

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



EFFECTO DEL COMPOST EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS
CON SIEMBRA DE *Spondias dulcis* (TAPERIBÁ) EN EL CASERÍO DE NUEVA
COLINA, 2025

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

ROJAS MALDONADO KASSANDRA

Tingo María – Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 030-2026-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 09 de enero de 2026, a horas 09:00 a.m. en 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 LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS
CON SIEMBRA DE *Spondias dulcis* (TAPERINÁ) EN EL CASERÍO DE NUEVA
COLINA, 2025”**

Presentado por la Bachiller: **ROJAS MALDONADO, KASSANDRA** 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, la sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN CONSERVACION 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 marzo de 2026

Dr. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO
PRESIDENTE

Ing. MSc. ANDY WILLIAMS VELA ZEVALLOS
MIEMBRO



Ing. JAIME TORRES GARCIA
MIEMBRO

Dr. HECTOR AGUIRRE ESPINOZA
ASESOR



UNAS

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE
CIENTÍFICO
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 125 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico 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% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EFFECTO DEL COMPOST EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS CON SIEMBRA DE <i>Spondias dulcis</i> (TAPERIBÁ) EN EL CASERÍO DE NUEVA COLINA, 2025	ROJAS MALDONADO KASSANDRA	07 % Siete	Menor a 20 %

Tingo María, 17 de abril de 2026.


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

REGISTRO DE PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Recursos Naturales Renovables
Escuela Profesional/ Departamento Académico	: Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Aguas/Departamento Académico de Ciencias de los Recursos Naturales
Título de la Tesis	: Efecto del compost en la recuperación de suelos degradados con siembra de <i>Spondias dulcis</i> (Taperibá) en el caserío de Nueva Colina, 2025
Objetivo General	: Efecto del compost en la recuperación de suelos degradados con siembra de <i>Spondias dulcis</i> (Taperibá) en el caserío de Nueva Colina, Leoncio Prado – Perú
Autor de la Tesis	: Rojas Maldonado Kassandra
DNI	: 78549165
Correo Electrónico	: kassandra.rojas@unas.edu.pe
Asesores	: Dr. Héctor Aguirre Espinoza MSc. Juan Pablo Rengifo Trigozo
Área de Investigación	: Valoración de la biodiversidad, recursos naturales y Biotecnología
Grupo de Investigación	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad
Línea de investigación	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad
Lugar de Ejecución	: Provincia de Leoncio Prado – Tingo María
Fecha Inicio	: 01/ 01/2025
Fecha Termino	: 01/06/2025
Presupuesto	: S/ 1 860,00
Financiamiento	: Propio (x) FEDU () Externo ()

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien ha iluminado mi camino con su sabiduría y fortaleza, permitiéndome avanzar en esta etapa tan significativa de mi vida. A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que con su compromiso con la excelencia académica, me ha brindado la oportunidad de enriquecer mis conocimientos y habilidades.

A mis profesores, por su dedicación, guía y pasión en la enseñanza, sembrando en mí el entusiasmo por superarme constantemente. A mi familia, cuya fe en mí y apoyo incondicional han sido el motor que impulsa cada uno de mis logros.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar un agradecimiento especial a mi familia, quienes son mi mayor fuente de apoyo a lo largo de este proceso. Su amor, comprensión y aliento constante me han dado la fuerza necesaria para superar los desafíos que surgieron en el camino. Gracias por estar siempre a mi lado, por creer en mí y por brindarme el respaldo emocional que necesito en cada momento.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico	3
2.1.1. Los suelos degradados.....	3
2.1.2. La degradación de suelos en la Amazonía peruana.....	5
2.1.3. El compost y la recuperación de suelos degradados.....	7
2.1.4. Crecimiento de las especies vegetales en suelos degradados	9
2.1.5. <i>Spondias dulcis</i>	10
2.2. Estado del arte	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Lugar de ejecución	14
3.1.1. Ubicación geográfica y política.....	14
3.1.2. Descripción del área.....	14
3.1.3. Clima.....	14
3.1.4. Zona de vida.....	14
3.1.5. Suelos y fisiografía.....	15
3.2. Materiales y equipos	15
3.2.1. Materiales, herramientas, equipos e insumos	15
3.2.2. Metodología	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Determinación del efecto de la aplicación de compost sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo degradado	22
4.1.1. Propiedades físicas del suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de <i>S. dulcis</i>	22

4.1.2. Propiedades químicas del suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de <i>S. dulcis</i>	31
4.2. Determinación del efecto de la aplicación de compost sobre las propiedades biológicas de un suelo degradado	46
4.2.1. Propiedades biológicas del suelo antes de la aplicación de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	46
4.2.2. Propiedades biológicas del suelo después de la aplicación de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	48
4.3. Evaluación de la respuesta en crecimiento de plantas a partir de esquejes de <i>S. dulcis</i> mediante indicadores morfológicos	51
4.3.1. Supervivencia de plantas a partir de esquejes de <i>S. dulcis</i> en un suelo degradado	51
4.3.2. Crecimiento en altura de rebrote de <i>S. dulcis</i> luego de la aplicación de compost	52
4.3.3. Crecimiento en diámetro de rebrote de <i>S. dulcis</i> luego de la aplicación de compost	53
4.3.4. Crecimiento en el número de hojas de rebrote de <i>S. dulcis</i> luego de la aplicación de compost	54
V. CONCLUSIONES	57
VI. PROPUESTAS A FUTURO	58
VII. REFERENCIAS	59
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Coordenadas UTM del área de investigación.....	14
2. Modelo del Análisis de varianza.....	17
3. Valores promedio de la densidad aparente del suelo (g/cm^3) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	22
4. Valores promedio de la resistencia a la penetración del suelo (kg/cm^2) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	24
5. Valores promedio de la porosidad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	26
6. Valores promedio de la infiltración del suelo (mm/h) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	27
7. Valores promedio de la humedad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	29
8. Valores promedio del pH del suelo antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	31
9. Valores promedio de la conductividad eléctrica del suelo (dS/m) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	33
10. Valores promedio de la materia orgánica del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	34
11. Valores promedio del carbono orgánico del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	36
12. Valores promedio del nitrógeno total del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	38
13. Valores promedio del fósforo del suelo (ppm) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	39
14. Valores promedio del potasio del suelo (ppm) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	41
15. Valores promedio del potasio cambiante del suelo ($\text{Cmol}(+)/\text{kg}$) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	43
16. Valores promedio de la capacidad de intercambio catiónico equivalente ($\text{Cmol}(+) /\text{kg}$) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	44

17. Abundancia y biomasa de macrofauna edáfica por taxón y tratamiento en <i>S. dulcis</i> antes de la aplicación de compost	46
18. Macrofauna edáfica antes de la aplicación de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i> , según tratamiento	47
19. Abundancia y biomasa de macrofauna edáfica por taxón y tratamiento en <i>S. dulcis</i> después de la aplicación de compost.....	49
20. Macrofauna del suelo después de la aplicación de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i> , según tratamiento	50
21. Supervivencia de plantas a partir de esquejes de <i>S. dulcis</i> después de la aplicación de.... compost.....	51
22. Valores promedio de la altura del rebrote (cm) de <i>S. dulcis</i> después de la aplicación de compost.....	52
23. Valores promedio del diámetro del rebrote (mm) de <i>S. dulcis</i> después de la aplicación de. compost.....	54
24. Valores promedio del número de hojas del rebrote de <i>S. dulcis</i> después de la aplicación de compost.....	55
25. Propiedades físicas del suelo antes de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	65
26. Propiedades físicas del suelo después de la aplicación de compost en un suelo degradado . con parcelas de <i>S. dulcis</i>	65
27. Propiedades químicas del suelo antes de la aplicación de compost en un suelo degradado . con parcelas de <i>S. dulcis</i>	66
28. Propiedades químicas del suelo antes de la aplicación de compost en un suelo degradado . con parcelas de <i>S. dulcis</i>	66
29. Análisis de variancia de la densidad aparente (g/cm^3) antes y después de la aplicación de . compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	66
30. Análisis de variancia de la resistencia a la penetración del suelo (kg/cm^2) antes y después. de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	66
31. Análisis de variancia de la porosidad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	67
32. Análisis de variancia de la infiltración del suelo (mm/h) antes y después de la aplicación.. de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	67
33. Análisis de variancia de la humedad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	68

34. Análisis de variancia del pH del suelo antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	68
35. Análisis de variancia de la conductividad eléctrica del suelo (dS/m) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	68
36. Análisis de variancia de la materia orgánica del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	69
37. Análisis de variancia del carbono orgánico del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	69
38. Análisis de variancia del nitrógeno total del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	70
39. Análisis de variancia del fósforo del suelo (ppm) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	70
40. Análisis de variancia del potasio del suelo (ppm) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	70
41. Análisis de variancia del potasio cambiante del suelo (Cmol(+)/kg) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	71
42. Análisis de variancia de la capacidad de intercambio catiónico equivalente (Cmol(+)/kg) antes y después de la aplicación de compost en suelo degradado con parcelas de <i>S. dulcis</i>	71
43. Macrofauna del suelo en la parcela sin aplicación de compost en la etapa inicial (antes).	72
44. Macrofauna del suelo en la parcela con 1000 g de aplicación de compost en la etapa inicial (antes)	72
45. Macrofauna del suelo en la parcela con 1500 g de aplicación de compost en la etapa inicial (antes)	73
46. Macrofauna del suelo en la parcela sin aplicación de compost en la etapa final (después).	73
47. Macrofauna del suelo en la parcela con 1000 g de aplicación de compost en la etapa final (después).....	74
48. Macrofauna del suelo en la parcela con 1500 g de aplicación de compost en la etapa final (después).....	74
49. Análisis de variancia de la supervivencia (%) de <i>S. dulcis</i> después de la aplicación de compost en un suelo degradado.....	75

50. Análisis de variancia de la altura del rebrote (cm) de <i>S. dulcis</i> después de la aplicación de compost en un suelo degradado.....	75
51. Análisis de variancia del diámetro del rebrote (mm) de <i>S. dulcis</i> después de la aplicación de compost en un suelo degradado.....	75
52. Análisis de variancia del número de hojas del rebrote de <i>S. dulcis</i> después de la aplicación de compost en un suelo degradado.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Croquis del campo experimental.....	17
2. Valores promedio de la densidad aparente del suelo (g/cm^3) ante la aplicación de compost en suelos son <i>S. dulcis</i>	23
3. Valores promedio de la resistencia a la penetración del suelo (kg/cm^2) ante la aplicación de compost en suelos son <i>S. dulcis</i>	25
4. Variación de la porosidad del suelo (%) en función de dosis de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	27
5. Efecto de la aplicación de compost sobre la infiltración del suelo en un área degradada con la especie <i>S. dulcis</i>	28
6. Humedad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	30
7. Variación del pH del suelo en función de dosis de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	32
8. Variación de la conductividad eléctrica del suelo (dS/m) en función de dosis de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	34
9. Variación de la materia orgánica del suelo (%) en función de dosis de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	35
10. Variación del carbono orgánico del suelo (%) en función de dosis de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	37
11. Tendencia del nitrógeno total del suelo en función de dosis de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	39
12. Incremento del fósforo disponible en el suelo (ppm) en función de dosis de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	40
13. Disponibilidad de potasio del suelo (ppm) en función de dosis de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	42
14. Variación del potasio cambiante del suelo ($\text{Cmol}(+)/\text{kg}$) en función de dosis de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	44
15. Efecto de la aplicación de compost sobre la capacidad de intercambio catiónico equivalente ($\text{Cmol}(+)/\text{kg}$) en parcelas con <i>S. dulcis</i>	45
16. Abundancia de macrofauna edáfica por taxón antes de la aplicación de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	48
17. Abundancia de macrofauna edáfica por taxón después de la aplicación de compost en parcelas con <i>S. dulcis</i>	51

18. Efecto de diferentes dosis de compost sobre la supervivencia y el desarrollo vegetativo de <i>S. dulcis</i>	56
19. Reconocimiento y delimitación del terreno	77
20. Toma de muestra de suelo	77
21. Medición de la planta <i>Spondias dulcis</i>	78
22. Aplicación de compost y cuidados de la especie	78
23. Planta con aplicación de compost.	79
24. Toma de muestra con aplicación de compost	79

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo general evaluar el efecto del compost en la recuperación de suelos degradados mediante la siembra de *Spondias dulcis* en el caserío Nueva Colina, provincia de Leoncio Prado – Perú. El trabajo se desarrolló bajo un diseño experimental con tres tratamientos: 0g, 1000 g y 1500 g de compost por planta, distribuidos en tres bloques con 60 plantas efectivas por repetición. Se evaluaron propiedades físicas y químicas del suelo, abundancia y biomasa de macrofauna edáfica, y variables de crecimiento en plantones obtenidos a partir de esquejes. Para el análisis de datos se aplicó análisis de varianza (ANVA) y prueba de Duncan al 5 % de significancia. Los resultados mostraron mejoras físicas y químicas significativas en el suelo, destacando la densidad aparente (0,91 g/cm³), la infiltración (29,57 mm/h) y la materia orgánica (1,89 %), principalmente con la dosis de 1500 g de compost. La macrofauna edáfica aumentó en diversidad y biomasa después de la aplicación, siendo dominantes Oligochaeta e Isóptera. En cuanto al desarrollo vegetativo, el tratamiento con 1500 g presentó 46,66 % de supervivencia, 33,52 cm de altura promedio de 7,88 mm de diámetro y 10,69 hojas por planta, evidenciando una mejor adaptación y crecimiento en condiciones de suelo degradado. Estos resultados confirman que la aplicación de compost es una estrategia efectiva para mejorar la calidad del suelo y favorecer el establecimiento de especies frutales tropicales, aportando bases técnicas para programas de recuperación de ecosistemas productivos.

Palabras clave: compost, suelo, macrofauna, crecimiento, *Spondias*, degradación.

ABSTRACT

The general objective of the present study was to evaluate the effect of compost on the recuperation of degraded soil by planting *Spondias dulcis* on the Nueva Colina homestead in the Leoncio Prado province [of] Peru. The work was carried out under an experimental design with three treatments: 0g, 1000 g and 1500 g of compost per plant, distributed into three blocks, with sixty effective plants per repetition. The physical and chemical properties of the soil, abundance and biomass of the edaphic fauna and growth variables of the seedlings obtained from cuttings were evaluated. For the data analysis, a variance analysis (ANVA) and Duncan test at 5% significance were applied. The results showed significant physical and chemical improvements in the soil, [where the] apparent density (0.91 g/cm³), infiltration (29.57 mm/h) and organic matter (1.89 %) stood out, mostly with the 1500 g dose of compound. The edaphic macrofauna increased in diversity and biomass after the application, with Oligochaeta and Isoptera being dominant. With respect to the vegetative development, the treatment with 1500 g presented a 46.66% survival rate, 33.52 cm in height, an average of 7.88 in diameter, and 10.69 leaves per plant, evidencing a better adaptation and growth in the degraded soil conditions. These results confirmed that the application of compost is an effective strategy for improving the quality of the soil and favoring the establishment of tropical fruit species, providing technical bases for programs that [are used to] recover productive ecosystems.

Keywords: compost, soil, macrofauna, growth, *Spondias*, degradation.

I. INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos es una de las principales amenazas para la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres, impactando la productividad agrícola, la calidad del agua y la biodiversidad (FAO, 2022). En América Latina, cerca del 50% de los suelos están degradados debido a la deforestación, el sobrepastoreo y prácticas agrícolas inadecuadas (IPBES, 2018). En Perú, los suelos amazónicos sufren degradación acelerada por la expansión agropecuaria y la ausencia de estrategias sostenibles, lo que ocasiona pérdidas de materia orgánica y nutrientes esenciales (MINAM, 2021). Esto compromete los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria de las comunidades que dependen de estos recursos. En este contexto, las enmiendas orgánicas como el compost surgen como una solución para restaurar suelos, mejorando su fertilidad, estructura y capacidad de retención de agua (Lal, 2020).

El problema central es la pérdida acelerada de calidad de los suelos en áreas afectadas por actividades humanas intensivas, como en Aucayacu, donde la expansión agrícola ha provocado la degradación de grandes extensiones. Aunque se han promovido fertilizantes químicos, su alto costo y posibles impactos ambientales los hacen inaccesibles para muchos agricultores locales. Esto plantea la pregunta: ¿cuál es el efecto del compost en la recuperación de suelos degradados con siembra de *Spondias dulcis* (Taperibá) en el caserío de Nueva Colina, Leoncio Prado – Perú? Ante este desafío, resulta crucial evaluar alternativas sostenibles como el compost, cuya efectividad en esta región no ha sido suficientemente estudiada. La falta de información técnica sobre su impacto limita su adopción como herramienta de manejo, agravando la degradación y sus consecuencias.

Este estudio es relevante porque aborda un problema crítico para la sostenibilidad ambiental y el bienestar social en áreas rurales donde los recursos son limitados. La aplicación de compost ofrece múltiples beneficios, no solo en la recuperación de suelos, sino también en la gestión de residuos orgánicos, que son abundantes y poco utilizados en estas comunidades. Además, los resultados de este trabajo pueden contribuir a generar conocimiento práctico y accesible para los pequeños agricultores, promoviendo prácticas agroecológicas que disminuyan la dependencia de insumos químicos. La investigación también tiene implicancias ambientales más amplias, ya que fomenta la mitigación de la degradación del suelo y la adaptación al cambio climático a través de estrategias de manejo sostenible.

El estudio evaluará el efecto de diferentes dosis de compost en la recuperación de suelos degradados en el caserío de Colina, donde se medirán parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo para determinar su evolución tras la aplicación del compost. La hipótesis que se

plantea es, que el compost mejora significativamente las propiedades del suelo, incrementando su fertilidad y capacidad de retención de agua. Este trabajo se enfocará en generar datos específicos que permitan comparar los resultados entre dosis aplicadas, lo que facilitará la identificación de estrategias óptimas de restauración para la región. Los resultados podrían ser replicados en otras áreas con condiciones similares, ampliando el impacto de la investigación a nivel regional y nacional, donde se plantea el siguiente:

Objetivo general

- Evaluar el efecto del compost en la recuperación de suelos degradados mediante siembra de *Spondias dulcis* en el caserío de Nueva Colina, Leoncio Prado – Perú.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la aplicación de compost sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo degradado, comparando las condiciones iniciales y finales en parcelas establecidas con *Spondias dulcis* en el caserío Nueva Colina.
- Determinar el efecto de la aplicación de compost sobre las propiedades biológicas de un suelo degradado, comparando las condiciones iniciales y finales en parcelas establecidas con *Spondias dulcis* en el caserío Nueva Colina.
- Evaluar la respuesta en crecimiento de esquejes de *Spondias dulcis* mediante indicadores morfológicos (Supervivencia, altura, diámetro y número de hojas del rebrote) bajo diferentes dosis de compost aplicadas en suelos degradados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Los suelos degradados

La degradación del suelo es un problema crítico que afecta la productividad agrícola, la calidad del agua y la biodiversidad a nivel mundial. Estudios recientes indican que cerca del 30 % de las tierras agrícolas presentan algún grado de degradación, lo que compromete los servicios ecosistémicos esenciales para la sostenibilidad ambiental (FAO, 2022). Este proceso incluye la pérdida de materia orgánica, la compactación y la erosión, agravados por prácticas como la deforestación y el uso intensivo de fertilizantes químicos sin manejo sostenible (Lal, 2020). En América Latina, estas dinámicas son particularmente evidentes en regiones tropicales, donde la expansión agropecuaria ha provocado la disminución de la fertilidad del suelo y un deterioro progresivo de su estructura (IPBES, 2018). Este deterioro no solo limita la productividad de los cultivos, sino que también contribuye al cambio climático al liberar grandes cantidades de carbono almacenado en el suelo (Eswaran et al., 2001).

En el caso de Perú, la Amazonía enfrenta niveles críticos de degradación, principalmente en áreas donde la expansión de actividades agrícolas y la deforestación no están acompañadas de prácticas sostenibles (MINAM, 2021). En respuesta, se han promovido soluciones basadas en la naturaleza, como la incorporación de enmiendas orgánicas, las cuales han demostrado mejorar significativamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (FAO, 2022). Por ejemplo, el uso de compost ha sido ampliamente reconocido por su capacidad para aumentar la materia orgánica, mejorar la retención de agua y estimular la actividad microbiana, lo que resulta en una recuperación progresiva de la funcionalidad del suelo (Lal, 2020). Estas estrategias, además de ser ambientalmente sostenibles, ofrecen alternativas económicamente viables para comunidades que dependen de la productividad agrícola como principal fuente de ingresos (IPBES, 2018).

La degradación del suelo es un proceso complejo que puede clasificarse en tres categorías principales: física, química y biológica, dependiendo de los factores que afectan su funcionalidad. La degradación física se caracteriza por la compactación, la erosión y la pérdida de estructura, lo que reduce la capacidad del suelo para retener agua y permite que los nutrientes esenciales sean arrastrados (Lal, 2015). Estos procesos suelen estar relacionados con el uso intensivo de maquinaria agrícola y la deforestación, que incrementan la

susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica y eólica (FAO, 2022). En América Latina, por ejemplo, el 30 % de los suelos agrícolas presenta problemas de compactación, lo que limita la productividad y aumenta los costos de manejo (Pittelkow et al., 2015).

La degradación química se asocia con la pérdida de nutrientes esenciales, la acidificación y la salinización. Estas condiciones son exacerbadas por el uso excesivo de fertilizantes químicos y la irrigación sin drenaje adecuado (Mekonnen et al., 2021). La salinización afecta aproximadamente el 7 % de las tierras agrícolas del mundo, siendo una de las principales limitantes para la productividad en regiones áridas y semiáridas (Qadir et al., 2014). En Perú, la acidificación del suelo se ha identificado como un problema creciente en áreas de alta actividad agrícola, lo que subraya la necesidad de prácticas de manejo sostenible (MINAM, 2021).

La degradación biológica implica la pérdida de materia orgánica y la reducción de la biodiversidad microbiana, factores esenciales para la fertilidad y resiliencia del suelo. La eliminación de cobertura vegetal y el uso intensivo de agroquímicos son las principales causas de este tipo de degradación (Jian et al., 2020). Estudios recientes han demostrado que los suelos con baja biodiversidad son menos capaces de mitigar los impactos del cambio climático y de mantener los ciclos de nutrientes, lo que pone en riesgo la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Zhang et al., 2022). La restauración de la actividad biológica mediante enmiendas orgánicas, como el compost, se ha propuesto como una solución efectiva para mitigar estos efectos (Lal, 2020).

La degradación de suelos tiene impactos ambientales y socioeconómicos significativos, especialmente en regiones vulnerables como la Amazonía peruana. En el ámbito ambiental, uno de los efectos más evidentes es la pérdida de biodiversidad. Según Zhang et al. (2022), los suelos degradados presentan una reducción drástica en la actividad microbiana, afectando los ciclos de nutrientes esenciales para la salud de los ecosistemas. En la Amazonía, donde los suelos son naturalmente frágiles, esta pérdida se ve exacerbada por la deforestación y el uso intensivo de tierras agrícolas, lo que genera un deterioro progresivo en la capacidad del suelo para sostener flora y fauna locales (Brando et al., 2020). Además, el incremento de la erosión, producto de la exposición del suelo, contribuye al deterioro de cuencas hidrográficas, afectando la calidad y disponibilidad del agua para comunidades y ecosistemas (Montgomery, 2017).

Desde una perspectiva socioeconómica, la degradación del suelo limita la productividad agrícola, afectando directamente a las comunidades rurales que dependen de

la tierra como su principal fuente de sustento. Pimentel y Burgess (2013) estiman que las pérdidas económicas globales por erosión del suelo ascienden a miles de millones de dólares anuales, una tendencia que también afecta a las regiones agrícolas de Perú. En el contexto amazónico, la pérdida de fertilidad obliga a los agricultores a expandir la frontera agrícola hacia áreas de bosque primario, generando un ciclo de deforestación y mayor degradación (FAO, 2022). Esta dinámica no solo incrementa los costos de producción, sino que también intensifica la inseguridad alimentaria y la migración rural (Alarcón & Saavedra, 2020).

Además, la degradación del suelo contribuye al cambio climático, ya que los suelos degradados liberan grandes cantidades de carbono almacenado a la atmósfera, lo que agrava el calentamiento global (Lal, 2020). Este impacto ambiental tiene repercusiones económicas a nivel local y global, ya que las comunidades deben enfrentar mayores costos asociados con la mitigación de desastres climáticos y la restauración de tierras (Silver et al., 2015). Por lo tanto, abordar la degradación del suelo no solo es crucial para proteger los ecosistemas, sino también para garantizar el bienestar y la resiliencia de las comunidades humanas.

2.1.2. La degradación de suelos en la Amazonía peruana

La deforestación es una de las principales causas de la degradación del suelo en la Amazonía peruana. La tala indiscriminada para la obtención de madera y la conversión de bosques en áreas agrícolas han reducido drásticamente la cobertura vegetal, exponiendo el suelo a procesos de erosión hídrica y eólica (Armenteras et al., 2019). Los suelos amazónicos, que generalmente tienen bajos niveles de materia orgánica y nutrientes, dependen de la cubierta forestal para mantener su estabilidad y productividad. Sin esta protección, los nutrientes se pierden rápidamente debido al lavado superficial y la lixiviación, lo que resulta en una disminución significativa de la calidad del suelo (FAO, 2022).

La expansión de la frontera agrícola en la Amazonía peruana ha sido otro motor importante de la degradación del suelo. El incremento en la demanda de tierras para cultivos comerciales, como palma aceitera y cacao, ha llevado a la conversión de bosques primarios en áreas de cultivo intensivo. Estas prácticas suelen estar acompañadas de la quema de vegetación para limpiar el terreno, un proceso que no solo elimina la biomasa, sino que también empobrece el suelo al destruir la materia orgánica (Rodríguez et al., 2020). Además, la agricultura intensiva en estas áreas tiende a emplear técnicas poco sostenibles, como el monocultivo, que agotan los nutrientes y compactan el suelo, reduciendo su capacidad de regeneración (Lal, 2020).

El suelo manejado inadecuadamente en la Amazonía peruana agrava la degradación, especialmente en áreas donde no se aplican prácticas sostenibles. La sobreexplotación de los recursos, el uso excesivo de fertilizantes químicos y la falta de rotación de cultivos son prácticas comunes que afectan la estructura y funcionalidad del suelo. Según el Ministerio del Ambiente (2021), estas actividades generan compactación, acidificación y pérdida de biodiversidad del suelo, lo que limita su capacidad para sustentar la producción agrícola a largo plazo. Por otro lado, el pastoreo excesivo en áreas no aptas para actividades ganaderas también contribuye al deterioro del suelo, generando compactación y erosión acelerada (Mekonnen et al., 2021).

La degradación de los suelos en la Amazonía peruana genera impactos significativos en la capacidad del suelo para sostener actividades agrícolas y mantener los servicios ecosistémicos. Una de las principales consecuencias es la pérdida de fertilidad, resultado de la disminución de materia orgánica y nutrientes esenciales. Según Pimentel y Burgess (2013), la erosión del suelo elimina hasta 25 mil millones de toneladas de nutrientes anualmente a nivel global, una tendencia agravada en la Amazonía por la deforestación intensiva y el uso agrícola no sostenible. Esto afecta no solo la productividad de los cultivos, sino también el equilibrio químico del suelo, dificultando su recuperación natural (Smith et al., 2016).

Otra consecuencia importante es la disminución de la biodiversidad del suelo, incluyendo microorganismos y fauna asociada, elementos fundamentales para la fertilidad y la resiliencia de los ecosistemas. García-Oliva y Masera (2019) señalan que la pérdida de biodiversidad microbiana reduce la capacidad del suelo para descomponer materia orgánica y mantener el ciclo de nutrientes. En la Amazonía, donde los suelos son naturalmente pobres en nutrientes, esta pérdida exacerba los problemas de fertilidad, afectando tanto los ecosistemas naturales como las áreas agrícolas (Brando et al., 2020).

La recuperación de suelos degradados en Perú se ha convertido en una prioridad estratégica debido a su relevancia para la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria. Entre las principales acciones se encuentra la Estrategia Nacional para la Restauración de Ecosistemas y Tierras Degradadas 2021-2030, promovida por el Ministerio del Ambiente (MINAM), que tiene como objetivo restaurar 3.5 millones de hectáreas afectadas mediante prácticas como la reforestación, el uso de enmiendas orgánicas y la promoción de sistemas agroforestales (MINAM, 2021). Estas intervenciones han priorizado áreas críticas de

la Amazonía peruana, donde se busca implementar soluciones basadas en la naturaleza para mitigar la degradación del suelo y fortalecer la resiliencia ecológica (SERNANP, 2020).

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) ha desarrollado programas enfocados en la capacitación de agricultores en prácticas sostenibles, como el manejo integrado de plagas, la rotación de cultivos y la incorporación de compost en suelos degradados. Estos esfuerzos buscan mejorar la productividad agrícola y restaurar las propiedades físicas y químicas del suelo, con énfasis en las regiones rurales más vulnerables (INIA, 2022). Además, iniciativas lideradas por organizaciones no gubernamentales, como el Programa de Restauración y Conservación de la Amazonía, han integrado comunidades locales en procesos de recuperación, fomentando la participación en el uso sostenible de los recursos naturales (Oxfam, 2020).

Sin embargo, persisten desafíos significativos en la implementación de estas iniciativas. La falta de financiamiento es una limitante clave, especialmente para las comunidades más alejadas, donde los recursos necesarios para implementar prácticas sostenibles son escasos (Alarcón & Saavedra, 2020). Asimismo, la débil articulación institucional entre actores gubernamentales, locales y privados dificulta la ejecución de políticas en áreas críticas.

2.1.3. El compost y la recuperación de suelos degradados

El compost es un abono orgánico obtenido a partir de la descomposición controlada de residuos vegetales, restos de alimentos y otros materiales biodegradables. Este proceso, conocido como compostaje, se realiza bajo condiciones aeróbicas, permitiendo que microorganismos conviertan la materia orgánica en un material estable, rico en nutrientes y beneficioso para la agricultura (Pagliai et al., 2014). Es ampliamente reconocido como una solución sostenible para la gestión de residuos y la mejora de suelos degradados (Haug, 2018).

El compost contiene macronutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), acompañados de micronutrientes como calcio (Ca), hierro (Fe) y zinc (Zn). Estos elementos están presentes en proporciones equilibradas, dependiendo de los materiales utilizados durante el proceso de compostaje (Moral et al., 2019). Este equilibrio permite un suministro gradual de nutrientes al suelo, mejorando su fertilidad y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos (Martínez-Blanco et al., 2018).

El compost se caracteriza por su textura porosa, color oscuro y capacidad para retener agua. Estas propiedades ayudan a mejorar la estructura del suelo, aumentando su

aireación y reduciendo problemas de compactación. Además, el compost actúa como un acondicionador del suelo, promoviendo el crecimiento de raíces saludables y facilitando el drenaje en terrenos propensos a la acumulación de agua (Scotti et al., 2015).

El compost es una fuente rica en microorganismos beneficiosos, como bacterias, hongos y actinomicetos. Estos organismos no solo desempeñan un papel fundamental en la descomposición de materia orgánica, sino que también mejoran la biota del suelo, favoreciendo ciclos naturales de nutrientes y aumentando la resistencia del suelo frente a patógenos (Benedetti et al., 2017). Estudios recientes destacan que su incorporación en suelos agrícolas fomenta una mayor biodiversidad microbiana, lo que contribuye a la sostenibilidad de los sistemas de producción (Ros et al., 2020).

La dosis y frecuencia de aplicación del compost dependen de factores como su composición química, las necesidades del cultivo y las condiciones del suelo. Según Moral et al. (2019), el compost aporta nutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), y su composición debe evaluarse para evitar desequilibrios en la nutrición de las plantas. Además, la relación carbono/nitrógeno (C/N) debe ser adecuada para prevenir la inmovilización de nitrógeno. En agricultura ecológica, se recomienda no superar los 170 kg de nitrógeno por hectárea y año (Martínez-Blanco et al., 2018).

La frecuencia de aplicación varía según el tipo de cultivo. En cultivos anuales, el compost se incorpora al suelo antes de la siembra, mientras que en cultivos perennes puede aplicarse anualmente o cada dos años (Pagliai et al., 2014). Asimismo, Haug (2018) destaca que las épocas más recomendadas para su aplicación son primavera y otoño, cuando las condiciones del suelo favorecen la actividad microbiana. La calidad del compost también es crucial, ya que productos inmaduros pueden contener sustancias fitotóxicas que afectan el crecimiento de las plantas (Scotti et al., 2015).

La incorporación de compost en los suelos mejora significativamente sus propiedades físicas, químicas y biológicas. En cuanto a las propiedades físicas, el compost mejora la estructura del suelo al aumentar la porosidad, lo que facilita la aireación y el drenaje, además de incrementar la capacidad de retención de agua, beneficioso para suelos compactados o en regiones áridas (Pagliai et al., 2014). Estas mejoras también contribuyen a reducir la erosión y estabilizar la superficie del suelo, favoreciendo un entorno óptimo para el desarrollo radicular (Haug, 2018).

En relación con las propiedades químicas, el compost incrementa la fertilidad del suelo mediante la adición de macronutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), así como micronutrientes como hierro (Fe) y zinc (Zn) (Moral et al., 2019). Además, su contenido de materia orgánica mejora la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, lo que permite una mayor retención y disponibilidad de nutrientes para las plantas (Martínez-Blanco et al., 2018).

Respecto a las propiedades biológicas, la adición de compost fomenta la actividad microbiana, aumentando la biodiversidad y el equilibrio ecológico del suelo. Según Benedetti et al. (2017), los suelos tratados con compost presentan una mayor presencia de microorganismos beneficiosos, como bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos descomponedores. Esto favorece la formación de humus, un componente clave para la regeneración de suelos degradados (Scotti et al., 2015).

2.1.4. Crecimiento de las especies vegetales en suelos degradados

El crecimiento de especies vegetales en suelos degradados es un área de estudio clave en la restauración ecológica y la agricultura sostenible, debido a la necesidad de rehabilitar ecosistemas afectados por actividades humanas. Los suelos degradados suelen presentar deficiencias en nutrientes, pérdida de materia orgánica, compactación y alteraciones biológicas, lo que limita la capacidad de las plantas para establecerse y desarrollarse adecuadamente (González & Ramírez, 2018). Ante esta problemática, diversas estrategias han sido implementadas para promover el crecimiento vegetal en estos suelos, combinando el uso de especies adaptadas, enmiendas orgánicas y microorganismos beneficiosos.

La selección de especies nativas o adaptadas es una estrategia central en los programas de restauración. Estas plantas suelen tener una mayor tolerancia a las condiciones adversas del suelo, como baja fertilidad y alta compactación, lo que facilita su establecimiento y crecimiento (Moriano González, 2022). Por otro lado, el uso de enmiendas orgánicas, como el compost, ha demostrado ser eficaz para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. El compost incrementa la materia orgánica, mejora la retención de agua y promueve la actividad microbiana, factores esenciales para sostener el desarrollo de las plantas (Gómez-Silva et al., 2022).

Un aspecto crítico en la restauración de suelos degradados es la interacción entre las plantas y los microorganismos del suelo. Las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPB) y otros microorganismos benéficos no solo mejoran la disponibilidad de

nutrientes, sino que también aumentan la resistencia de las plantas a factores de estrés, como la sequía o la contaminación (García et al., 2013). Estas interacciones son esenciales para restaurar la funcionalidad del suelo y establecer un equilibrio ecológico a largo plazo.

La restauración de suelos degradados requiere un enfoque integral que considere las características iniciales del suelo y los factores que limitan el crecimiento vegetal. La combinación de análisis edáficos, modelos de crecimiento y prácticas sostenibles permite diseñar estrategias efectivas adaptadas a cada contexto. Este enfoque no solo facilita la recuperación de la cobertura vegetal, sino que también contribuye a la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas afectados (Briggs, 2021).

Según González y Ramírez (2018) el crecimiento de especies vegetales en suelos degradados depende de estrategias integrales que combinen la selección de plantas adaptadas y el manejo adecuado de las condiciones del suelo, especies nativas y adaptadas, como *Dalea leporina* y *Cosmos bipinnatus*, tienen un alto potencial para la restauración de suelos degradados debido a su capacidad para estabilizar el suelo y contribuir a su regeneración natural. En el Bosque La Primavera, México, estas plantas demostraron altas tasas de cobertura y densidad en suelos con baja fertilidad, resaltando la importancia de priorizar especies con características resilientes.

Por otro lado, Moriano González (2022) destaca el papel de las enmiendas orgánicas en el crecimiento vegetal en suelos degradados, ya que la aplicación de compost mejoró significativamente las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que facilitó el establecimiento y desarrollo de la vegetación. Estas mejoras incluyeron un aumento en la capacidad de retención de agua y una mayor disponibilidad de nutrientes, factores críticos para el crecimiento sostenible de las plantas en terrenos impactados por actividades extractivas. Ambos enfoques subrayan la importancia de combinar especies adaptadas con prácticas de manejo del suelo para garantizar el éxito en la restauración ecológica.

2.1.5. *Spondias dulcis*

Según el estudio de Castillo-Martínez y Cáliz de Dios (2024), *Spondias dulcis*, conocida como ambarella o manzana de oro, pertenece a la familia Anacardiaceae y es originaria de Melanesia y Polinesia, aunque ha sido ampliamente introducida en regiones tropicales. Este árbol frutal puede alcanzar alturas de hasta 30 metros y presenta hojas imparipinnadas de hasta 60 cm de largo, con folíolos ovados de margen entero. Sus flores,

dispuestas en panículas colgantes, son pequeñas y blancas, mientras que sus frutos son drupas oblongas de color amarillo-anaranjado, ricos en vitamina C y otros nutrientes.

De acuerdo con The Angiosperm Phylogeny Group [APG IV], (2016) clasifica a la especie de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Clado: Angiospermas

Clado: Eudicotyledoneae

Orden: Sapindales

Familia: Anacardiaceae

Género: Spondias

Especie: *S. dulcis* Parkinson

S. dulcis, comúnmente llamada ciruela del Pacífico pertenece a la familia Anacardiaceae. Es un árbol caducifolio de rápido crecimiento que puede alcanzar alturas de 10 a 30 metros. Sus hojas son alternas, compuestas y pinnadas, con folíolos de margen entero. Las inflorescencias son panículas que producen flores pequeñas y blancas. Los frutos son drupas oblongas de 4 a 10 cm de longitud, inicialmente verdes y que se tornan amarillo-anaranjados al madurar, con una pulpa jugosa y sabor agridulce (Antropocene.it, 2024).

Originaria de Melanesia y Polinesia, *S. dulcis* ha sido introducida en diversas regiones tropicales de América, Asia y África. Prefiere bosques secos o secundarios desde el nivel del mar hasta los 700 metros de altitud. Se adapta a una variedad de suelos, incluyendo calcáreos y arenosos ácidos, siempre que estén bien drenados, y tolera un rango de pH entre 4.5 y 8. Es resistente a la sequía y puede sobrevivir a temperaturas de hasta -3 °C cuando está inactiva (Antropocene.it, 2024).

El fruto de *S. dulcis* es consumido en diversas formas: crudo, en jugos, mermeladas y salsas. En la medicina tradicional, se le atribuyen propiedades digestivas y se utiliza para tratar afecciones gastrointestinales. Además, el árbol se cultiva como ornamental en regiones tropicales (Antropocene.it, 2024).

Rodríguez Chávez (2021) estudios recientes han analizado la composición química del fruto de *S. dulcis*, destacando su contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante. determinó que el contenido de compuestos fenólicos en el fruto es de $18.226 \pm$

1.314 mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra fresca. Además, se evidenció una capacidad antioxidante significativa, lo que sugiere su potencial uso en la industria alimentaria y farmacéutica.

La propagación de *S. dulcis* puede realizarse mediante semillas y esquejes. Sin embargo, la germinación de semillas es lenta y desigual, alcanzando un 77% después de 2.5 meses. La propagación por esquejes ha mostrado un éxito limitado, con solo un 8.8% de enraizamiento, siendo más efectiva en esquejes más gruesos de árboles jóvenes. Se recomienda la propagación por semillas como método más eficiente para esta especie (Castillo-Martínez & Cáliz de Dios, 2024).

Un estudio realizado en Brasil evaluó las características físicas y químicas de frutos de diferentes accesiones de *S. dulcis*, así como su diversidad genética. Los resultados mostraron variabilidad en el rendimiento de pulpa, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y contenido de vitamina C entre las accesiones. Las accesiones M4 y M5 presentaron características superiores, y se identificó una diversidad genética significativa, siendo la accesión M2 la más divergente (Nascimento et al., 2014).

2.2. Estado del arte

Castillo-Martínez y Cáliz de Dios (2024) el presente estudio, realizado en Chetumal, Quintana Roo, México, evaluó dos métodos de propagación de *Spondias dulcis*: por semillas y por estacas de tallo. Se sembraron 22 semillas en suelo enriquecido con bocashi y se plantaron estacas de diferentes diámetros obtenidas de árboles de distintas edades. Los resultados mostraron que la germinación de semillas fue lenta y alcanzó un 77% después de 2.5 meses. La propagación por estacas tuvo un éxito limitado, con solo un 8.8% de enraizamiento, siendo más efectivo en estacas más gruesas de árboles jóvenes. Se concluyó que la propagación por semillas es más efectiva para esta especie.

Jiménez Tovar (2019) realizó un estudio realizado en Buenaventura, Valle del Cauca, evaluó las propiedades químicas y físicas de los suelos asociados al cultivo de *Spondias dulcis* (ciruela del Pacífico). Se identificó que los suelos presentan baja fertilidad, atribuida a problemas de acidez que afectan la actividad microbiana y la materia orgánica, reduciendo la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y limitando la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Además, las frecuentes precipitaciones y altas temperaturas características de la zona provocan lixiviación, insolubilización de nutrientes y bajo contenido de elementos secundarios y especiales, afectando la producción y calidad del cultivo.

Moriano González (2022) tuvo como objetivo principal de este proyecto fue evaluar el efecto de enmiendas orgánicas, en particular el compost, combinadas con la tecnología de fitorremediación sobre un suelo degradado proveniente de una explotación minera de carbón clausurada. Se realizó un ensayo en invernadero con especies vegetales seleccionadas, encontrando que la aplicación de compost mejoró las propiedades del suelo y favoreció el crecimiento vegetal, contribuyendo a la recuperación sostenible del área afectada.

Modesto Pajuelo (2023) estudio el efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino, Huánuco, utilizando un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y diseño experimental. Se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos: compost, microorganismos eficaces, compost más microorganismos eficaces y un testigo, en un total de 16 unidades experimentales con 4 aplicaciones cada 20 días durante 80 días. Los resultados mostraron diferencias significativas en las propiedades físicas y químicas del suelo. En la textura, el tratamiento 3 (compost más microorganismos eficaces) transformó el suelo de franco arcilloso a franco. En cuanto al pH, el tratamiento 1 (compost) lo aumentó de 4.6 a 5.4, mientras que el tratamiento 3 lo llevó a 5.3. Se concluyó que los tratamientos 1 y 3 tuvieron efectos significativos, mejorando la textura, el pH y la recuperación de nutrientes en suelos degradados.

Ruiz Bazán (2020) en su estudio tuvo como objetivo fue evaluar la recuperación de un suelo degradado usando residuos orgánicos de origen urbano, ya que actualmente La Municipalidad de Lambayeque realiza esfuerzos insuficientes para una gestión eficiente de residuos sólidos en la ciudad, considerando que la gestión de residuos orgánicos se está convirtiendo cada vez más en un área importante de recuperación de recursos. Los resultados muestran que, la degradación provocada por causas antrópicas puede ser combatida con una adecuada modificación de las características físicas y químicas del suelo haciendo uso correcto proceso de enmienda; donde en el estudio realizado se halló que hubo mejoras significativas en la materia orgánica (de 0.53 a 1.75), fósforo (de 7.8 a 15.0) y CaCO_3 (de 1.32 a 2.48) con respecto al suelo degradado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación geográfica y política

La presente investigación se desarrolló en el caserío Nueva Colina, ubicado en la margen derecha del río Huallaga, en las inmediaciones de la ciudad de Aucayacu. Políticamente, el área de estudio pertenece al distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. El área experimental se localiza en las coordenadas UTM Datum WGS-84, Zona 18S.

Tabla 1. Coordenadas UTM del área de investigación.

Área	Coordenadas geográficas (UTM)		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Terreno Nueva Colina	372480	9004082	675

Las muestras de suelo recolectadas en el área experimental fueron trasladadas al Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) para su respectivo análisis físico-químico.

3.1.2. Descripción del área

El área de investigación comprende una hectárea de terreno en el caserío de Nueva Colina, donde las parcelas estarán diseñadas siguiendo un sistema de curvas de nivel, con un distanciamiento entre plantas de 3x3 metros. Este diseño permitirá aprovechar las características del relieve, minimizando la erosión y asegurando una adecuada distribución de las plantas en el espacio.

3.1.3. Clima

El caserío Nueva Colina tiene un clima tropical húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 23 °C y los 28 °C. Las precipitaciones anuales superan los 2,500 mm, concentrándose entre los meses de noviembre y marzo. La humedad relativa promedio supera el 85%, lo que favorece una vegetación densa y diversa.

3.1.4. Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987), el caserío Nueva Colina pertenece a la zona ecológica conocida como bosque húmedo tropical (bh-T). Este ecosistema se caracteriza por una alta pluviosidad, temperaturas cálidas y una vegetación densa, siendo representativo de las condiciones típicas de la Amazonía peruana.

3.1.5. Suelos y fisiografía

El caserío Nueva Colina se encuentra en una región de ceja de selva, con un relieve que combina áreas montañosas y colinas onduladas. Los suelos son predominantemente ácidos, con texturas que varían de franca a arcillosa, y presentan indicios de degradación debido a actividades como la deforestación y la agricultura tradicional. La dinámica del paisaje está influida por las cuencas de los ríos cercanos, que proveen recursos hídricos esenciales y sustentan la actividad agrícola de la zona.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales, herramientas, equipos e insumos

En la investigación se utilizaron equipos como un GPS, una cámara fotográfica, un termohigrómetro, un medidor de humedad del suelo, un penetrómetro y cilindro volumétrico. Las herramientas incluirán palas, picos, azadones, cintas métricas, cuerda o hilo de nylon, regaderas manuales y etiquetas resistentes. Entre los materiales se consideraron compost, plántones obtenidos a partir de esquejes de *S. dulcis* de 4 meses de edad, con longitudes de 20 a 25 cm y diámetros de 2 a 4 cm, con presencia de 2 a 4 yemas visibles, sustratos adicionales, muestras de suelo, mallas de sombreo, bolsas para vivero, agua y marcadores permanentes.

El área destinada al estudio fue de una hectárea, presenta suelos degradados, con un bajo contenido de materia orgánica y compactación superficial, producto de años de uso con cultivos y prácticas como la quema para limpieza. Esto ha reducido su capacidad para retener agua y nutrientes, lo que afecta directamente su fertilidad. Además, se observan signos de erosión, como la formación de cárcavas y la pérdida de la capa superficial del suelo debido al arrastre generado por las lluvias.

El terreno es de fisiografía colinosa características de la zona de Aucayacu, con pendientes moderadas que favorecen el escurrimiento superficial durante las precipitaciones intensas. Estas condiciones contribuyen a una mayor pérdida de suelo fértil y dificultan su recuperación natural. A pesar de estas limitaciones, el área presenta potencial para la implementación de estrategias de restauración, como la aplicación de compost y la reforestación con especies adecuadas, que pueden mejorar su estructura y fertilidad.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Componentes claves de investigación

a) Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, porque estuvo orientada a utilizar la variable independiente aplicación de compost como una alternativa práctica para mejorar la variable dependiente recuperación del suelo degradado y el crecimiento de *S. dulcis* (Hernández Sampieri et al., 2014).

b) Nivel de investigación

Fue **explicativo**, porque buscó determinar cómo la aplicación de compost influye en la recuperación de suelos degradados y en el crecimiento de *S. dulcis*, estableciendo relaciones de causa y efecto (Hernández Sampieri et al., 2014).

c) Diseño de investigación

El diseño fue experimental y longitudinal, ya que se manipuló la variable independiente (dosis de compost) con el propósito de evaluar su efecto sobre las propiedades físicas y químicas del suelo degradado, mediante la comparación de mediciones realizadas antes y después de la aplicación del tratamiento, específicamente a los 0 y 120 días (Hernández Sampieri et al., 2014).

Para su ejecución, se aplicó un diseño experimental en bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos:

- **T0:** Sin aplicación de compost.
- **T1:** Aplicación de 1000 g de compost por planta.
- **T2:** Aplicación de 1500 g de compost por planta

La parcela de una hectárea (ha) tuvo 9 subparcelas de 900 m² (30 x 30 m) con 100 plantas cada una y 300 plantas por bloque, así como por tratamiento, y 900 plantas de *S. dulcis* en total, con una separación entre parcelas de 6 metros. Esto garantizó la representatividad de los tratamientos en los bloques establecidos y permitió un análisis robusto de los efectos de las diferentes dosis de compost. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANVA) para determinar diferencias significativas entre los tratamientos (Supo & Cavero, 2014).

El modelo matemático para el ANVA es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Observación de la i -ésima tratamiento, j -ésima bloque, k -ésima repetición.

M : Media general del experimento.

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento ($i=1,2,3$: T0, T1, T2).

B_j : Efecto del j -ésimo bloque ($j=1,2,3$).

E_{ijk} : Error experimental asociado con la observación (ijk).

Tabla 2. Modelo del análisis de variancia.

FV	GL	SC	CM	Fc
Tratamientos	$a - 1$	SS_T	$MS_T = SS_T/a-1$	$F_T = MS_T/ MS_E$
Bloques	$b - 1$	SS_B	$MS_B = SS_T/b-1$	$F_B = MS_B/ MS_E$
Error	$(a-1)(b-1)$	SS_E	$MS_E = SS_T/(a-1)(b-1)$	
Total	$n - 1$	SS_{Tot}		

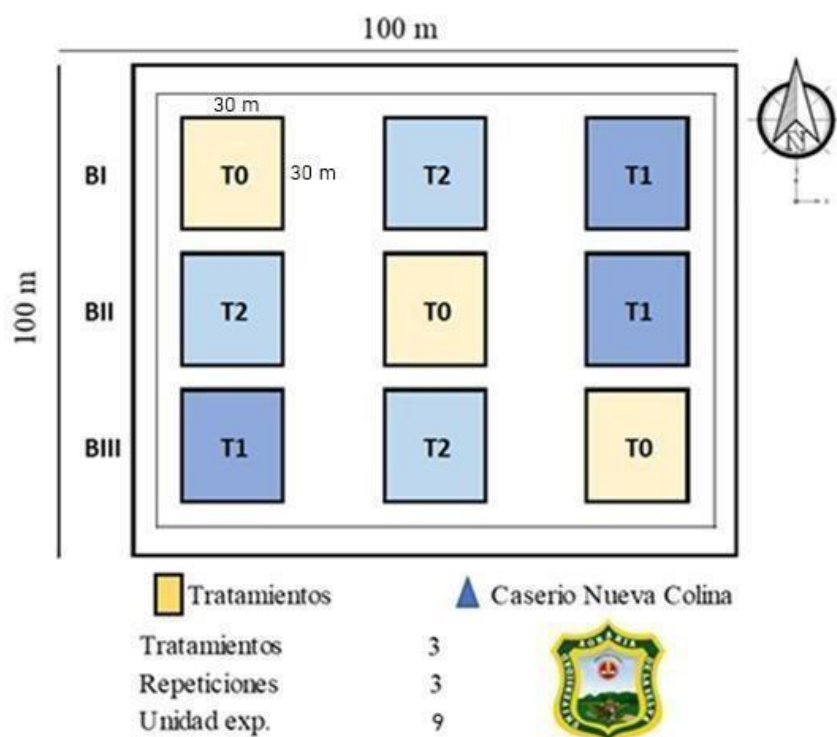


Figura 1. Croquis del campo experimental.

d) Variables de investigación

– **Variable independiente:** Dosis de compost

T0: Sin aplicación de compost.

T1: 1000 g de compost por planta.

T2: 1500 g de compost por planta.

- **Variable dependiente:** Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Así mismo indicadores morfológicos de la adaptación y desarrollo de la especie instalada.
- **Variables de control:** distanciamiento entre plantas (3x3 m), tipo de suelo (suelos degradados de la parcela experimental), condiciones climáticas (naturales del caserío nueva colina) propagación (temperatura, humedad y luz).

e) Población y muestra

La población estuvo constituida por todas las plantas de *Spondias dulcis* que fueron instaladas para la ejecución del estudio en suelos degradados del caserío Nueva Colina, dentro del área experimental de una hectárea, lo que correspondió a un total de 900 plantas.

La muestra estuvo conformada por las 900 plantas de *Spondias dulcis*, ya que se trabajó con la totalidad de las unidades experimentales instaladas, debido a que el tamaño de la población fue finito, accesible y manejable, lo que permitió evaluar de manera directa el efecto de la aplicación de compost sobre la recuperación del suelo degradado y el crecimiento de la especie, conforme a lo señalado por Hernández Sampieri et al. (2014) para estudios experimentales con poblaciones controladas

f) Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Se utilizaron técnicas de medición directa y análisis de laboratorio. En campo, se empleó una cinta métrica para medir la altura de las plantas y un calibrador vernier para determinar el diámetro del tallo. Las muestras de suelo fueron recolectadas con un barreno de muestreo y enviadas al laboratorio para análisis de propiedades como pH, materia orgánica, densidad aparente y capacidad de retención de agua. Los datos fueron organizados en formatos diseñados para el registro sistemático, asegurando la precisión y trazabilidad de la información.

g) Análisis de datos

El análisis de datos incluyó la organización, limpieza y presentación de los resultados mediante tablas y gráficos, facilitando la interpretación de las variables evaluadas en función de los tratamientos aplicados.

3.2.2.2. Determinación del efecto de la aplicación de compost sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo degradado, comparando las condiciones iniciales y finales en parcelas establecidas con *S. dulcis* en el caserío Nueva Colina

a) Reconocimiento y delimitación del área

Se hizo el reconocimiento del área in situ, para luego delimitar una hectárea de terreno, dividiéndola en bloques y parcelas de acuerdo con el diseño experimental establecido. Los puntos de muestreo se distribuyeron estratégicamente en cada parcela para garantizar la representatividad de las muestras, considerando factores como las pendientes y áreas de mayor degradación.

b) Recolección de muestras de suelo antes de la aplicación del compost

Con un barreno de muestreo, se extrajo las muestras de suelo de la capa superficial (0-20 cm), correspondiente a la más activa en términos de nutrientes y actividad biológica. Las muestras recolectadas en cada parcela se homogenizaron para formar una muestra compuesta representativa, etiquetándolas con información del bloque, tratamiento y fecha. Estas muestras se almacenaron en bolsas herméticas y fueron trasladadas al laboratorio para su análisis.

c) Aplicación del compost

Se realizó la aplicación de compost según los tratamientos establecidos: T0 (sin compost), T1 (1000 g de compost por planta) y T2 (1500 g de compost por planta). El compost fue incorporado en el suelo mediante un laboreo superficial que aseguró una distribución uniforme.

d) Recolección de muestras después de la aplicación del compost

A los ciento veinte (120) días después de la aplicación del compost, se repitió el procedimiento de recolección de muestras en los mismos puntos previamente establecidos. Estas muestras también fueron homogenizadas, etiquetadas y enviadas al laboratorio para análisis.

e) Análisis e interpretación de resultados

Los datos se organizaron en una base de datos con bloques, tratamientos e indicadores de parámetros edáficos e indicadores de crecimiento de *S. dulcis*. El análisis se realizó mediante el ANVA y fue necesario realizar la prueba de Duncan al 5 % para comparar tratamientos.

3.2.2.3. Determinación del efecto de la aplicación de compost sobre las propiedades biológicas de un suelo degradado, comparando las condiciones iniciales y finales en parcelas establecidas con *S. dulcis* en el caserío Nueva Colina

a) Recolección de muestras antes de la aplicación del compost

Se realizó el muestreo inicial de macrofauna edáfica en cada parcela correspondiente a los tratamientos T0, T1 y T2. Se empleó el método del monolito TSBF, utilizando un bloque de 25 × 25 cm con una profundidad de 20 cm. En cada parcela de 30 × 30 m se extrajo un monolito representativo, evitando zonas de borde y puntos atípicos. Los organismos presentes fueron recolectados manualmente, contabilizados y pesados para obtener la biomasa fresca. Los valores de densidad y biomasa fueron estandarizados a m² aplicando un factor de 16, garantizando la comparabilidad entre parcelas y tiempos de muestreo.

b) Aplicación del compost

Se aplicaron las dosis correspondientes a cada tratamiento: T0 (sin compost), T1 (1000 g/planta) y T2 (1500 g/planta), incorporando superficialmente la enmienda orgánica:

c) Recolección de muestras después de la aplicación del compost

Transcurridos 120 días, se repitió el muestreo en los mismos puntos, utilizando el mismo método y registrando densidad y biomasa para su comparación con los valores iniciales.

d) Análisis e interpretación de resultados

Los datos fueron organizados en una base de datos con bloques, tratamientos y tiempos (antes y después). Se calculó las diferencias de densidad y biomasa por parcela y tratamiento. El análisis se realizó mediante ANVA y fue necesario realizar la prueba de Duncan al 5 %. La interpretación se hizo en función del incremento de macrofauna como indicador de recuperación biológica del suelo.

3.2.2.4. Evaluación del crecimiento de esquejes de *S. dulcis* bajo diferentes dosis de compost aplicadas en suelos degradados

a) Instalación de plántones a partir de esquejes

Se utilizaron **plántones obtenidos a partir de esquejes** de *S. dulcis*, previamente manejados en vivero durante 3 a 4 meses, seleccionados por uniformidad y buen estado fitosanitario. Estos se instalaron en una parcela de 1 ha dividida en 9 subparcelas de 900 m², con 100 plantas por subparcela, 300 plantas por tratamiento y 900 en total, dejando una separación de 6 m entre parcelas. Se aplicaron tres tratamientos: T0 (sin compost), T1 (1000 g de compost por planta) y T2 (1500 g de compost por planta).

b) Evaluación del crecimiento del rebrote

Durante el periodo de estudio, se realizó solamente la evaluación final, registrando las siguientes variables:

- **Supervivencia:** Número de plantas vivas en cada parcela.
- **Altura del rebrote:** Medida desde la base del tallo hasta el ápice con una cinta métrica.
- **Diámetro del rebrote:** Determinado a 5 cm de la base utilizando un calibrador.
- **Número de hojas del rebrote:** Conteo directo por planta, registrando su variación en cada tratamiento.

c) Recolección de datos finales

Al término del periodo experimental (120 días), se realizaron las mediciones finales en todas las parcelas donde se sembraron 100 plántones por repetición, excluyendo las plantas de borde quedaron 60 plantas para evaluar. Debido al bajo prendimiento, solo se evaluaron las plantas vivas en el área útil.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del efecto de la aplicación de compost sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo degradado, comparando las condiciones iniciales y finales en parcelas establecidas con *S. dulcis* en el caserío Nueva Colina

La aplicación de compost generó mejoras notables en las propiedades físicas y químicas del suelo. Se observaron incrementos en la porosidad, materia orgánica y nutriente, así como un pH más equilibrado, evidenciando un proceso de recuperación del suelo degradado.

4.1.1. Propiedades físicas del suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

La incorporación de compost mejoró significativamente las propiedades físicas del suelo, favoreciendo la porosidad, la estructura y la capacidad de retención de agua. Estos cambios indican una recuperación gradual de la calidad física del suelo degradado.

4.1.1.1. Densidad aparente del suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

El mejor valor de densidad aparente se obtuvo en el tratamiento con 1500 g de compost (T2) alcanzando 0,91 g/cm³ después de la aplicación, lo que representa la mayor reducción de compactación respecto al testigo.

Tabla 3. Valores promedio de la densidad aparente del suelo (g/cm³) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	1,02 ^a	1,02 ^a
1000 g de Compost	T1	0,96 ^b	0,93 ^b
1500 g de Compost	T2	0,93 ^b	0,90 ^c

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

Antes de aplicar compost (Tabla 3), se evidenció que los tratamientos con 1000 g (0,96 g/cm³) y 1500 g (0,93 g/cm³) presentaron valores significativamente menores que el testigo (1.02 g/cm³), lo cual sugiere que incluso en la etapa inicial la enmienda orgánica influye positivamente sobre la estructura física del suelo. Según Pagliai et al. (2014), la incorporación de materia orgánica favorece la formación de agregados estables y esta agregación incrementa la macroporosidad, es decir, el espacio ocupado por aire y agua dentro del suelo, lo que disminuye la compactación.

Este efecto temprano concuerda con lo señalado por Scotti et al. (2015), quienes destacan que el compost maduro genera respuestas rápidas en las propiedades físicas.

Luego de la aplicación, las diferencias se hicieron más marcadas: el compost de 1500 g de aplicación alcanzó 0,90 g/cm³, seguido por el compost de 1000 g de aplicación con 0,93 g/cm³, mientras que el testigo permaneció prácticamente igual (1,02 g/cm³). Esta tendencia refleja un efecto acumulativo del compost sobre la mejora estructural, reduciendo la compactación y aumentando la porosidad funcional (Lal, 2020). De acuerdo con la FAO (2022), en suelos amazónicos degradados, estas mejoras son críticas porque facilitan la penetración radicular, la retención de agua y la aireación, Además, Martínez-Blanco et al. (2018) señalan que estos cambios físicos sostienen la fertilidad y resiliencia del suelo en el tiempo.

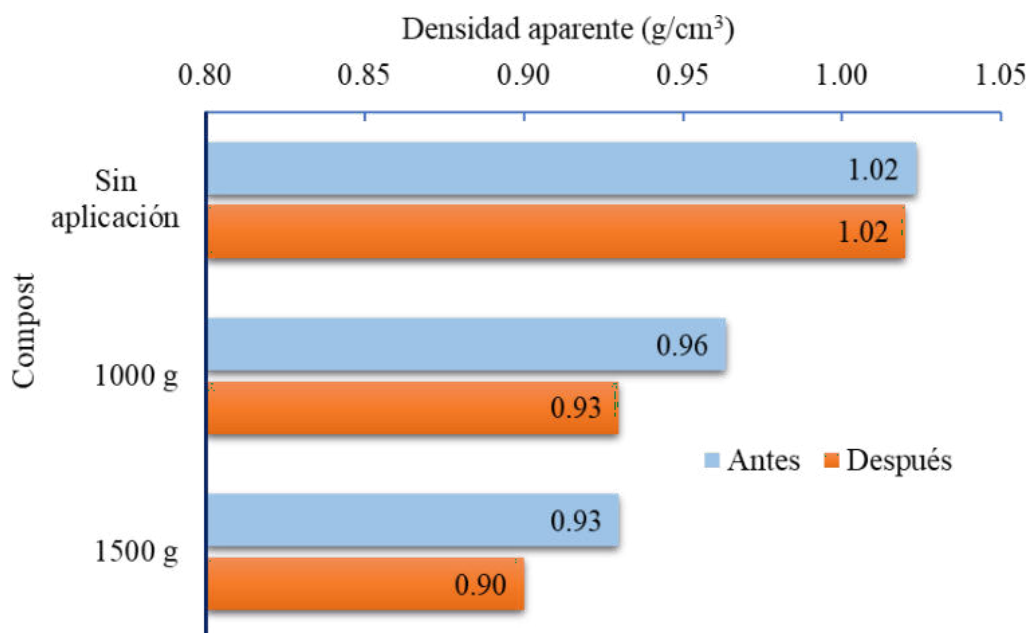


Figura 2. Valores promedio de la densidad aparente del suelo (g/cm³) ante la aplicación de compost en suelos son *S. dulcis*.

Esto refleja (Figura 2) una disminución progresiva de la densidad aparente al aumentar la dosis de compost, destacando claramente al tratamiento de 1500 g como el más favorable. Esta respuesta coincide con la literatura, según Pagliai et al. (2014), la materia orgánica actúa como acondicionador al mejorar la estructura y reducir la compactación en suelos degradados

4.1.1.2. Resistencia a la penetración de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

El mejor valor de resistencia a la penetración se observó en el tratamiento con 1000 g de compost, alcanzando 1,45 kg/cm² después de la aplicación, lo que representa la mayor reducción en comparación con el valor inicial (1,51 kg/cm²) y con el tratamiento sin compost (Tabla 4).

Tabla 4. Valores promedio de la resistencia a la penetración del suelo (kg/cm²) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	1,63 ^a	1,63 ^a
1000 g de Compost	T1	1,51 ^a	1,45 ^a
1500 g de Compost	T2	1,71 ^a	1,59 ^a

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

Antes de la aplicación del compost, los valores de resistencia a la penetración oscilaron entre 1,51 y 1,71 kg/cm², sin diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Este comportamiento inicial sugiere que el suelo presentaba una compactación uniforme en toda el área experimental. De acuerdo con Lal (2020), la resistencia a la penetración es un indicador sensible de la estructura y estabilidad del suelo, especialmente en zonas degradadas. Según Pagliai et al. (2014), los suelos compactados dificultan la aireación, reducen el movimiento de agua y limitan el desarrollo radicular, afectando directamente la productividad agrícola. Scotti et al. (2015) señalan que este tipo de suelos suele responder favorablemente a la incorporación de enmiendas orgánicas que mejoran la cohesión estructural y la porosidad.

Después de aplicar compost, aunque las diferencias no fueron significativas estadísticamente, el tratamiento con 1000 g mostró la menor resistencia a la penetración (1,45 kg/cm²), evidenciando una mejora en la condición física del suelo (Tabla 4). De acuerdo con Pittelkow et al. (2015), la reducción de la resistencia a la penetración está estrechamente vinculada al incremento de poros funcionales, lo que facilita la penetración de raíces y el movimiento del agua.

Según FAO (2022), las enmiendas orgánicas son especialmente eficaces en suelos tropicales degradados, ya que ayudan a aligerar la capa superficial y mejorar la infiltración. Martínez-Blanco et al. (2018) también destacan que la textura mejorada y el aumento de la materia orgánica contribuyen a reducir la resistencia mecánica, incluso cuando las variaciones no alcanzan niveles de significancia estadística.

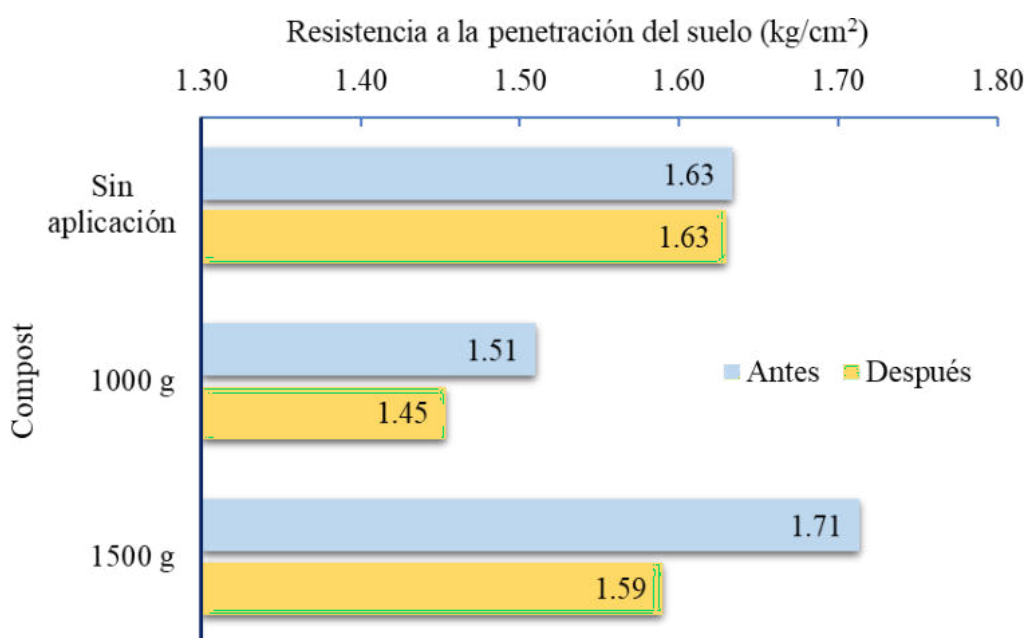


Figura 3. Valores promedio de la resistencia a la penetración del suelo (kg/cm^2) ante la aplicación de compost en suelos con *S. dulcis*.

En conjunto, los resultados reflejan una tendencia a la reducción de la resistencia a la penetración en función de la aplicación de compost, con el valor más bajo en la dosis de 1000 g (Figura 3). De acuerdo con Lal (2015), este tipo de respuesta está directamente relacionada con una estructura más suelta y estable, que favorece el desarrollo radicular. Según Scotti et al. (2015), aun pequeñas disminuciones en la resistencia a la penetración tienen efectos positivos en la dinámica física del suelo. Por lo tanto, aunque no se registraron diferencias estadísticas, la tendencia observada respalda el potencial de las enmiendas orgánicas para mejorar las propiedades físicas en suelos degradados.

4.1.1.3. Porosidad de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

El mayor y a la vez mejor valor de porosidad del suelo se obtuvo en el tratamiento con 1500 g de aplicación de compost, alcanzando 66,03 % después de la aplicación en la parcela con plantación de *S. dulcis*, lo que representa el mejor comportamiento físico del suelo en valores obtenidos con respecto al resto de tratamientos (Tabla 5), indicando que sí hubo efecto en la aplicación de esta enmienda.

Tabla 5. Valores promedio de la porosidad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	61,40 ^a	61,20 ^a
1000 g de Compost	T1	63,63 ^a	64,90 ^b
1500 g de Compost	T2	63,76 ^a	66,03 ^a

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

Antes de la aplicación de compost, la porosidad del suelo varió entre 61,40 % y 63,76 %, sin diferencias significativas entre tratamientos. Este comportamiento inicial refleja un estado estructural uniforme, característico de suelos degradados con limitada aireación y drenaje. De acuerdo con Lal (2020), valores de porosidad moderados en suelos degradados indican compactación persistente que limita el movimiento de agua y oxígeno en la zona radicular. Según Pagliai et al. (2014), la porosidad inicial suele ser baja en estos suelos debido a la pérdida de materia orgánica y la escasa agregación. Esta condición basal sirve como línea de referencia para evaluar el efecto de las enmiendas.

Tras la aplicación de compost, la porosidad se incrementó, especialmente en el tratamiento de 1500 g, que alcanzó 66,03 %, seguido por 1000 g con 64,90 %, mostrando diferencias significativas respecto al testigo (61,20 %) (Tabla 5). Este incremento refleja un mejoramiento estructural sostenido, con mayor espacio poroso disponible. Según FAO (2022), la materia orgánica promueve la formación de agregados estables, lo que se traduce en mayor porosidad efectiva. De acuerdo con Pittelkow et al. (2015), este efecto es clave en zonas tropicales degradadas, ya que mejora la infiltración, reduce escorrentías y favorece el crecimiento de raíces finas. Además, Martínez-Blanco et al. (2018) señalan que el compost, al aumentar la capacidad de retención de humedad y aireación, contribuye a mantener la estructura óptima del suelo a mediano plazo.

Los resultados muestran una relación directa entre la dosis de compost y el aumento de la porosidad del suelo (Figura 4). De acuerdo con Scotti et al. (2015), este patrón de mejora estructural es característico de suelos tratados con enmiendas orgánicas estabilizadas. Según Lal (2015), una mayor porosidad implica un suelo menos denso, más aireado y con mejor capacidad de retención de agua, lo que crea un ambiente más favorable para el desarrollo de *S. dulcis* y procesos ecológicos asociados.

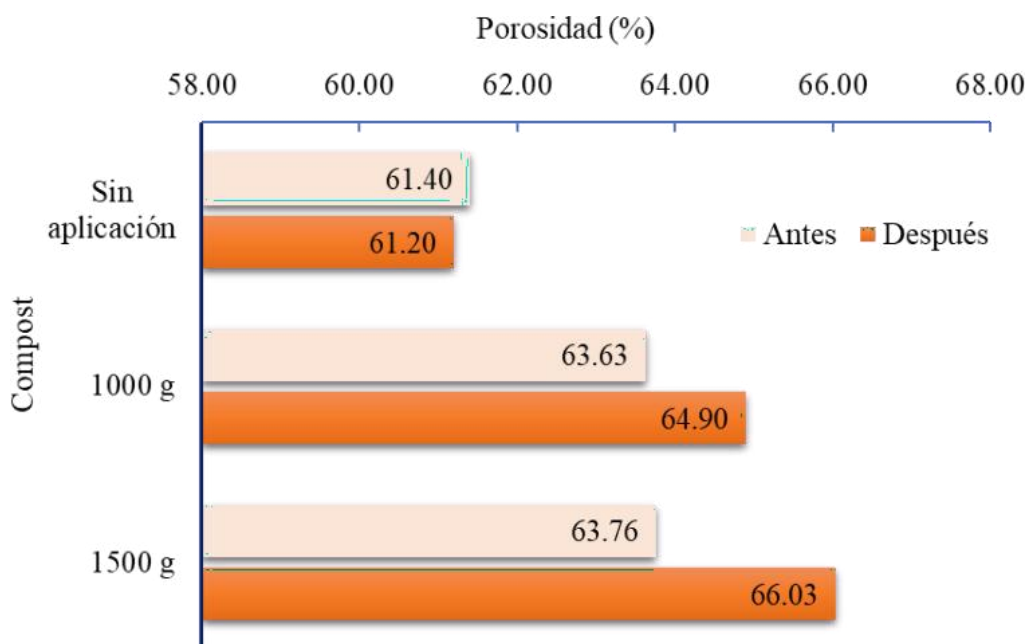


Figura 4. Variación de la porosidad del suelo (%) en función de dosis de compost en parcelas con *S. dulcis*.

4.1.1.4. Infiltración de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

En cuanto a la infiltración del suelo, el mayor valor de se registró en el tratamiento con 1500 g de compost, alcanzando 29,57 mm/h después de la aplicación, lo que evidencia una mejor capacidad de absorción de agua frente a los demás tratamientos que también obtuvieron valores aceptables (Tabla 6).

Tabla 6. Valores promedio de la infiltración del suelo (mm/h) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	22,40 ^c	22,33 ^c
1000 g de Compost	T1	24,93 ^b	27,50 ^b
1500 g de Compost	T2	27,37 ^a	29,57 ^a

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

Antes de aplicar el compost, la infiltración del suelo mostró valores entre 22,40 mm/h y 27,37 mm/h, con diferencias significativas entre tratamientos. Este comportamiento inicial evidencia que, incluso antes de la intervención, la presencia de materia

orgánica incorporada en diferentes dosis ya comenzaba a influir en la conductividad hidráulica y la estabilidad estructural del suelo. De acuerdo con Lal (2020), la infiltración es una de las propiedades físicas más sensibles a cambios en la estructura edáfica, ya que depende directamente de la porosidad funcional y la conectividad entre agregados. Según Pagliai et al. (2014), en suelos degradados la baja infiltración está asociada a compactación, pérdida de agregados y escasa materia orgánica, factores que limitan la disponibilidad hídrica y la aireación. FAO (2022) destaca que la mejora de esta propiedad es clave para recuperar la capacidad productiva y mitigar problemas de escorrentía y erosión.

Después de la aplicación, los valores de infiltración se incrementaron notoriamente, alcanzando 29,57 mm/h en el tratamiento de 1500 g y 27,50 mm/h en 1000 g, mientras que el testigo mantuvo un valor bajo de 22.33 mm/h (Tabla 6). Esto refleja un efecto acumulativo del compost sobre la estabilidad de agregados, la aireación y la conductividad hidráulica del suelo. Según Pittelkow et al. (2015), una mayor infiltración permite un mejor almacenamiento de agua en el perfil y reduce la susceptibilidad a procesos erosivos. De acuerdo con Martínez-Blanco et al. (2018), las enmiendas orgánicas mejoran la estructura y fomentan la continuidad de macroporos, incrementando la capacidad de absorción de agua, un aspecto crucial en zonas tropicales degradadas. Scotti et al. (2015) también resaltan que este cambio mejora el desarrollo radicular y la resiliencia productiva a largo plazo.

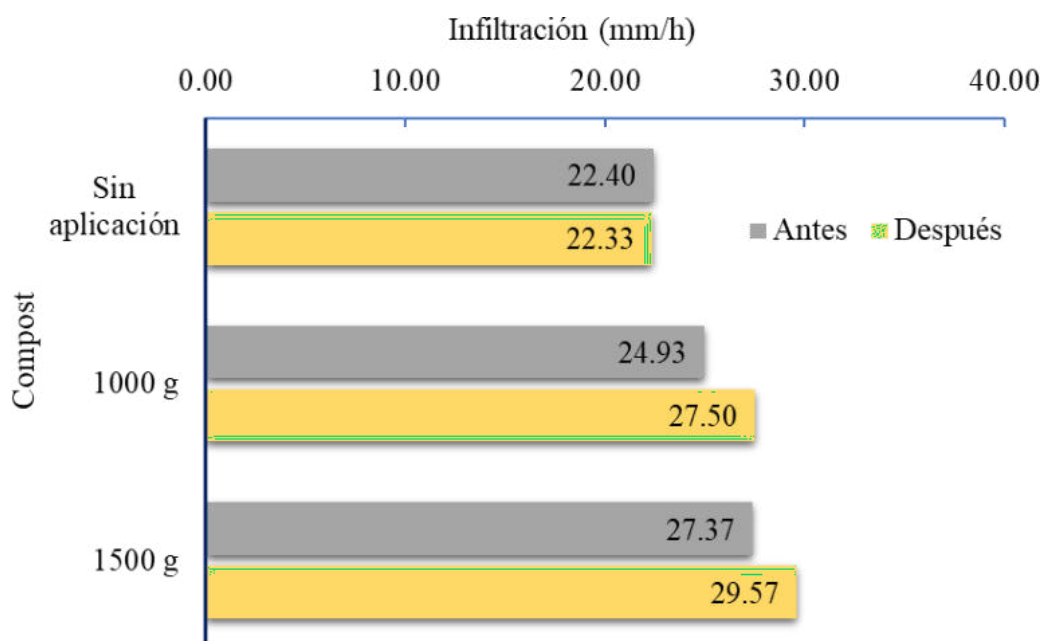


Figura 5. Efecto de la aplicación de compost sobre la infiltración del suelo en un área degradada con la especie *S. dulcis*.

La tendencia observada (Figura 5), evidencia un incremento sostenido de la infiltración conforme aumenta la dosis de compost, destacando al tratamiento de 1500 g como el más eficiente. De acuerdo con Lal (2015), esta relación directa entre materia orgánica e infiltración es característica de suelos en proceso de recuperación, donde se restablecen los poros interconectados y la estabilidad estructural. Según FAO (2022), este tipo de respuesta física no solo mejora la retención de agua, sino que también reduce la escorrentía superficial, contribuyendo a la conservación del suelo y la productividad sostenible.

4.1.1.5. Humedad de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

Los valores de humedad del suelo indican que el mayor valor se obtuvo en el tratamiento con 1500 g de compost, alcanzando 30,47 % después de la aplicación, lo que indica una mayor capacidad de retención hídrica en comparación con las demás dosis y el testigo (Tabla 7).

Tabla 7. Valores promedio de la humedad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	25,23 ^c	25,06 ^c
1000 g de Compost	T1	27,87 ^b	29,17 ^b
1500 g de Compost	T2	29,43 ^a	30,47 ^a

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

Antes de aplicar compost, los valores de humedad oscilaron entre 25,23 % y 29,43 %, con diferencias estadísticas significativas. Este patrón inicial evidencia que incluso antes de la intervención existían efectos residuales de la materia orgánica aplicada sobre la capacidad de almacenamiento de agua. De acuerdo con Montgomery (2017), la humedad del suelo es un indicador clave de funcionalidad edáfica, ya que refleja la interacción entre estructura, porosidad y textura. Según Qadir et al. (2014), en suelos degradados esta propiedad suele ser baja por la escasa estabilidad de agregados y la pérdida de materia orgánica. Zhang et al. (2022) sostienen que la mejora en humedad disponible está directamente vinculada a mayor resiliencia ecológica y productividad sostenible.

Después de la aplicación, la humedad aumentó de manera sostenida en función de la dosis, alcanzando 30,47 % con 1500 g de compost y 29,17 % con

1000 g, mientras que el testigo permaneció prácticamente igual (25,06 %) (Tabla 7). Este incremento se asocia a la mayor retención y disponibilidad de agua en el perfil, favorecida por la incorporación de materia orgánica. Según Mekonnen et al. (2021), los suelos tratados con enmiendas presentan una mayor capacidad de almacenamiento hídrico por la mejora en la estructura y el aumento de macroporos funcionales. Jian et al. (2020) indican que la actividad biológica del suelo también influye en esta propiedad, ya que favorece la formación de agregados estables que retienen agua por más tiempo. Además, Brando et al. (2020) resaltan que en zonas tropicales degradadas este efecto es crucial para sostener procesos de restauración ecológica.

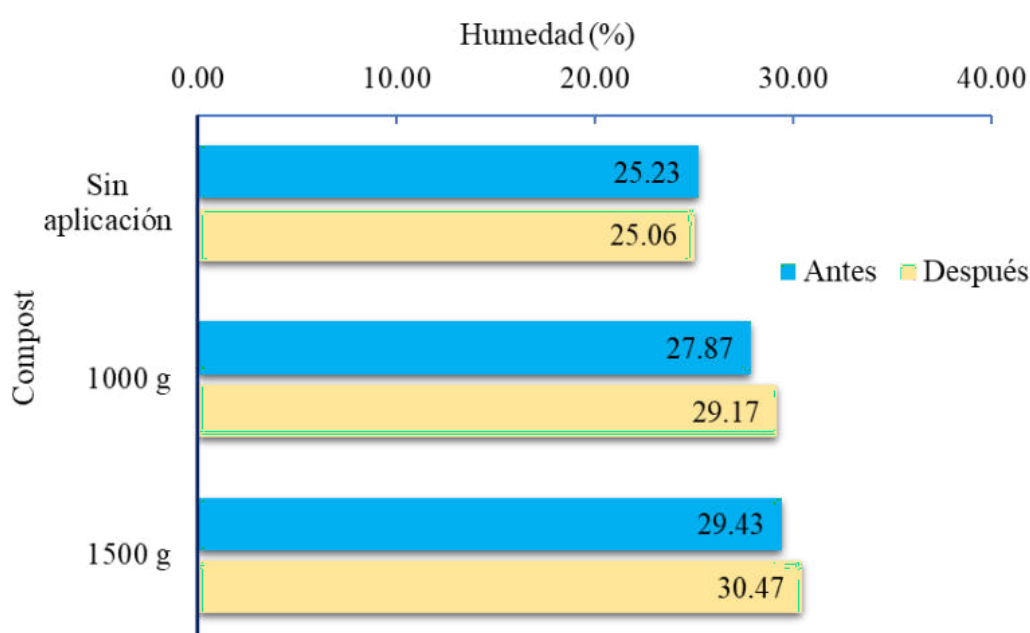


Figura 6. Humedad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en parcelas con *S. dulcis*.

Los resultados evidencian que mayores dosis de compost incrementan significativamente la humedad del suelo (Figura 6). De acuerdo con Zhang et al. (2022), esta respuesta es típica de suelos en proceso de recuperación, donde la incorporación de materia orgánica mejora la estructura, la retención y la disponibilidad de agua. Según Montgomery (2017), este efecto también contribuye a reducir el estrés hídrico en etapas iniciales de crecimiento vegetal, favoreciendo un desarrollo más uniforme y resistente en especies como *S. dulcis*.

4.1.2. Propiedades químicas del suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

La aplicación de compost generó mejoras progresivas en las propiedades químicas del suelo, reflejadas en incrementos en el pH, la disponibilidad de nutrientes y la capacidad de intercambio catiónico. Estos cambios evidencian una recuperación gradual de la fertilidad, condición esencial para restablecer la productividad y funcionalidad ecológica de suelos degradados en ambientes tropicales.

4.1.2.1. pH de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

El mayor valor de pH se obtuvo en los tratamientos con 1000 g y 1500 g de compost, ambos con 4,47 después de la aplicación, evidenciando una tendencia hacia la neutralización de la acidez del suelo en comparación con el testigo (Tabla 8).

Tabla 8. Valores promedio del pH del suelo antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	4,15 ^a	4,16 ^b
1000 g de Compost	T1	4,29 ^a	4,47 ^a
1500 g de Compost	T2	4,19 ^a	4,47 ^a

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

Antes de la aplicación de compost, los valores de pH se ubicaron entre 4,15 y 4,29, reflejando un suelo marcadamente ácido, condición común en ecosistemas tropicales degradados. Este nivel de acidez limita la disponibilidad de nutrientes esenciales y afecta directamente la actividad microbiana y el desarrollo de las raíces. De acuerdo con MINAM (2021), la acidificación es uno de los principales problemas en zonas agrícolas amazónicas, producto del uso intensivo de suelos sin reposición adecuada de materia orgánica. Según Qadir et al. (2014), los suelos ácidos presentan baja capacidad de intercambio catiónico y retienen menos bases intercambiables, mientras que Jian et al. (2020) resaltan que esta condición también reduce la diversidad microbiana y la resiliencia ecológica.

Después de la aplicación, el pH se elevó a 4,47 en los tratamientos de 1000 g y 1500 g, mientras que el testigo permaneció prácticamente sin cambios (4,16) (Tabla 8). Este incremento, aunque no estadísticamente significativo, refleja un efecto estabilizador

del compost sobre la acidez, mejorando ligeramente la disponibilidad de nutrientes. De acuerdo con Mekonnen et al. (2021), la incorporación de materia orgánica amortigua los cambios de acidez y aporta cationes básicos que contribuyen a elevar el pH. En ambientes tropicales donde las lluvias intensas favorecen la lixiviación de bases, reducen su efecto alcalinizante de la enmienda orgánica. Por ello, Lal (2020) señala que los cambios significativos de pH suelen observarse en evaluaciones de mediano a largo plazo.. Brando et al. (2020) añaden que este tipo de respuesta favorece los procesos iniciales de restauración ecológica, al generar un entorno más estable para el crecimiento vegetal.

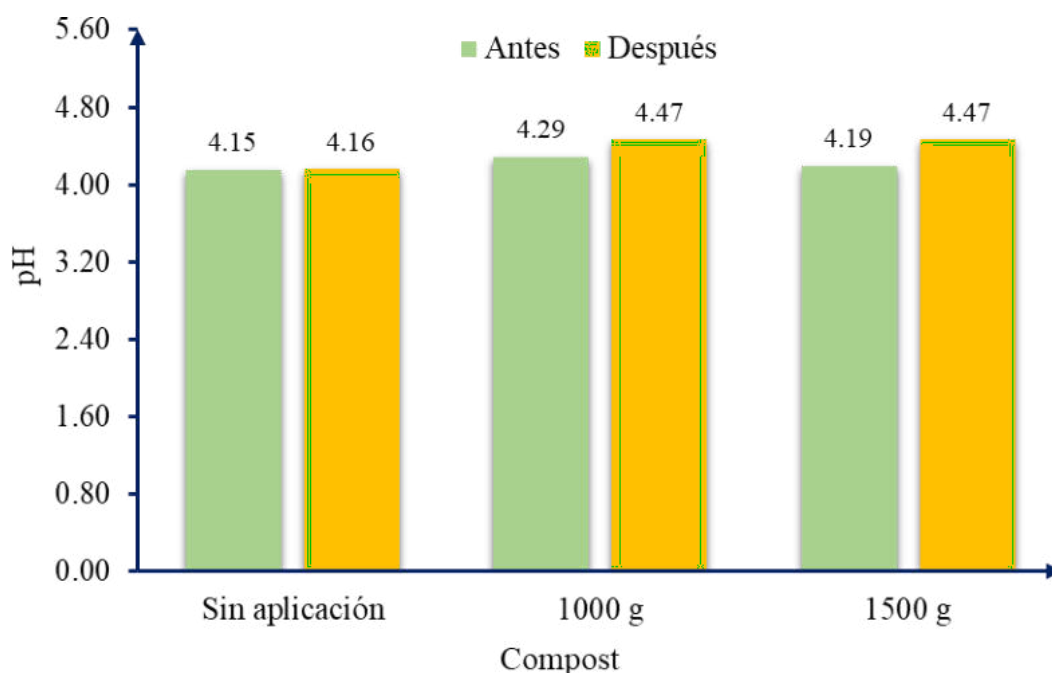


Figura 7. Variación del pH del suelo en función de dosis de compost en parcelas con *S. dulcis*.

Los resultados encontrados evidencian una marcada tendencia positiva en el aumento del pH del suelo conforme se incrementa la dosis de compost (Figura 7). Según Qadir et al. (2014), esta tendencia es típica de suelos en proceso de recuperación donde las enmiendas orgánicas aportan cationes neutralizantes y mejoran la capacidad buffer. Jian et al. (2020) destacan que esta ligera corrección de acidez puede marcar una diferencia importante en la dinámica microbiana y en la eficiencia de absorción de nutrientes en especies como *S. dulcis*, adaptada a condiciones ácidas moderadas.

4.1.2.2. Conductividad eléctrica de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

El valor más bajo de conductividad eléctrica (CE) se mantuvo en el tratamiento con 1500 g de compost, tanto antes como después de la aplicación de esta

enmienda (0,18 dS/m), hecho que refleja un suelo con salinidad mínima y estable a pesar de ser suelos con alta trabajabilidad en cultivos ilícitos (Tabla 9).

Tabla 9. Valores promedio de la conductividad eléctrica del suelo (dS/m) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	0,19 ^a	0,20 ^a
1000 g de Compost	T1	0,18 ^a	0,18 ^a
1500 g de Compost	T2	0,18 ^a	0,19 ^a

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

En la evaluación inicial, los valores de CE fueron uniformes, variando entre 0,18 y 0,19 dS/m, sin diferencias estadísticas entre tratamientos. Esta homogeneidad inicial indica que el suelo presentaba baja concentración de sales solubles, una condición típica en áreas tropicales húmedas con alta lixiviación. De acuerdo con Qadir et al. (2014), valores bajos de CE son comunes en sistemas no salinos y permiten un desarrollo radicular sin restricciones osmóticas. Según MINAM (2021), este tipo de suelos suele ser ácido y con baja reserva de nutrientes, pero no presenta problemas de salinidad, lo cual representa una ventaja para procesos de restauración ecológica. Brando et al. (2020) también señalan que un punto de partida sin exceso de sales permite que las enmiendas orgánicas actúen sin riesgos de salinización.

Después de aplicar compost, los valores de CE se mantuvieron prácticamente estables, con un ligero aumento en el testigo (0,20 dS/m) y sin cambios en el tratamiento de 1000 g (Tabla 9). Este resultado sugiere que la aplicación de compost no generó acumulación de sales, manteniendo la calidad química del suelo dentro de rangos óptimos. Según Mekonnen et al. (2021), las enmiendas orgánicas bien estabilizadas no incrementan la conductividad eléctrica de forma significativa, a diferencia de fertilizantes sintéticos que pueden elevarla rápidamente. De acuerdo con Jian et al. (2020), esta estabilidad es importante porque asegura que la liberación de nutrientes sea gradual, evitando estrés osmótico en las raíces. Además, Zhang et al. (2022) destacan que este tipo de comportamiento es deseable en procesos de recuperación, ya que mejora la fertilidad sin alterar el balance salino.

Se observó que la conductividad eléctrica permaneció baja y estable en todos los tratamientos (Figura 8), resaltando al de 1500 g de compost al tener una

ligera cambio (0,19 dS/m). De acuerdo con Qadir et al. (2014), este comportamiento es indicativo de un manejo adecuado de enmiendas, que evita la salinización y mantiene condiciones favorables para la absorción de nutrientes. Según Jian et al. (2020), esta estabilidad química es clave para que procesos biológicos y radiculares se desarrollen sin interferencias, fortaleciendo la restauración progresiva del suelo degradado.

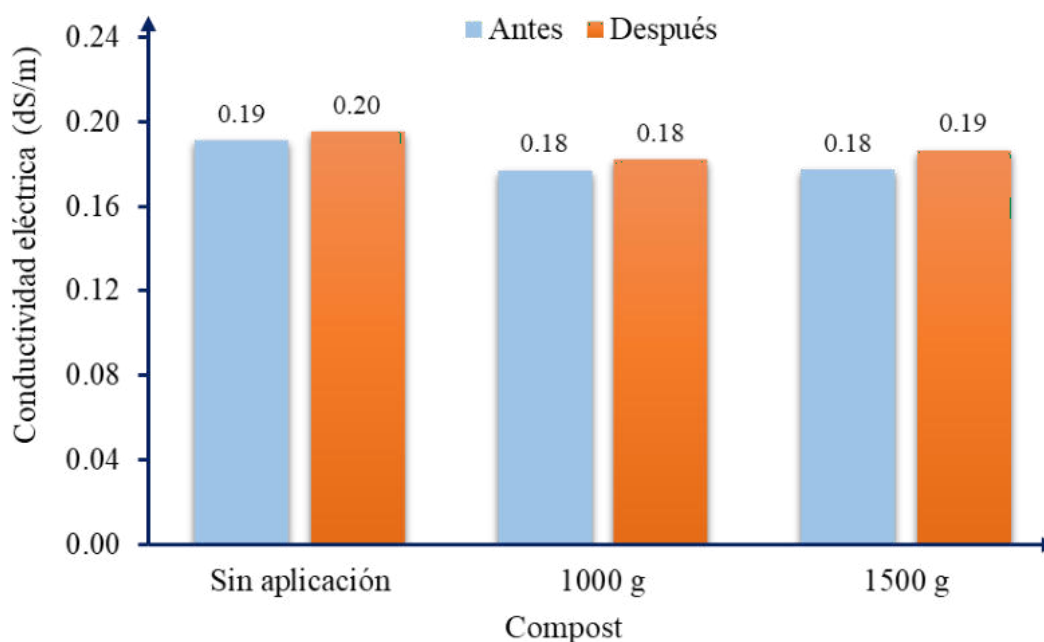


Figura 8. Variación de la conductividad eléctrica del suelo (dS/m) en función de dosis de compost en parcelas con *S. dulcis*.

4.1.2.3. Materia orgánica de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

En resultados obtenidos para la materia orgánica del suelo, el mayor valor después de la aplicación se registró en el tratamiento con 1000 g de compost, alcanzando 1,89 %, lo que evidencia un incremento respecto a su valor inicial y a los demás tratamientos (Tabla 10).

Tabla 10. Valores promedio de la materia orgánica del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	1,56 ^a	1,59 ^a
1000 g de Compost	T1	1,61 ^a	1,89 ^a

1500 g de Compost	T2	1,34 ^a	1,64 ^a
-------------------	----	-------------------	-------------------

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

En la evaluación inicial, el contenido de materia orgánica osciló entre 1,34 % y 1,61 %, sin diferencias estadísticas entre tratamientos. Esto refleja un nivel bajo a moderado de materia orgánica, característico de suelos degradados expuestos a uso intensivo. De acuerdo con Lal (2020), la pérdida de materia orgánica es uno de los primeros signos de degradación edáfica, ya que impacta en la fertilidad, estructura y retención de humedad. Según Eswaran et al. (2001), este deterioro reduce la capacidad de intercambio catiónico y acelera procesos erosivos. Además, Zhang et al. (2022) señalan que suelos con baja materia orgánica muestran menor resiliencia ecológica, limitando el potencial de restauración natural.

Tras la aplicación de compost, se incrementaron los valores de materia orgánica, destacando el tratamiento con 1000 g de compost, que alcanzó 1,89 %, frente a 1,64 % con 1500 g y 1,59 % en el testigo (Tabla 10). Esto sugiere que la dosis moderada permitió una mejor incorporación y estabilización de la materia orgánica. Según FAO (2022), la dinámica de incorporación depende no solo de la cantidad aplicada, sino también de la capacidad de retención y mineralización del suelo. De acuerdo con Jian et al. (2020), el compost mejora la actividad microbiana, acelera la formación de humus y potencia la retención de nutrientes.

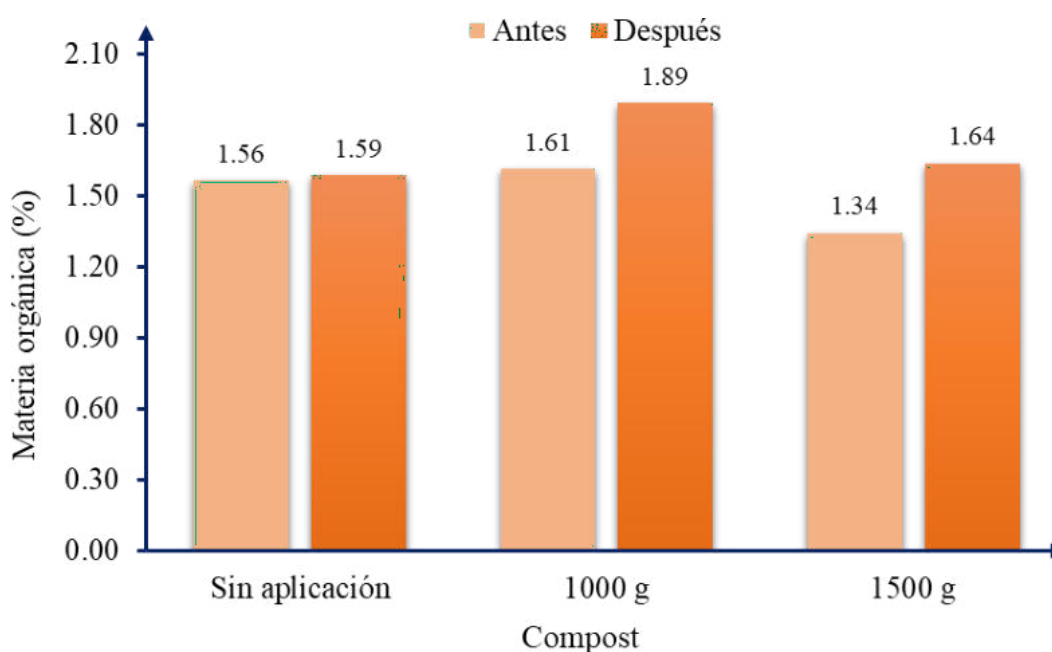


Figura 9. Variación de la materia orgánica del suelo (%) en función de dosis de compost en parcelas con *S. dulcis*.

Se observa un incremento positivo de la materia orgánica tras la aplicación de compost (Figura 9), con un comportamiento destacado en la dosis de 1000 g. De acuerdo con Lal (2015), la adición de enmiendas orgánicas estimula procesos de acumulación de carbono en el suelo, mejorando sus propiedades físicas y químicas. Según Eswaran et al. (2001), estos cambios son fundamentales para romper el ciclo de degradación y restablecer funciones ecosistémicas clave. Este resultado respalda el uso de compost como herramienta eficiente para restaurar la fertilidad en suelos degradados.

4.1.2.4. Carbono orgánico del suelo de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

El mayor valor de carbono orgánico se alcanzó en el tratamiento con 1500 g de compost, con 2,10 % después de la aplicación, lo que representa el mejor desempeño químico frente a los demás tratamientos (Tabla 11).

Tabla 11. Valores promedio del carbono orgánico del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	1,79 ^a	1,79 ^a
1000 g de Compost	T1	1,83 ^a	1,93 ^a
1500 g de Compost	T2	1,91 ^a	2,10 ^a

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

En la evaluación inicial, los valores de carbono orgánico fueron relativamente homogéneos, entre 1,79 % y 1,91 %, sin diferencias significativas. Estos niveles bajos son característicos de suelos degradados con pérdida de materia orgánica por deforestación, erosión y uso agrícola intensivo. Según Eswaran et al. (2001), la disminución del carbono orgánico constituye un indicador temprano de deterioro edáfico, ya que compromete la fertilidad, la retención de agua y la actividad microbiana. De acuerdo con Zhang et al. (2022), los suelos con bajo carbono presentan menor resiliencia ecológica y requieren intervenciones activas para revertir su degradación.

Después de aplicar compost, el contenido de carbono orgánico aumentó en todos los tratamientos, destacando la dosis de 1500 g, que alcanzó 2,10 %, seguida de 1000 g con 1,93 %, mientras que el testigo se mantuvo sin cambios (1,79 %) (Tabla 11). Este resultado confirma que mayores dosis favorecen una mayor acumulación de carbono, lo

que contribuye a mejorar la calidad química del suelo. De acuerdo con Lal (2020), el compost constituye una fuente importante de carbono estable, lo que incrementa la capacidad de intercambio catiónico y mejora la estructura. Qadir et al. (2014) resaltan que este aumento en carbono disponible mejora la retención de nutrientes, mientras que Jian et al. (2020) indican que también estimula la actividad microbiana, clave para los procesos de restauración.

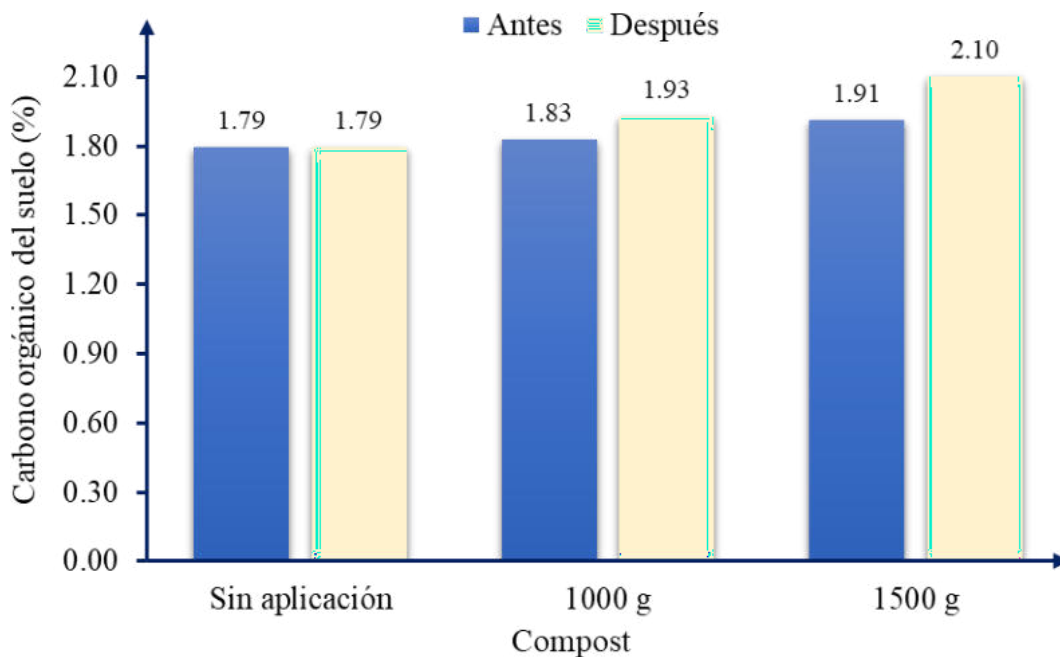


Figura 10. Variación del carbono orgánico del suelo (%) en función de dosis de compost en parcelas con *S. dulcis*.

Los resultados muestran una relación directa entre la dosis de compost y el incremento de carbono orgánico (Figura 10), lo que confirma su rol como indicador sensible de recuperación del suelo. Según Lal (2015), este aumento es crucial porque impulsa cambios físicos, químicos y biológicos que sostienen la fertilidad. Eswaran et al. (2001) destacan que la acumulación de carbono mejora la capacidad del suelo para almacenar nutrientes y agua, fortaleciendo la resiliencia ecológica de sistemas degradados.

4.1.2.5. Nitrógeno total de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

Entre los tratamientos evaluados, la aplicación de 1500 g de compost destacó al alcanzar 0,16 % de nitrógeno total, superando ligeramente los valores observados en el testigo y en la dosis intermedia (Tabla 12).

Tabla 12. Valores promedio del nitrógeno total del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	0,14 ^a	0,15 ^a
1000 g de Compost	T1	0,14 ^a	0,15 ^a
1500 g de Compost	T2	0,15 ^a	0,16 ^a

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

En la evaluación inicial, el contenido de nitrógeno total fue muy bajo, con valores entre 0,14 % y 0,15 %, sin diferencias estadísticas significativas. Este comportamiento es típico de suelos tropicales degradados, donde la mineralización acelerada y la escasa cobertura vegetal limitan la retención de nutrientes. De acuerdo con Montgomery (2017), estos niveles bajos reflejan una pérdida sostenida de fertilidad asociada a la erosión y la falta de aportes orgánicos. Según Mekonnen et al. (2021), la deficiencia de nitrógeno afecta directamente la productividad de cultivos y la actividad microbiana, reduciendo la capacidad del suelo para sostener procesos ecológicos. Jian et al. (2020) agregan que esta condición también debilita la capacidad de respuesta de los ecosistemas a acciones de restauración.

Luego de aplicar compost, el contenido de nitrógeno total mostró un ligero incremento en todos los tratamientos, destacando la dosis de 1500 g con 0,16 %, mientras que el testigo y la dosis de 1000 g alcanzaron 0,15 % (Tabla 12). Aunque las diferencias no fueron significativas, este aumento sugiere que el compost aportó nitrógeno disponible al sistema edáfico. De acuerdo con Lal (2020), las enmiendas orgánicas contribuyen a mejorar el balance nitrogenado a través de la liberación gradual de compuestos orgánicos. Zhang et al. (2022) sostienen que pequeñas variaciones en esta propiedad son relevantes en suelos con baja fertilidad, mientras que FAO (2022) destaca que este nutriente es determinante para la recuperación funcional de suelos degradados.

En conjunto (Figura 11) se evidencia una tendencia ascendente del nitrógeno total con el aumento de la dosis de compost, resaltando el tratamiento de 1500 g como el de mayor respuesta. Según Mekonnen et al. (2021), estos incrementos iniciales representan una base importante para la fertilidad futura del suelo. Montgomery (2017) añade que la recuperación nitrogenada permite restablecer procesos ecológicos esenciales, como la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo vegetal.

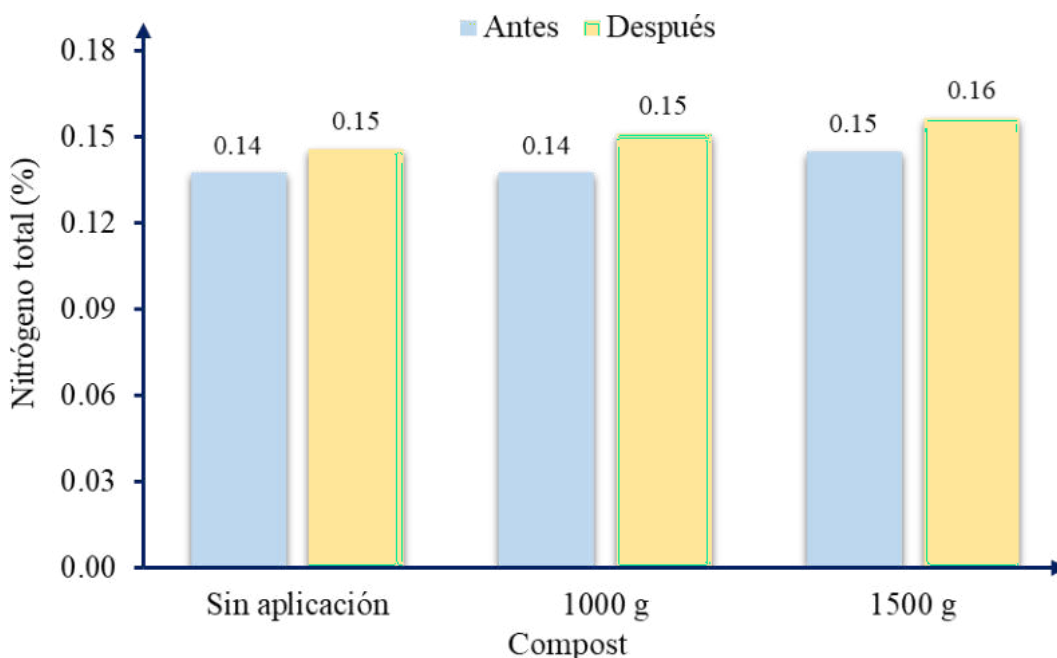


Figura 11. Tendencia del nitrógeno total del suelo en función de dosis de compost en parcelas con *S. dulcis*.

4.1.2.6. Fosforo de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

Entre los tratamientos evaluados, la aplicación de 1500 g de compost mostró el mayor valor de fósforo disponible, alcanzando 3,67 ppm después de la aplicación, con una diferencia ligera pero positiva respecto al resto de tratamientos (Tabla 13).

Tabla 13. Valores promedio del fósforo del suelo (ppm) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	3,17 ^a	3,22 ^a
1000 g de Compost	T1	2,70 ^a	3,27 ^a
1500 g de Compost	T2	2,79 ^a	3,67 ^a

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

Al inicio, el contenido de fósforo fue bajo y bastante homogéneo, con valores entre 2,70 y 3,17 ppm, sin diferencias estadísticas significativas. Esta condición inicial es típica de suelos ácidos degradados, donde el fósforo suele estar inmovilizado por fijación en compuestos de hierro y aluminio.

De acuerdo con Qadir et al. (2014), en este tipo de suelos gran parte del fósforo no está disponible para las plantas, lo que limita la productividad agrícola. Según MINAM (2021), este déficit de fósforo es frecuente en zonas amazónicas intervenidas, agravado por la erosión y la falta de reposición de nutrientes. Jian et al. (2020) añaden que la baja disponibilidad inicial también repercute en la actividad microbiana y la eficiencia en el uso de nutrientes.

Después de aplicar compost, se observó un aumento moderado en los niveles de fósforo, con 3,67 ppm para la dosis de 1500 g 327 ppm para 1000 g y 3,22 ppm en el testigo (Tabla 13). Si bien las diferencias no son estadísticamente significativas, la tendencia indica que el compost contribuyó a liberar fósforo de manera gradual, mejorando su disponibilidad. De acuerdo con Lal (2020), la materia orgánica favorece la desorción y mineralización de fósforo, incrementando su movilidad en el suelo. Según Mekonnen et al. (2021), esta mejora, aunque leve, puede ser determinante en suelos pobres en nutrientes, al optimizar las condiciones para el desarrollo radicular y la actividad enzimática.

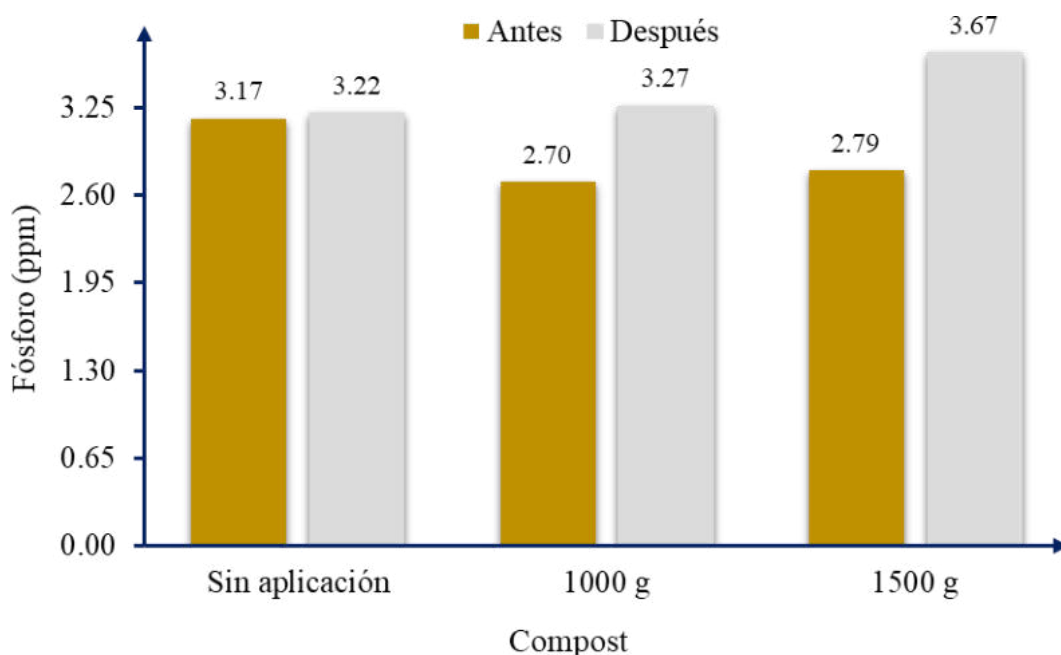


Figura 12. Incremento del fósforo disponible en el suelo (ppm) en función de dosis de compost en parcelas con *S. dulcis*.

Se observa un incremento progresivo del fósforo con la aplicación de compost (Figura 12), destacando la dosis de 1500 g como la de mayor respuesta. Según Jian et al. (2020), esta tendencia es típica de suelos que comienzan un proceso de recuperación química, donde la enmienda orgánica actúa como fuente lenta y estable de nutrientes. Qadir et al. (2014) subrayan que estas pequeñas variaciones iniciales tienen un efecto

acumulativo a mediano plazo, mejorando la disponibilidad de fósforo y contribuyendo a la sostenibilidad del sistema.

4.1.2.7. Potasio de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

El tratamiento con 1000 g de compost alcanzó el mayor valor de potasio después de la aplicación, con 101,50 ppm, superando ligeramente al tratamiento con 1500 g (96,67 ppm) y al testigo (57,02 ppm) (Tabla 14).

Tabla 14. Valores promedio del potasio del suelo (ppm) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	56,86 ^a	57,02 ^a
1000 g de Compost	T1	96,17 ^a	101,50 ^a
1500 g de Compost	T2	90,18 ^a	96,67 ^a

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

Antes de la aplicación de compost, los valores de potasio oscilaron entre 56,86 ppm y 96,17 ppm, evidenciando una distribución desigual entre tratamientos, aunque sin diferencias estadísticas. Esta variabilidad inicial refleja las condiciones propias de un suelo degradado, donde la retención y disponibilidad de cationes suele estar comprometida por procesos de lixiviación y baja capacidad de intercambio. De acuerdo con Qadir et al. (2014), este comportamiento es común en zonas tropicales, donde las lluvias intensas favorecen la pérdida de potasio. Según Montgomery (2017), este elemento suele disminuir rápidamente cuando no existen aportes orgánicos constantes, lo que explica las diferencias iniciales observadas.

Posteriormente, tras la aplicación de compost, se registró un aumento claro en el potasio, alcanzando 101,50 ppm con la dosis de 1000 g, seguido de 96,67 ppm con 1500 g y 57,02 ppm en el testigo (Tabla 14). Si bien no hubo diferencias significativas, esta tendencia revela que la adición moderada de compost favoreció una mayor disponibilidad de potasio, probablemente por una liberación gradual de nutrientes.

Según Jian et al. (2020), este macronutriente responde bien a enmiendas orgánicas por su movilidad y facilidad de intercambio. Zhang et al. (2022) agregan que, en suelos ácidos y degradados, la mejora en potasio disponible tiene un impacto directo sobre el crecimiento vegetal y la fertilidad química a corto plazo.

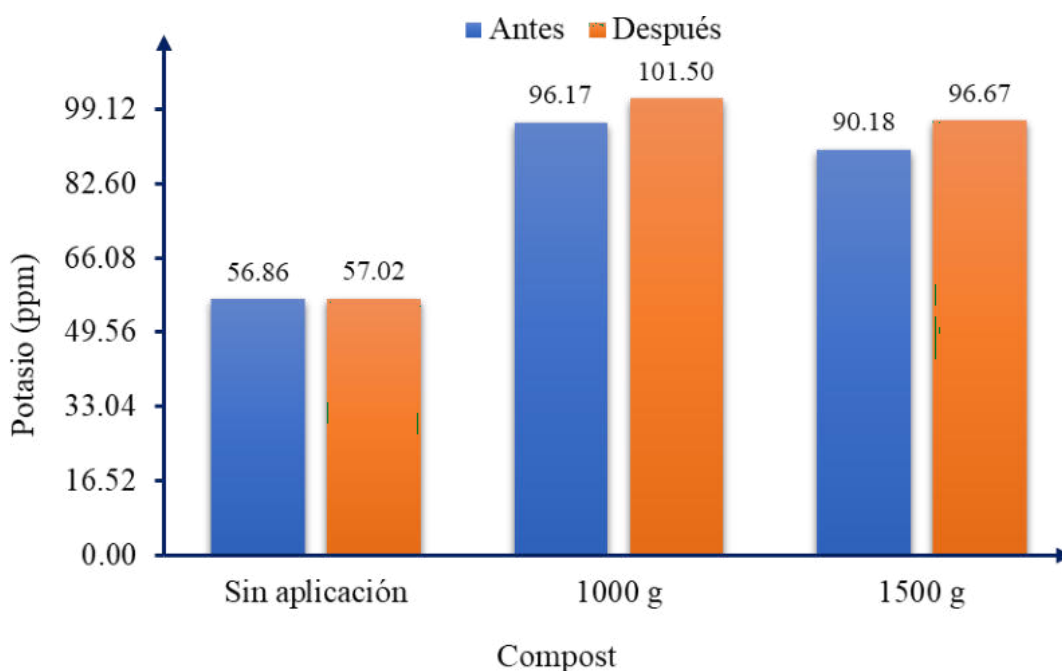


Figura 13. Disponibilidad de potasio del suelo (ppm) en función de dosis de compost en parcelas con *S. dulcis*.

Se observa claramente un patrón ascendente en la disponibilidad de potasio tras la aplicación de compost, destacando el tratamiento con 1000 g como el de mejor respuesta. De acuerdo con Montgomery (2017), este tipo de comportamiento es propio de suelos en proceso de recuperación donde el compost actúa como fuente progresiva de cationes. Jian et al. (2020) sostienen que esta mejora temprana en potasio es estratégica para fortalecer la fertilidad inicial, especialmente en sistemas tropicales con alta lixiviación.

4.1.2.8. Potasio cambiante de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

El mayor valor de potasio cambiante se observó en el tratamiento con 1000 g de aplicación de la enmienda compost, el cual alcanzó 0,26 Cmol(+)/kg después de la aplicación, frente a 0,25 Cmol(+)/kg con 1500 g y 0,16 Cmol(+)/kg en el tratamiento testigo que es sin aplicación (Tabla 15).

Tabla 15. Valores promedio del potasio cambiabile del suelo (Cmol(+)/kg) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	0,15 ^a	0,16 ^a
1000 g de Compost	T1	0,25 ^a	0,26 ^a
1500 g de Compost	T2	0,23 ^a	0,25 ^a

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

En la evaluación inicial, los valores de potasio cambiabile oscilaron entre 0,15 y 0,25 Cmol(+)/kg, sin diferencias estadísticas significativas. Este comportamiento inicial es representativo de suelos tropicales degradados, donde la capacidad de retener cationes intercambiables se ve reducida por la pérdida de materia orgánica y la acidez. De acuerdo con Qadir et al. (2014), en suelos con baja capacidad de intercambio catiónico, el potasio cambiabile tiende a lixiviarse fácilmente, reduciendo su disponibilidad. Según MINAM (2021), esta condición es común en zonas amazónicas sometidas a uso intensivo, lo que limita la fertilidad a mediano plazo.

Después de aplicar compost, el potasio cambiabile mostró un aumento moderado, destacando la dosis de 1000 g con 0,26 Cmol(+)/kg, seguida de 1500 g con 0,25 Cmol(+)/kg, mientras que el testigo permaneció casi sin variación (0,16 Cmol(+)/kg) (Tabla 15). Esta tendencia indica que el compost contribuyó a fortalecer la reserva de cationes intercambiables en el suelo. De acuerdo con Jian et al. (2020), este incremento se debe a la liberación gradual de nutrientes provenientes de la descomposición de la materia orgánica. Zhang et al. (2022) destacan que estas mejoras iniciales en potasio intercambiable tienen un impacto importante en la fertilidad efectiva, al facilitar la disponibilidad para las plantas en etapas tempranas de recuperación.

Como se aprecia (Figura 14), la dosis de 1000 g de compost generó la mayor respuesta en potasio cambiabile, evidenciando una relación positiva entre la aplicación de materia orgánica y la mejora de esta propiedad química. Según Montgomery (2017), este tipo de respuesta refleja un fortalecimiento de la reserva de nutrientes a nivel de complejo de intercambio. Jian et al. (2020) resaltan que este aporte progresivo es clave para sostener la fertilidad sin depender de insumos sintéticos, consolidando la recuperación del suelo degradado.

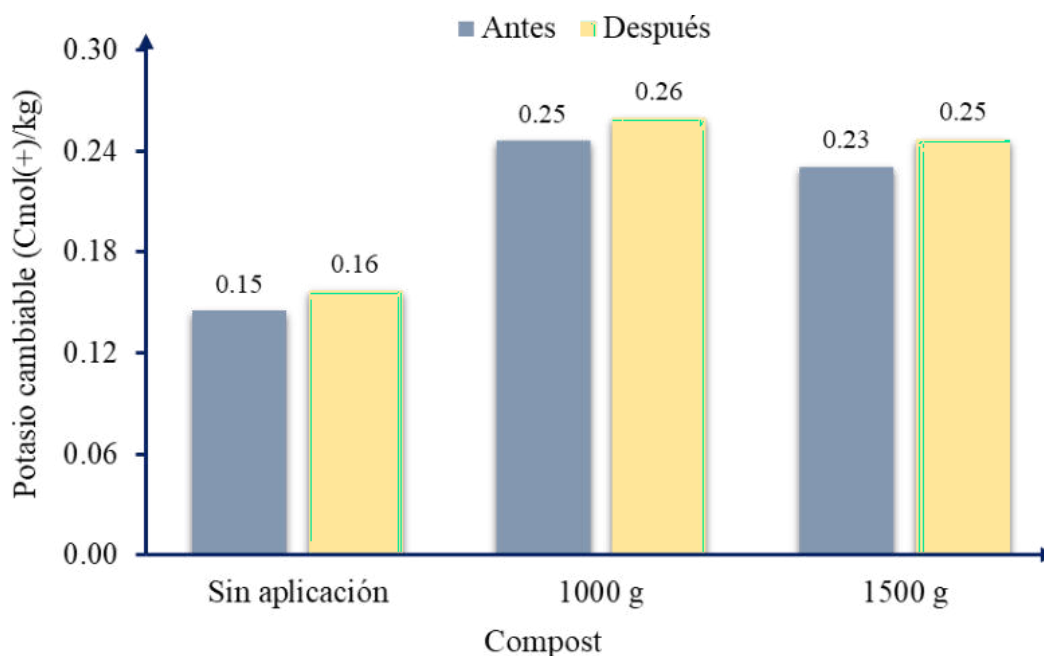


Figura 14. Variación del potasio cambiabile del suelo (Cmol(+)/kg) en función de dosis de compost en parcelas con *S. dulcis*.

4.1.2.9. Capacidad de intercambio catiónico equivalente de un suelo degradado con aplicación de compost en parcelas de *S. dulcis*

La mayor capacidad de intercambio catiónico equivalente se registró en el tratamiento con 1000 g de compost, alcanzando 4,40 Cmol(+)/kg después de la aplicación, lo que representa un incremento notable frente a las demás dosis y al testigo (Tabla 16).

Tabla 16. Valores promedio de la capacidad de intercambio catiónico equivalente (Cmol(+)/kg) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Tratamientos	Código	Evaluaciones	
		Antes	Después
Sin aplicación	T0	3,68 ^a	3,70 ^a
1000 g de Compost	T1	4,07 ^a	4,40 ^a
1500 g de Compost	T2	3,83 ^a	4,23 ^a

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

En la evaluación inicial, los valores de capacidad de intercambio catiónico (CICE) variaron entre 3,68 y 4,07 Cmol(+)/kg, sin diferencias significativas entre

tratamientos. Estos valores relativamente bajos reflejan una limitada reserva de bases intercambiables, típica de suelos tropicales ácidos y degradados. De acuerdo con Qadir et al. (2014), esta condición reduce la retención de nutrientes y aumenta su susceptibilidad a la lixiviación. Según MINAM (2021), la pérdida progresiva de materia orgánica y la baja fertilidad natural de muchos suelos amazónicos afectan directamente la CICE, reduciendo su capacidad de respuesta ante prácticas agrícolas convencionales.

Tras la aplicación de compost, la CICE mostró una mejora sostenida, con un valor máximo de 4,40 Cmol(+)/kg en la dosis de 1000 g, seguido de 4,23 Cmol(+)/kg con 1500 g y 3,70 Cmol(+)/kg en el testigo (Tabla 16). Este resultado indica que el compost incrementó la capacidad de retención y disponibilidad de nutrientes, mejorando la calidad química del suelo. Según Lal (2020), el aumento en la CICE está directamente relacionado con el contenido de materia orgánica, ya que ésta aporta sitios activos de intercambio. Jian et al. (2020) añaden que una CICE más alta favorece la eficiencia en la absorción de nutrientes por las raíces, mientras que Mekonnen et al. (2021) destacan su importancia para mantener la fertilidad a largo plazo en suelos tropicales.

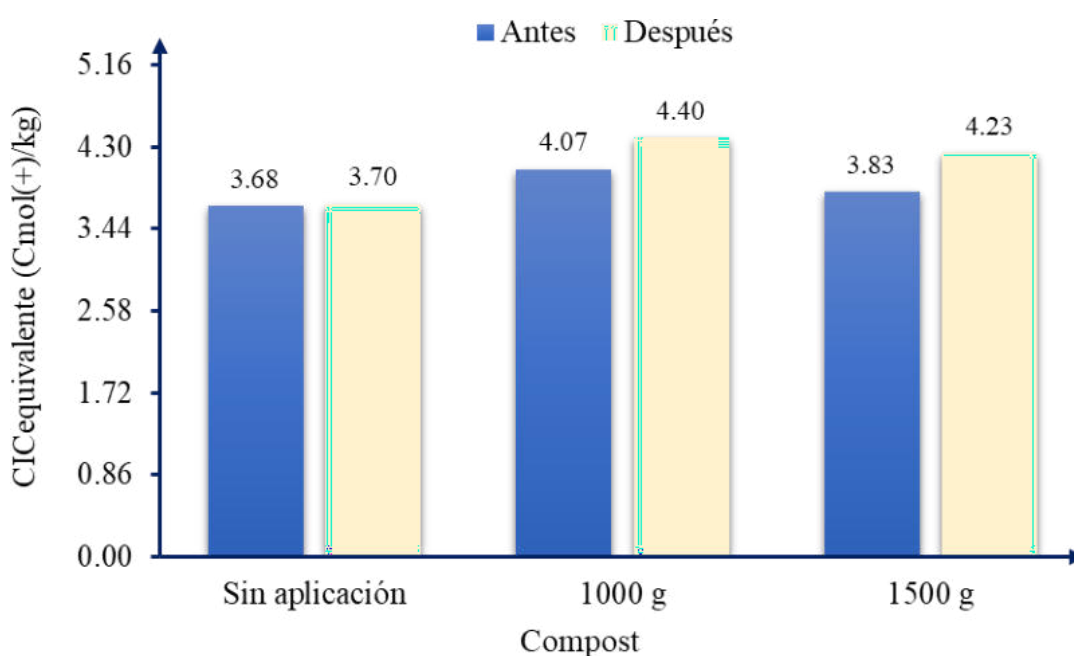


Figura 15. Efecto de la aplicación de compost sobre la capacidad de intercambio catiónico equivalente (Cmol(+)/kg) en parcelas con *S. dulcis*.

Se observa (Figura 15) con claridad la tendencia ascendente de la CICE en función de la dosis de compost, resaltando la dosis intermedia de 1000 g como la más eficiente para esta propiedad. De acuerdo con Montgomery (2017), este tipo de respuesta refleja

un mejoramiento estructural y químico integral, ya que la materia orgánica actúa como un reservorio de cationes. Jian et al. (2020) sostienen que este incremento fortalece la fertilidad base del suelo, creando condiciones más estables para procesos de restauración y producción sostenible.

4.2. Determinación del efecto de la aplicación de compost sobre las propiedades biológicas de un suelo degradado, comparando las condiciones iniciales y finales en parcelas establecidas con *S. dulcis* en el caserío Nueva Colina

Los resultados muestran un aumento en la abundancia y riqueza de macrofauna edáfica tras la aplicación de compost en parcelas con *S. dulcis*. Este incremento fue más evidente en el tratamiento con 1500 g, indicando una mejora en las condiciones biológicas del suelo.

4.2.1. Propiedades biológicas del suelo antes de la aplicación de compost en parcelas con *S. dulcis*

Se aprecia (Tabla 17) que la mayor abundancia y biomasa de macrofauna edáfica antes de la aplicación de compost se presentó en el tratamiento con 1500 g, destacando especialmente *Pontoscolex corethrurus* (lombrices), seguido de Isóptera y Coleóptera. Estos grupos fueron los principales indicadores biológicos de actividad en el suelo degradado.

Tabla 17. Abundancia y biomasa de macrofauna edáfica por taxón y tratamiento en *S. dulcis* antes de la aplicación de compost.

Taxón / Morfotipo	Tratamientos					
	Sin aplicación		1000 g		1500 g	
	Ind. (N°)	Peso (g)	Ind. (N°)	Peso (g)	Ind. (N°)	Peso (g)
Oligochaeta (<i>P. corethrurus</i>)	12	2,18	14	2,52	16	2,70
Isóptera (termitas)	5	0,50	7	0,66	8	0,72
Isópoda	2	0,15	3	0,29	3	0,29
Himenóptera (hormigas)	5	0,30	5	0,32	7	0,39
Coleóptera (larvas)	2	0,43	4	0,78	4	0,81
Chilópoda	1	0,15	2	0,24	1	0,14
Aránea	1	0,12	1	0,10	2	0,22
Diplópodo	1	0,14	1	0,12	1	0,15
Dermáptera (tijeretas)	0	0,00	1	0,09	1	0,08
Hemíptera	0	0,00	0	0,00	1	0,11

Ind. Individuos

El mayor número de individuos se registró en *P. corethrurus* con 16 individuos y 2,70 g de biomasa en el tratamiento con 1500 g de compost (Tabla 17), superando al tratamiento de 1000 g y al control. Este predominio evidencia que, incluso antes de la intervención completa, la mayor dosis generó condiciones iniciales más favorables para la actividad biológica del suelo. De acuerdo con Lal (2020), la abundancia de lombrices es un indicador sensible de cambios en la calidad del hábitat edáfico, especialmente en sistemas degradados.

Asimismo, los grupos Isóptera y Himenóptera también mostraron incrementos progresivos con la dosis de compost, alcanzando sus mayores valores en el tratamiento de 1500 g. Este comportamiento sugiere que la macrofauna responde incluso a pequeñas mejoras iniciales en la estructura y contenido orgánico del suelo. Según Benedetti et al. (2017), la disponibilidad de materia orgánica y humedad influye directamente en la riqueza y abundancia de la fauna edáfica, permitiendo que grupos detritívoros y constructores de galerías prosperen en estos ambientes.

Tabla 18. Macrofauna edáfica antes de la aplicación de compost en parcelas con *S. dulcis*, según tratamiento, expresada como valores medios.

Tratamiento	Código	Taxones (N°)	Individuos (N°)	Biomasa total (g)	Taxones dominantes
Sin aplicación	T0	8	29	3,97	Oligochaeta, Isóptera
1000 g Compost	T1	9	38	5,12	Oligochaeta, Isóptera, Coleóptera
1500 g compost	T2	10	44	5,61	Oligochaeta, Isóptera, Coleóptera

La mayor riqueza y abundancia de macrofauna edáfica se registró en el tratamiento con 1500 g de compost, alcanzando 10 taxones, 44 individuos y una biomasa total de 5,61 g (Tabla 18). Este resultado evidencia que, incluso en la etapa previa a la aplicación efectiva del compost, la dosis más alta generó condiciones iniciales más favorables para la presencia de organismos edáficos. De acuerdo con Lal (2020), la abundancia de lombrices y otros macroinvertebrados responde de manera temprana a mejoras en la disponibilidad de materia orgánica y humedad, reflejando cambios en la calidad biológica del suelo.

Asimismo, los tratamientos con 1000 g y 1500 g presentaron una composición taxonómica más diversa que el control, destacando principalmente Oligochaeta e Isóptera como grupos dominantes. Este patrón concuerda con lo señalado por Pagliai et al. (2014), quienes sostienen que la riqueza inicial de macrofauna es un indicador sensible de procesos de recuperación ecológica. Según Benedetti et al. (2017), la presencia y abundancia de taxones detritívoros y constructores de galerías son clave para mejorar la estructura y funcionalidad del suelo.

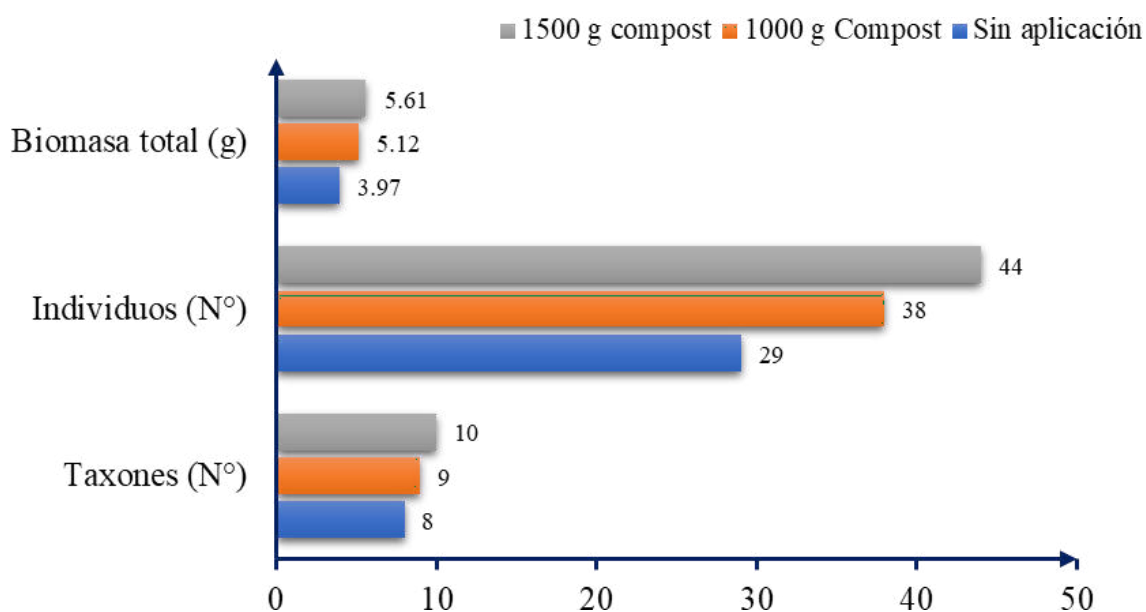


Figura 16. Abundancia de macrofauna edáfica por taxón antes de la aplicación de compost en parcelas con *S. dulcis*.

Se observa la tendencia, mostrando el predominio de *P. corethrurus* en los tres tratamientos, especialmente en el de 1500 g, seguido de Isóptera e Himenóptera. Este patrón de incremento progresivo respalda la relación directa entre la dosis de compost aplicada y la mejora en las condiciones biológicas iniciales del suelo, como también destaca Zhang et al. (2022) al señalar que la macrofauna responde rápidamente a cambios en la disponibilidad de recursos.

4.2.2. Propiedades biológicas del suelo después de la aplicación de compost en parcelas con *S. dulcis*

La aplicación de compost generó un incremento notable en la abundancia y biomasa de la macrofauna edáfica, destacando el tratamiento con 1500 g como el de mejor respuesta biológica (Tabla 19).

Tabla 19. Abundancia y biomasa de macrofauna edáfica por taxón y tratamiento en *S. dulcis* después de la aplicación de compost.

Taxón / Morfotipo	Tratamientos					
	Sin aplicación		1000 g		1500 g	
	Ind. (N°)	Peso (g)	Ind. (N°)	Peso (g)	Ind. (N°)	Peso (g)
Oligochaeta (<i>P. corethrurus</i>)	13	2,29	18	3,19	25	4,57
Isóptera (termitas)	5	0,54	8	0,89	13	1,49
Isópoda	3	0,25	4	0,37	5	0,43
Himenóptera (hormigas)	5	0,34	7	0,43	8	0,67
Coleóptera (larvas)	2	0,46	7	1,17	10	1,73
Chilopoda	1	0,16	2	0,33	2	0,46
Aránea	1	0,14	1	0,10	1	0,09
Diplópoda	1	0,16	1	0,14	3	0,50
Dermáptera	1	0,11	1	0,12	2	0,21
Hemíptera	0	0,00	1	0,13	2	0,25

Ind. Individuos

El mayor número de individuos y biomasa se observó en el tratamiento con 1500 g de compost, con 25 individuos de *P. corethrurus* y 4,57 g de biomasa, seguido de Isóptera con 13 individuos y 1,49 g, y Coleóptera con 10 individuos y 1,73 g (Tabla 19). Este incremento respecto a la evaluación inicial confirma la respuesta positiva de la macrofauna edáfica frente a la aplicación de compost, especialmente en los grupos detritívoros y constructores de galerías. De acuerdo con Lal (2020), la disponibilidad de materia orgánica mejora las condiciones microambientales, favoreciendo la proliferación de lombrices y termitas, que son indicadores sensibles de cambios en la calidad biológica del suelo.

Por otro lado, la aparición y aumento de taxones como Diplópoda, Dermáptera y Hemíptera en el tratamiento de 1500 g, aunque en menor proporción, evidencia un proceso de diversificación faunística asociado al mejoramiento de las condiciones edáficas. Según Zhang et al. (2022), el enriquecimiento orgánico favorece la recolonización de grupos secundarios que contribuyen a la estructura trófica del suelo. De acuerdo con Benedetti et al. (2017), este tipo de respuestas biológicas son típicas en etapas iniciales de recuperación ecológica, reflejando una mayor estabilidad y funcionalidad del ecosistema edáfico. La aplicación de compost promovió un incremento sostenido en la abundancia y biomasa de la macrofauna edáfica, siendo el tratamiento con 1500 g el que mostró la respuesta biológica más favorable.

Tabla 20. Macrofauna del suelo después de la aplicación de compost en parcelas con *S. dulcis*, según tratamiento.

Tratamiento	Código	Taxones (N°)	Individuos (N°)	Biomasa total (g)	Taxones dominantes
Sin aplicación	T0	9	32	4,45	Oligochaeta, Isóptera
1000 g Compost	T1	10	51	6,89	Oligochaeta, Isóptera, Coleóptera
1500 g compost	T2	11	71	10,4	Oligochaeta, Isóptera, Coleóptera

El mayor número de taxones, individuos y biomasa se observó en el tratamiento con 1500 g de compost, alcanzando 11 taxones, 71 individuos y una biomasa total de 10,4 g, seguido del tratamiento con 1000 g, que presentó 10 taxones y 6,89 g de biomasa (Tabla 20). Este comportamiento evidencia una mejora significativa en la actividad biológica del suelo, especialmente en grupos dominantes como lombrices, termitas y coleópteros, que responden directamente a mejores condiciones edáficas. De acuerdo con FAO (2022), la incorporación de compost genera un entorno favorable para la recolonización de organismos, al incrementar la disponibilidad de nutrientes y estabilizar la estructura del suelo.

Asimismo, Pagliai et al. (2014) señalan que estos cambios promueven una mayor retención de humedad y estabilidad estructural, factores que estimulan la actividad biológica. En este contexto, Benedetti et al. (2017) y Zhang (2022) destacan que el aumento de taxones secundarios y la diversificación faunística son indicadores claros de recuperación ecológica y funcionalidad del ecosistema edáfico, reforzando el efecto positivo de las enmiendas orgánicas sobre suelos degradados.

Se evidencia un incremento claro en la abundancia de macrofauna edáfica luego de aplicar compost (Figura 17), resaltando el tratamiento con 1500 g como el de mejor respuesta. *Pontoscolex corethrurus* presentó la mayor abundancia, seguido de Isóptera y Coleóptera, lo que indica que la mejora en las condiciones edáficas favorece tanto a especies dominantes como a grupos secundarios como Diplópoda y Dermáptera. De acuerdo con la FAO (2022), este tipo de incrementos está directamente relacionado con la disponibilidad de materia orgánica y una estructura del suelo más estable. Asimismo, Pagliai et al. (2014) destacan que la diversificación faunística y la recolonización temprana son indicadores claros de recuperación ecológica, confirmando el efecto positivo del compost sobre la dinámica biológica del suelo.

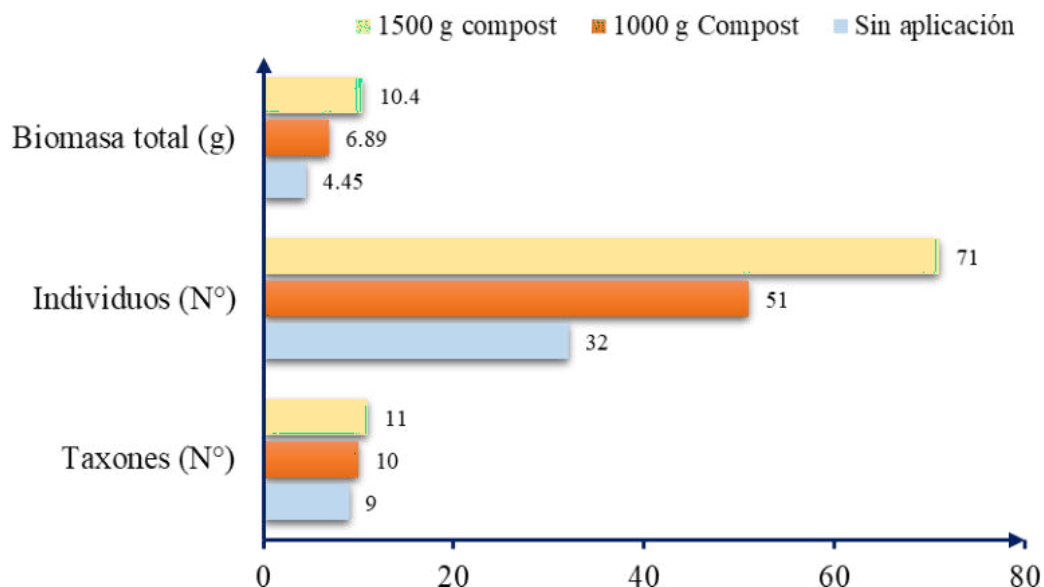


Figura 17. Abundancia de macrofauna edáfica por taxón después de la aplicación de compost en parcelas con *S. dulcis*.

4.3. Evaluación de la respuesta en crecimiento de plantas a partir de esquejes de *S. dulcis* mediante indicadores morfológicos (Supervivencia, altura, diámetro y número de hojas del rebrote) bajo diferentes dosis de compost aplicadas en suelos degradados

A los 120 días después de la instalación, se observó un crecimiento vegetativo moderado en las plantas a partir de esquejes de *S. dulcis*, con una tendencia clara de mejora conforme aumentó la dosis de compost aplicada. Los valores más altos se registraron en el tratamiento de 1500 g, superando a los tratamientos de 1000 g y sin aplicación.

4.3.1. Supervivencia de plantas a partir de esquejes de *S. dulcis* en un suelo degradado

El mayor porcentaje de supervivencia se obtuvo en el tratamiento con 1500 g de compost (46,66 %), seguido del tratamiento con 1000 g (35,00 %) y finalmente el testigo sin aplicación con 33,89 %. Estos valores muestran una tendencia clara de mejora en el prendimiento de plantas a partir de esquejes de *S. dulcis* conforme aumenta la dosis de compost aplicada, incluso bajo condiciones de suelo degradado.

Tabla 21. Supervivencia de plantas a partir de esquejes de *S. dulcis* después de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Supervivencia (%)
Sin aplicación	T0	33,89 ^a
1000 g de Compost	T1	35,00 ^a
1500 g de Compost	T2	46,66 ^a

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

El hecho de que T2 superara al testigo en 12,77 puntos porcentuales evidencia que el compost generó condiciones más favorables en el suelo, ayudando a que las plantas soporten mejor el estrés del trasplante. De acuerdo con Lal (2020), la materia orgánica mejora la estructura del suelo, aumenta la porosidad y retiene más agua, creando un ambiente más estable para el desarrollo radicular. Estas condiciones son fundamentales en las primeras semanas de adaptación de los plantones a campo.

Asimismo, la incorporación de compost aporta nutrientes y microorganismos benéficos que fortalecen a la planta y mejoran su capacidad de recuperación tras el trasplante. Según Martínez-Blanco et al. (2018), esto favorece la emisión de nuevas raíces y mejora la capacidad de absorción de agua y nutrientes. Scotti et al. (2015) agregan que, en suelos degradados, el compost actúa como acondicionador natural, mejorando el entorno radicular y aumentando la probabilidad de supervivencia de las plantas.

4.3.2. Crecimiento en altura de rebrote de *S. dulcis* luego de la aplicación de compost

El mayor promedio de altura del rebrote se alcanzó en el tratamiento con 1500 g de compost con 33,52 cm, seguido de 1000 g con 26,94 cm y finalmente el testigo sin compost con 21,54 cm. Esta diferencia de casi 12 cm entre 1500 g de compost y el testigo evidencia que la mayor dosis de compost creó un entorno más favorable para el desarrollo vegetativo de los plantones de *S. dulcis*. Esta respuesta se vuelve especialmente relevante al considerar que el ensayo se estableció sobre un suelo degradado, donde la disponibilidad de nutrientes y la capacidad de retención de agua suelen ser limitadas, dificultando el crecimiento inicial de especies frutales.

Tabla 22. Valores promedio de la altura del rebrote (cm) de *S. dulcis* después de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Altura del rebrote (cm)
Sin aplicación	T0	21,54 ^c
1000 g de Compost	T1	26,94 ^b
1500 g de Compost	T2	33,52 ^a

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

En términos comparativos, la altura promedio en 1500 g fue de 33,52 cm, siendo superior a la registrada en el de 1000 g con 26,94 cm y en el testigo con 21,54 cm, marcando una diferencia de casi 12 cm respecto al control. Este comportamiento refleja la influencia positiva de la materia orgánica sobre el desarrollo aéreo de los plantones en condiciones de suelo degradado. De acuerdo con Scotti et al. (2015), este efecto se debe a que el compost mejora la estructura del suelo, incrementa la retención de agua y reduce el estrés hídrico, condiciones que favorecen la elongación de tallos. Lal (2020) agrega que la aireación y la disponibilidad de humedad son factores determinantes para lograr un crecimiento estable en etapas iniciales de establecimiento.

Asimismo, Martínez-Blanco et al. (2018) señalan que la liberación progresiva de nutrientes presentes en el compost asegura una nutrición constante y equilibrada, mientras que Blouin et al. (2013) destacan que la materia orgánica estimula la biota edáfica y fortalece el sistema radicular, generando un efecto directo sobre el desarrollo de la parte aérea. Gracias a estas condiciones, la aplicación de compost de 1500 g superó en 6,58 cm a la de 1000 g y en 11,98 cm al testigo, demostrando que la dosis más alta de compost genera una mejor respuesta de crecimiento en *S. dulcis* durante los primeros cuatro meses de establecimiento.

4.3.3. Crecimiento en diámetro de rebrote de *S. dulcis* luego de la aplicación de compost

El tratamiento con 1500 g de compost alcanzó un diámetro promedio del rebrote de 7,88 mm, posicionándose como el de mejor desempeño estructural en esta etapa temprana de desarrollo de *S. dulcis*. Este resultado refleja no solo un incremento numérico frente a las otras dosis, sino también una respuesta fisiológica más vigorosa de las plantas, que lograron desarrollar tallos más gruesos y firmes, un indicador clave de estabilidad y potencial productivo a futuro. El mayor diámetro está estrechamente asociado con un mejor equilibrio entre absorción de agua, disponibilidad de nutrientes y desarrollo radicular eficiente, condiciones que suelen ser limitadas en suelos degradados.

Tabla 23. Valores promedio del diámetro del rebrote (mm) de *S. dulcis* después de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Diámetro del rebrote (mm)
Sin aplicación	T0	5,72 ^c
1000 g de Compost	T1	6,76 ^b
1500 g de Compost	T2	7,88 ^a

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

La diferencia entre tratamientos fue notoria: mientras la aplicación de 1500 g alcanzó 7,88 mm, el tratamiento con 1000 g obtuvo 6,76 mm y el testigo sin aplicación apenas llegó a 5,72 mm, mostrando un incremento de 2,16 mm entre el valor más alto y el control. Esta tendencia demuestra que la aplicación de compost favorece no solo la altura de los plantones, sino también su grosor y robustez estructural, una característica importante para el anclaje y desarrollo de futuras ramas productivas. De acuerdo con Lal (2020), la mejora de la estructura y humedad del suelo favorece la expansión radicular y, con ello, un crecimiento más uniforme y estable del tallo principal. Scotti et al. (2015) señalan que estas condiciones son determinantes para el desarrollo temprano de especies en suelos degradados.

Asimismo, Martínez-Blanco et al. (2018) destacan que el compost mejora la disponibilidad progresiva de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, contribuyendo al engrosamiento de los tejidos de soporte. De manera complementaria, Blouin et al. (2013) explican que el aumento de la actividad biológica y la mejor interacción entre raíces y suelo incrementan la resistencia y vigor de los tallos jóvenes. Gracias a estos procesos, el tratamiento con 1500 g superó en 1,12 mm a el de 1000 g y en 2,16 mm al testigo, demostrando que la dosis más alta de compost generó un efecto positivo en el diámetro del rebrote de *S. dulcis* en esta primera etapa de crecimiento.

4.3.4. Crecimiento en el número de hojas de rebrote de *S. dulcis* luego de la aplicación de compost

El tratamiento con 1500 g de compost alcanzó el mayor número promedio de hojas con 11, superando a los tratamientos de 1000 g con 8 hojas y al testigo con 6 hojas, lo que refleja una respuesta foliar claramente superior frente a las dosis menores y a la ausencia de enmienda orgánica.

Tabla 24. Valores promedio del número de hojas del rebrote de *S. dulcis* después de la aplicación de compost.

Tratamientos	Código	Hojas de rebrote (N°)
Sin aplicación	T0	6 ^c
1000 g de Compost	T1	8 ^b
1500 g de Compost	T2	11 ^a

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

En términos comparativos, las plantas con 1500 g de compost desarrollaron 11 hojas, mientras que aquellas con 1000 g alcanzaron 8 hojas y las sin aplicación de compost solo 6 hojas, mostrando una diferencia de 5 hojas entre la dosis más alta y la ausencia de compost. Según Lal (2020), la mejora en la porosidad y retención de agua permite que las plantas destinen más energía a la expansión foliar. Scotti et al. (2015) agregan que la materia orgánica en el suelo contribuye a crear un ambiente más estable que favorece la emisión de hojas nuevas en etapas iniciales.

De igual manera, Blouin et al. (2013) destacan que los microorganismos presentes en el compost fortalecen la relación raíz–hoja, mejorando la absorción de agua y nutrientes, mientras que Edwards et al. (2010) subrayan que un follaje más desarrollado está directamente asociado con un aumento en la capacidad fotosintética y la vigorosidad de la planta. Por ello, la dosis más alta de compost generó 2 hojas más que la intermedia y 5 más que el control, consolidándose como la opción más efectiva para estimular el desarrollo foliar de *S. dulcis* en suelos degradados.

Se evidencia de forma contundente que (Figura 18), la dosis de 1500 g de compost generó el mejor desempeño en todas las variables evaluadas como supervivencia, altura, diámetro y número de hojas, mostrando un crecimiento más vigoroso frente a las dosis menores y al control sin aplicación. Este comportamiento refleja que el compost mejora la estructura física y química del suelo, facilitando la retención de humedad, la aireación y la disponibilidad de nutrientes esenciales para el desarrollo vegetativo. Además, la respuesta positiva en cada variable indica que la planta estableció un sistema radical más eficiente, lo que favoreció su adaptación en un entorno degradado, logrando un desarrollo foliar y estructural más equilibrado y con mayor proyección de crecimiento.

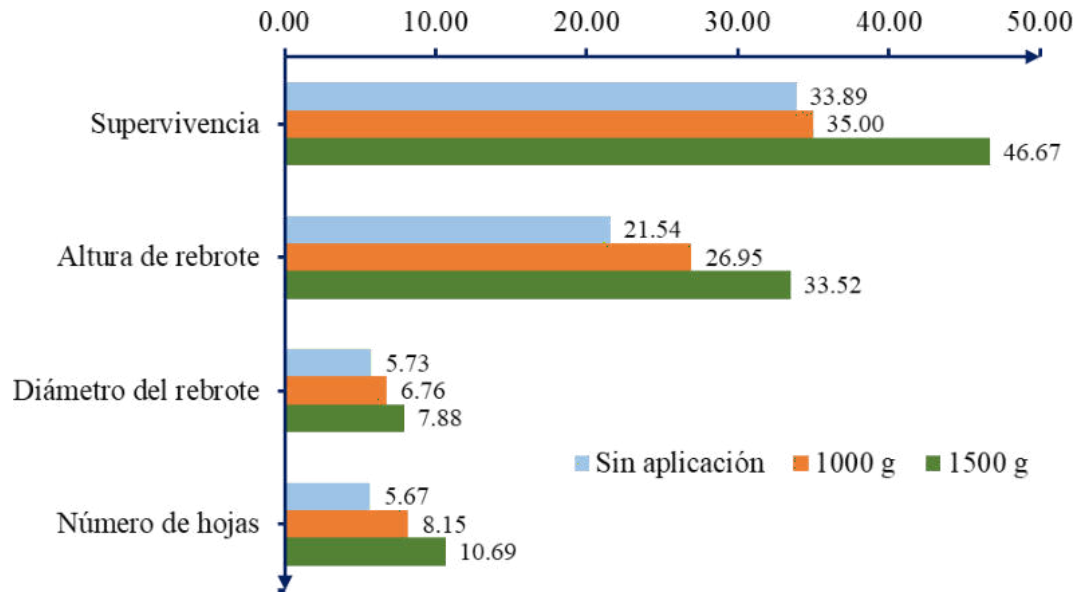


Figura 18. Efecto de diferentes dosis de compost sobre la supervivencia y el desarrollo vegetativo de *S. dulcis*.

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de compost mejoró la calidad del suelo degradado, destacando 1500 g en propiedades físicas con 0,91 g/cm³ de densidad aparente, 66,03 % de porosidad, 29,57 mm/h de infiltración y 1000 g en propiedades químicas con 1,89 % de MO, 101,50 ppm de K, 0,26 Cmol(+)/kg de K cambiante y 4,40 Cmol(+)/kg de CICE). Además, elevó el pH sin afectar la salinidad, evidenciando su eficacia para la recuperación edáfica y el desarrollo de *Spondias dulcis*.
2. La aplicación de compost en parcelas con *Spondias dulcis* mostró un aumento claro en la macrofauna edáfica: en el tratamiento con 1500 g se pasó de 10 taxones, 44 individuos y 5,61 g de biomasa antes de la aplicación, a 11 taxones, 71 individuos y 10,4 g después de la aplicación de compost.
3. La aplicación de 1500 g de compost por planta permitió obtener los mejores resultados, teniendo un 46,66 % de supervivencia, 33,52 cm de altura promedio, 7,88 mm de diámetro y 11 hojas por planta, superando claramente a los demás tratamientos, y favoreciendo el establecimiento y crecimiento de los plantones a partir de esquejes de *Spondias dulcis* en suelos degradados, mejorando significativamente su desarrollo vegetativo.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Evaluar dosis de compost superiores a 5 kg por planta, así como distintas fuentes de materia orgánica, con la finalidad de identificar combinaciones que maximicen el desarrollo vegetativo y la recuperación de suelos degradados en el cultivo de *Spondias dulcis*.
2. Realizar evaluaciones a largo plazo, abarcando varios ciclos fenológicos (crecimiento, floración y fructificación), para analizar con mayor precisión el comportamiento productivo y la estabilidad fisiológica de la especie bajo condiciones de enmienda orgánica.
3. Incorporar abonos verdes y coberturas vegetales como parte del manejo integral del suelo, con el objetivo de mejorar la fertilidad, la estructura y la actividad biológica, favoreciendo la adaptación y el rendimiento de *Spondias dulcis* en suelos degradados.
4. Integrar prácticas complementarias de manejo, como riego controlado y manejo de residuos vegetales, junto con la evaluación de variables ecofisiológicas (vigor, tasa de crecimiento, área foliar), para optimizar la respuesta de la especie frente a condiciones edáficas adversas.

VII. REFERENCIAS

- Alarcón, M., & Saavedra, F. (2020). Políticas públicas para la restauración de tierras degradadas en el Perú. *Revista Latinoamericana de Gestión Ambiental*, 12(3), 45-58. <https://doi.org/10.1016/rlga.2020.003>
- Antropocene.it. (2024). *Spondias dulcis*: Sistemática, Etimología, Hábitat, Cultivo. <https://antropocene.it/es/2024/02/25/spondias-dulcis-3/>
- Armenteras, D., Espelta, J. M., Rodríguez, N., & Retana, J. (2019). Deforestation dynamics and drivers in different forest types in Latin America: Three decades of studies. *Global Environmental Change*, 54, 85-94. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.11.014>
- Benedetti, A., Ruggeri, R., & Fagnano, M. (2017). Effects of compost on soil biological properties and microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 115, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.08.015>
- Brando, P. M., Balch, J. K., Nepstad, D. C., Morton, D. C., Putz, F. E., Coe, M. T., Silverio, D., Macedo, M. N., Davidson, E. A., & Nobrega, C. C. (2020). Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought–fire interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(22), 12366-12372. <https://doi.org/10.1073/pnas.1904698117>
- Briggs, W. R. (2021). Crecimiento vegetal: patrones, limitaciones y modelos. En *Vida inanimada*. LibreTexts. Recuperado de https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Vida_inanimada/01%3A_Cap%C3%ADtulos/1.25%3A_Crecimiento_vegetal
- Eswaran, H., Lal, R., & Reich, P. F. (2001). Land degradation: An overview. In E. M. Bridges, I. D. Hannam, L. R. Oldeman, F. W. T. Pening de Vries, S. J. Scherr, & S. Sompatpanit (Eds.), *Responses to Land Degradation* (pp. 20–35). Oxford Press. <https://doi.org/10.2134/jeq2005.0120>
- Castillo-Martínez, J., & Cáliz de Dios, E. (2024). Propagación de *Spondias dulcis* mediante semillas y esquejes de tallo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(1), 45-59. <https://doi.org/10.1016/rmca.2024.001>
- García-Oliva, F., & Maser, O. R. (2019). Soil organic carbon and the global carbon cycle. *Progress in Physical Geography*, 38(2), 105-113. <https://doi.org/10.1177/0309133313516186>

- García, C., Hernández, T., & Costa, F. (2013). Mejora de la fertilidad de suelos degradados mediante el uso de residuos orgánicos. CSIC. Recuperado de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/80086/1/Mejora%20de%20la%20fertilidad%20de%20suelos.pdf>
- Gómez-Silva, B., Fuentes, I., & Rojas, C. (2022). Plantas herbáceas de ambientes contaminados como fuentes de bacterias promotoras de crecimiento vegetal. *Cultivos Tropicales*, 40(2), e01. Recuperado de <https://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v40n2/1819-4087-ctr-40-02-e01.pdf>
- González, R. L. R., & Ramírez, C. C. (2018). Tasa relativa de crecimiento de herbáceas con potencial de restauración en suelos degradados del bosque La Primavera, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(2), 58-70. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662018000200058&script=sci_arttext
- Haug, R. T. (2018). *The practical handbook of compost engineering*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203743938>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2022). Informe anual de prácticas sostenibles para la recuperación de suelos. INIA. <https://www.inia.gob.pe>
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2018). *The assessment report on land degradation and restoration*. IPBES Secretariat. <https://ipbes.net>
- Jian, J., Du, X., & Reiter, M. S. (2020). Soil organic matter and microbial biomass after 40 years of no-till and conventional tillage. *Soil Science Society of America Journal*, 84(4), 1180-1189. <https://doi.org/10.1002/saj2.20071>
- Jiménez Tovar, E. (2019). Estudio exploratorio de la ciruela del Pacífico (*Spondias dulcis* P.) en la vereda Zacarías, corregimiento No. 8, Buenaventura, Valle del Cauca [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36795/ejimenest%20.pdf?sequence=3>
- Lal, R. (2020). Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 123A-124A. <https://doi.org/10.2489/jswc.2020.0620A>

- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Martínez-Blanco, J., Colón, J., & Sánchez, A. (2018). Assessing the impact of compost application on soil organic carbon: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 265, 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.05.016>
- Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y., & Becht, R. (2021). Environmental degradation due to overuse of water resources: An analysis of the Aral Sea Basin. *Water Resources Management*, 35(5), 1495-1509. <https://doi.org/10.1007/s11269-021-02784-9>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2021). Estrategia Nacional para la Restauración de Ecosistemas y Tierras Degradadas 2021-2030. Lima, Perú: MINAM. <https://www.gob.pe/minam>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2021). Estrategia Nacional para la Restauración de Ecosistemas y Tierras Degradadas 2021-2030. Lima, Perú: MINAM. <https://www.gob.pe/minam>
- Modesto Pajuelo, G. G. (2023). *Efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino – Provincia de Pachitea – Departamento de Huánuco 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional de la Universidad de Huánuco. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4244>
- Montgomery, D. R. (2017). Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(52), 8877-8883. <https://doi.org/10.1073/pnas.1717322114>
- Moral, R., Paredes, C., & Bustamante, M. A. (2019). Organic waste composting: Physical, chemical, and biological properties of compost. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(2), 123-136. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0247-y>
- Moriano González, L. (2022). Evaluación de la aplicación de compost para la recuperación sostenible de suelos degradados en la mina de Tormaleo, Asturias. Universidad de Oviedo. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/68900/TFM_LidiaMorianoGonzalez.pdf

- Nascimento, W. M. O., Silva, S. M., & Moura, C. F. H. (2014). Calidad de fruto y diversidad genética de accesiones de *Spondias dulcis*. *Revista Ceres*, 61(3), 421-428. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461030019>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura: Hacer que los sistemas sean sostenibles bajo presiones crecientes*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>
- Oxfam. (2020). Agroforestería y restauración de suelos: Una estrategia para las comunidades rurales en Perú. Oxfam International. <https://www.oxfam.org>
- Pagliai, M., Pellegrini, S., & Vignozzi, N. (2014). The role of compost in improving soil structure and organic matter content. *Compost Science & Utilization*, 22(3), 125-135. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2014.901211>
- Pimentel, D., & Burgess, M. (2013). Soil erosion threatens food production. *Agriculture*, 3(3), 443-463. <https://doi.org/10.3390/agriculture3030443>
- Pittelkow, C. M., Liang, X., Linqvist, B. A., Groenigen, K. J. van, Lee, J., Lundy, M. E., & Van Kessel, C. (2015). Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517(7534), 365-368. <https://doi.org/10.1038/nature13809>
- Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES). (2018). The assessment report on land degradation and restoration. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://ipbes.net>
- Qadir, M., Quillérrou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R. J., & Choukr-Allah, R. (2014). Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum*, 38(4), 282-295. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054>
- Rodríguez Chávez, L. F. (2021). Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del fruto *Spondias dulcis* Parkinson “Mango ciruelo”. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74827>
- Rodríguez, J., Salazar, L., & Gómez, D. (2020). Impacto de la agricultura extensiva en la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la Amazonía. *Ecological Applications*, 30(8), e02178. <https://doi.org/10.1002/eap.2178>

- Ros, M., Pascual, J. A., & García, C. (2020). Soil microbial communities and compost applications: Impacts on carbon and nutrient cycling. *Soil Ecology Letters*, 2(4), 157-169. <https://doi.org/10.1007/s42832-020-0073-3>
- Scotti, R., Pane, C., Zaccardelli, M., & Bonanomi, G. (2015). Organic amendments as sustainable tools to restore soil fertility. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(2), 333-352. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162015005000031>
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). (2020). Programa de Reforestación con Especies Nativas en Áreas Protegidas. SERNANP. <https://www.sernanp.gob.pe>
- Silver, W. L., Ostertag, R., & Lugo, A. E. (2015). The potential for carbon sequestration through reforestation of abandoned tropical agricultural and pasture lands. *Restoration Ecology*, 18(6), 713-726. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2010.00730.x>
- Smith, P., Soussana, J. F., Angers, D., Schipper, L., Chenu, C., Rasse, D. P., ... & Lal, R. (2016). How to prevent soil carbon loss in agroecosystems. *Advances in Agronomy*, 146, 93-134. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2016.04.002>
- Zhang, X., Huang, L., Zhang, W., & Sun, W. (2022). The role of microbial biodiversity in regulating soil ecosystem functions under global change. *Global Change Biology*, 28(5), 1762-1775. <https://doi.org/10.1111/gcb.16033>

ANEXOS

Anexo A. Datos recolectados en la investigación

Tabla 25. Propiedades físicas del suelo antes de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

N°	Datos		Da	RPS	Pr	If	H°
	Cod. Lab.	Referencia					
1	S1211	M1 (T0)	1,05	1,80	60,40	21,00	24,50
2	S1212	M2 (T0)	1,02	1,60	61,50	23,40	25,20
3	S1213	M3 (T0)	1,00	1,50	62,30	22,80	26,00
4	S1214	M4 (T1)	0,98	1,40	63,00	24,20	27,50
5	S1215	M5 (T1)	0,96	1,30	63,80	25,00	28,10
6	S1216	M6 (T1)	0,95	1,30	64,10	25,60	28,00
7	S1217	M7 (T2)	0,93	1,20	64,90	27,30	29,50
8	S1218	M8 (T2)	0,94	1,20	64,60	26,70	29,00
9	S1219	M9 (T2)	0,92	1,10	65,30	28,10	29,80

Da: Densidad aparente; RPS: Resistencia a la penetración del suelo; Pr: Porosidad; If: Infiltración; H° : Humedad

Tabla 26. Propiedades físicas del suelo después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

N°	Datos		Da	RPS	Pr	If	H°
	Cod. Lab.	Referencia					
1	S1311	M1 (T0)	1,00	1,60	62,30	24,00	26,00
2	S1312	M2 (T0)	0,98	1,50	63,00	25,00	26,80
3	S1313	M3 (T0)	0,96	1,40	63,80	25,70	27,50
4	S1314	M4 (T1)	0,94	1,30	64,50	27,00	28,80
5	S1315	M5 (T1)	0,93	1,20	64,90	27,50	29,20
6	S1316	M6 (T1)	0,92	1,20	65,30	28,00	29,50
7	S1317	M7 (T2)	0,90	1,10	66,00	29,50	30,50
8	S1318	M8 (T2)	0,91	1,10	65,70	29,00	30,10
9	S1319	M9 (T2)	0,89	1,00	66,40	30,20	30,80

Da: Densidad aparente; RPS: Resistencia a la penetración del suelo; Pr: Porosidad; If: Infiltración; H° : Humedad

Tabla 27. Propiedades químicas del suelo antes de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

N°	Datos		pH	CE ds/m	MO	COS	N Total	P K		Cic	Cambiables (Cmol+)/kg						Cice	Bases cambiables	ácidos cambiables	Saturación de aluminio
	Cod. Lab.	Referencia						Disponible			Ca	Mg	K	Na	Al	H				
			01:01	01:01	%	%	ppm	ppm												
1	S1312	M1(T0)	4.23	0.180	3.421	1.984	0.171	5.851	53.177	5.300	1.274	0.167	0.136	0.074	1.987	3.870	3.80	21.502	78.498	26.63
2	S1313	M2(T0)	4.10	0.196	2.861	1.659	0.143	1.435	55.925	4.300	1.150	0.142	0.143	0.113	4.684	0.240	3.20	23.302	76.698	72.960
3	S1314	M3(T0)	4.13	0.197	3.172	1.840	0.159	2.230	61.473	4.700	1.248	0.163	0.157	0.083	5.213	0.180	3.50	22.804	77.196	74.619
4	S1315	M4(T1)	4.20	0.190	2.923	1.696	0.146	6.646	60.973	4.500	1.260	0.171	0.156	0.100	5.515	0.280	3.40	22.262	77.738	73.982
5	S1316	M5(T1)	4.44	0.177	3.358	1.948	0.168	2.936	115.000	6.000	1.320	0.238	0.294	0.200	5.289	0.220	4.50	25.837	74.163	71.201
6	S1317	M6(T1)	4.22	0.164	3.172	1.840	0.159	1.523	112.551	5.800	1.272	0.300	0.288	0.083	5.364	0.510	4.30	22.332	77.668	70.925
7	S1318	M7(T2)	4.17	0.204	3.794	2.201	0.190	3.554	110.751	5.600	1.266	0.267	0.283	0.091	5.289	0.200	4.20	24.247	75.753	72.992
8	S1319	M8(T2)	4.23	0.139	3.172	1.840	0.159	1.788	99.956	5.200	1.238	0.167	0.256	0.091	4.835	0.310	3.90	23.611	76.389	71.786
9	S1320	M9(T2)	4.18	0.189	2.923	1.696	0.146	3.025	59.824	4.600	1.224	0.179	0.153	0.083	4.533	0.540	3.40	23.838	76.162	68.055

Tabla 28. Propiedades químicas del suelo antes de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

N°	Datos		pH	CE ds/m	MO	COS	N Total	P K		Cic	Cambiables (Cmol+)/kg						Cice	Bases cambiables	ácidos cambiables	Saturación de aluminio
	Cod. Lab.	Referencia						Disponible			Ca	Mg	K	Na	Al	H				
			01:01	01:01	%	%	ppm	ppm												
10	S1311	M1(T0)	4.35	0.185	3.650	2.120	0.182	6.950	58.000	5.300	1.278	0.163	0.148	0.087	5.477	0.150	4.00	22.383	77.617	75.548
11	S1312	M2(T0)	4.25	0.200	3.050	1.750	0.155	2.150	60.000	4.500	1.330	0.233	0.154	0.083	6.195	0.120	3.40	21.764	78.236	76.750
12	S1313	M3(T0)	4.30	0.205	3.360	1.900	0.168	2.950	66.000	4.900	1.218	0.188	0.169	0.087	4.994	0.690	3.70	22.253	77.747	68.309
13	S1314	M4(T1)	4.40	0.195	3.150	1.830	0.164	7.500	66.500	4.800	1.346	0.213	0.170	0.100	5.727	0.020	3.60	23.847	76.153	75.888
14	S1315	M5(T1)	4.55	0.182	3.600	2.000	0.180	3.500	120.000	6.500	1.368	0.229	0.307	0.100	5.530	0.080	4.90	24.559	75.441	74.365
15	S1316	M6(T1)	4.45	0.170	3.400	1.950	0.170	2.800	118.000	6.300	1.370	0.250	0.302	0.096	4.684	0.100	4.70	28.280	71.720	70.221
16	S1317	M7(T2)	4.50	0.215	4.100	2.400	0.200	4.500	115.000	6.100	1.374	0.308	0.294	0.104	4.737	0.030	4.60	29.028	70.972	70.525
17	S1318	M8(T2)	4.48	0.150	3.500	2.000	0.170	2.900	105.000	5.800	1.180	0.225	0.269	0.087	4.155	0.090	4.30	27.413	72.587	71.048
18	S1319	M9(T2)	4.43	0.195	3.300	1.900	0.160	3.600	70.000	5.000	1.546	0.283	0.179	0.091	4.382	0.200	3.80	30.808	69.192	66.172

Tabla 29. Análisis de variancia de la densidad aparente (g/cm^3) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,0014	0,00068	4,69	0,0893	NS
	Compost	2	0,02	0,01	46,46	0,0017	*
	Error experimental	4	0,00058	0,00014			
Después	Bloques	2	0,00064	0,0003	3,00	0,1600	NS
	Compost	2	0,02	0,01	117,00	0,0003	*
	Error experimental	4	0,0004	0,0001			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 1.24%, 1.05%

Tabla 30. Análisis de variancia de la resistencia a la penetración del suelo (kg/cm^2) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,07	0,04	1,50	0,3259	NS
	Compost	2	0,06	0,03	1,33	0,3598	NS

	Error experimental	4	0,09	0,02			
	Bloques	2	0,01	0,0034	0,18	0,8436	NS
Después	Compost	2	0,05	0,03	1,34	0,3585	NS
	Error experimental	4	0,08	0,02			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 9.49%, 7.16%

Tabla 31. Análisis de variancia de la porosidad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
	Bloques	2	18,01	9,00	0,69	0,5521	NS
Antes	Compost	2	10,57	5,29	0,41	0,6909	NS
	Error experimental	4	52,07	13,02			
	Bloques	2	1,75	0,88	3,56	0,1295	NS
Después	Compost	2	32,56	16,28	66,08	0,0009	*
	Error experimental	4	0,99	0,25			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 5.73%, 0.77%

Tabla 32. Análisis de variancia de la infiltración del suelo (mm/h) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
	Bloques	2	2,75	1,37	2,34	0,2123	NS
Antes	Compost	2	37,01	18,50	31,54	0,0036	*
	Error experimental	4	2,35	0,59			
	Bloques	2	1,50	0,75	1,04	0,4333	NS
Después	Compost	2	83,29	41,64	57,55	0,0011	*
	Error experimental	4	2,89	0,72			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 3.08%, 3.21%

Tabla 33. Análisis de variancia de la humedad del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,91	0,45	2,42	0,2047	NS
	Compost	2	27,03	13,51	71,97	0,0007	*
	Error experimental	4	0,75	0,19			
Después	Bloques	2	0,00064	0,0003	3,00	0,1600	NS
	Compost	2	0,02	0,01	117,00	0,0003	*
	Error experimental	4	0,0004	0,0001			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 1.58%, 1.05%

Tabla 34. Análisis de variancia del pH del suelo antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,01	0,01	0,55	0,6131	NS
	Compost	2	0,03	0,01	1,53	0,3205	NS
	Error experimental	4	0,04	0,01			
Después	Bloques	2	0,003	0,0015	0,23	0,8074	NS
	Compost	2	0,19	0,10	14,84	0,0141	*
	Error experimental	4	0,03	0,01			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 2.27%, 1.85%

Tabla 35. Análisis de variancia de la conductividad eléctrica del suelo (dS/m) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,00042	0,00021	0,36	0,7212	NS
	Compost	2	0,00056	0,00028	0,47	0,6571	NS
	Error experimental	4	0,0024	0,00059			

	Bloques	2	0,0011	0,00053	1,03	0,4350	NS
Después	Compost	2	0,00027	0,00013	0,26	0,7845	NS
	Error experimental	4	0,0021	0,00052			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 13.38%, 11.96%

Tabla 36. Análisis de variancia de la materia orgánica del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
	Bloques	2	0,01	0,01	0,35	0,7232	NS
Antes	Compost	2	0,13	0,06	3,65	0,1255	NS
	Error experimental	4	0,07	0,02			
	Bloques	2	0,02	0,01	0,56	0,6117	NS
Después	Compost	2	0,16	0,08	4,58	0,0923	NS
	Error experimental	4	0,07	0,02			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 8.74%, 7.76%

Tabla 37. Análisis de variancia del carbono orgánico del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
	Bloques	2	0,04	0,02	0,54	0,6181	NS
Antes	Compost	2	0,14	0,07	1,94	0,2578	NS
	Error experimental	4	0,16	0,04			
	Bloques	2	0,03	0,02	0,38	0,7081	NS
Después	Compost	2	0,02	0,01	0,28	0,7688	NS
	Error experimental	4	0,15	0,04			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 10.89%, 11.09%

Tabla 38. Análisis de variancia del nitrógeno total del suelo (%) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	0,00036	0,00018	0,60	0,5900	NS
	Compost	2	0,00016	0,00008	0,26	0,7803	NS
	Error experimental	4	0,0012	0,00029			
Después	Bloques	2	0,00029	0,00014	0,59	0,5959	NS
	Compost	2	0,00008	0,00004	0,18	0,8403	NS
	Error experimental	4	0,00098	0,00024			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 12.16%, 10.27%

Tabla 39. Análisis de variancia del fósforo del suelo (ppm) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	9,67	4,83	3,60	0,1277	NS
	Compost	2	0,38	0,19	0,14	0,8738	NS
	Error experimental	4	5,38	1,34			
Después	Bloques	2	7,28	3,64	2,55	0,1936	NS
	Compost	2	0,37	0,18	0,13	0,8836	NS
	Error experimental	4	5,72	1,34			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 40.14%, 35.34%

Tabla 40. Análisis de variancia del potasio del suelo (ppm) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Antes	Bloques	2	396,41	198,21	0,27	0,7766	NS
	Compost	2	2691,50	1345,75	1,83	0,2727	NS
	Error experimental	4	2941,66	735,42			

	Bloques	2	342,26	171,13	0,26	0,7845	NS
Después	Compost	2	3573,13	1786,56	2,69	0,1815	NS
	Error experimental	4	2652,55	663,14			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 33.45%, 30.27%

Tabla 41. Análisis de variancia del potasio cambiante del suelo (Cmol(+)/kg) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
	Bloques	2	0,0023	0,0011	0,24	0,7969	NS
Antes	Compost	2	0,02	0,01	1,81	0,2758	NS
	Error experimental	4	0,02	0,0048			
	Bloques	2	0,0025	0,0012	0,30	0,7591	NS
Después	Compost	2	0,020	0,01	2,25	0,2214	NS
	Error experimental	4	0,020	0,0044			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 33.21%, 29.35%

Tabla 42. Análisis de variancia de la capacidad de intercambio catiónico equivalente (Cmol(+)/kg) antes y después de la aplicación de compost en un suelo degradado con parcelas de *S. dulcis*.

Evaluación	Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
	Bloques	2	0,03	0,01	0,05	0,9527	NS
Antes	Compost	2	0,23	0,12	0,40	0,6929	NS
	Error experimental	4	1,15	0,29			
	Bloques	2	0,04	0,02	0,05	0,9527	NS
Después	Compost	2	0,80	0,40	1,11	0,4147	NS
	Error experimental	4	1,45	0,36			

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 13.88%, 14.65%

Tabla 43. Macrofauna del suelo en la parcela sin aplicación de compost en la etapa inicial (antes).

Taxón / Morfotipo	M1		M2		M3	
	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)
Oligochaeta (<i>P. corethrurus</i>)	4	0,72	3	0,58	5	0,88
Isóptera (termitas)	2	0,19	1	0,1	2	0,21
Isópoda	1	0,08	1	0,07	0	0
Himenóptera (hormigas)	1	0,09	2	0,1	2	0,11
Coleóptera (larvas)	1	0,2	0	0	1	0,23
Chilopoda	0	0	1	0,15	0	0
Araneae	0	0	0	0	1	0,12
Diplopoda	0	0	1	0,14	0	0
Total general	9	1,28	9	1,14	11	1,55

Tabla 44. Macrofauna del suelo en la parcela con 1000 g de aplicación de compost en la etapa inicial (antes).

Taxón / Morfotipo	M1		M2		M3	
	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)
Oligochaeta	5	0,88	4	0,74	5	0,9
Isóptera	2	0,2	2	0,18	3	0,28
Isópoda	1	0,1	1	0,09	1	0,1
Himenóptera	2	0,12	1	0,08	2	0,12
Coleóptera (larvas)	1	0,24	2	0,28	1	0,26
Chilopoda	1	0,12	0	0	1	0,12
Araneae	0	0	1	0,1	0	0
Diplopoda	0	0	1	0,12	0	0
Dermaptera (tijeretas)	0	0	0	0	1	0,09
Total general	12	1,66	12	1,59	14	1,87

Tabla 45. Macrofauna del suelo en la parcela con 1500 g de aplicación de compost en la etapa inicial (antes).

Taxón / Morfotipo	M1		M2		M3	
	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)
Oligochaeta	5	0,9	5	0,85	6	0,95
Isóptera	3	0,25	2	0,19	3	0,28
Isópoda	1	0,1	1	0,09	1	0,1
Himenóptera	2	0,12	3	0,14	2	0,13
Coleóptera (larvas)	1	0,25	2	0,3	1	0,26
Chilopoda	0	0	1	0,14	0	0
Araneae	1	0,1	0	0	1	0,12
Diplópoda	0	0	1	0,15	0	0
Dermáptera	0	0	0	0	1	0,08
Hemíptera	0	0	1	0,11	0	0
Total general	13	1,72	16	1,97	15	2,02

Tabla 46. Macrofauna del suelo en la parcela sin aplicación de compost en la etapa final (después).

Taxón / Morfotipo	M1		M2		M3	
	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)
Oligochaeta (<i>P. corethrurus</i>)	4	0,75	3	0,6	6	0,94
Isóptera (termitas)	2	0,2	1	0,11	2	0,23
Isópoda	1	0,09	1	0,07	1	0,09
Himenóptera (hormigas)	1	0,1	2	0,11	2	0,13
Coleóptera (larvas)	1	0,21	0	0	1	0,25
Chilopoda	0	0	1	0,16	0	0
Araneae	0	0	0	0	1	0,14
Diplopoda	0	0	1	0,16	0	0
Dermaptera	0	0	0	0	1	0,11
Total general	9	1,35	9	1,21	14	2,09

Tabla 47. Macrofauna del suelo en la parcela con 1000 g de aplicación de compost en la etapa final (después).

Taxón / Morfotipo	M1		M2		M3	
	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)
Oligochaeta	6	1,05	6	1,02	6	1,12
Isóptera	2	0,25	3	0,3	3	0,34
Isópoda	1	0,11	1	0,12	2	0,14
Himenóptera	3	0,15	2	0,13	2	0,15
Coleóptera (larvas)	2	0,36	3	0,41	2	0,4
Chilopoda	1	0,18	0	0	1	0,15
Araneae	0	0	1	0,1	0	0
Diplopoda	0	0	1	0,14	0	0
Dermáptera	0	0	0	0	1	0,12
Hemíptera	0	0	0	0	1	0,13
Total general	15	2,1	17	2,22	19	2,55

Tabla 48. Macrofauna del suelo en la parcela con 1500 g de aplicación de compost en la etapa final (después).

Taxón / Morfotipo	M1		M2		M3	
	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)	Ind. (N°)	peso (g)
Oligochaeta	8	1,45	9	1,6	8	1,52
Isóptera	4	0,45	5	0,55	4	0,49
Isópoda	1	0,12	2	0,15	2	0,16
Himenóptera	2	0,21	3	0,22	3	0,24
Coleóptera (larvas)	3	0,55	3	0,58	4	0,6
Chilopoda	1	0,22	0	0	1	0,24
Araneae	0	0	1	0,09	0	0
Diplopoda	1	0,18	1	0,15	1	0,17
Dermaptera	0	0	1	0,1	1	0,11
Hemiptera	1	0,13	0	0	1	0,12

Total general	21	3,31	25	3,34	25	3,65
----------------------	-----------	-------------	-----------	-------------	-----------	-------------

Tabla 49. Análisis de variancia de la supervivencia (%) de *S. dulcis* después de la aplicación de compost en un suelo degradado.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Bloques	2	91,34	45,67	0,34	0,7330	NS
Compost	2	300,42	150,21	1,11	0,4149	NS
Error experimental	4	543,68	135,92			
Total	8	935,44				

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 30.27%,

Tabla 50. Análisis de variancia de la altura del rebrote (cm) de *S. dulcis* después de la aplicación de compost en un suelo degradado.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Bloques	2	1,13	0,56	3,26	0,1445	NS
Compost	2	215,85	107,92	623,77	0,0001	*
Error experimental	4	0,69	0,17			
Total	8	217,67				

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 1.52%,

Tabla 51. Análisis de variancia del diámetro del rebrote (mm) de *S. dulcis* después de la aplicación de compost en un suelo degradado.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Bloques	2	0,01	0,0037	6,59	0,0542	NS
Compost	2	6,96	3,48	6139,92	0,0001	*
Error experimental	4	0,0023	0,00057			
Total	8	6,97				

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 0.35%,

Tabla 52. Análisis de variancia del número de hojas del rebrote de *S. dulcis* después de la aplicación de compost en un suelo degradado.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig 0.05
Bloques	2	0,30	0,15	5,18	0,0775	NS
Compost	2	37,75	18,88	645,83	0,0001	*
Error experimental	4	0,12	0,03			
Total	8	38,17				

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ($p < 0.05$) *Significación, CV: 0.35%,

Panel fotográfico



Figura 19. Reconocimiento y delimitación del terreno.



Figura 20. Toma de muestra de suelo



Figura 21. Medición de la planta *Spondias dulcis*.



Figura 22. Aplicación de compost y cuidados de la especie.



Figura 23. Planta con aplicación de compost.



Figura 24. Toma de muestra con aplicación de compost



ANÁLISIS DE SUELOS



1. DATOS

SOLICITANTE:	KASSANDRA ROJAS MALDONADO	MUESTREO POR:	KASSANDRA ROJAS MALDONADO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	5/2/2025
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	5/3/2025
DISTRITO:	JOSÉ CRESPO Y CASTILLO	FECHA DE REPORTE:	5/23/2025
SECTOR:	CASERÍO NUEVA COLINA	RECIBO O FACTURA:	23014507
CULTIVO:	-	OBSERVACIÓN:	-

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

Nº	ANÁLISIS MECÁNICO				pH (1:1)	M.O. %	N %	C %	P disponible ppm	K ppm	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Acidos Cambiables	Saturación de Aluminio				
	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural															%	%	%	%	%	%	%
	%	%	%																1:1						
1	S1211	32	36	32	Franco arcilloso	4.23	3.421	0.171	1.984	5.851	53.177	5.1	1.274	0.167	0.136	0.074	1.987	3.87	3.8	22	78	27			
2	S1212	28	38	34	Franco arcilloso	4.10	2.861	0.143	1.659	1.435	55.925	4.3	1.15	0.142	0.143	0.113	4.684	0.24	3.2	23	77	73			
3	S1213	35	34	31	Franco arcilloso	4.13	3.172	0.159	1.840	2.23	61.473	4.7	1.248	0.163	0.157	0.083	5.213	0.18	3.5	23	77	75			
4	S1214	30	40	30	Franco arcilloso	4.20	2.923	0.146	1.696	6.646	60.973	4.5	1.26	0.171	0.156	0.1	5.515	0.28	3.4	22	78	74			
5	S1215	34	35	31	Franco arcilloso	4.44	3.358	0.168	1.948	2.936	115	6	1.32	0.238	0.294	0.2	5.289	0.22	4.5	26	74	71			
6	S1216	27	42	31	Franco arcilloso	4.22	3.172	0.159	1.840	1.523	112.551	5.8	1.272	0.2	0.288	0.083	5.364	0.51	4.3	22	78	71			
7	S1217	33	37	30	Franco arcilloso	4.17	3.794	0.190	2.201	3.554	110.751	5.6	1.266	0.267	0.283	0.091	5.289	0.2	4.2	24	76	73			
8	S1218	36	32	32	Franco arcilloso	4.23	3.172	0.159	1.840	1.788	99.956	5.2	1.238	0.167	0.256	0.091	4.835	0.31	3.9	24	76	72			
9	S1219	29	39	32	Franco arcilloso	4.18	2.923	0.146	1.696	3.025	59.824	4.6	1.224	0.179	0.153	0.083	4.533	0.54	3.4	24	76	68			

Los Resultados presentados son válidos únicamente 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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531



ANÁLISIS DE SUELOS



1. DATOS

SOLICITANTE:	KASSANDRA ROJAS MALDONADO	MUESTREADO POR:	KASSANDRA ROJAS MALDONADO
DEPARTAMENTO:	HUÁNUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	10/2/2025
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	10/3/2025
DISTRITO:	JOSÉ CRESPO Y CASTILLO	FECHA DE REPORTE:	10/23/2025
SECTOR:	CASERÍO NUEVA COLINA	RECIBO O FACTURA:	23014559
CULTIVO:	Spondias dulcis	OBSERVACIÓN:	-

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°		ANÁLISIS MECÁNICO				pH (1:1)	M.O.	N	C	P disponible	K ppm	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables %	Acidos Cambiables %	Saturación de Aluminio %
		Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural																	
		%	%	%																		
1	S1211	35	28	37	Franco arcilloso	4.35	3.650	0.182	2.120	6.950	58.000	5.30	1.28	0.16	0.15	0.09	5.48	0.15	4.00	22	78	76
2	S1212	37	26	37	Franco arcilloso	4.25	3.050	0.155	1.750	2.150	60.000	4.50	1.33	0.23	0.15	0.08	6.20	0.12	3.40	22	78	77
3	S1213	35	27	35	Franco arcilloso	4.3	3.360	0.168	1.900	2.950	66.000	4.90	1.22	0.19	0.17	0.09	4.99	0.69	3.70	22	78	68
4	S1214	36	29	38	Franco arcilloso	4.4	3.150	0.164	1.830	7.500	66.500	4.80	1.35	0.21	0.17	0.10	5.73	0.02	3.60	24	76	76
5	S1215	33	30	37	Franco	4.55	3.600	0.180	2.000	3.500	120.000	6.50	1.37	0.23	0.31	0.10	5.53	0.08	4.90	25	75	74
6	S1216	34	29	39	Franco	4.45	3.400	0.170	1.950	2.800	118.000	6.30	1.37	0.25	0.30	0.10	4.68	0.10	4.70	28	72	70
7	S1217	40	22	38	Franco	4.5	4.100	0.200	2.400	4.500	115.000	6.10	1.37	0.31	0.29	0.10	4.74	0.03	4.60	29	71	71
8	S1218	31	33	39	Franco	4.48	3.500	0.170	2.000	2.900	105.000	5.80	1.18	0.23	0.27	0.09	4.16	0.09	4.30	27	73	71
9	S1219	43	21	36	Franco	4.43	3.300	0.160	1.900	3.600	70.000	5.00	1.55	0.28	0.18	0.09	4.38	0.20	3.80	31	69	66

Los Resultados presentados son válidos únicamente 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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Biotecnología



Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531