el área experimental (Bloques).

3.3.4.2. Diámetro de tallo de la planta (mm)

Se realizó empleando un vernier mecánico a una altura de 5 cm de la superficie del suelo de las plantas seleccionadas por cada tratamiento y de esta forma saber cuál de los tratamientos tuvo mayor influencia en el engrosamiento del tallo de la planta, la evaluación fue mensual hasta cumplir con el cuarto mes después de sembrar los plantones en el área experimental (Bloques).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Propiedades físicas y químicas del suelo antes y después del experimento para el cultivo de *R. sativus*.

4.1.1. Propiedades físicas del suelo

4.1.1.1. La textura del suelo

De acuerdo con Henríquez y Cabalceta (1999), la textura del suelo es la proporción relativa de arena (a), limo (L) y arcilla (A) existente en el suelo; describe a las partículas inferiores de 2 mm de diámetros, en tal sentido los valores encontrados para la textura en el experimento de la aplicación de compost en el cultivo de *R. sativus* (tabla 15), presentan un suelo de textura franco arenosa, Castellano (2000) indica que son suelos de textura gruesa, es decir en su estructura contiene mayor porcentaje de arena con más de 50% y con menos del 20% de arcillas, donde las clases texturales que conforman este grupo son de arena, arena franca y franco arenoso, estos tipos de suelo presentan poros grandes, tienen baja capacidad para retener agua, y nutrientes, ya que el tamaño de a porosidad facilita el drenaje y la lixiviación de estos y que sería una limitante en la productividad, añade Zavaleta (1992) no son cohesivas y forma sólo gránulos simples, al apretarse en la mano en estado seco se sueltan fácilmente una vez que cese la presión, es decir un suelo de textura franco arenosa posee bastante arena pero que cuenta también con limo y arcilla, lo cual le otorga algo más de coherencia entre partículas.

Cabe añadir que los valores pertenecen a la segunda evaluación y no se muestra la evaluación anterior debido a que los valores encontrados resultan similares a la evaluación antes mencionada, ya que la aplicación de compost no cambió significativamente los porcentajes de arena, limo y arcilla en el suelo, porque están determinados principalmente por la composición mineral del suelo y no se ven dañados de manera directa por la aplicación de materia orgánica como el compost.

Tabla 15. Textura de los suelos en el área de cultivo de *R. sativus*.

Dosis compost	Después			Textura
	Arena	Limo	Arcilla	
Sin dosis	70	17	14	Franco arenoso
1 kg/m ² de suelo	77	14	10	Franco arenoso
2 kg/m ² de suelo	76	14	11	Franco arenoso
3 kg/m ² de suelo	77	13	10	Franco arenoso
4 kg/m ² de suelo	79	13	9	Franco arenoso

4.1.1.2. Densidad aparente

La información obtenida analizada mediante el ANOVA para la DA (tabla 17), muestra que, a un nivel de $p < 0.05$ existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios por efecto de la aplicación de compost en un suelo degradado para la primera y segunda evaluación, mas no existe diferencias estadísticas significativas para los bloques. El coeficiente de variación en la primera evaluación es de 6,59%, y para la segunda evaluación es de 1,04%, datos más que aceptables considerando la naturaleza de la investigación.

Tabla 16. Análisis de varianza para la densidad aparente (g/cm^3) por efecto de la aplicación de compost.

Etapa	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,07	0,04	2,43	0,1499	NS
	Dosis de compost	4	0,25	0,06	4,30	0,0378	*
	Error experimental	8	0,12	0,01			
Después	Bloques	2	0,00069	0,00035	0,98	0,4174	NS
	Dosis de compost	4	0,04	0,01	26,93	0,0001	*
	Error experimental	8	0,0028	0,00036			

CV (%): antes 9.18%, después 1.04%

Rubio (2010) indica que la DA es definida como el peso seco de una unidad de volumen de suelo y se relaciona con características muy importantes del suelo como la porosidad, aireación e infiltración, donde los valores bajos son suelos porosos que propician un buen crecimiento y desarrollo de plantas y árboles, por lo que los valores obtenidos en la variable DA del suelo (tabla 18), muestra que, a un nivel de confianza del 95% existen evidencias estadísticas para afirmar que los promedios de la densidad aparente en los suelos degradados con cultivo de *R. sativus* en el distrito de Lamas para la primera evaluación tuvo valores altos antes de la aplicación de compost en 2 kg/m^2 y 3 kg/m^2 con un valor de $1,47 \text{ g/cm}^3$, disminuyendo estos valores considerablemente después de la aplicación de compost obteniendo el valor más bajo en la aplicación de 4 kg/m^2 con un valor de $1,10 \text{ g/cm}^3$, según manifiesta Rubio (2010) valores son altos indican que el suelo es poco poroso, mala aireación, infiltración de agua lenta, donde las raíces tienen dificultades para elongarse y penetrar hasta donde encuentren agua y nutrientes. En tal sentido los valores encontrados en la segunda evaluación muestran que el mejor valor se encuentra en la en la aplicación de 4 kg/m^2 indicando que la

aplicación de compost si tuvo efecto en el suelo degradado disminuyendo los valores de esta propiedad física del suelo en el distrito de Lamas, acorde a lo que manifiesta Ingaramo et al., (2007) al afirmar que la DA es altamente variable ya que se ve afectada por la estructura del suelo, en este caso por el compost.

Tabla 17. Análisis de varianza para la densidad aparente (g/cm^3) por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	después
Sin dosis	T ₀	1,15 ^b	1,16 ^c
1 kg/m ² de suelo	T ₁	1,21 ^b	1,19 ^b
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	1,47 ^a	1,20 ^b
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	1,47 ^a	1,25 ^a
4 kg/ m ² de suelo	T ₄	1,29 ^b	1,10 ^d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según prueba de Duncan

4.1.1.3. Densidad real

El ANOVA para resultados obtenidos en la densidad real (tabla 19) muestra que, a un nivel de $p < 0.05$ no existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios por efecto de la aplicación de compost para la primera y segunda evaluación, mas no existe diferencias estadísticas significativas para los bloques. El coeficiente de variación en la primera evaluación es de 6,93%, y para la segunda evaluación es de 1,80%, valores más que aceptables en investigaciones de campo.

Tabla 18. Análisis de varianza para la densidad real (g/cm^3) por efecto de la aplicación de compost.

Etapa	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,00049	0,00025	0,01	0,9904	NS
	Dosis de compost	4	0,03	0,01	0,27	0,8895	NS
	Error experimental	8	0,20	0,03			
Después	Bloques	2	0,01	0,0034	1,36	0,3093	NS
	Dosis de compost	4	0,0025	0,00063	0,25	0,8996	NS
	Error experimental	8	0,02	0,0025			

CV (%): antes 6.54%, después 1.80%

Realizada la prueba de comparación de medias de Duncan para los efectos de la aplicación de compost, observamos que existe diferencias estadísticas

significativas entre los promedios de la densidad real (Tabla 20), donde todas las aplicaciones de dosis de compost en un suelo degradado del distrito de Lamas mostraron igual significancia estadística en la primera evaluación, en el caso de la segunda evaluación observamos que el mayor valor lo obtuvo la aplicación de compost 4 kg/ m² de suelo con un valor de 2,43 g/cm³, seguido de la aplicación de 3 kg/ m² de suelo con un resultado de 2,41 g/cm³, al respecto Ingaramo et al. (2007), argumenta que la densidad real es definida como la masa de sólidos por unidad de volumen y que los valores de la densidad real, son más o menos constantes, en ese sentido añade también Cairo (1995) que la densidad real está vinculado a la porosidad de los suelos, aspecto también importante a la hora de evaluar las propiedades físicas de un suelo, los resultados muestran un efecto de la aplicación de compost al disminuir levemente los valores obtenidos en la presente investigación.

Tabla 19. Datos promedios para la densidad real (g/cm³) por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	después
Sin dosis	T ₀	2,38 ^a	2,39 ^a
1 kg/m ² de suelo	T ₁	2,45 ^a	2,40 ^a
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	2,40 ^a	2,39 ^a
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	2,49 ^a	2,41 ^a
4 kg/ m ² de suelo	T ₄	2,48 ^a	2,43 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según prueba de Duncan

4.1.1.4. Porosidad

Los resultados obtenidos mediante el ANOVA para la porosidad del suelo (tabla 21) muestra que, a un nivel de $p < 0.05$ no existe evidencias estadísticas para afirmar que los promedios por efecto de la aplicación de compost para la primera y segunda evaluación son diferentes, así mismo no existe diferencias estadísticas significativas para los bloques. El coeficiente de variación en la primera evaluación es de 7,22%, y para la segunda evaluación es de 3,94%, valores concordantes para los estudios en campo.

Tabla 20. Análisis de varianza para la porosidad del suelo (%) por efecto de la aplicación de compost.

Etapa	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	2,23	1,12	0,24	0,7916	NS
	Dosis de compost	4	16,47	4,12	0,89	0,5133	NS

	Error experimental	8	37,13	4,64		
	Bloques	2	13,28	6,64	3,72	0,0720 NS
Después	Dosis de compost	4	8,23	2,06	1,15	0,3988 NS
	Error experimental	8	14,27	1,78		

CV (%): antes 5.62%, después 3.94%

Mediante la prueba de comparación de promedios de Duncan para los efectos de la aplicación de compost, observamos que no existe diferencias estadísticas significativas entre los promedios para la porosidad del suelo (Tabla 22), donde todas las aplicaciones de dosis de compost mostraron igual significancia estadística en la primera y la segunda evaluación, pero resaltamos que el mayor valor en la segunda evaluación lo obtuvo la aplicación de compost 4 kg/m² de suelo con un valor de 44,72%, seguido de la aplicación de 3 kg/m² de suelo con un dato de 43,48%.

Tabla 21. Datos promedios para la porosidad del suelo (%) por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	después
Sin dosis	T ₀	37,93 ^a	42,52 ^a
1 kg/m ² de suelo	T ₁	36,77 ^a	42,97 ^a
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	38,98 ^a	43,23 ^a
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	38,19 ^a	43,48 ^a
4 kg/ m ² de suelo	T ₄	39,90 ^a	44,72 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según prueba de Duncan

Al respecto Buckman y Brady (1977) mencionan que la porosidad del suelo es un buen indicador de la capacidad de almacenamiento de agua en la tierra añaden Cairo y Fundora (2002), que una mezcla que tenga una alta porosidad tendrá potencialmente una buena aireación y retención de agua, también Horowitz y Walling (2005) argumentaron que la porosidad del suelo define en gran medida los procesos de infiltración y escurriente del agua que afectan la erosión hídrica y el transporte de agua en los suelos, en tal sentido de acuerdo a los resultados obtenidos al ver que la porosidad del suelo en un área degradada se incrementó levemente podemos decir que la aplicación de compost si tuvo efectos benéficos en este tipo de suelo, brindando mayor aireación y presencia de agua que benefició al cultivo de *R. sativus*.

4.1.2. Propiedades químicas

4.1.2.1. Potencial de hidrogeno (pH)

El ANOVA para la porosidad del suelo (tabla 23) muestra que, a un nivel de confianza del 95% existe evidencias estadísticas para afirmar que los promedios por efecto de la aplicación de compost para la primera y segunda evaluación son diferentes, es decir al menos uno será diferente, así mismo observamos que no existe diferencias estadísticas significativas para los bloques. El coeficiente de variación en la primera evaluación es de 3,79%, y para la segunda evaluación es de 2,38%, valores acordes para las investigaciones en campo.

Tabla 22. Análisis de varianza para el pH por efecto de la aplicación de compost.

Etapas	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,01	0,01	0,07	0,9361	NS
	Dosis de compost	4	19,71	4,93	63,53	0,0001	*
	Error experimental	8	0,62	0,08			
Después	Bloques	2	0,01	0,01	0,22	0,8036	NS
	Dosis de compost	4	21,64	5,41	162,48	0,0001	*
	Error experimental	8	0,27	0,03			

CV (%): antes 3.79%, después 2.38%

Al nivel de confianza del 95% para la prueba Tukey, existen diferencias significativas entre los promedios de pH en el suelo degradado por efecto de la aplicación de compost (tabla 24 y figura 8), observando que en la primera evaluación la dosis de compost de 4 kg/ m² de suelo presenta el mayor valor con 8,91 y el menor valor donde no se aplicó nada con un valor de 5,62, la segunda evaluación presenta el mismo patrón teniendo a la aplicación de 4 kg/ m² de suelo con el mayor valor siendo de 9,27, pero el mejor valor lo presento el tratamiento de 1 kg/ m² de suelo con 6,95, por ser un valor neutro, estos valores denotan extremos, ya que según Quintana et al. (1983), el tratamiento sin dosis se encuentra entre suelos medianamente ácidos y la aplicación de 4 kg/ m² de suelo en suelos muy frecuentemente alcalinos, esto quiere decir que el compost aplicado influye en los valores del pH del suelo en el distrito de Lamas con cultivo de *R. sativus* (tabla 23), de acuerdo con USDA (1999) en los ambientes pluviosos la acidez suele ser mayor y la aplicación de enmiendas, fertilizantes, abonos o la irrigación alteran el pH natural del suelo.

Es preciso mencionar que el material del cual se origina el

compost incide en las propiedades fisicoquímicas del suelo porque el Compost según manifiesta Cegarra (1998) es una mezcla de materiales que pueden ser estiércol, aserrín, residuos vegetales, basura, etc. y tienen procesos de descomposición aeróbica, donde las transformaciones importantes las llevan a cabo los carbohidratos y las proteínas, componentes que modifican en nuestro caso los valores del pH del suelo en el distrito de Lamas.

Fassbender y Bornemisza (1987) el pH tiene una influencia decisiva en la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes, características químicas y biológicas del suelo, agregaron que el pH óptimo para el desarrollo de las plantas está entre 6.5 y 7.5, pudiendo ser pH mayores o menores a este rango puede causar problemas de toxicidad. Con base en los valores encontrados podemos confirmar el cultivo de *R. sativus* instalada en suelos tóxicos como valores extremos.

Tabla 23. Datos promedios para el pH por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	después
Sin dosis	T ₀	5,62 ^e	5,82 ^e
1 kg/m ² de suelo	T ₁	6,62 ^d	6,95 ^d
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	7,52 ^c	7,81 ^c
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	8,11 ^b	8,49 ^b
4 kg/ m ² de suelo	T ₄	8,91 ^a	9,27 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según prueba de Duncan

4.1.2.2. Materia orgánica

Para el ANOVA (Tabla 25), a un 95% de confianza existen razones suficientes para aceptar diferencias significativas entre los promedios de MO en el suelo para la aplicación de compost en suelos degradados con cultivo de *R. sativus* en las dos evaluaciones, además observamos que no existe diferencias significativas entre los bloques. El coeficiente variación de la primera evaluación es de 3,99% y en la segunda es de 3,46%, es denota que la influencia ambiental fue mínima.

Tabla 24. Análisis de varianza para la materia orgánica (%) por efecto de la aplicación de compost.

Etapa	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
	Bloques	2	0,02	0,01	0,44	0,6616	NS
Antes	Dosis de compost	4	6,44	1,61	72,28	0,0001	*
	Error experimental	8	0,18	0,02			

	Bloques	2	0,01	0,0042	0,49	0,6321	NS
Después	Dosis de compost	4	7,64	1,91	218,61	0,0001	*
	Error experimental	8	0,07	0,01			

CV (%): antes 3.99%, después 3.46%

Los resultados obtenidos (tabla 26 y Figura 9), analizados mediante la prueba de comparación de medias de Duncan a un nivel del 95% de confianza para la variable MO del suelo muestra que, la aplicación de 4 kg/ m² de suelo tiene el mayor valor con 3,38% en la primera evaluación, así mismo es la misma aplicación quien tiene el mayor valor en la segunda evaluación con un valor de 3,66%, el cual según Quintana et al. (1983) presenta niveles de materia medio, que siendo suelos extremos ayudaran a estabilizar y por ende como reporta la FAO (1996) ayudará a unir partículas finas formando unidades estructurales (agregados del suelo), mejorará la aireación e infiltración del suelo y el movimiento descendente del agua, y los ácidos orgánicos (productos de descomposición de la MO del suelo) disolverán el P y otros nutrientes haciéndolo asimilable para el cultivo de *R. sativus*, añade Navarro (2003) cuando afirma que la MO cumple un papel esencial en el suelo y su contenido es muy variado por lo que un análisis absoluto no existe, cabe añadir que los valores de materia orgánica a comparar tienen distintas génesis o aportes hechas al suelo, siendo algunas incorporadas artificialmente o por ciclaje como debe ser el caso donde se aplicó los 4 kg/ m² de suelo.

Tabla 25. Datos promedios obtenidos para la materia orgánica (%) por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	después
Sin dosis	T ₀	1,61 ^d	1,70 ^d
1 kg/m ² de suelo	T ₁	2,24 ^c	2,32 ^c
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	2,41 ^c	2,47 ^c
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	3,23 ^b	3,35 ^b
4 kg/ m ² de suelo	T ₄	3,38 ^a	3,66 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según prueba de Duncan

4.1.2.3. Macroelementos primarios

a) Nitrógeno

El ANOVA (tabla 27) realizado con un nivel de confianza de 95 % para los detalles del nitrógeno disponible en el suelo, hubo evidencia estadística significativa de que la dosificación de compost fue diferente en el suelo descompuesto plantado con *R.*

sativus, así mismo los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas. Los valores para el coeficiente de variación en la primera evaluación son de 6,19% y en la segunda es de 4,50%.

Tabla 26. Análisis de varianza para nitrógeno disponible (%) por efecto de la aplicación de compost.

Etapa	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,00004	0,00002	0,38	0,6988	NS
	Dosis de compost	4	0,02	0,0042	79,56	0,0001	*
	Error experimental	8	0,00043	0,00005			
Después	Bloques	2	0,00005	0,00002	0,76	0,4979	NS
	Dosis de compost	4	0,02	0,0047	134,57	0,0001	*
	Error experimental	8	0,00028	0,00003			

CV (%): antes 6,19%, después 4.50%

La prueba de comparación de medias de Duncan a un nivel del 95% de confianza para la variable nitrógeno disponible del suelo (tabla 30), muestra que, la aplicación de 4 kg/ m² de suelo tiene el mayor valor con 0,16% en la primera evaluación y 0,18% en la segunda evaluación, según Quintana et al. (1983) estos valores tanto en la primera y segunda evaluación realizada a la aplicación de compost en el cultivo de *R. sativus* es de un nivel alto, estos resultados se deben según la FAO (2001) quien reporta que esta disponibilidad en los suelos depende del contenido de MO, que en nuestro caso fue también de un nivel alto de contenido de materia orgánica, según estos resultados podemos decir entonces que, a mayor cantidad de compost mayor contenido de nitrógeno disponible.

De acuerdo con Fernández (2006) que, el nitrógeno disponible se encuentra en el suelo gracias a los aportes de MO y a la fijación bacteriana a partir del aire que luego lo aprovechan las plantas, animales y microorganismos que lo incorporan a sus tejidos, en tal sentido al comparar con los otros vemos que las cantidades obtenidas en nitrógeno disponible dependen de la cantidad de compost aplicada, estos resultados brindan condiciones para un buen manejo del cultivo, ya que la producción a gran escala de esta especie puede resultar costosa debido a los bajos niveles de nitrógeno disponible, lo que afecta en cierta medida el desarrollo y la producción del cultivo, según Navarro (2003) Se menciona que el N disponible es fundamental para el desarrollo de las plantas y por lo tanto todos los cultivos requieren de una fertilización nitrogenada, la cual por supuesto respeta las necesidades

nutricionales de las especies *R. sativus*.

Cabe añadir según Fernández et al. (2004), afirmaron que el compost es considerado como alimento para la cadena de nutrientes del suelo, sirve como una “siembra” que promueve la actividad biológica de los microbios del suelo, sirve como sustrato con propiedades anti enfermedades para las plantas cultivadas y es una excelente factor de producción en los agroecosistemas así como excelentes factores de protección y conservación del suelo, en nuestro caso con plantaciones *R. sativus*.

b) Fósforo disponible

En el mismo sentido se observa el ANOVA para el fósforo disponible en el suelo (tabla 28), donde a un nivel de confianza del 95% se muestra que existen evidencias estadísticas significativas para poder afirmar que la aplicación de dosis de compost en un suelo degradado con cultivo de *R. sativus* en el distrito de Lamas son diferentes, así mismo podemos observar que los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas. Los valores para el coeficiente de variación en la primera evaluación son de 6,19% y en la segunda es de 4,50%, datos acordes a la investigación donde el efecto ambiental es mínima.

Tabla 27. Análisis de varianza para fósforo disponible (ppm) por efecto de la aplicación de compost.

Etapa	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	2,23	1,11	0,15	0,8595	NS
	Dosis de compost	4	3655,27	913,82	126,49	0,0001	*
	Error experimental	8	57,79	7,22			
Después	Bloques	2	5,42	2,71	0,20	0,8196	NS
	Dosis de compost	4	4127,56	1031,89	77,65	0,0001	*
	Error experimental	8	106,31	13,29			

CV (%): antes 6,75%, después 8,57%

Mediante la prueba de comparación de promedios de Duncan a un nivel del 95% de confianza para el fosforo disponible del suelo (tabla 30), muestra que, la aplicación de 4 kg/ m² de suelo tiene el mayor valor con 64,93 ppm en la primera evaluación y 69,44 ppm en la segunda evaluación, esto denota que la aplicación de compost tuvo efectos en los valores obtenidos, Según manifiesta Navarro (2003) la posibilidad de encontrar P disponible en los suelos es por abonamiento hecho al cultivo, en este caso al cultivo de *R. sativus*, de acuerdo con Quintana et al. (1983) la cantidad de fósforo disponible en la presente investigación tiene un contenido de nivel alto.

Navarro (2003) considera que el P es el macronutriente que más restringe el rendimiento porque interfiere con muchas fases bioquímicas a nivel celular y es considerada un nutriente esencial para las plantas. De acuerdo a los valores de P disponibles, todas las dosis de compost utilizadas tuvieron un alto nivel de este macroelemento, aunque se sabe que un exceso de fósforo no es bueno para la planta, por el contrario, aumenta sus pérdidas, es recomendable controlar la frecuencia estimada de fertilización del cultivo, en nuestro caso se observó que el compost tiene efecto sobre la cantidad de fósforo disponible, por lo que es necesario controlar la dosis.

Además todo abonamiento conlleva en si una cantidad de nutrientes que resultan benéficos para la planta, aclarando que el exceso conlleva siempre a problemas de toxicidad en la planta, en el caso del compost un factor importante es que viene acompañado de materia orgánica y el origen proviene de residuos vegetales que resultan conveniente utilizarlo, justificando lo que afirma Fernández et al. (2004), el compost puede proporcionar excelentes factores de producción y excelentes factores de protección y mantenimiento del suelo en los ecosistemas agrícolas.

c) Potasio disponible

Mediante el ANOVA para la variable K disponible en el suelo (tabla 29), realizada a un nivel de confianza del 95% observamos que existen evidencias estadísticas significativas para poder afirmar que la aplicación de dosis de compost en un suelo degradado con cultivo de *R. sativus* en el distrito de Lamas son diferentes, así mismo podemos observar que los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas. Los valores para el coeficiente de variación en la primera evaluación son de 2,17% y en la segunda es de 2,42%, valores exigüos en la investigación que indican que el efecto ambiental es mínimo.

Tabla 28. Análisis de varianza para potasio disponible (ppm) por efecto de la aplicación de compost.

Etapá	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	123,72	61,86	1,07	0,3881	NS
	Dosis de compost	4	311283,74	77820,9	1343,5	0,0001	*
	Error experimental	8	463,89	57,92			
Después	Bloques	2	137,65	68,82	0,94	0,4313	NS
	Dosis de compost	4	306218,4	76554,6	1041,1	0,0001	*
	Error experimental	8	588,28	73,54			

CV (%): antes 2,17%, después 2.42%

Mediante la prueba de comparación de promedios de Duncan a un nivel de confianza del 95% para la variable fósforo disponible del suelo (tabla 30) observamos que, la dosis de 4 kg/ m² de suelo tiene el mayor valor con 552,33 ppm en la primera evaluación y en la segunda evaluación un valor de 554,47 ppm, de acuerdo con Navarro (2003) las plantas requieren cantidades elevadas de este nutriente, porque favorecen el crecimiento vegetativo, la fructificación, la maduración y la calidad de los frutos por lo que resulta un elemento nutritivo esencial para todos los organismos vivos.

De acuerdo con los valores obtenidos la dosis de aplicación de 4 kg/ m² de suelo tiene el mayor valor mostró el mayor valor promedio con 554,47 ppm que de acuerdo con Quintana et al. (1983) la cantidad de potasio disponible por casusa de la aplicación de compost en un suelo con cultivo de *R. sativus* presenta un contenido de nivel alto, considerando que esto indica inconvenientes por problemas de toxicidad por este elemento, cabe resaltar que Según Navarro (2003), el potasio interviene en diversos procesos metabólicos como la fotosíntesis, la síntesis de proteínas y carbohidratos; también tiene un efecto sobre el equilibrio hídrico y el crecimiento de meristemas. Por lo que recomendamos que los suelos de los cultivos evaluados sean analizados urgentemente para determinar los niveles de potasio disponible, ya que todos contienen niveles muy altos de este elemento, lo que puede causar problemas de toxicidad en el suelo.

Tabla 29. Datos promedios para los macroelementos del suelo por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Evaluaciones					
		Nitrógeno (%)		Fósforo (ppm)		Potasio (ppm)	
		Antes	después	Antes	después	Antes	después
Sin dosis	T ₀	0,07 ^c	0,08 ^d	18,31 ^d	19,36 ^d	175,69 ^e	184,82 ^e
1 kg/m ² de suelo	T ₁	0,10 ^b	0,11 ^c	29,78 ^c	33,02 ^c	214,51 ^d	216,29 ^d
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	0,11 ^b	0,12 ^c	41,58 ^b	43,36 ^b	339,85 ^c	343,94 ^c
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	0,15 ^a	0,16 ^b	44,43 ^b	47,39 ^b	468,23 ^b	473,16 ^b
4 kg/ m ² de suelo	T ₄	0,16 ^a	0,18 ^a	64,93 ^a	69,44 ^a	552,33 ^a	554,47 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según prueba de Duncan

4.1.2.4. Capacidad de intercambio catiónico

Realizado el ANOVA para la CIC en el suelo (tabla 31), a un nivel de confianza del 95% se observa que existen evidencias estadísticas significativas para poder afirmar que la aplicación de dosis de compost en un suelo degradado con cultivo de *R. sativus* en el distrito de Lamas son diferentes, así mismo podemos observar que los bloques no

presentan diferencias estadísticas significativas. Los valores para el coeficiente de variación en la primera evaluación son de 2,94% y en la segunda es de 2,58%, valores exigüos en la investigación que sugieren que el efecto ambiental es imperceptible.

Tabla 30. Análisis de varianza para la capacidad de intercambio catiónico por efecto de la aplicación de compost.

Etapa	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,19	0,09	2,62	0,1330	NS
	Dosis de compost	4	85,98	21,49	597,39	0,0001	*
	Error experimental	8	0,29	0,04			
Después	Bloques	2	0,09	0,04	1,94	0,2058	NS
	Dosis de compost	4	75,91	18,98	850,57	0,0001	*
	Error experimental	8	0,18	0,02			

CV (%): antes 2,94%, después 2,58%

Mediante la prueba de comparación de promedios de Duncan (tabla 32) a un nivel de confianza del 95% observamos que la dosis de compost de 4 kg/ m² de suelo aplicada tiene el mayor valor con 8,76 meq/100 g de suelo en la primera evaluación, así mismo presenta el mayor valor en la segunda evaluación con un valor de 9,65 meq/100 g que de acuerdo con la Soil Survey Staff (1993) presente un nivel alto con referencia en un pH > 5,5. Según refieren Fassbender & Bonersmiza (1987) esta variable es una de las más importantes en un suelo, ya que puede retener cationes cargados positivamente, porque el complejo coloidal del suelo presenta cargas negativas.

Tabla 31. Datos promedio para la capacidad de intercambio catiónico (pH > 5,5) (meq/100 g de suelo) por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	después
Sin dosis	T ₀	2,51 ^e	3,11 ^e
1 kg/m ² de suelo	T ₁	4,16 ^d	4,44 ^d
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	5,99 ^c	6,90 ^c
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	7,53 ^b	8,19 ^b
4 kg/ m ² de suelo	T ₄	8,76 ^a	9,65 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05), según prueba de Duncan

Los resultados obtenidos son alentadores en cuanto a esta variable

ya que actúa en el crecimiento de las plantas según argumenta Cepeda (1991) ya que los cationes de mayor importancia relacionados al desarrollo de las plantas son el calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), amonio (NH^{4+}), sodio (Na) e hidrógeno (H) está directamente involucrado en la CIC del suelo, es decir que el uso de compost ayuda a alcanzar valores tan altos en esta importante variable.

3.1. Correlación entre las propiedades físicas y químicas del suelo

La matriz de correlación muestra los pares combinados entre las propiedades fisicoquímicas del suelo luego de la aplicación de la dosis de compost en suelos degradados del distrito de Lamas (tabla 33), donde:

Tabla 32. Matriz de correlación de Spearman para las propiedades físicas y químicas del suelo por efecto de la aplicación de compost.

Variables	pH	MO	N	P	K	CIC
Da	-0,11	-0,10	-0,07	-0,11	-0,10	-0,09
Dr	0,13	0,14	0,15	0,12	0,14	0,12
Pr	-0,27	-0,31	-0,30	-0,25	-0,20	-0,20

Variables: Da; densidad aparente; Dr; densidad real; Pr; porosidad pH; MO; materia orgánica, P; fósforo, K; potasio, CIC; capacidad de intercambio cationico,
*indica correlación

De acuerdo con la escala propuesta por Martínez et al. (2009) la propiedad física densidad aparente del suelo muestra en la escala cuatro una correlación negativa escala o nula con respecto a todas las propiedades químicas evaluadas, con valores que no superan el valor de 0,11. Así mismo de acuerdo con este autor se observa para la densidad real del suelo una correlación positiva escala o nula no superando el valor de 0,14.

En cuanto a la propiedad física denominada porosidad del suelo y según la escala propuesta por Martínez et al. (2009) se observa lo siguiente:

Existe una correlación negativa débil (p-valor 0,3098), entre la porosidad del suelo y el pH con un valor de 0,27 (tabla 33), Según Watler y Thompson (2002), el pH del suelo es un indicador de acidez o alcalinidad y muchas veces es considerada una característica muy importante porque muchas veces se relaciona con otras características, y según Osorio (2012), el pH del suelo es un buen indicador de disponibilidad nutrientes, el valor del pH es muy bajo ($\leq 5,0$) en zonas lluviosas, por lo que la disponibilidad de calcio, magnesio y potasio tiende a ser baja. En este sentido, observamos una correlación débil pero aún fuerte entre la porosidad del suelo y esa importante propiedad química, el Ph.

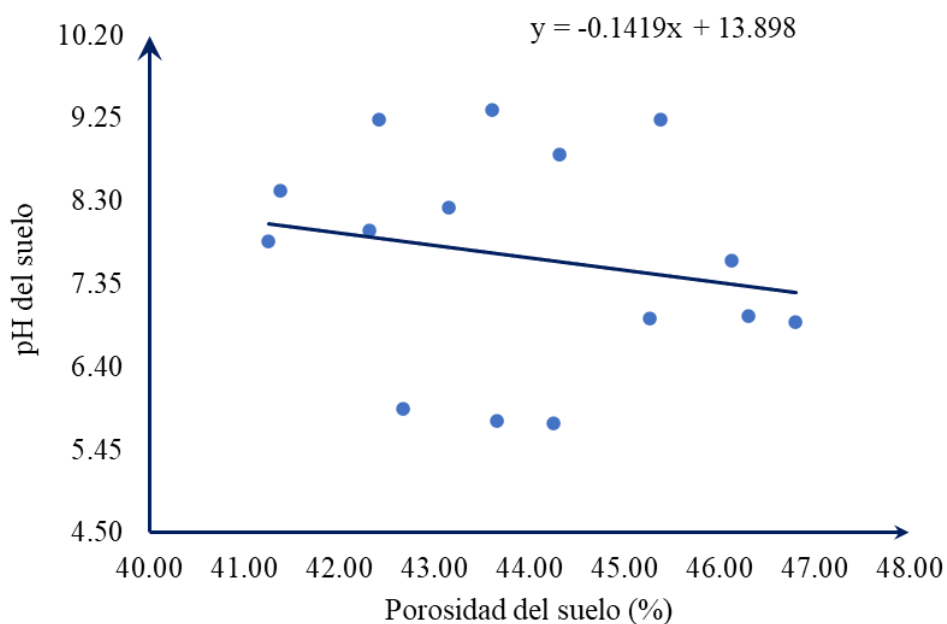


Figura 6. correlación entre la porosidad y el pH del suelo por efecto del compost aplicado.

Se observa una correlación negativa débil (p-valor 0,2592), entre la porosidad y la MO del suelo con un valor de 0,31 (tabla 33), mientras que Wan et al. (2019) indicaron que la acidez del suelo está relacionada con la materia orgánica porque inhibe el crecimiento de microorganismos, lo que lleva a una disminución en la abundancia y diversidad de los microorganismos del suelo, reduciendo así aún más la estabilidad espacial del ecosistema del suelo.

Por otra parte, La FAO (1996) afirma que la MO ayuda a unir partículas finas que forman unidades estructurales (agregados del suelo), mejorando la aireación y percolación del suelo y el movimiento descendente del agua y los ácidos orgánicos, que son los productos de descomposición de la MO del suelo que se disuelven el P y otros nutrientes en el suelo para que los cultivos lo absorban, pudieran ser estos conceptos que incidan en los resultados obtenidos en cuanto a la correlación entre estas dos variables, algo que también podría estar sucediendo en esta correlación es el tipo de suelo existente en la zona, ya que según además según Navarro (2003) El contenido de MO es muy variable, siendo 2% mayor en los valles aluviales costeros y este mismo nivel en la sierra sería bajo, el valor medio es en la baja amazonia. Por lo tanto, los niveles bajo, medio y muy alto deben evaluarse regionalmente y en función de las necesidades de la cultura específica.

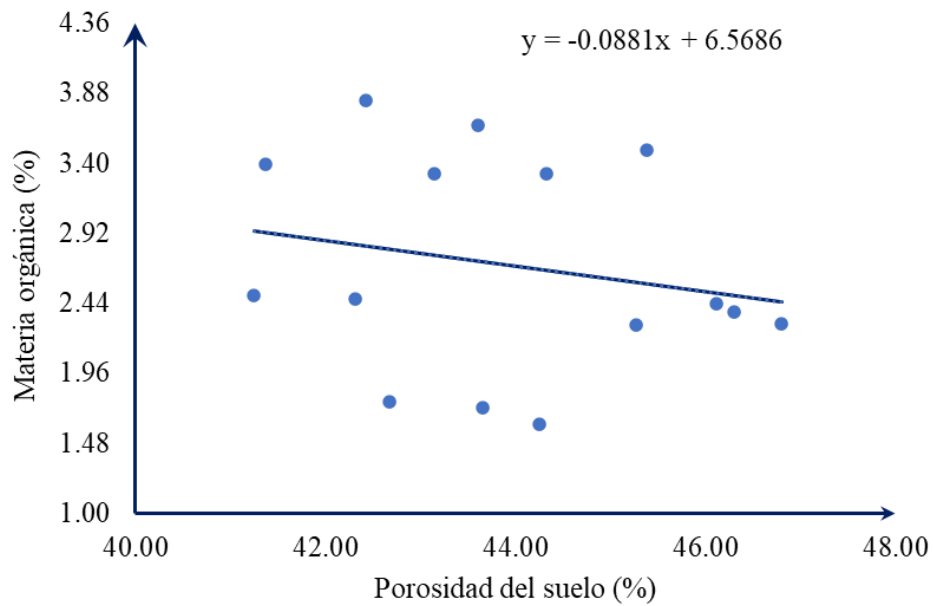


Figura 7. Correlación entre la porosidad y la materia orgánica del suelo por efecto de la aplicación de compost en suelos degradados.

Se observa una correlación negativa débil (p-valor 0,2814), entre la porosidad y el nitrógeno disponible del suelo con un valor de 0,30 (tabla 32 y figura 12), según la FAO (2001) afirma que la deficiencia de nitrógeno ocurre con mayor frecuencia en suelos degradados debido a un mal manejo y bajo uso de MO en condiciones desfavorables para el proceso de mineralización, laa relación entre estas dos variables puede explicarse por la incorporación de nitrógeno. Efectos del compost sobre suelos degradados.

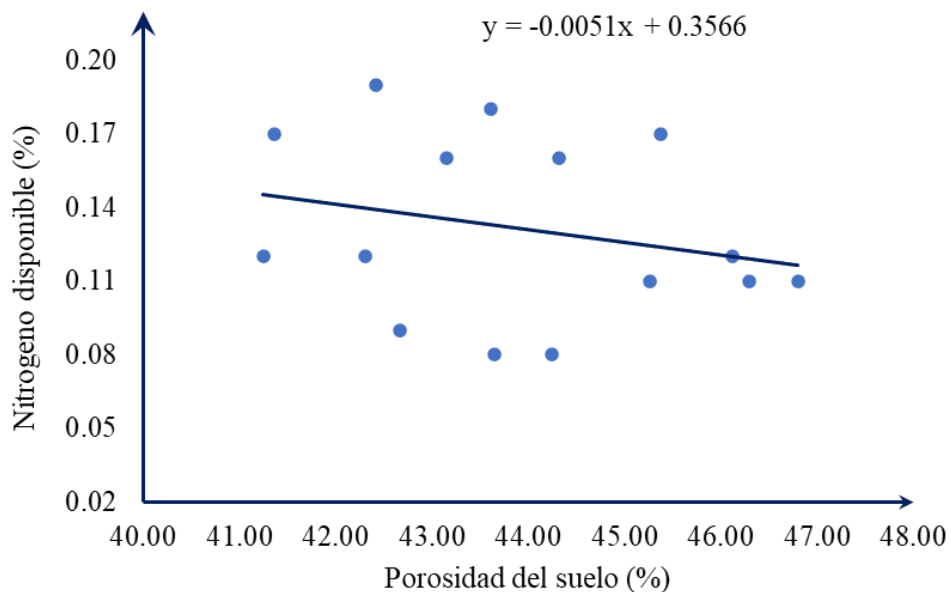


Figura 8. Correlación entre la porosidad y el nitrógeno del suelo por efecto del compost.

3.2. Porcentaje de prendimiento y mortandad de *Raphanus sativus*

4.1.3. Prendimiento

Mediante el ANOVA a un nivel de confianza del 95% para el porcentaje de prendimiento del cultivo de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost en un suelo degradado en el distrito de Lamas (tabla 34), se observa que no existen evidencias estadísticas significativas para poder afirmar que la aplicación de dosis de compost en un suelo degradado con cultivo de *R. sativus* son iguales, así mismo podemos observar también que los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas. El valor para el coeficiente de variación es de 2,94%, valor mínimo en la investigación que sugieren que el efecto ambiental es imperceptible.

Tabla 33. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento (%) por efecto de la aplicación de compost.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Bloques	2	93,33	46,67	0,85	0,4633	NS
Dosis de compost	4	440,00	110,00	2,00	0,1875	NS
Error experimental	8	440,00	55,00			
Total	14	973,33				

CV (%): después 2,94%

Realizada la prueba de comparación de promedios de Duncan (tabla 35 y figura 9) a un nivel de confianza del 95% observamos que la dosis de compost de 1 kg/ m² de suelo y la dosis con 3 kg/ m² de suelo aplicada a un suelo degradado en el distrito de Lamas tienen los mayores valores de prendimiento con 96.67%, según argumenta INA (2017), la especie *R. sativus* presenta un hábito de crecimiento herbáceo, es sabido que las especies de este tipo de hábito tienen alta supervivencia, crecimiento rápido y larga persistencia, además de que el desempeño de estas plantas se incrementa a través de adaptaciones morfológicas y fisiológicas cuando están en diferentes ambientes o tienen el estímulo de la aplicación de algún fertilizante, que creemos sucedió cuando se aplicó el compost.

Según Mediavilla (1993) las herbáceas como *R. sativus* son sensibles al estímulo de la aplicación de fertilizantes o deficiencias si han sido instalados en suelos con baja fertilidad, en el caso del distrito de Lamas los suelos son de baja fertilidad, en el cual existe predominancia de cultivos agrícolas como *Theobroma cacao* pero que son fertilizados con abonos de tipo abono orgánico como el compost o similares, hecho que condiciona que el aporte de la materia orgánica al suelo es constante, haciendo que estos suelos tengan bastante MO y

en algunos casos suelos alcalinos con valores que lindan con la toxicidad.

Tabla 34. Comparación de medias del porcentaje de prendimiento (%) por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Significación ($p > 0.05$)
Sin dosis	T ₀	86,67 ^a
1 kg/m ² de suelo	T ₁	96,67 ^a
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	83,33 ^a
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	96,67 ^a
4 kg/ m ² de suelo	T ₄	93,33 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según prueba de Duncan

En consecuencia, podemos afirmar que el efecto del compost en el cultivo de *R. sativus* fue óptima debido a que dos de las aplicaciones de compost en suelos degradados del distrito de Lamas alcanzaron porcentajes de prendimiento superiores al 95% que nos indican que existe efectos benéficos de la aplicación de este abono de tipo orgánico al cultivo agrícola desarrollado en esta área.

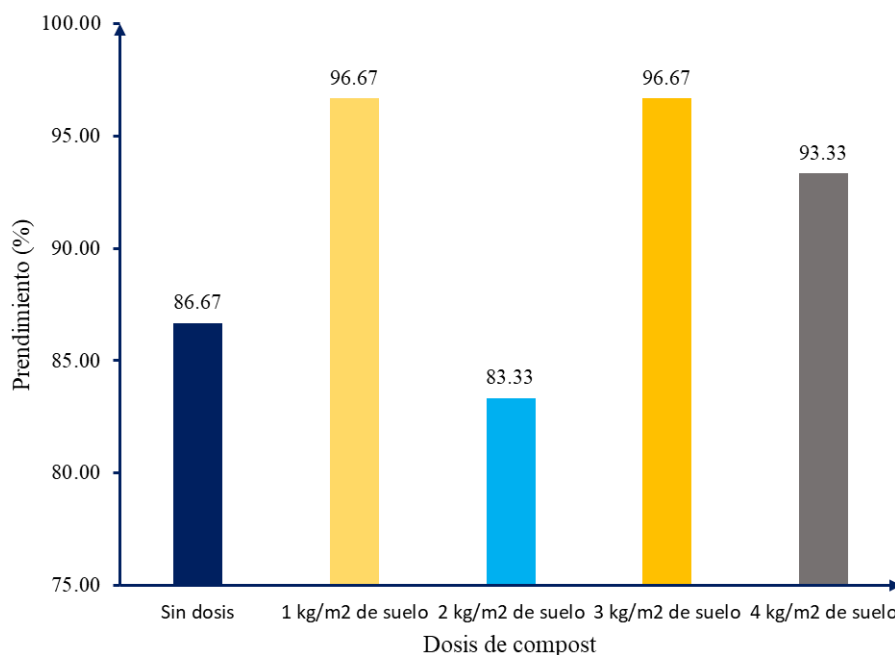


Figura 9. Prendimiento (%) del cultivo de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost.

4.1.4. Mortalidad

El ANOVA realizada a un nivel de confianza del 95% para el porcentaje de mortalidad del cultivo de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost en un suelo

degradado en el distrito de Lamas (tabla 36), se observa que no existen evidencias estadísticas significativas para poder afirmar que la aplicación de dosis de compost en un suelo degradado con cultivo de *R. sativus* son iguales, así mismo podemos observar también que los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas. El valor para el coeficiente de variación es de 39,70%, debido a los valores extremos se realizó la transformación de datos a raíz cuadrada menos uno (R. cuad. -1).

Tabla 35. Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad (%) por efecto de la aplicación de compost.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Bloques	2	1,47	0,74	0,73	0,5111	NS
Dosis de compost	4	1,40	0,35	0,35	0,8389	NS
Error experimental	8	8,07	1,01			
Total	14	10,94				

CV (%): después 39,70% transformación R. cuad-1

Realizada la prueba de comparación de promedios de Duncan (tabla 37 y figura 10) a un nivel de confianza del 95% observamos que la dosis de compost de 2 kg/ m² de suelo aplicada a un suelo degradado en el distrito de Lamas tienen los mayores valores con 16,67%, y el de menor valor fue en la dosis de aplicación de compost de 1 kg/ m² de suelo con un valor de 10,00%, este último indica que esta dosis tuvo menos porcentaje de mortalidad y por tanto es la mejor dosis como tratamiento, al respecto Mediavilla (1993) indica que, las plantas de *R. sativus* pueden mostrar un desarrollo imperfecto que indicarían microbios, insectos y otros parásitos, pero muchas veces se debe a la falta de nutrientes, que al final ocasionan la muerte del individuo, hecho que se presume sucedió debido a que los abonos orgánicos como el compost son de liberación lenta, cuyo efecto se ve luego de algunos meses de aplicación.

El riego en zonas con menos precipitación como sucede en el distrito de Lamas es también un factor importante para evaluar la mortalidad en *R. sativus*, ya que según afirma Olarte y Soto (2002) el riego es un diseño planificado, coordinado y validado para generar el normal desarrollo de los cultivos, caso que se ha sufrido por ciertos fenómenos climáticos que azotan la zona en ciertos periodos.

De acuerdo a INA (2017) la especie *R. sativus* se puede sembrar en semillas y en cualquier época del año que luego de tres meses aproximadamente se produce la cosecha, el cual permite ser un indicador de la calidad del suelo en que se desarrolla, es decir

cuantificar y calificar si el fertilizante aplicado tuvo efectos sobre este cultivo, el cual desde todo punto de vista fue benéfico, por los valores obtenidos en cada variable y por la baja mortalidad en cada uno de los tratamientos.

Tabla 36. Comparación de medias del porcentaje de mortalidad (%) por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Significación ($p > 0,05$)
Sin dosis	T ₀	13,33 ^a
1 kg/m ² de suelo	T ₁	10,00 ^a
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	16,67 ^a
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	13,33 ^a
4 kg/ m ² de suelo	T ₄	10,00 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según prueba de Duncan

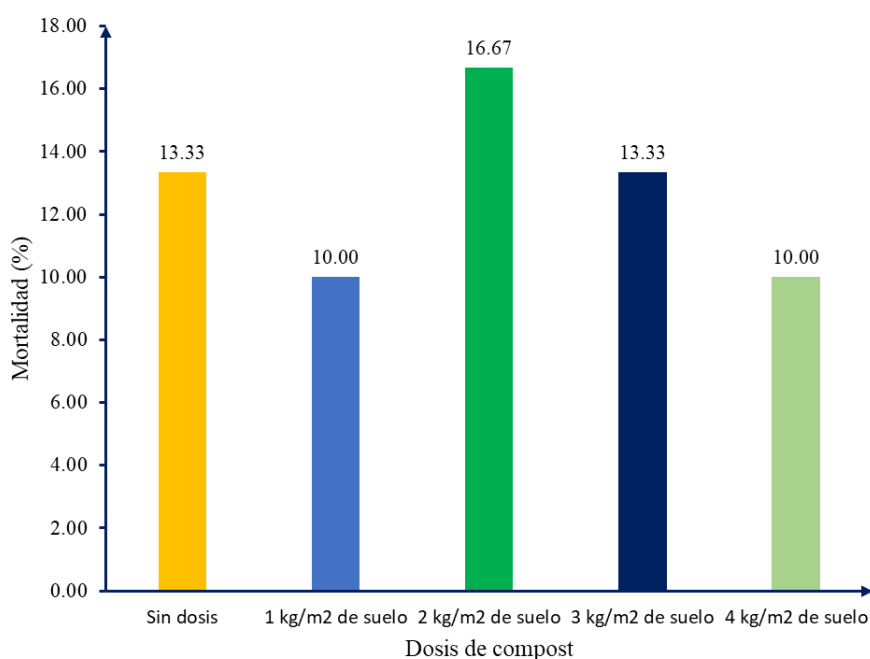


Figura 101. Mortalidad (%) del cultivo de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost.

3.3. Los índices de crecimiento y desarrollo de *Raphanus sativus*

4.1.5. Crecimiento en altura de planta de *R. sativus*

El ANOVA realizada a un nivel de confianza del 95% para el crecimiento en altura del cultivo de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost en un suelo degradado en el distrito de Lamas (tabla 38), muestra que existe significancia estadística para afirmar que la aplicación de dosis de compost en un suelo degradado con cultivo de *R. sativus* son diferentes

en las cuatro evaluaciones, así mismo podemos observar también que en los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas solo en la segunda evaluación. El valor para el coeficiente de variación desde la primera hasta la cuarta evaluación es de 7,39%, 7,95%, 5,36% y 2,61%.

Tabla 37. Análisis de varianza para la altura de planta de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost.

Eval.	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
1	Bloques	2	0,34	0,17	4,46	0,0499	*
	Dosis de compost	4	6,92	1,73	45,03	0,0001	*
	Error experimental	8	0,31	0,04			
2	Bloques	2	1,55	0,78	1,34	0,3143	NS
	Dosis de compost	4	74,23	18,56	32,11	0,0001	*
	Error experimental	8	4,62	0,58			
3	Bloques	2	12,90	6,45	5,57	0,0305	*
	Dosis de compost	4	387,48	96,87	83,64	0,0001	*
	Error experimental	8	9,27	1,16			
4	Bloques	2	20,09	10,04	18,08	0,0011	*
	Dosis de compost	4	76,58	19,14	34,47	0,0001	*
	Error experimental	8	4,44	0,56			

CV (%): primera 7,39%, segunda 7,95%, tercera 5,36%, cuarta 2,61%

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos observar lo siguiente: En la primera evaluación podemos observar que se obtuvo un mayor crecimiento en altura de planta en la dosis de compost aplicada de 2 kg/ m² de suelo con un valor numérico de 3,47 cm, seguido de la aplicación de dosis de compost 4 kg/ m² de suelo con un valor numérico de 3,20 cm. En la segunda evaluación observamos que la dosis de compost aplicada de 2 kg/ m² de suelo obtuvo un mayor crecimiento en altura de planta con un valor numérico de 13,35 cm. En la tercera evaluación se observa que dosis de compost aplicada de 2 kg/ m² de suelo obtuvo un mayor crecimiento en altura de planta con un valor numérico de 27,23 cm, así mismo, para la cuarta evaluación se puede observar que la dosis de compost que se aplicó el de 2 kg/ m² de suelo presenta el mayor valor numérico, teniendo 32,52 cm de altura de planta de *R. sativus*

(tabla 39 y figura 11).

Según los hallazgos de Somarriba (1998) la altura variable de la planta es una característica fisiológica muy importante del crecimiento y desarrollo, siendo la altura final de la planta de 32,52 cm, cabe mencionar que el valor de la altura de la planta de la especie *R. sativus* depende de la energía que ocurre durante la fotosíntesis, la acumulación de nutrientes en los tallos y su posterior transferencia a las raíces de las plantas a menudo está influenciada por una combinación de cuatro factores limitantes básicos que afectan el desarrollo normal de los componentes de la planta, incluida la luz, el calor, la humedad y los nutrientes.

De acuerdo con los resultados obtenidos Casseres (1980) menciona que *R. sativus* gusta de suelos ricos en materia orgánica con abundante humedad, hecho que puede haber influido en el crecimiento de esta especie porque se aplicó las dosis de compost, además de ello, refiere Montero et al (2006), que esta especie se adapta a cualquier tipo de suelo profundo, arcilloso y de reacción neutra son los ideales, características casi parecidas que presenta la zona donde se realizó la investigación, salvo algunos valores en las propiedades químicas que llegan a ser niveles altos.

De acuerdo con Rodríguez y García (2022) encontraron que aplicando compost encontraron diferencias significativas en la altura de planta, Castañeda et al. (2022) encontró una longitud de planta de 28,23 cm, siendo casi similar a lo encontrado en la presente investigación en la dosis de 2 kg/ m² de suelo con un valor de 27,23 cm, el mismo autor concluye que la aplicación de dosis mayores pueden influir directamente en el crecimiento de la planta así como también en el rendimiento por hectárea con esta especie, Mamani (2015) encontró que el compost en rendimiento producía el 50,33%, parte de este resultado era por el trabajo de las hojas anchas que tenía al momento de la evaluación y esto producto de la aplicación de compost en dosis establecidas.

Tabla 38. Comparación de medias para la altura de la planta (cm) por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Evaluaciones			
		Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Sin dosis	T ₀	1,53 ^c	6,67 ^d	15,17 ^d	26,50 ^c
1 kg/m ² de suelo	T ₁	2,35 ^c	8,63 ^c	13,63 ^d	26,24 ^c
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	3,47 ^a	13,35 ^a	27,23 ^a	32,52 ^a
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	2,71 ^b	10,34 ^b	20,98 ^c	28,31 ^b

4 kg/ m ² de suelo	T ₄	3,20 ^b	8,81 ^b	23,47 ^b	29,01 ^b
-------------------------------	----------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05), según prueba de Duncan

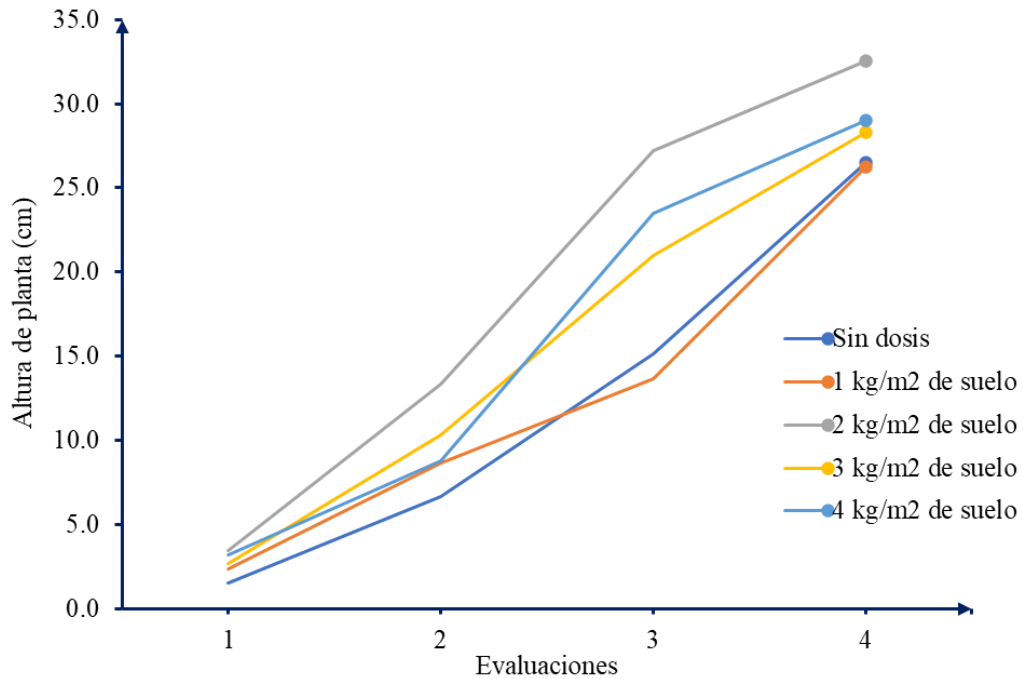


Figura 122. Crecimiento en altura de planta de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost.

4.1.6. Crecimiento en diámetro del tallo de *R. sativus*

El ANOVA realizada a un nivel de confianza del 95% para el crecimiento en diámetro del tallo de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost (tabla 40), muestra que existe significación estadística en la aplicación de dosis de compost en un suelo degradado con cultivo de *R. sativus*, siendo diferentes en las cuatro evaluaciones, así mismo podemos observar también que en los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas solo en la tercera y cuarta evaluación. El valor para el coeficiente de variación desde la primera hasta la cuarta evaluación es de 7,83%, 6,08%, 5,33% y 2,63%.

Tabla 39. Análisis de varianza para el diámetro de tallo de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost.

Eval.	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
1	Bloques	2	0,0025	0,0013	3,27	0,0915	NS
	Dosis de compost	4	0,02	0,01	15,71	0,0007	*
	Error experimental	8	0,0031	0,00039			
2	Bloques	2	0,02	0,01	1,17	0,3587	NS

	Dosis de compost	4	0,71	0,18	24,27	0,0002	*
	Error experimental	8	0,06	0,01			
	Bloques	2	0,09	0,05	5,99	0,0257	*
3	Dosis de compost	4	3,83	0,96	123,15	0,0001	*
	Error experimental	8	0,06	0,01			
	Bloques	2	0,23	0,11	16,66	0,0014	*
4	Dosis de compost	4	0,68	0,17	24,75	0,0001	*
	Error experimental	8	0,06	0,01			

CV (%): primera 8,18%, segunda 8,81%, tercera 4,33%, cuarta 2,63%

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos observar lo siguiente: en la primera evaluación se obtuvo un mayor crecimiento en diámetro del tallo en la dosis de compost aplicada de 2 kg/ m² de suelo con un valor de 0,30 cm. En la segunda evaluación observamos que la dosis de compost aplicada de 2 kg/ m² de suelo obtuvo un mayor crecimiento en diámetro del tallo con un valor de 1,33 cm. En la tercera evaluación se observa que dosis de compost aplicada de 2 kg/ m² de suelo obtuvo un mayor crecimiento en diámetro del tallo con un valor de 2,76 cm, así mismo, para la cuarta evaluación se puede observar que la dosis de compost que se aplicó el de 2 kg/ m² de suelo presenta el mayor valor de 3,25 cm del diámetro del tallo (tabla 41 y figura 12).

Según Mamani (2015), encontró que el diámetro máximo de raíz obtenido fue de 3.65 cm para el diámetro ecuatorial y 4.11 cm para el diámetro polar, indicando que el fertilizante es un componente necesario en el crecimiento de las raíces ya que tienen una relación directa, en este caso, el valor del diámetro del tallo obtenido en la cuarta evaluación fue de 3.25 cm, menor pero casi similar al tamaño obtenido por este investigador.

Tabla 40. Comparación de medias para el diámetro de tallo (cm) de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Evaluaciones			
		Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Sin dosis	T ₀	0,19 ^c	0,70 ^d	1,52 ^d	2,65 ^d
1 kg/m ² de suelo	T ₁	0,21 ^c	0,86 ^c	1,43 ^d	2,69 ^c
2 kg/ m ² de suelo	T ₂	0,29 ^a	1,33 ^a	2,76 ^a	3,25 ^a
3 kg/ m ² de suelo	T ₃	0,24 ^b	1,08 ^b	2,10 ^c	2,83 ^b

4 kg/ m ² de suelo	T ₄	0,28 ^a	0,88 ^c	2,37 ^b	2,89 ^b
-------------------------------	----------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según prueba de Duncan

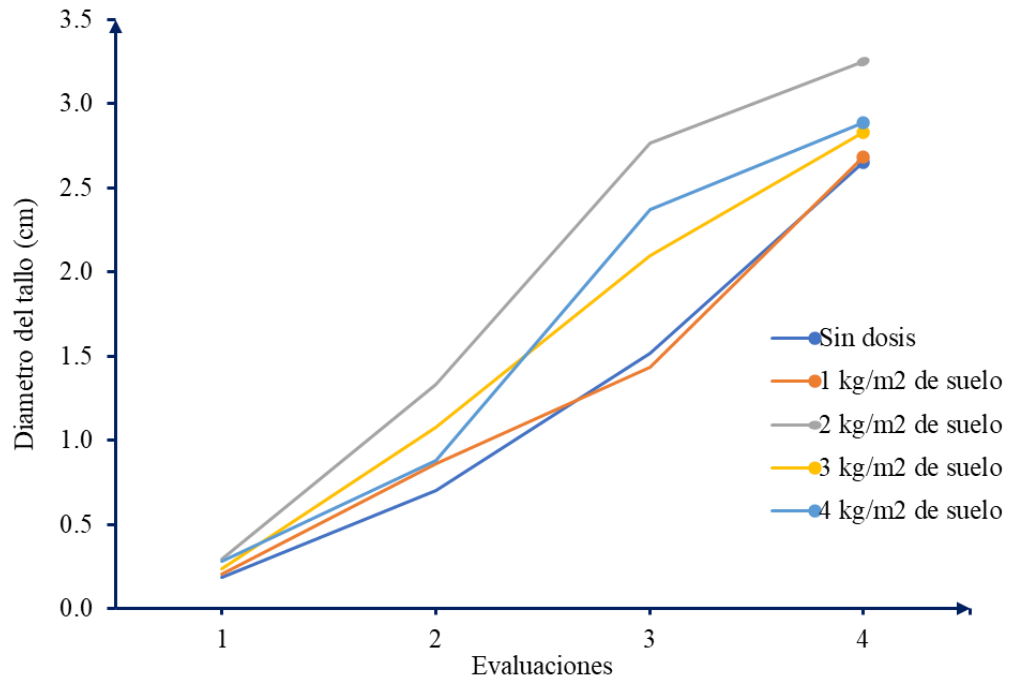


Figura 123. Crecimiento en altura de planta de *R. sativus* por efecto de la aplicación de compost.

V. CONCLUSIONES

- Las propiedades físicas del suelo degradado por aplicación de compost en un suelo con cultivo de *R. sativus*, presentan una textura franco arenosa, densidad aparente con mayor valor en la dosis de 2 kg/m² suelo con 1,47 g/cm³, una mayor densidad real y porosidad en la dosis de 4 kg/m² suelo con 2,43 g/cm³ y 44,72%, así mismo en las propiedades químicas el mejor valor en el pH, la dosis de 1 kg/m² suelo con 6,95, en materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y capacidad de intercambio catiónico en la dosis de 4 kg/m² suelo con 3,38%, 0,18%, 69,44 ppm, 554,47 ppm, 8,76 meq/100 g de suelo, respectivamente.
- La correlación entre las propiedades físicas y químicas presentan una correlación negativa débil (p-valor 0,3098), entre la porosidad del suelo y el pH con un valor de 0,27, Se observa una correlación negativa débil (p-valor 0,2592), entre la porosidad y la materia orgánica del suelo con un valor de 0,31 y una correlación negativa débil (p-valor 0,2592), entre la porosidad y el nitrógeno disponible del suelo con un valor de 0,30.
- la dosis con 3 kg/ m² de suelo aplicada a un suelo degradado con cultivo de *R. sativus* en el distrito de Lamas tiene los mayores valores de prendimiento con 96,67% y la dosis de compost de 2 kg/ m² de suelo aplicada a un suelo degradado en el distrito de Lamas tienen los mayores valores de mortalidad con 16,67%.
- Los índices de crecimiento y desarrollo de *R. sativus* presentaron un mayor crecimiento en altura de planta en la dosis de compost de 2 kg/ m² de suelo con 32,52 cm y un mayor crecimiento en diámetro de tallo en la dosis de compost de 2 kg/ m² de suelo con un valor de 3,25 cm.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- La aplicación de cualquier tipo de abono orgánico debe realizarse tres meses antes de la siembra y después de la desinfección de este para la correcta absorción y disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- Es indispensable tener en cuenta las densidades de siembra a mayor metraje sobre todo en esta especie para evitar la competencia por nutrientes ya que en densidades menores se tiene un menor rendimiento.
- Realizar más estudios para la especie considerando la etapa seca y húmeda bien diferenciadas en la zona, por la potencialidad del cultivo para desarrollarlo a gran escala y en estas condiciones ambientales.
- Realizar estudios de la microbiología del suelo para establecer el efecto de las fuentes orgánicas sobre las propiedades biológicas de suelo.

VII. REFERENCIAS

- Agromeat (2009). *Frutihortícolas guías técnicas para el cultivo de rábano y rabanito*.
<http://www.agromeat.com/index.php?idnews.82529>.
- Amezquita, E. (2004). Fertilidad física del suelo. Colombia.
- Astier-Calderón, M., Maass-Moreno y J. Etchevers-Barra. (2002). *Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable*. *Agro ciencia* 36: 605-620.
- Asuero AG, Sayago A, González A. (2006). *The Correlation Coefficient: An Overview*. *Crit Rev Anal Chem*;36(1):41-59.
- Barros, P. (1999). ¿La Hidroponía? pero si es muy fácil.
<http://www.librosmaravillosos.com/hidroponia/tema07.html>.
- Buckman, H., & Brady, N. (1977). *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Barcelona: Editorial Montaner y Simón, 590 p.
- Burbano, H. (1998). *Las enmiendas orgánicas*. En: Fertilización de cultivos en clima frío. Monómeros Colombo Venezolanos S. A. p: 363-403.
- Cairo, P. y Fundora, O. (2002). *Edafología*. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana. 476 p.
- Cairo P. (1995). *La Fertilidad Física de suelo y la Agricultura Orgánica en el Trópico*. UNA - Managua, Nicaragua. 228 p.
- Carrera, J. (2015). *Respuesta agronómica del cultivo de rábano (Raphanus sativus) a la aplicación de abonos orgánicos*. [Tesis de grado]. Universidad Técnica De Cotopaxi, Ecuador. <https://core.ac.uk/download/pdf/287338797.pdf>
- Casseres E. (1980). *Producción de hortalizas*. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. San José, costa rica. 3 edición 272-275.
- Castañeda, E., Sánchez, A., Ruiz, B., Nunja, J., Saucedo, M. & Castro, H. (2022). *Sostenibilidad con compost a base de residuos de mercado para obtener mayor rendimiento de rabanito (Raphanus sativus L.)*, Barranca. *Alfa* 6(18), 567-580. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.192>.

- Castellanos, J. Z. (2000). *Manual de Interpretación de Análisis de Suelos, Aguas Agrícolas, Plantas y ECP*. 2ª edición. INTAGRI. México.
- Calero Hurtado, A., Pérez Díaz, Y., Peña, K., Quintero, E., & Viciedo, D. (2019). *Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano (Raphanus sativus L.)*. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 36, 54-73.
- Cegarra, J. (1998). *Compostaje y lombricompostaje: Características de los compost en residuos orgánicos*. Buenos Aires.
- Cepeda, D. (1991). *Química de Suelos*. 2 ed. Trillas S.A., México. 167 p.
- Cubas, L., & Reyna, D. (2019). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos de biomasa de bambú (*Guadua angustifolia*) para la recuperación de suelos degradados Pacayzapa, Lamas. [Tesis de licenciatura]. Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49521/Cubas_DC-Reyna_PDA-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Fasbender, H. & Bornemizs, E. (1987). *Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina*. 2da edición. IICA, San José.
- Fernández, R. (2006). *Manual de técnicas de análisis de suelos*. Instituto Mexicano del petróleo, México D.F.
- Fernández, R., Gómez, J., & Estrada, B. (2004). Compost legislation: sanitation vs Biological quality. I International Conference Soil and compost eco-biology, (págs. 1-15). León. http://www.bpeninsular.com/pdfs/COMPOST_LEGISLATION.pdf
- Gavande A. S. (1987). *Física de Suelos, principios y aplicaciones*. editorial LIMUSA, S.A. de C.V., Balderas 95, primer piso, 06040, México, D.F. 352p.
- Gómez, S. (2009). *Fundamentos básicos de fisiología vegetal y animal*. Pearson Educación. Madrid, España, pp. 57-77.
- González, O., Iglesias, C. E., & Herrera, M. (2009). Analysis of the factors that cause soil compaction. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18, 57–63.
- González, V. (2006). *Metodología, formulación y aplicación de un índice de calidad de suelos con fines agrícolas para Castilla-La Mancha*. [Tesis Doctoral]. Madrid, España. Universidad Autónoma de Madrid. 361 p

- Gordillo, F., Guzmán, M., Casilla, I., & Rubira, A. (2017). *Efecto de residuos de producción de azúcar en la altura del compost*. ECOCIENCIA, 4(3), 75-90.
- Guerra-García, J. A. (2009). *Evaluación de la degradación de los suelos naturales de la isla de Tenerife*. Secuencias edáficas evolutivas y regresivas. (Tesis Doctoral). Universidad de La Laguna.
- Havryliuk, N. (2015). *Ciclo del crecimiento de una planta de rábano*. Obtenido de Dreamstime: <https://es.dreamstime.com/ciclo-del-crecimiento-de-una-planta-r%C3%A1bano-en-un-fondo-blanco-image135654125>.
- Henríquez, H. y Cabalceta G. 1999. Guía práctica para el estudio Introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. 1ra. Edición- San José Costa Rica: ACC. 111 pp
- Hernández Jiménez, A., Vera Macías, L., Naveda Basurto, C. A., Guzmán Cedeño, Á. M., Vivar Arrieta, M., Zambrano, T. R., Mesías Gallo, F., Ormanza, K., León Aguilar, R. V., & López Alava, G. A. (2017). *Variaciones en algunas propiedades del suelo por el cambio de uso de la tierra, partes media y baja de la microcuenca Membrillo, Manabí, Ecuador*. Cultivos Tropicales, 38(1), 50–56.
- Horowitz, A.J. & Walling, D.E. (2005). Sediment Budgets. International Association of Hydrological Sciences IAHS Press. 292 (2), 262-270.
- Ingaramo, O.E., Paz Ferreiro, J., Mirás Avalos, J.M., & Vidal Vásquez, E. (2007). *Caracterización de las propiedades generales del suelo en una parcela experimental con distintos sistemas de laboreo*. Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe 32, 127-137. <https://core.ac.uk/download/pdf/61899162.pdf>.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2017). *Rábano*. Ficha técnica, Santiago. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67014/Ficha%20T%C3%A9cnica%20INIA%20N%C2%B0%2093?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2015). *Drenaje de suelos para uso agrícola*. Manual de capacitación, Buenos Aires. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_drenaje_de_suelos_para_uso_agricola.pdf
- Jurado, P. (1994). *Comportamiento de Cinco Variedades de rábano chino Bajo Tres Densidades de Siembra en el Valle de Alto Cochabamba*. [Tesis de grado]. UMSS- Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales. Cochabamba, Bolivia. 13 -100 p.

- Lal, R. (2000). *Physical management of soil of the tropic:priorities for the 21 st century*. Soil Science. 165:191-207.
- Marrero, M (2003). *Raphanus sativus* L. Banco de datos de Biodiversidad de Canarias. <https://www.biodiversidadcanarias.es/biota/especie/F00971>
- Mediavilla, E. (1999). *Ensayo de la Aplicación de Fertilizantes, químico: 12-36-12 y Humus en el crecimiento Inicial de Prunus serótina EHRH subsp, Capulí (Cav.) Macvaugh. [Tesis de grado]. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador.*
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s.f.). *Raphanus sativus* L. Madrid, España. https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/rabano_tcm30-102379.pdf
- Montero S.M; B.K. singh & R. Taylor. (2006). *Evaluación de seis estructuras de producción hidropónica diversificada en el trópico húmedo de costa rica*. Tierra Tropical 2(1),27-37.
- Muñoz-Iniestra, D. J., Ferreira-Ramírez, M., Escalante Arriaga, I. B., & López-García, J. (2013). *Relationship between land cover and physical and biological degradation an alluvial soil in a semiarid region*. Terra Latinoamericana, 31(3), 201–210.
- Olarte, W. & Soto Hoyos, F. (2002). *Manual: diseño y gestión de sistemas de riego por aspersión en laderas*. Cusco: Dannys Graff.
- Organización de las Naciones Unidas (FAO) (2001). *Manejo integrado de la fertilidad de los suelos de Nicaragua*. Proyecto (Manual del extensionista) GCP /NIC /025 /NOR. INTA/FAO. Gobierno de Nicaragua y Noruega. 130 p.
- Organización de las Naciones Unidas (FAO) (2001). (1996). *Planificación y manejo integrados de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina*. Primera Edición. Santiago de Chile. 230 p.
- Organización de las Naciones Unidas (FAO) (2001). (1994). *Erosión de suelos en América Latina*. Santiago de Chile. 160 p.
- Ortíz V. (1990). *Edafología*. Editora V. Gómez Cueva. Universidad Autónoma de Chapingo. Carretera México - Texcoco Km 38.5. 394 p.
- Osorio, N. (2012). *pH del suelo y disponibilidad de nutrientes*. Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal 1(4). <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y->

nutrientes.pdf.

- Programa Integral Amazónico de Conservación de Bosques y Producción Sostenible (Proamazonia). (2003). *Formulación de una metodología para la recuperación de suelos degradados en zonas de cultivo de coca*. Ministerio de Agricultura, Programa para el desarrollo de la Amazonia. Lima, Perú.
- Quintana, J. O.; Blandón, J.; Flores, A.; Mayorga, E. (1983). *Manual de Fertilidad para los suelos de Nicaragua*. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Ithaca, Nueva Yor. Residencial Las Mercedes N° 19-A. Managua, Nicaragua. 60p
- Ramírez, R. (1997). *Propiedades físicas químicas y biológicas de los suelos*. Santafé de Bogotá, Promedios. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
- Rodríguez, E. & García, M. (2022). *Efecto de tres fertilizantes orgánicos y uno sintético sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (Raphanus sativus L.)*. Finca Santa Cruz, Muelle de los Bueyes, RACCS, Nicaragua, 2021. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/4504/1/tnf04r696f.pdf>.
- Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., & García Batista, R. M. (2021). *Degradación del suelo en sistemas agrícolas de la granja Santa Inés, provincia de El Oro, Ecuador*. Revista Universidad y Sociedad, 13(S2), 557-564.
- Rubio, A. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del Parque Natural Los Alcornocales*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Soil Survey Staff. (1993). Soil survey manual. United States Department of Agriculture. Hnbk no. 18 U.S. Gov. Printing Office, Washington, DC.
- Somarriba, R. (1998). *Texto granos básicos*. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 1-57 pp
- Soto, M. (2003). *Abonos orgánicos: El proceso de compostaje*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 27 p.
- Trujillo, E. (1999). *Manejo de semillas, viveros y plantación inicial*. Santafe de Bogotá D.C. Colombia: Litografía Ace Printer.
- United States Department of Agriculture. (USDA). (1999). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Departamento de agricultura de los Estados Unidos.
- Vito Battista, B., Blanco, Á. Prieto, T., González García, F. (2001). *Actividades para la*

iniciación al concepto de suelo. DGES. proyecto PB97- 1104. <http://cmap.unavarra.es/rid=1R3Q2065T-10326NL-12P7V/actividades-para-la-iniciacion-del-concepto-de-suelo.pdf>.

- Wan, W. J., J. Tan, Y. Wang, Y. Qin, H. He, H. Wu, W. Zuo, and D. He. (2019). *Responses of the rhizosphere bacterial community in acidic crop soil to pH: Changes in diversity, composition, interaction, and function.* *Sci. Total Environ.* 697: 134418. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134418>.
- Watler R.W.J. y Thompson C.D.D. (2002). *Clasificación y Caracterización 90 Taxonómica Agrológica de los suelos de la Microcuenca Cuscamá, con una propuesta Agroecológica del uso mayor de la Tierra.* El Tuma - La Dalia, Municipios del Departamento de Matagalpa. Periodo 2001 al 2002. UNA - Managua, Nicaragua. 151 p.
- Zavala-Cruz, J., Palma-López, D., Fernández Cabrera, C. R., López Castañeda, A., & Shirma Torres, E. (2001). *Degradación y conservación de suelos en la cuenca del río Grijalva, Tabasco.* SERNAPAM y PEMEX.

ANEXO

Anexo 1. Tabulación de datos de la investigación

Tabla 41. Datos numéricos sobre la densidad aparente del suelo (g/cm^3) por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
R1	1.36	1.16	1.30	1.19	1.43	1.2	1.57	1.25	1.32	1.06
R2	1.04	1.15	1.16	1.21	1.53	1.19	1.24	1.26	1.17	1.13
R3	1.05	1.17	1.16	1.18	1.42	1.21	1.59	1.25	1.38	1.11

Tabla 42. Datos numéricos sobre la densidad real del suelo (g/cm^3) por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
R1	2.28	2.39	2.45	2.36	2.20	2.47	2.57	2.44	2.67	2.48
R2	2.54	2.41	2.42	2.43	2.52	2.41	2.32	2.37	2.41	2.41
R3	2.33	2.38	2.49	2.41	2.48	2.29	2.59	2.41	2.35	2.39

Tabla 43. Datos numéricos sobre la porosidad del suelo (%) por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
R1	37.40	42.67	38.68	45.27	39.97	46.12	36.85	44.32	39.32	45.18
R2	36.54	43.65	37.41	41.26	35.71	42.31	38.32	43.15	41.23	43.61
R3	39.86	41.25	34.21	42.37	41.25	41.25	39.41	42.97	39.14	45.38

Tabla 44. Datos numéricos sobre el pH del suelo por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
R1	5.62	5.92	6.45	6.95	7.51	7.62	8.63	8.83	8.74	9.24
R2	5.68	5.78	6.51	6.91	7.53	7.96	7.78	8.22	9.15	9.35
R3	5.55	5.75	6.89	6.99	7.51	7.84	7.92	8.42	8.83	9.23

Tabla 45. Datos numéricos sobre la materia orgánica del suelo (%) por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
R1	1.68	1.76	2.09	2.29	2.42	2.44	3.32	3.33	3.15	3.83
R2	1.59	1.72	2.28	2.3	2.34	2.47	3.31	3.33	3.58	3.66
R3	1.56	1.61	2.36	2.38	2.48	2.49	3.05	3.39	3.42	3.49

Tabla 46. Datos numéricos sobre el nitrógeno disponible del suelo (%) por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
R1	0.08	0.09	0.09	0.11	0.11	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19
R2	0.07	0.08	0.10	0.11	0.10	0.12	0.15	0.16	0.16	0.18
R3	0.07	0.08	0.10	0.11	0.11	0.12	0.16	0.17	0.16	0.17

Tabla 47. Datos numéricos sobre el fósforo disponible del suelo (%) por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
R1	18.73	19.54	33.27	37.11	40.36	42.15	45.32	47.45	60.65	62.2
R2	18.74	19.89	27.54	30.23	41.48	43.56	44.28	47.46	65.07	74.39
R3	17.46	18.65	28.54	31.73	42.91	44.36	43.68	47.26	69.08	71.74

Tabla 48. Datos numéricos sobre el potasio disponible del suelo (%) por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
R1	164.87	167.66	211.49	213.78	330.68	337.99	475.31	477.42	551.67	554.47
R2	180.67	187.61	213.67	215.41	351.42	354.37	471.25	472.89	552.04	554.47
R3	181.54	199.20	218.36	219.67	337.46	339.46	458.13	469.17	553.29	554.47

Tabla 49. Datos numéricos sobre el potasio disponible del suelo (%) por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
R1	2.50	3.12	4.20	4.66	6.03	6.89	7.51	8.32	8.71	9.69
R2	2.52	3.06	3.83	4.04	5.98	6.89	7.54	8.18	8.60	9.32
R3	2.51	3.14	4.44	4.63	5.95	6.91	7.53	8.06	8.97	9.94

Tabla 50. Datos numéricos sobre el prendimiento y mortandad (%) de *R. sativus* por efecto del compost.

Rep.	Sin dosis		1 kg/m ² suelo		2 kg/m ² suelo		3 kg/m ² suelo		4 kg/m ² suelo	
	P(%)	M(%)	P(%)	M(%)	P(%)	M(%)	P(%)	M(%)	P(%)	M(%)
R1	90	2.16	100	1.00	80	3.47	90	2.16	100	2.16
R2	90	2.16	90	2.16	80	3.47	100	3.47	80	3.47
R3	80	3.47	100	3.47	90	2.16	100	2.16	100	1.00

P(%); porcentaje de prendimiento, M(%); porcentaje de mortandad

Tabla 51. Datos numéricos sobre el crecimiento en altura (cm) de *R. sativus* por efecto del compost.

Evaluaciones	Repeticiones	Sin dosis	1 kg/m ² suelo	2 kg/m ² suelo	3 kg/m ² suelo	4 kg/m ² suelo
1era	R1	1.47	2.16	3.66	2.47	3.17
	R2	1.52	2.28	3.01	2.59	3.15
	R3	1.61	2.62	3.73	3.07	3.28
2da	R1	6.99	8.93	13.19	9.68	7.37
	R2	6.19	8.21	12.83	11.08	8.93
	R3	6.83	8.74	14.02	10.27	10.12
3ra	R1	14.89	13.67	27.07	19.76	21.12
	R2	15.21	12.85	25.69	21.03	23.15
	R3	15.4	14.37	28.93	22.14	26.14
4ta	R1	25.7	24.9	31.27	26.9	27.21
	R2	26.18	25.87	32.64	28.96	28.05

R3	27.63	27.95	33.64	29.07	31.78
-----------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla 52. Datos numéricos sobre el crecimiento en diámetro del tallo (cm) de *R. sativus* por efecto del compost.

Evaluaciones	Repeticiones	Sin dosis	1 kg/m ² suelo	2 kg/m ² suelo	3 kg/m ² suelo	4 kg/m ² suelo
1era	R1	0.17	0.19	0.29	0.21	0.28
	R2	0.21	0.20	0.26	0.23	0.27
	R3	0.18	0.23	0.32	0.27	0.29
2da	R1	0.76	0.89	1.32	0.97	0.74
	R2	0.63	0.82	1.28	1.17	0.89
	R3	0.71	0.87	1.40	1.09	1.01
3ra	R1	1.49	1.37	2.71	1.98	2.18
	R2	1.52	1.49	2.69	2.10	2.32
	R3	1.54	1.44	2.89	2.21	2.61
4ta	R1	2.57	2.51	3.13	2.69	2.72
	R2	2.62	2.59	3.26	2.90	2.81
	R3	2.76	2.96	3.36	2.91	3.13

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 13. Preparación del abono orgánico compost.



Figura 14. Abono orgánico compost mezclado con gallinaza.



Figura 15. Muestreo de suelo inicial.



Figura 16. Muestreo de suelo final.



Figura 17. Muestreo de suelo para el Laboratorio de suelos de la UNAS.



Figura 18. Preparación del terreno de la investigación.



Figura 19. Establecimiento de las plantas de rábano por tratamientos.



Figura 20. Medición del diámetro de la planta de rábano.



Figura 21. Medición de altura de la planta de rábano.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANÁLISIS DE SUELOS




1. DATOS

SOLICITANTE:	MALDONADO MORI RAFAEL EDILBERTO	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	SAN MARTIN	FECHA DE RECEPCION:	15/06/2023
PROVINCIA:	LAMAS	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	15/06/2023
DISTRITO:	LAMAS	FECHA DE REPORTE:	5/10/2023
SECTOR:	SUCHICHE	RECIBO O FACTURA:	24432
CULTIVO:	RABANITO	OBSERVACION:	--

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECANICO				Clase Textural	pH	M.O.	N	C	K
			Arena	Arcilla	Limo	disponible						
			%	%	%	ppm						
1	S1298	M1	15	45	40	Arcilloso	5.70	1.180	0.059	0.684	68.570	
1	S1298	M2	63	27	10	Franco Arcillo Arenoso	5.50	1.200	0.060	0.696	60.448	

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



ING. LUIS GERMAN MANSILLA MINAYA
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología




Figura 22. Análisis de suelos al inicio de la investigación.