

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**BIOFERTILIZACIÓN CON MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL
CRECIMIENTO DE *Colubrina glandulosa* (SHAINA) ESTABLECIDAS EN UN
SUELO DEGRADADO DEL CENTRO POBLADO SUPTE, HUÁNUCO, PERÚ**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

CONDOR POMA, ANTONY MARCELINO

Tingo María – Perú

2024



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



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°062-2026-FRNR-UNAS

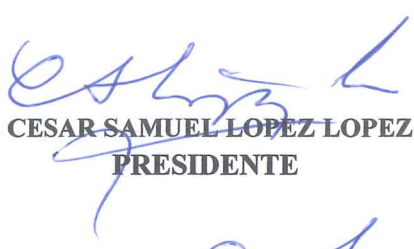
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 01 de marzo de 2024, a horas 05:00 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“BIOFERTILIZACIÓN CON MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL
CRECIMIENTO DE *Colubrina glandulosa* (SHAINA) ESTABLECIDAS EN UN SUELO
DEGRADADO DEL CENTRO POBLADO SUPTE, HUÁNUCO, PERÚ”**

Presentado por el Bachiller: **CONDOR POMA, ANTONY MARCELINO** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “**BUENA**”.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 22 de mayo de 2026

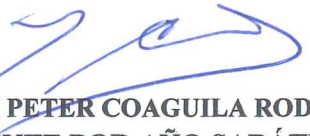

Dr. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ
PRESIDENTE


Dr. NELINO FLORIDA ROFNER
MIEMBRO


Dr. DAVID PRUDENCIO QUISPE JANAMPA
MIEMBRO


Ing. M. Sc. RAÚL ARAUJO TORRES
ASESOR


Ph. D. VICENTE SERAPIO POCOMUCHA POMA
ASESOR


Dr. PERCI PETER COAGUILA RODRIGUEZ
(AUSENTE POR AÑO SABÁTICO)
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 193 - 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 Forestal

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
BIOFERTILIZACIÓN CON MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL CRECIMIENTO DE Colubrina glandulosa (SHAINA) ESTABLECIDAS EN UN SUELO DEGRADADO DEL CENTRO POBLADO SUPTE, HUÁNUCO, PERÚ	CONDOR POMA, ANTONY MARCELINO	21 % Veintiuno	Menor a 20 %

Tingo María, 22 de junio 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

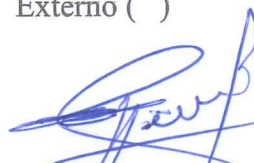
"Promoviendo la Calidad de la Investigación"

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad : Universidad Nacional Agraria De La Selva
Facultad : Recursos Naturales Renovables
Escuela Profesional/ : Ingeniería Forestal
Título de la Tesis : BIOFERTILIZACIÓN CON MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL CRECIMIENTO DE *Colubrina glandulosa* (SHAINA) ESTABLECIDAS EN UN SUELO DEGRADADO DEL CENTRO POBLADO SUPTE, HUANUCO, PERÚ
Objetivo General : Determinar el efecto de la biofertilización con microorganismos eficientes en plántones de *Colubrina glandulosa* (shaina) establecidas en un suelo degradado del centro poblado Supte, Huánuco, Perú.
Autor de la Tesis : CONDOR POMA, Antony Marcelino
DNI : 76307922
Correo Electrónico : antony.condor@unas.edu.pe
Asesores : 1. Ing. M.Sc. ARAUJO TORRES, Raul
: 2. Ph. D. POCOMUCHA POMA, Vicente Serapio
: 3. Dr. COAGUILA RODRIGUEZ, Perci Peter
Área de Investigación : Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Grupo de Investigación : Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Línea de Investigación : Silvicultura, Dendrología, Manejo y Ordenación Forestal
Lugar de Ejecución : Centro poblado Supte, Distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado, Región Huánuco
Fecha de Inicio : 04/03/2022
Fecha de Término : 31/10/2022
Presupuesto : S/. 3351.20
Financiamiento : Propio (X) FEDU () Externo ()



Tesisista



Asesor 1



Asesor 2



Asesor 3

DEDICATORIA

A Dios, por ser la fuente inagotable de salud, sabiduría y benevolencia sin límites, por guiar mis pasos, darme fortaleza en cada dificultad y permitirme llegar a cumplir esta meta tan importante en mi vida.

A mis queridos padres: Cóndor Paucar Marcelino y Poma Blancas Catalina. A ustedes, que son mi mayor tesoro, por su apoyo incondicional en todo momento, por su inmenso amor, paciencia y sacrificio. Gracias por cada consejo, por alentarme a seguir adelante y por brindarme todo lo necesario para que pudiera formarme profesionalmente. Este logro es tan suyo como mío, se lo dedico con todo cariño y gratitud.

A mis hermanos Miguel Angel, Aelen Bertha y Ruth Jesica, por ser mis compañeros de vida, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y la alegría que siempre comparten conmigo. Gracias por estar presentes en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma mater de mi formación profesional.

A los docentes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por su contribución científica, cultural y social que me brindaron en mi formación académica.

Al Ph.D. Pocomucha Poma, Vicente Serapio. Patrocinador y mentor del presente trabajo de investigación, por su orientación académica y profesional durante mi etapa universitaria, de la misma manera a mis asesores Ing. Torres Araujo, Raúl y al Ing. Mg. Coaguila Rodriguez, Percy Peter. Por los valiosos consejos y sugerencias brindadas para llevar a cabo y concluir con éxito mi trabajo de investigación.

A los miembros del jurado: Dr. Cesar Samuel Lopez Lopez, PhD. Luis Valdivia Espinoza, Dr. David Prudencio Quispe Janampa y al Dr. Nelino Florida Rofner. Les expreso mi más sincero agradecimiento por sus valiosas propuestas, observaciones y aportes oportunos, los cuales fueron fundamentales para enriquecer, mejorar y dar mayor solidez al presente trabajo de investigación.

A todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, brindaron su apoyo, conocimientos, facilidades y colaboración durante el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general:.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico	3
2.1.1. Nutrición de las plantas	3
2.1.2. Suelo degradado.	4
2.1.3. Fertilizantes	5
2.1.4. Biofertilización	6
2.1.5. Microorganismos eficientes.....	7
2.1.6. Crecimiento de las plantas.....	9
2.1.7. Variables de las plantas	10
2.1.8. <i>Colubrina glandulosa</i> (shaina)	10
2.2. Estado del arte.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Lugar de ejecución.....	16
3.1.1. Características climáticas y zona de vida	16
3.1.2. Criterios de selección de la parcela	16
3.2. Materiales y métodos	16
3.2.1. Material vegetativo	16
3.2.2. Materiales, equipos e insumos.....	17
3.2.3. Metodología.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Carga microbiana por tratamiento de microorganismos eficientes.....	24

4.2. Propiedades físicas y químicas de un suelo degradado	25
4.2.1. Propiedades físicas	25
4.2.2. Propiedades químicas	27
4.3. Incremento de diámetro, altura y mortandad de <i>C. glandulosa</i>	29
4.3.1. Incremento de diámetro	29
4.3.2. Incremento de la altura (cm).....	32
4.3.3. Mortandad de plantas de <i>C. glandulosa</i>	35
V. CONCLUSIONES	37
VI. PROPUESTAS A FUTURO	38
VII. REFERENCIAS	39
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Elementos esenciales para las plantas.	3
2. Nutrientes principales y sus funciones	4
3. Tratamientos del trabajo de investigación.	18
4. Operacionalización de las variables	19
5. Análisis de varianza.....	20
6. Carga microbiana de microorganismos del BRUNAS y Banco de Germoplasma.....	24
7. Variación de textura del suelo por bloque después de las evaluaciones	25
8. Análisis de varianza de la textura del suelo después de las evaluaciones	26
9. Prueba de comparación de medias entre tratamientos de las propiedades físicas después de las evaluaciones.	26
10. Promedio de las propiedades químicas entre bloques después de las evaluaciones.....	27
11 Análisis de varianza de propiedades químicas después de las evaluaciones.....	28
12. Prueba de comparación de medias entre tratamientos de las propiedades químicas después de las evaluaciones.	28
13. Análisis de la distribución normal a los 2, 4 y 6 meses de evaluación del incremento del diámetro.....	30
14. Análisis de varianza del incremento en crecimiento de diámetro a los 2,4 y 6 meses de evaluación.....	31
15. Prueba de comparación de medias del incremento en diámetro a los 2, 4 y 6 meses de evaluación.....	31
16. Distribución normal a los 2, 4 y 6 meses de evaluación del incremento de la altura.....	33
17. Análisis de varianza de la altura (cm) a los 2, 4 y 6 meses de evaluación	34
18. Prueba de comparación de medias de la altura (cm) a los 2, 4 y 6 meses de evaluación..	34
19. Porcentaje de mortandad de plantas de Colubrina glandulosa	36
20. Valores promedio de los incrementos de diámetro (mm) durante la investigación	47
21. Valores promedio de los incrementos de altura (cm) durante la investigación.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diseño de investigación.....	18
2. Incremento de diámetro (mm)	30
3. Incremento de altura (cm).....	33
4. Análisis de la carga microbiana de los ME provenientes del BRUNAS.....	49
5. Análisis de la carga microbiana de los ME provenientes del banco de Germoplasma.	50
6. Análisis físicos y químicos del suelo antes de instalación.	51
7. Análisis físicos y químicos del suelo al final de las evaluaciones.....	52
8. Distribución de las plantas en la parcela.	53
9. Recolección de Microorganismos de Montaña del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.	53
10. Recolección de Microorganismos de Montaña del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.	54
11. Reproducción de microorganismos eficientes en medio sólida para su posterior reproducción en medio líquida.	54
12. Limpieza y delimitación del área donde se realizó el trabajo de investigación.	55
13. Establecimiento de los plantones forestales en el área de estudio.....	55
14. Microorganismos eficientes en medio líquido que se utilizaron en la investigación.	56
15. Biofertilización con microorganismos eficientes según el tratamiento establecido.....	56
16. Evaluación del incremento en altura de los plantones de Colubrina glandulosa.....	57
17. Evaluación del incremento en diámetro de los plantones de Colubrina glandulosa.	57

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la biofertilización con microorganismos eficientes en el incremento del crecimiento de *Colubrina glandulosa* (shaina) establecidas en un suelo degradado. La investigación se desarrolló en el centro poblado Supte, Huánuco, Perú; se utilizaron microorganismos extraídos del Bosque Reservado y Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Se evaluaron la carga microbiana, las propiedades físico-químicas del suelo, el crecimiento en altura, en diámetro y la mortandad de *Colubrina glandulosa*. Los resultados indicaron una elevada concentración de microorganismos aerobios viables, hongos, actinomicetos y *Lactobacillus* en ambas muestras, superando los valores de referencia. También se encontraron bacterias fijadoras de nitrógeno en cantidades moderadas, y no se detectaron Coliformes totales, Coliformes termotolerantes (*E. coli*), *Salmonella* ni *Vibrio cholerae*, indicando buenas condiciones sanitarias. En cuanto al suelo, no hubo diferencias significativas en la textura, siendo franco arenoso. El pH fue superior en T1 (5,32) y la materia orgánica también fue mayor en T1 (0,87%). El nitrógeno fue similar en T1 y T2 (0,04%), mientras que el fósforo y el potasio fueron superiores en T2 (2,36 ppm y 105,8 ppm, respectivamente). En términos de crecimiento, el T2 mostró el mayor incremento en diámetro (9,26 mm) y altura (50,89 cm) en seis meses. El porcentaje de mortandad fue más alto en el T0 (30%). Estos hallazgos sugieren que la aplicación de microorganismos eficientes, particularmente en el T2, promovió un crecimiento superior y contribuyó a mejorar ciertas propiedades edáficas, a la vez que mantuvo una baja incidencia de patógenos.

Palabras claves: Biofertilización, *Colubrina glandulosa*, microorganismos eficientes

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of biofertilization with efficient microorganisms on the increase in growth of *Colubrina glandulosa* (shaina) established in degraded soil. The research was carried out in the town of Supte [in] Huánuco, Peru; microorganisms extracted from the forest reserve and the germplasm bank at the Universidad Nacional Agraria de la Selva were used. The microbial charge, the physicochemical properties of the soil, the growth in height, the diameter, and the mortality rate of *Colubrina glandulosa* were evaluated. The results indicated that there was an elevated concentration of viable aerobic microorganisms, fungi, actinomycetes, and *Lactobacillus* for both samples, surpassing the referential values. Nitrogen fixing bacteria were also found in moderate quantities, and total coliforms, thermotolerant coliforms (*E. coli*), Salmonella, nor *Vibrio cholerae* were found, indicating good sanitary conditions. With respect to the soil, there were no significant differences in the texture, which was loamy sand. The pH was superior for T1 (5.32), and the organic matter was also greater for T1 (0.87%). The nitrogen was similar for T1 and T2 (0.04%), while the phosphorous and the potassium were superior for T2 (2.36 ppm and 105.8 ppm, respectively). In terms of the growth, T2 showed the greatest increase in the diameter (9.26 mm) and height (50.89 cm) after six months. The percentage for the mortality rate was high for T0 (30%). These finding suggested that the application of efficient microorganisms, particularly for T2, promoted superior growth and contributed to the improvement of certain edaphic properties, while at the same time, maintaining a low incidence of pathogens.

Keywords: biofertilizer, *Colubrina glandulosa*, efficient microorganism

I. INTRODUCCIÓN

Los niveles de degradación de los suelos en diferentes partes del mundo, es creciente, suceso que ocurre por causas diversas como la compactación, la erosión, la deforestación, entre otras actividades antrópicas lo que refleja en el agotamiento de los suelos, mermando sus propiedades físicas, químicas y biológicas. En el Perú la deforestación y la degradación de los bosques crecen a ritmos alarmantes. Durante el periodo comprendido entre los años 2001-2021 la pérdida promedio de bosques amazónicos fue de 132 122 ha anuales (MINAM, 2021)

Por tal razón, en la región Huánuco, específicamente en la provincia Leoncio Prado, se ejecutan múltiples proyectos productivos de inversión pública con el propósito de recuperar suelos degradados; en los cuales, la *Colubrina glandulosa* Perkins (shaina) es una de las especies utilizadas por su rápido incremento y desarrollo, pero el limitado o escaso contenido nutrimental de estos suelos perjudica su crecimiento. De modo que se cuenta con una gama variada de fertilizantes sintéticos en el mercado local, en el que habitualmente se elaboran con el fin de obtener una productividad agrícola y subsanar algunas deficiencias nutricionales de estos suelos; considerando, además, que no se cuentan con productos orgánicos como los bioles para el manejo nutricional forestal. Por ende, nace la pregunta ¿El empleo de biofertilizante a partir de microorganismos eficientes influirá en las propiedades física-química de estos suelos; así como, en el incremento y desarrollo de las plantas de shaina que serán establecidas en un suelo degradado del centro poblado Supte, Huánuco, Perú?

Por ende, el presente estudio tuvo la finalidad de investigar el efecto del uso del biofertilizante a partir de microorganismos eficientes, sobre la propiedad física-química de un suelo degradado; asimismo, sobre los indicadores de crecimiento: en altura, en diámetro; además, del porcentaje de mortandad en plantas de shaina; dado que, debido al manejo inadecuado de los suelos estos se han visto perturbado en su constitución y en su estructura. En consecuencia, el presente estudio permitió mostrar los cambios que se desarrollaron en el suelo; de la misma forma, en la especie forestal; por consiguiente, profundizar los conocimientos teóricos sobre biofertilización, además de ofrecer una mirada integral sobre la agricultura orgánica, ayudando a la concientización de la población local generando conocimiento que ayuden en el rendimiento y en la productividad del suelo; asimismo, servirá como información elemental en la toma de decisiones, en la realización de nuevas investigaciones y en la replicabilidad en otras zonas con distintas especies forestales instituidas en suelos degradados con el objeto de investigar una alternativa de solución ante este problema que se acrecienta a lo largo de los años.

Por consiguiente, la hipótesis planteada, la biofertilización con microorganismos eficientes si influye en la propiedad física-química del suelo, así como en el incremento del crecimiento en altura, en diámetro y en la mortandad de *Colubrina glandulosa* (shaina) que son establecidas en un suelo degradado del centro poblado Supte, Huánuco, Perú. La aplicación de microorganismos eficientes a *Colubrina glandulosa* en suelos degradados, en particular mediante el T2, promueve significativamente el crecimiento en diámetro y altura, y reduce la mortandad de las planta, al tiempo mejora la carga microbiana beneficiosa del suelo y ciertas propiedades físico-químicas edáficas, garantizando condiciones sanitarias favorables.

1.1. Objetivo general:

Determinar el efecto de la biofertilización con microorganismos eficientes en plantones de *Colubrina glandulosa* (shaina) establecidas en un suelo degradado del centro poblado Supte, Huánuco, Perú.

1.2. Objetivos específicos

- Reproducir y determinar la carga microbiana de cada tratamiento de microorganismos eficientes para su posterior aplicación en un suelo degradado del centro poblado Supte, Huánuco, Perú.
- Evaluar el efecto de la biofertilización con microorganismos eficientes sobre la propiedad física-química de un suelo degradado del centro poblado Supte, Huánuco, Perú.
- Determinar el efecto de la biofertilización con microorganismos eficientes sobre los indicadores de crecimiento: altura total, el diámetro y el porcentaje de mortandad en plantas de *Colubrina glandulosa* (shaina) establecidas en un suelo degradado del centro poblado Supte, Huánuco, Perú.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Nutrición de las plantas

Acorde con Rodríguez y Flórez (2004), la nutrición de las plantas es una sucesión biológica en lo cual, las plantas consumen elementos esenciales para su crecimiento. Los elementos son esenciales siempre y cuando no pueda ser sustituido por otro elemento, forme parte de cualquier elemento o constituyente de la planta, y que en su ausencia la planta no pueda cumplir su ciclo.

Por otro lado Pueyo et al. (2011), asevera que, en la actualidad se registran 17 elementos químicos fundamentales para todas las plantas, aunque hay algunos más que se han indicado que son esenciales exclusivamente para unas cuantas especies vegetales, como se muestra los elementos esenciales en la (Tabla 1).

Tabla 1. Elementos esenciales para las plantas.

Grupos	Elementos	Presencia (% peso seco)	Fuente
Macroelementos	C, H, O	90 - 95	Aire y agua
	N, P, K	2 - 5	Suelo
	Ca, Mg, S	0,5 - 2	Suelo
Microelementos	Fe, Cu, Mn, Zn, B	< 0,1	Suelo
	Cl, Mo, Ni	Existe duda sobre el Ni	Suelo
	Co, Si, Na	Esencial para algunas especies	Suelo

Fuente: Pueyo et al. (2011)

Asimismo Pueyo et al. (2011), explica que, los elementos fundamentales se especifican en macronutrientes cuando registran cantidades del orden de decenas de kg/ha, y en micronutrientes cuando registran cantidades del orden de decenas de g/ha.

Por otro lado Rico y Pérez (2013), destaca los primordiales nutrientes y sus funciones, así como la forma química en la que es aprovechada por la planta, como se observa en la (Tabla 2).

Tabla 2. Nutrientes principales y sus funciones

Nutriente		Función	Forma asimilable
Macronutrientes primarios	N	Forma parte de proteínas y clorofila, da el color verde a las plantas, y promueve el desarrollo de hojas y tallos	NH_4^{4+} , NO_3^{-}
	P	Importante en el desarrollo inicial de las plantas, provoca un crecimiento inicial, rápido y vigoroso. Estimula la floración y forma parte de las proteínas.	$\text{H}_2\text{PO}_4^{4-}$, HPO_4^{2-}
	K	Da vigor y resistencia contra las enfermedades	K^{+}
Macronutrientes secundarios	Ca	Promueve el desarrollo de raíces, mejora la absorción del nitrógeno. Constituye una base para la neutralización de ácidos	Ca^{+2}
	Mg	Mantiene el color verde oscuro en hojas	Mg^{2+}
	S	Ayuda en la formación de clorofila. Promueve el desarrollo de raíces. Forma parte de las proteínas.	SO_4^{2-} , SO_3^{2-}
Micronutriente	B	Ayuda a absorber calcio y nitrógeno	$\text{H}_2\text{BO}_3^{-}$
	Mn	Ayuda a la formación de clorofila y contrarresta el efecto de una aireación deficiente	Mn^{+2}
	Fe	Ayuda a la formación de clorofila	Fe^{+2} , Fe^{+3}
Elementos esenciales	Zn	Importante para el metabolismo de la planta	Zn^{2+}
	C, H, O	Elementos estructurales principales en los tejidos	H_2O , OH , CO_2

Fuente: Rico y Pérez (2013)

2.1.2. Suelo degradado.

Conforme a Granados et al. (2012), un suelo degradado es resultado del proceso de minoración de su capacidad actual y potencial para generar bienes y/o servicios, lo cual se refleja en cambios físicos, químicos y/o biológicos en las propiedades edáficas.

No obstante, Carrasco et al. (2002) postula que, factores antrópicos directos, tales como la actividad agrícola, forestal, ganadera, uso de agroquímicos, riego; así como factores indirectos tales como actividades industriales, eliminación de residuos, transporte, influyen fuertemente a la degradación del suelo.

Económicamente, la Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2016), reporta que la degradación de los suelos cuesta alrededor de 40 mil millones de dólares cada año a nivel mundial, sin tomar en cuenta los gastos derivados del aumento del uso de abonos, ni la pérdida de biodiversidad y de únicos paisajes. La degradación de suelos conlleva a una disminución de la productividad de la tierra y acarrea problemas socioeconómicos entre los cuales, disminución de la seguridad alimentaria, aumento de las migraciones, limitaciones al desarrollo y daños al ecosistema.

Por otro lado, Brissio (2005), informa sobre distintos tipos de degradación del suelo, los cuales son:

- Degradación de la fertilidad: es la reducción de la capacidad del suelo para llevar cualquier forma de vida, y para contrarrestar se debe añadir más cantidades de abonos. El deterioro es resultado de las variaciones en sus propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas. Cuando es degradación química, las causas que la ocasionan son: la pérdida de nutrientes, acidificación, salinización, solidificación, aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos químicos; cuando es degradación física, es por: pérdida de estructura, aumento de la densidad aparente, disminución de la permeabilidad, disminución de la capacidad de retención de agua; y cuando es degradación biológica, se da por la reducción de materia orgánica incorporada.
- Degradación por erosión: es cuando los materiales de las capas superficiales van siendo arrastrados por la acción del agua (erosión hídrica) o del viento (erosión eólica).
- Degradación por contaminación: es una forma de degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

2.1.3. Fertilizantes

FAO (1999), sustenta que los fertilizantes son sustancias orgánicas o minerales, naturales o elaboradas, los cuales son aplicados al suelo, al agua de irrigación o a algún medio hidropónico con la finalidad de brindarle nutrientes a la planta. Todos los fertilizantes contienen mínimamente el 5 % de uno o más de los tres macronutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O).

Para Soto y Meléndez (2004), los fertilizantes orgánicos son aquellos de origen animal o vegetal que se emplean primordialmente para optimizar las características del suelo, como fuente de vida y nutrimentos al suelo. Estos fertilizantes se clasifican en sin procesar (defecas animales, desechos vegetales, abonos verdes y efluentes) y en procesados, (biofertilizantes) que pueden ser sólidos (compost, bocashi, lombricompost) o líquidos (té de compost, té de estiércol, biofermento y efluentes).

Los fertilizantes orgánicos mejoran la estructura y textura de los suelos, haciendo más compactos a los suelos arenosos y más ligeros a los suelos arcillosos, mejoran la permeabilidad del suelo, disminuyen la erosión del suelo, aumentan la retención de agua en el suelo, aumenta el poder tampón del suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, favorece la aireación y oxigenación del suelo y constituye una fuente de energía para los microorganismos (Leiva, 2018).

Por otro lado FAO (1999), señala que, los fertilizantes minerales o químicos son aquellos productos inorgánicos, líquidos o sólidos, que se obtienen de un proceso industrial; los cuales pueden aportar nutrientes primarios, secundarios o una mezcla de ambos.

2.1.4. Biofertilización

De acuerdo con Frontera (2006), la biofertilización es una tecnología que permite la inclusión de microorganismos provocan efectos aditivos, de vital jerarquía para la mejora de cultivos, más beneficiosos, de excelente calidad fitosanitaria y con mayor contenido de materia orgánica en el suelo.

El mencionado autor agrega que, los microorganismos, particularmente abastecen de nitrógeno y fósforo a las plantas. Además, señala que el principal factor que mide la fertilidad de los suelos es la cantidad de materia orgánica, la cual desempeña un efecto esponja, que consiste en la absorción de agua y de nutrientes.

Por otra parte Vessey (2003), define a la biofertilización como el empleo de insumos que contengan microorganismos vivos, que al ser aplicados, colonicen la rizósfera o la parte interna de las plantas, y por ende permitan el crecimiento, incrementando el suministro o disponibilidad de nutrientes primarios. También agrega que, la existencia de un microorganismo incrementa el crecimiento de las plantas sustituyendo los nutrientes del suelo (a través de fijación biológica de N₂), fomentando que los nutrientes estén más disponibles (solubilización de fosfatos), o aumentando el acceso de las plantas a los nutrimentos, a partir

del aumento de la superficie de las raíces, producido por el reforzamiento del estado nutricional de la planta a causa del organismo.

Por tal razón García Trujillo (1993), señala que la biofertilización, en la coyuntura actual, es de vital importancia para cambiar la agricultura moderna por la agricultura orgánica, que respalde y apoye la sostenibilidad de los sistemas agroforestales o agrícolas, desde la perspectiva de producción, ecología, economía y social.

2.1.5. Microorganismos eficientes

Higa y Chinen (1998), menciona que los microorganismos eficientes son un cultivo mixto de microorganismos beneficiosos con múltiples aplicaciones, tales como:

- Compostaje: debido a que aceleran el proceso de compostaje, mejorando la calidad del producto final, reduciendo malos olores, agentes patógenos, y ampliando la disposición de los nutrientes.
- Producción animal: porque optimizan la digestión de los animales y evitan la intoxicación, disminuyen la presencia de patógenos y sustancias perjudiciales en orinas y heces, así como malos olores.
- Agricultura: actuando como rizobacterias, mejorando el desarrollo, la floración, la fructificación y la resistencia a las plagas de los cultivos.
- Tratamiento de aguas: acelerando el proceso y mejorando la calidad fisicoquímica y microbiológica del efluente.
- Limpieza doméstica e industrial: acelerando la descomposición de contaminantes orgánicos y favoreciendo la eliminación de patógenos.

Los EM son cultivos mixtos de microorganismos beneficiosos de origen natural que pueden ser utilizados como inoculantes para aumentar la diversidad microbiana en suelos y plantas. Las investigaciones han demostrado que la inoculación con cultivos de EM en el ecosistema suelo/planta puede mejorar la calidad y salud del suelo, así como el crecimiento, producción y calidad de los cultivos. Los EM contienen especies seleccionadas de microorganismos, incluyendo predominantemente bacterias ácido lácticas y levaduras, además de una menor cantidad de bacterias fotosintéticas. Todos estos microorganismos son compatibles entre sí y pueden coexistir en un cultivo líquido.

La mayoría de los EM son heterotróficos, lo que significa que necesitan

fuentes orgánicas de carbono y nitrógeno. Han demostrado ser más efectivos cuando se aplican junto con enmiendas orgánicas que proporcionan carbono, oxígeno y energía (Programa PASE, 2007).

2.1.5.1. Microorganismos de montaña

De acuerdo con Castro et al. (2015), los microorganismos de montaña son denominados consorcios microbianos, porque su composición y sus posibles relaciones que forjan son múltiples e involucran bacterias fotosintéticas, actinobacterias, hongos filamentosos, levaduras y bacterias productoras de ácido láctico. Además, su fabricación es de bajo costo, debido a que procura aprovechar la variedad microbiana, tanto en lo taxonómico como en lo funcional de las comunidades de microorganismos nativos de zonas boscosa, para seguidamente ser incorporados en unidades de producción agrícola.

Del mismo modo Kalema y Chacón (2010), informan que los microorganismos de montaña son utilizados en la preparación de biofertilizantes con la finalidad de apresurar el proceso de metabolismo de la materia orgánica, incrementando la productividad de los cultivos, aumentando la calidad de los productos, estimulando la germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces; además, aumentan el grado de protección natural de los cultivos frente a organismos patógenos.

Los MM generalmente provienen de áreas con baja intervención humana y se usan como fertilizantes que ayudan a eliminar microorganismos patógenos mediante comportamientos antagónicos. Las interacciones que presentan los MM son diversas, incluyendo bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, actinomicetos, hongos filamentosos y levaduras (Corrales y Montoya, 2016), entre las que se encuentran *Rhodopseudomonas* sp., *Lactobacillus* sp., *Saccharomyces* sp., y actinomicetos, entre otros (Campo et al., 2014). Estas comunidades microbianas nativas mejoran la calidad del suelo gracias a su actividad enzimática y metabólica (Corrales y Montoya, 2016).

La adición de MM, también conocidos como "consorcios microbianos", se presenta como una nueva alternativa debido a su diversidad funcional y composición (Campos, 2013), desempeñando roles beneficiosos en los procesos biológicos del suelo (Umaña et al., 2017) Es una opción artesanal y de bajo costo que no genera efectos nocivos o patógenos y no requiere modificaciones genéticas (Campos, 2013). Al ser microbiota nativa, enriquece biológicamente el abono ayudando a la activación y recuperación de la vida en el suelo mediante biopreparados fermentados (Borrero et al., 2015). Además, se ha

informado que los MM pueden tener un efecto insecticida, lo que tiene un impacto positivo en la germinación, productividad de biomasa y peso seco de las plantas tratadas con MM (Mesas y Alegre, 2011).

Los MM están constituidas por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, en los cuales se genera una descomposición de materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de su flora (por ejemplo, bosques mixtos y latifoliados, plantaciones de café, plantaciones de bambú, entre otros (Sulchini – Ramírez 2012)

2.1.6. Crecimiento de las plantas

Para Mondragón (2016), el protoplasma activo de las células vivas es la sede de la actividad vital; por lo que crecimiento se deduce como el incremento de protoplasma activo; no obstante, también incluye la formación de materia inerte en los tejidos leñosos y de otro tipo.

Asimismo Barrera et al. (2010), indica que la fotosíntesis, la respiración, la división celular, la elongación, la diferenciación, etc., son variables de las que depende directamente el crecimiento, por lo cual, se reconoce como proceso fisiológico complejo. Además, la temperatura, intensidad de luz, densidad de población, calidad de semilla, disponibilidad de agua y de nutrientes, son factores que influyen en el crecimiento.

Por otro lado Bidwell (1993), de acuerdo con el diccionario de la Real Academia, define al crecimiento como “tomar aumento natural de los seres orgánicos”, mientras que desarrollo lo define como “acrecentar, dar incremento a una cosa del orden físico, intelectual o moral”. Añade también que, el crecimiento consta de la medición de longitud, grosor o área; o del incremento en volumen, masa o peso. Bidwell (1993), también se refiere al alargamiento del tallo, explicando que es un fenómeno complejo que está influido por los parámetros ambientales y controlados por las fitohormonas.

Por otra parte Mondragón (2016), informa que las plantas registran dos tipos de meristemas, los cuales, tienen lugar simultáneamente durante la mayor parte de la vida de la planta. Los meristemas son:

- Meristemo primario: se encuentran ubicados en los tallos y raíces, y son los que permiten el crecimiento en longitud de los órganos mencionados.

- Meristemo secundario o cambium: son los responsables del crecimiento en grosor.

2.1.7. Variables de las plantas

La altura total de las plantas es un indicador de la existencia futura en el área definitiva; sin embargo, es contradictorio para la sobrevivencia. Este factor es útil en los estudios en la mayoría de las veces porque nos muestra la calidad a pesar de ser considerado poco suficiente (Mexal y Landis, 1990).

El diámetro del cuello de las plantas es el más relevante, porque ayuda a predecir la sobrevivencia de las plantas en el lugar a ser plantada. La robustez del tronco se correlaciona con el éxito y el vigor de las plantas debido a que las plantas que tienen más de 5 mm resisten más al doblamiento, a las plagas y/o microorganismos, a pesar de ser muy variable en las especies (Prieto et al., 2003).

2.1.8. *Colubrina glandulosa* (shaina)

2.1.8.1. Descripción taxonómica

De acuerdo a Cronquist (1981), la descripción taxonómica de la especie es de la siguiente manera:

División	: Magnoliophyta.
Clase	: Magnoliopsida.
Orden	: Rhamnales.
Familia	: Rhamnaceae.
Género	: <i>Colubrina</i> .
Especie	: <i>C. glandulosa</i> Perkins.

2.1.8.2. Descripción botánica

La Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible (APRODES) (s. f.), la describe como un árbol de 30 a 80 cm de diámetro y 20 a 30 m de altura total, presentando un fuste cilíndrico, con ramificación desde el segundo tercio, frecuentemente nudoso y con la base del fuste recta.

La corteza externa es regularmente agrietada, de color marrón rojizo claro, con grietas separadas de 1 a 4 cm entre sí, el ritidoma suberoso en placas casi rectangulares de 4 a 8 cm de longitud. La corteza interna es exfoliable de color blanquecino amarillento, de olor dulce, algunas veces presenta secreción de látex blanco y muy escaso.

Las hojas son simples, opuestas y dísticas, con longitudes entre 12 y 19 cm y anchos entre 5 y 8 cm, el peciolo registra longitudes entre 1 y 1,5 cm, fuertemente acanalado, las láminas oblongas a ovadas, enteras a levemente sinuadas, trinervadas, de 3 a 5 pares de nervios secundarios, ápice agudo, acuminado, con base obtusa a rotunda, de 2 a 3 mm de longitud de glándula a cada lado del nervio central, las hojas glabras o glabrescentes.

Las inflorescencias son axilares cimosas, glomeruladas, multifloras, cortas (2,5 a 4,5 cm de longitud). Las flores hermafroditas, de 5 a 9 mm de longitud, de 3 a 5 mm de longitud del pedicelo, el cáliz de 3 a 4 cm de longitud, 5 – dentado, los pétalos 5, cocleaciformes, de color blanco, de 2 a 3 mm de longitud, muy estrechos y semienvolventes de los estambres, éstos 5, muy pequeños, el pistilo con el ovario embebido en el disco. Los frutos son globosos, 3 – capsulares, de 6 mm de longitud, oblongoides, las semillas obovoides.

2.1.8.3. Distribución y hábitat

APRODES (s. f.), menciona que la especie se distribuye en Bolivia, Brasil, Perú y a través de las Guayanas. Asimismo, su hábitat es en la selva baja y ceja de selva hasta los 1 000 m en bosques primarios y secundarios tardíos.

2.1.8.4. Usos

APRODES (s. f.), informa que la madera es de buena calidad, muy apreciada para la construcción rural, en usos estructurales y en carpintería y ebanistería. Además, la corteza se emplea en el tratamiento de fiebres.

Es una especie no leguminosa de rápido crecimiento que se usa como madera de diámetros menores utilizada para techos y cercas (Alegre et al., 2000).

2.2. Estado del arte

Muñoz (2022) en su investigación sobre los tipos de sustratos + organismos eficientes (ME) en la especie *Cedrelinga catenaeformis* en Cusco, con el propósito de evaluar

los efectos en el crecimiento de las plantas. La metodología se empleó tratamientos de suelo agrícola, humus de lombriz, microorganismos eficientes y guano de isla, se realizó la selección de área de estudio donde se realizó las posteriores evaluaciones de las variables. En los resultados con el tratamiento de 1,6 kg de suelo agrícola + 200 g de humus + 30 ml de microorganismos eficientes se consiguió una altura de 26,3 cm; así mismo, en cuanto a la variable diámetro el tratamiento de 1,8 kg de suelo agrícola + 30 g de guano de isla + 30 ml de microorganismo eficientes obtuvo un 2,62 mm.

Runco (2018) en su investigación sobre los biofertilizantes con los microorganismos eficientes en la especie *Colubrina glandulosa*, con los objetivos de evaluar el crecimiento y desarrollo (diámetro y altura) de la planta. En la metodología se seleccionó el área de estudio, donde se instalaron las plantas y los tratamientos a evaluar; los microorganismos eficientes que se emplearon fueron suero de leche, estiércol, melaza de caña y cuatro minerales. En los resultados para la variable altura se obtuvo un 48,52 cm y un diámetro de 3,57 mm con el T₅ (1380 ml de biofertilizante -N-K-P-B-Cu-Zn-Mg-Mn).

Perez (2009) en su investigación sobre la fertilización de nitrógeno, potasio y fósforo en dos especies forestales en México, con la finalidad de determinar el crecimiento y desarrollo de la planta por influencia de la fertilización NPK, además de evaluar las propiedades fisicoquímicas del suelo. En la metodología se determinó el área de estudio, posteriormente se realizó la evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo, también las variables de crecimiento. En los resultados en cuanto a las propiedades fisicoquímicas del suelo se obtuvo pH (5,2), M.O. (6,5 %), N (0,16 %), P (6,45 %), K (0,06 Cmol(+)kg⁻¹), Ca (0,71 Cmol(+)kg⁻¹), Mg (0,44 Cmol(+)kg⁻¹), Na (0,34 Cmol(+)kg⁻¹), CIC (6,9 Cmol(+)kg⁻¹); con un clase textural de Migajón arcillo arenoso (Arcilla: 28%, Limo: 13%, Arena: 59%); la evaluación a los 10 meses en la especie *Swietenia macrophylla* en la variable altura se obtuvo un 138 cm con el tratamiento de NPK (17-34-30), en la variable diámetro se obtuvo 2,9 cm con el tratamiento de NPK (17-34-30); por otro lado, para la especie *Cedrela odorata* se obtuvo una altura 177 cm con el tratamiento NPK (17-34-30), y un diámetro de 3,1 cm con el tratamiento NPK (17-34-30).

Torres (2013) en su estudio sobre la fertilización con abono Bokashi en el desarrollo de la especie *C. glandulosa* en Tingo María, con la finalidad determinar las variables de diámetro y altura de la planta en campo definitivo. En la metodología se delimitó el área de estudio donde se evaluó las variables de diámetro y altura de la planta. En los resultados a los 9 meses de evaluación para la variable altura total se obtuvo 129,35 cm con el T₂ (Tierra

agrícola + aserrín + Bokashi en 50-25-25), en la variable diámetro se obtuvo 11,31 mm con el T2 (Tierra agrícola + aserrín + Bokashi en 50-25-25).

Salazar (2020) en su investigación sobre el uso de fertilizantes en el desarrollo de la especie *Colubrina glandulosa* en Luyando, Leoncio Prado, con la finalidad de determinar el crecimiento de altura y diámetro de la planta, y el porcentaje de mortalidad. En la metodología se realizó la delimito el área de estudio, para la posterior evaluación de las variables dasométricas de la planta. En los resultados a los 150 día de evaluación en la variable altura total 92,48 cm con el tratamiento (Roca fosfórica + compost + 20-20-20), en la variable diámetro se obtuvo un 11,35 mm con el tratamiento (Roca fosfórica + compost + 20-20-20), con un porcentaje de mortalidad se obtuvo un 5 % con el tratamiento (Roca fosfórica + compost + 20-20-20).

Minaya (2013) en su estudio sobre el comportamiento silvicultural de cinco especies en Aucayacu, con la finalidad de determinar el crecimiento de la planta y el porcentaje de mortalidad. En la metodología se delimito el área de estudio, donde se realizó la evaluación de las variables dasométricas de la planta. En los resultados a los 12 meses de evaluación en la variable altura total un 2.50 m en *S. macrophylla*, un 3,35 m en *G. crinita*, un 3,35 m en *C. lilloi*, un 3,94 en *C. spruceanum*, un 6,10 m en *S. parahyba*; en la variable diámetro un 3,73 cm en *S. macrophylla*, un 7,96 cm en *G. crinita*, un 5,62 cm en *C. lilloi*, un 5,23 en *C. spruceanum*, un 8,14 m en *S. parahyba*; en el porcentaje de mortalidad se obtuvo un 0,50 % en *S. macrophylla*, un 0 % en *G. crinita*, un 0 % en *C. lilloi*, un 0,33 % en *C. spruceanum*, un 0,17 % en *S. parahyba*.

Hidalgo (2021) en su investigación sobre el abonamiento orgánico en el desarrollo de la especie *Guazuma crinita* y *Colubrina glandulosa* en San Martin, con la finalidad de determinar la altura y el diámetro de la planta y las propiedades físico-químicas. En la metodología se realizó la delimitación del área de estudio, posteriormente se evaluó las propiedades fisicoquímicas y las variables dasométricas. En los resultados a los 5 meses de evaluación con el tratamiento (Suelo agrícola – Casacarilla compostada – Gallinaza 3 – 2 – 1) en la variable diámetro se obtuvo un incremento en la especie *G. crinita* con 2,14 mm y la especie *C. glandulosa* con 1,33 mm; por otro lado, en la altura se obtuvo un incremento en la especie *G. crinita* con 8,68 cm y la especie *C. glandulosa* con 5,81 cm; para las propiedades físicas-químicas pH (6,45), M.O. (3,99%), N (0,25%), P (5,86 ppm) y K₂O (86,46 kg.ha⁻¹).

Ramos (2019) en su estudio en el uso de fertilizantes en diferentes dosis en la especie *Cedrela odorata*, con el objetivo de determinar las variables dasométricas (diámetro y altura). En la metodología se delimitó el área a evaluar, para la posterior instalación de las plantas. En los resultados en cuanto al diámetro se presenta un 5,54 cm y en la altura se presenta un 7,72 m, ambas variables son resultado con el tratamiento (roca fosfórica 100 g + yaramila 200 g).

Vivanco (2009) en su estudio sobre la especie *Guazuma crinita* en terreno definitivo en Tingo María, con la finalidad de determinar el desarrollo de las variables dasométricas (diámetro y altura) y el porcentaje de mortalidad. En la metodología se llevó a cabo la delimitación del área, para la posterior evaluación de variables dasométricas y el porcentaje de mortalidad. En los resultados para la altura se obtuvo un incremento a los 6 meses de 15,79 cm y para el diámetro a los 6 meses un 4,21 mm, por otra parte, para el porcentaje de mortalidad a los 2 meses de 4,94 %, a los 6 meses un 0 %.

Villalva (2011) en su estudio sobre la especie *Guazuma crinita* en Satipo, con el objeto de evaluar el porcentaje de sobrevivencia de las plantas. En la metodología se llevó a cabo la selección y delimitación del área de estudio, posteriormente se realizó la evaluación de plantas periódicamente para obtener los datos de campo. En los resultados se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia de 95 %.

Fernández (2013) en su investigación sobre la especie *Guazuma crinita* en Aucayacu, con el objetivo de evaluar las propiedades física-químicas del suelo. En la metodología se llevó a cabo la delimitación del área de estudio, posteriormente se realizará el muestreo de suelo para enviar al laboratorio. En los resultados en las propiedades químicas se obtuvo un pH (7,68), M.O. (2,80 %), N (0,13 %), P (12,39 ppm), CIC (25,06), Ca (23,04 ppm), Mg (1,38 ppm), K (0,33 ppm), por otra parte, las propiedades físicas del suelo se presentó una clase textural franco limoso donde se obtuvo un (23,68 % Arena), (19,04 % Arcilla) y (75,28 % Limo).

Silveira y Cardoso (1987), informan que los microorganismos de montaña ayudan a la bacteria *Rhizobium* y favorecen el proceso de fijación de nitrógeno, mejorando el crecimiento y rendimiento de las plantas. Estas simbiosis positivas que suceden en forma natural, se pueden potenciar mediante el empleo de cantidades adecuadas de compost, estimulando y alargando el efecto de los beneficios de los microorganismos de montaña. Por lo

tanto, se considera vital conocer la naturaleza de las interacciones y definir los niveles de los residuos orgánicos que favorecen el mayor desempeño de los simbiontes utilizados.

Lian y Plasencia (2017), en su investigación evaluó la eficiencia de cinco niveles de microorganismos de montaña añadiendo bokashi en la producción de plantas de bambú *Guadua angustifolia* Kunth., en fase de vivero. El investigador reportó que el tratamiento que tuvo mayor supervivencia de esquejes así como el mayor número y longitud de brotes, fue el T4 con 40 % de microorganismos de montaña, de igual manera este tratamiento presenta el mayor número de hojas y diámetro de tallo. Además, concluye que la vigorosidad de la planta está en relación al incremento de materia orgánica del sustrato para sembrar la planta.

Cencia (2019), en su investigación evaluó el efecto de la biofertilización con lodo generado en PTAR Concepción con relación al desarrollo de plántulas de *Eucalyptus globulus* Labill, en un tiempo de ocho meses en fase de vivero, utilizando el Diseño experimental Completamente al azar DCA que contó con siete tratamientos y 10 repeticiones. En el repique aplicó dosis (30, 60 y 90 g) de lodo seco y lodo compostado. Los resultados revelaron diferencias estadísticas significativas, el lodo como biofertilizante es un buen generador de crecimiento; resaltando entre los tratamientos el T7 (lodo y compost a una dosis de 90 g) quien registró mayor incremento en altura con un valor de 51,86 cm, en diámetro con un valor de 4,52 mm. Por tanto, concluyó que la biofertilización con lodo con respecto al desarrollo de plántulas de *Eucalyptus globulus* Labill aplicadas a diferentes dosis influyeron en el crecimiento de altura, diámetro y calidad de planta; siendo el lodo compostado el que prevaleció ya que los incrementos fueron mayores a medida que se incrementaron la dosis.

Magallanes (2021), en su investigación realizada en suelos degradados de tres zonas de la provincia de Rodríguez de Mendoza, evaluó el crecimiento inicial de cinco especies del género *Inga* en una plantación empleando el diseño de cultivo en callejones, con un distanciamiento de 1 m x 4 m para cada especie. Obtuvo los siguientes resultados: *Inga saltensis* e *Inga adenophylla* presentan el mayor porcentaje de supervivencia en las tres zonas (en promedio 89,8 y 87,1 % respectivamente); además, *Inga saltensis* registra los mayores incrementos medios en diámetro basal (6,97 mm) y altura total (48,7 cm) a los seis meses desde la plantación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el terreno de la señora Norma Polinar Reyes, situada a 6 km de la ciudad de Tingo María, cuyas coordenadas geográficas son: E 394472 y N 8973058.

Región : Huánuco
Provincia : Leoncio Prado
Distrito : Rupa Rupa
Centro Poblado : Supte San Jorge

3.1.1. Características climáticas y zona de vida

El distrito Rupa Rupa pertenece a la ecoregión Selva Alta con precipitación hasta 3 200 mm/año, temperatura media de 25,6 °C y humedad relativa de 83 % (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI, 2019). Conforme a la clasificación de zonas de vida y el diagrama bioclimático de Holdridge (1987), se ubica en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh – PT).

3.1.2. Criterios de selección de la parcela

Para el desarrollo del proceso investigativo, se consideró las variables cualitativas de una parcela en estado de abandono, caracterizándose por la pérdida de fertilidad, la compactación, la erosión visible, la baja capacidad de retención de agua, reducción de biodiversidad, la textura, escasez de vegetación y con presencia de especies arbustivas, indicadoras de estos suelos tales como *Andropogon bicornis* L. (rabo de zorro) y *Pteridophyta* (macorilla); asimismo, se recolecto muestras del suelo para el análisis físico – químico del suelo en el Laboratorio de suelos, agua y ecotoxicología de la Facultad de Agronomía, obteniendo el resultado que la parcela se encuentra con bajos niveles de nutrientes, pH fuertemente ácido (Anexo 6), corroborando el estado de degradación de la parcela.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Material vegetativo

- Plantones de *Colubrina glandulosa*, adquirido de un vivero forestal de la zona

3.2.2. Materiales, equipos e insumos

Para la realización de la investigación, en primer lugar se recolectó los inóculos de microorganismos eficientes, para la preparación de los biofermentos; se utilizó un machete y una moto guadaña, para limpiar el terreno; lima, para afilar el machete; pala recta, para realizar las mezclas y el zarandeo de las muestras recolectadas; poseadora, para apertura de hoyos; jalones de madera, para alinear y señalar los plantones; baldes, para la reproducción de microorganismos en medio sólido; timbo de 20 L, para preparar el biofermento en medio líquido; jabs de plástico, para transportar los plantones a campo definitivo; costales, para colocar la hojarasca y suelo superficial de acuerdo a su procedencia; rafia, para facilitar el alineamiento; cinta métrica de 50 m, para delimitar la parcela; wincha de 5 m, para mediciones cortas; regla de 50 cm, para medir la altura de las plantas; lapicero, para realizar anotaciones; plumones, para codificar las muestras de hojarasca y suelo superficial de acuerdo a su procedencia; mochila fumigadora, para aplicar el biofertilizante; vernier digital, para medir el diámetro de las plantas; GPS, para georreferenciar la parcela; cámara digital, para capturar fotografías del proceso de la investigación, una laptop Lenovo para la recopilación y redacción del trabajo de investigación.

3.2.3. Metodología

3.2.3.1. Tipo de investigación

Aplicada, porque se recurrió a principios sobre la ciencia del suelo y biofertilización, y cómo influyen en el crecimiento de la shaina en suelo degradado.

Sustentado en Lozada (2016) menciona que este tipo de estudio presenta un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica; de este modo se genera riqueza por la diversificación y progreso del sector productivo.

3.2.3.2. Nivel de investigación

De acuerdo a Hernández et al. (2010), el nivel de la investigación fue explicativo, porque están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales.

3.2.3.3. Población y muestra

El número de plantas a evaluar fue el 100% (90 plantas).

3.2.3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación, es el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con tres tratamientos, cinco repeticiones y un total de 90 plantas, tal como se muestra en la **(Figura 1)**, para la comparación de medias se utilizó la Prueba de Fisher

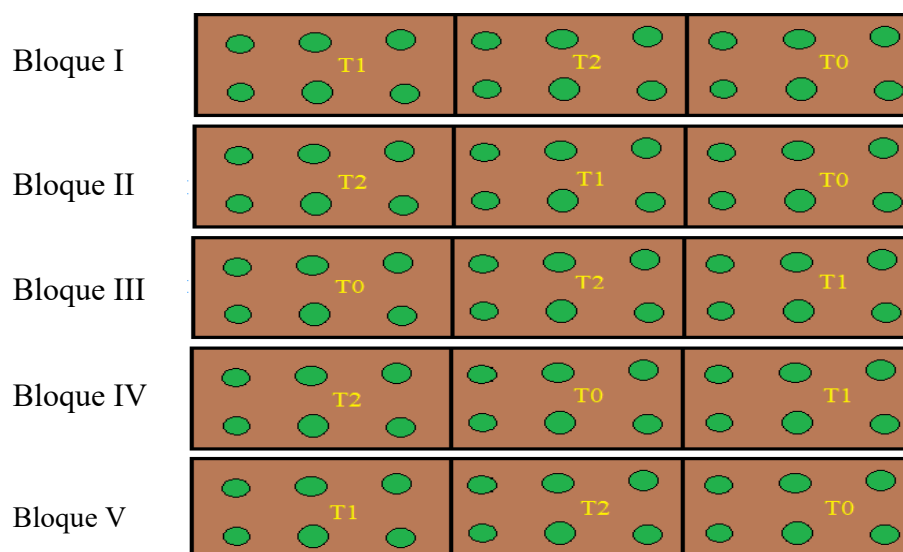


Figura 1. Diseño de investigación.

3.2.3.5. Tratamientos

En la **(Tabla 3)** se muestra el código, los tratamientos y la descripción de cada uno que fueron utilizados en la investigación.

Tabla 3. Tratamientos del trabajo de investigación.

Código	Tratamiento	Descripción
T ₀	Tratamiento 0	Testigo
T ₁	Tratamiento 1	Mezcla de hojarasca y suelo superficial del Bosque Reservado de la UNAS + granza de arroz + semolina de arroz + agua limpia + melaza
T ₂	Tratamiento 2	Mezcla de hojarasca y suelo superficial del Banco de germoplasma de la UNAS + granza de arroz + semolina de arroz + agua limpia + melaza

3.2.3.6. Variables de estudio

Las variables dependientes están conformada por la carga microbiana, propiedades del suelo y la caracterización morfológica de planta, mientras que la variable independiente está conformado por los microorganismos eficientes.

Tabla 4. Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Independiente		
Microorganismos eficientes	Origen geográfico/biológico	Composición de la preparación
		Método de preparación
		Dosis de aplicación
		Frecuencia de aplicación
Dependiente		
Carga microbiana	Grupo microbiano	Microorganismos aerobios viables
		Fungi (mohos y levaduras)
		Actinomicetos
		Lactobacillus
		Bacterias fijadoras de nitrógeno
		Coliformes totales
		Coliformes termotolerantes (E. coli)
		Salmonella
		Vibrio cholerae
Propiedades del suelo	Propiedad física	Arena (%)
		Arcilla (%)
		Limo (%)
		pH
	Propiedad química	M.O. (%)
		N (%)
		P (ppm)
		K (ppm)
Caracterización morfológica de planta	Atributos físicos de planta	Altura (cm)
		Diámetro (mm)
		Mortandad (%)

3.2.3.7. Análisis de varianza

En la (Tabla 5) se contempla la prueba ANOVA, con nivel de significancia del 95%, considerando la fuente de variación los microorganismos eficientes.

Tabla 5. Análisis de varianza

F. V.	Grados de libertad	SC	CM	F. Cal.
Tratamiento	t-1	SCtrat	CMtrat	CMtrat/CMe
Bloque	r-1	SCbloq	CMbloq	CMbloq/CMe
Error experimental	(t-1)(r-1)	SCe	CMe	
Total	tr-1	SCtotal		

r: repetición

t: tratamiento

3.2.3.8. Desarrollo de la investigación.

Para la elaboración del biofermento a partir de microorganismos eficientes, se basó en el Manual Práctico para la Elaboración de Bioinsumo: Reproducción de Microorganismos de Montaña (EAT, 2021).

3.2.3.9. Reproducción y determinación de la carga microbiana de microorganismos eficientes.**a) Recolección del inóculo de microorganismo eficientes**

Se identificó una zona natural (BRUNAS y Banco de Germoplasma) donde encontramos microorganismos de montaña, al retirar 2 cm de cubierta vegetal (hojas recién caídas), se observó una capa en descomposición con tonalidades café negruzco y blancuzco, indicando actividad microbiana; se recolectó el mantillo entre 2 y 10 cm de profundidad, llenando un saco para poder trasladarlo, en este suelo de montaña se encuentran presentes los inóculos con los microorganismos que buscamos.

b) Preparación de mezclas

Se procedió a revolver los inóculos recolectados para cada tratamiento; 1/2 saco de hojarasca + suelo superficial de bosque reservado con 10 kg de mezcla (granza de arroz + semolina de arroz), con 3L de agua limpia y 1L de melaza. Para preparar la mezcla, en primer lugar, se disolvió la melaza en agua limpia para posteriormente agregarle a la mezcla de (granza de arroz + semolina de arroz) con las hojarascas y el suelo superficial. De la misma manera, se realizó para los inóculos obtenidos del banco de germoplasma.

c) Multiplicación de microorganismos en medio sólido.

La mezcla obtenida se acondicionó y se compactó en un balde, con ayuda de un mazo de madera se procedió a oprimir la mezcla para que no quede espacios de aire entre los insumos empleados para posteriormente cerrar herméticamente, de esta manera

no entre oxígeno, dejando reposar el balde a la sombra, en un lugar fresco y seco por 30 días, llevando y anotando las fechas del proceso anaeróbico.

d) Activación de microorganismos en medio líquido

Transcurrido los 30 días para la reproducción de los microorganismos eficientes en medio sólido, se tomaron 3 kg de ME, donde se enrollaron en un mantel de tela; seguidamente, en un timbo de 20L, para la activación y multiplicación de estos microorganismos eficientes en medio líquido, se vertieron 18L de agua limpia + 1L de melaza + el mantel enrollado con mezcla de material anaeróbico, cerrando perfectamente el timbo dejando reposar por 15 días para que los microorganismos se activen y multipliquen.

e) Determinación de la carga microbiana de cada tratamiento

Se efectuaron análisis microbiológicos del biofermento resultante de los tratamientos. Mezcla de hojarasca y suelo superficial del BRUNAS + (granza de arroz + semolina de arroz) + agua limpia + melaza (T1) y mezcla de hojarasca y suelo superficial del banco de germoplasma + (granza de arroz + semolina de arroz) + agua limpia + melaza (T2). Se tomó muestra de 500 ml por tratamiento con la finalidad de determinar la carga microbiana de los microorganismos eficientes. El análisis se realizó a los 15 días de fermentación. Las muestras del biofermento obtenido fueron llevadas al Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Ingeniería Ambiental adscrita a la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

f) Aplicación del biofermento a partir de M.E.

- Acondicionamiento de la parcela experimental

Para establecer la plantación, se acondicionó el área de estudio, se realizó labores silviculturales, limpieza, corte, picado de arbustos y malezas que se encontró en el área, se preparó estacas de especies duras y rectas de 1 m de altura para realizar el alineado y la señalización de los plantones en campo definitivo. Asimismo, se efectuó el hoyado sugerido 30 x 30 x 30 cm (ancho, largo y profundidad) cuyo tamaño y forma del hoyo influyen significativamente en el prendimiento y desarrollo de los plantones, en la etapa inicial del desarrollo del sistema radicular.

- Transporte de plantones a campo definitivo

El transporte mayor de los plantones se realizó con un vehículo del vivero hasta la entrada de la parcela; mientras que el transporte menor se realizó

transportando en jabas de plástico hasta el lugar de establecimiento donde se realizó la distribución de acuerdo al diseño, teniendo en consideración los distanciamientos establecidos.

- Establecimiento de la plantación

Se coordinó con la propietaria para establecer la plantación en un área (1940 m²), mediante el sistema tres bolillos con el distanciamiento de 5 x 5 m.

$$NP = \frac{\text{Área (m}^2\text{)}}{\text{Distanciamiento (m}^2\text{)} \times 0,866}$$

Dónde:

N.P: Número de plantas.

- Aplicación del biofermento.

El biofermento se empleado como líquido de riego al suelo. La primera aplicación se efectuó a 15 días de establecer la plantación, con frecuencia cada 30 días, para ello se utilizó una mochila fumigadora. La proporción del biofermento es del 50% de microorganismos eficientes en medio líquido y 50% de agua no clorada por cada tratamiento.

3.2.3.10. Evaluación del efecto sobre las propiedades físicas-químicas de un suelo degradado en el centro poblado supte

- Muestreo de suelo

Se recolecto muestras de suelo del campo de investigación por cada bloque establecido, cuya profundidad es de 0 – 20 cm, para dicho trabajo se manipuló una pala recta, luego se homogenizo las muestras y se tomó 1 kg por cada bloque, para el análisis físico químico estos fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, de la Facultad de Agronomía. Se efectuaron dos análisis durante la ejecución de la investigación, el primer análisis se realizó antes del establecimiento de los plantones de shaina, y el segundo análisis se realizó después de concluir las evaluaciones.

3.2.3.11. Determinación del efecto sobre los indicadores de crecimiento: altura total y el diámetro, el porcentaje de mortalidad

- Altura total (cm)

Se determinó el efecto sobre el incremento en altura en plantas shaina, con una regla de 50 cm, se midió el día posterior de haber sido establecida la plantación, se tomó como referencia la superficie del suelo hasta el ápice del brote principal de la planta.

Las mediciones se realizaron con una frecuencia de 15 días, hasta culminar la investigación.

- **Diámetro (mm)**

Se determinó el efecto sobre el incremento en diámetro en plantas de shaina, con un vernier digital, se midió el diámetro el día posterior de haber sido establecida la plantación, se tomó como referencia a 5 cm del nivel del suelo. Las mediciones se realizaron con una frecuencia de 15 días, hasta culminar la investigación.

- **Porcentaje de mortandad**

Se determinó el efecto del biofermento sobre el porcentaje de mortandad en plantas de *C. glandulosa* (shaina), para lo cual se empleó la Ecuación (2):

$$M(\%) = \frac{T_{pm}}{T_{pe}} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

M : Mortalidad en porcentaje

(%) : Total de plantas muertas

Tpe : Total de plantas establecidas

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Carga microbiana por tratamiento de microorganismos eficientes

En la (Tabla 6) se muestra la carga microbiana de los microorganismos eficientes del BRUNAS y del Banco de Germoplasma donde para la determinación de Microorganismos aeróbios viables presenta 12×10^3 UFC/ml para el BRUNAS que resulta ser superior al valor referencial ($3 - 7 \times 10^3$ UFC/ml), Fungi (mohos y levaduras) presenta 23×10^3 UFC/ml para el banco de germoplasma que resulta ser superior al valor referencial ($1 - 3 \times 10^3$ UFC/ml), Actinomicetos presenta 28×10^3 UFC/ml para el BRUNAS siendo superior al valor referencial ($2 - 3 \times 10^3$ UFC/ml), Lactobacillus presenta 319×10^3 UFC/ml para el BRUNAS siendo superior con relación al Banco de germoplasma, Bacterias fijadoras de nitrógeno presenta 12×10^3 UFC/ml para el BRUNAS siendo superior con relación al Banco de germoplasma, para los Coliformes totales y Coliformes termotolerantes (*E. coli*) se observa ausencia en el BRUNAS y en el Banco de germoplasma, Salmonelia se muestra Ausencia/25 Ml para ambos sistemas, finalmente, Virbrio cholerae se observa Ausencia en ambos sistemas.

Tabla 6. Carga microbiana de microorganismos del BRUNAS y Banco de Germoplasma

Determinación	BRUNAS		Banco de germoplasma	
	Resultados	VR	Resultados	VR
Microorganismos aerobios viables	12×10^3 UFC/ml	$3 - 7 \times 10^3$ UFC/ml	10×10^3 UFC/ml	$3 - 7 \times 10^3$ UFC/ml
Fungi (mohos y levaduras)	15×10^3 UFC/ml	$1 - 3 \times 10^3$ UFC/ml	23×10^3 UFC/ml	$1 - 3 \times 10^3$ UFC/ml
Actinomicetos	28×10^3 UFC/ml	$2 - 3 \times 10^3$ UFC/ml	16×10^3 UFC/ml	$2 - 3 \times 10^3$ UFC/ml
Lactobacillus	319×10^3 UFC/ml	Presencia	9×10^3 UFC/ml	Presencia
Bacterias fijadoras de nitrógeno	12×10^3 UFC/ml	Presencia	9×10^3 UFC/ml	Presencia
Coliformes totales	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonelia	Ausencia/25 Ml	Ausencia/25 Ml	Ausencia/25 Ml	Ausencia/25 Ml
Vibrio cholerae	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

VR: Valor referencial

En la investigación sobre fertilización con microorganismos eficientes los autores Silveira y Cardoso (1987), informan que los microorganismos de montaña colaboran a la bacteria Rhizobium y favorecen la sucesión de fijación de nitrógeno, mejorando el crecimiento y rendimiento de las plantas. Estas simbiosis positivas que suceden en forma natural se pueden potenciar mediante el empleo de cantidades adecuadas de compost, estimulando y alargando el efecto de los beneficios de los microorganismos de montaña; asimismo, los autores Castro et al. (2015), los microorganismos de montaña son denominados consorcios microbianos, porque su composición y sus posibles relaciones que generan son múltiples e involucran bacterias

fotosintéticas, actinobacterias, hongos filamentosos, levaduras y bacterias productoras de ácido láctico, de la misma forma, el autor Vessey (2003), define a la biofertilización como el empleo de insumos que contengan microorganismos vivos, que al ser aplicados, colonicen la rizósfera o la parte interna de las plantas, y por ende permitan el crecimiento, incrementando el suministro y la disponibilidad de nutrientes primarios. También agrega que, la existencia de un microorganismo incrementa el crecimiento de las plantas sustituyendo los nutrientes del suelo (a través de fijación biológica de N₂).

De acuerdo a la investigación, la carga microbiana en las muestras obtenidas de las fuentes "BRUNAS" y "Banco de germoplasma", se observó una concentración elevada de microorganismos aerobios viables, hongos, actinomicetos y *Lactobacillus*; del mismo modo, se detectó la presencia de bacterias fijadoras de nitrógeno en cantidades moderadas. Por otro lado, se registró la ausencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes (*E. coli*), *Salmonella* y *Vibrio cholerae* en ambas muestras, indicando condiciones sanitarias favorables para su aplicación.

4.2. Propiedades físicas y químicas de un suelo degradado

4.2.1. Propiedades físicas

Se ha registrado un incremento de la textura Arena en todos los bloques, asimismo disminuyeron en las texturas de Arcilla y Limo en todos los bloques respectivos, presentando un suelo de clase franco arenoso (**Tabla 7**).

Tabla 7. Variación de textura del suelo por bloque después de las evaluaciones

Bloque	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura
I	21.3	-13.3	-8.0	Franco arenoso
II	18.7	-10.0	-8.7	Franco arenoso
III	14.0	-8.7	-5.3	Franco arenoso
IV	18.7	-8.0	-10.7	Franco arenoso
V	18.7	-9.3	-9.3	Franco arenoso

En la (**Tabla 8**) para el análisis de varianza a un 95% de nivel de confianza se observa la textura del suelo después de las evaluaciones, en la fuente de variación tratamiento para la textura Arena no existe diferencias estadísticas significativas con un p-valor (0,446), en la textura Arcilla no se presenta diferencias estadísticas significativas con un p-valor (0,289), en la textura Limo no se presenta diferencias estadísticas significativas con un p-valor (0,442), lo que señala que los tratamientos tienen un efecto semejante. Asimismo, se observa en la fuente

de variación bloque después de las evaluaciones que no existe diferencias estadísticas significativas, porque el p-valor supera los 0.05 de nivel de significancia. Siendo (0.586) para la textura Arena, de la misma manera (0.195) para la textura Arcilla, asimismo (0.743) para la textura Limo.

Tabla 8. Análisis de varianza de la textura del suelo después de las evaluaciones

F.V	G.L.	Arena (%)		Arcilla (%)		Limo (%)	
		C.M	P-valor	C.M	P-valor	C.M	P-valor
Tratamiento	2	17.07	0.446 ^{NS}	4.267	0.289 ^{NS}	12.8	0.442 ^{NS}
Bloque	4	14.27	0.586 ^{NS}	5.733	0.195 ^{NS}	6.933	0.743 ^{NS}
E.E	8	19.07		2.933		14.133	
Total	14						

**: altamente significativo; * significativo; NS: no significativo

En la (**Tabla 9**) se observa la comparación de medias de las propiedades físicas entre tratamientos después de las evaluaciones, donde se muestra para la textura Arena no existe diferencias estadísticas, sin embargo, el T2 con una media de 67.00% es superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos; en la textura Arcilla no existe diferencias estadísticas, sin embargo el T1 con una media de 20 % resulta ser superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos; en la textura Limo no existe diferencias estadísticas, sin embargo el T0 con una media de 17.8 % resulta ser superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos.

Tabla 9. Prueba de comparación de medias entre tratamientos de las propiedades físicas después de las evaluaciones.

Arena (%)			Arcilla (%)			Limo (%)		
código	media	Sig	código	media	Sig	código	media	Sig
T2	67	a	T1	20	a	0	17.8	a
T0	63.8	a	T0	18.4	a	1	16.2	a
T1	63.8	a	T2	18.4	a	2	14.6	a

En investigaciones realizadas en especies forestales, el autor Perez (2009) en su investigación sobre la fertilización de NPK en dos especies forestales *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* en México. En los resultados en cuanto a las propiedades físicas obtuvo una clase textural tipo Migajón arcillo arenoso (Arcilla: 28%, Limo: 13%, Arena: 59%); asimismo, en su investigación el autor Fernández (2013) sobre la especie *Guazuma crinita* en

Aucayacu, con el objetivo de evaluar las propiedades física-químicas del suelo. En los resultados obtuvo una clase textural franco limoso donde se obtuvo un (23,68 % Arena), (19,04 % Arcilla) y (75,28 % Limo); de la misma forma, en estudios de la especie *Dipteryx alata* el autor Mesta (2012) en Ucayali, determinó las propiedades físicas-químicas del suelo. En los resultados de propiedades físicas del suelo obtuvo un suelo de clase textural (Franco arenoso) con Arena (72 %), Limo (20 %) y Arcilla (8 %) valores que difieren con la investigación realizada. Evidenciando valores en rangos diferentes en cada una de las investigaciones realizadas por sus respectivos autores, esta diferencia probablemente se debe a la zona del estudio, la relación con los componentes de su entorno, además de ser influenciada por las características de la especie que se encuentra establecida en el lugar. Es relevante mencionar que, la técnica de fertilización influye en las propiedades físicas del suelo, modificando o alterando sus diferentes componentes, entre ellos es la variación de pH, modificación de la microfauna, entre otros.

4.2.2. Propiedades químicas

Se ha registrado un incremento del pH en todos los bloques, asimismo se registraron disminuciones en la MO y N en todos los bloques respectivos. De la misma manera, se obtuvieron incrementos de P en el bloque (I), sin embargo hubo disminuciones de P en los bloques (II, III, IV y V), con respecto al K, hubo incrementos en los bloques (I, II, III, IV) sin embargo en el bloque (V) disminuyó (**Tabla 10**).

Tabla 10. Promedio de las propiedades químicas entre bloques después de las evaluaciones

Bloque	pH (1:1)	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
I	0.67	-1.13	-0.05	0.60	13.11
II	0.66	-1.08	-0.06	-0.99	35.47
III	0.76	-1.65	-0.08	-2.59	26.90
IV	0.51	-1.90	-0.09	-2.78	13.18
V	0.41	-1.29	-0.06	-3.86	-37.68

En la (**Tabla 11**) se observa el análisis de varianza a un nivel de confianza del 95% de las propiedades químicas después de las evaluaciones, donde la fuente de variación tratamiento para la propiedad química pH presenta diferencias estadísticas significativas con un p-valor (0,023) lo que indica que es menor al 5%; por otro lado, para M.O y N presentan diferencias estadísticas significativas con un p-valor (0,032) respectivamente, que indica que al menos un tratamiento es diferente al otro; finalmente, para P (ppm) y K (ppm) presentan

diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor (0,001, 0,001) respectivamente, siendo un p-valor inferior al 1%.

Asimismo, se observa en la fuente de variación bloque después de las evaluaciones, no existe diferencias estadísticas significativas, porque el p-valor supera los 0.05 de nivel de significancia. Con (0,091) para el pH, de la misma manera (0,403) para la M.O. asimismo, para el N, P (ppm) y K (ppm) con valores (0.633), (0,287), (0.173) respectivamente.

Tabla 11 Análisis de varianza de propiedades químicas después de las evaluaciones.

F.V	G.L.	pH		M.O		N		P (ppm)		K (ppm)	
		C.M	P-valor	C.M	P-valor	C.M	P-valor	C.M	P-valor	C.M	P-valor
Tratamiento	2	0.012	0.023*	0.079	0.032*	0.00033	0.032*	0.129	0.001**	2247.5	0.001**
Bloque	4	0.006	0.091 ^{NS}	0.016	0.403 ^{NS}	0.00004	0.633 ^{NS}	0.004	0.287 ^{NS}	263.3	0.173 ^{NS}
E.E	8	0.002		0.014		0.00006		0.002		125.7	
Total	14										

** : altamente significativo; * significativo; NS: no significativo

En la (**Tabla 12**) se observa la comparación de medias entre tratamientos de las propiedades químicas después de las evaluaciones, donde se presenta para el pH que existe diferencias estadísticas, donde el T₁ con una media de 5,32 es superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos; en la materia orgánica (M.O.) existen diferencias estadísticas, donde el T₁ con una media de 0,87 % resulta ser superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos; en el nitrógeno (N) existe diferencias estadísticas, donde el T₂ y T₁ son superiores con respecto al T₀ con una media de 0,04 % respectivamente; en el P (ppm) existe diferencias estadísticas, donde el T₂ con una media de 2,36 ppm, resulta ser superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos, en el K (ppm) existe diferencias estadísticas, donde el T₂ con una media de 105,8 ppm, resulta ser superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos.

Tabla 12. Prueba de comparación de medias entre tratamientos de las propiedades químicas después de las evaluaciones.

pH (1:1)			M.O (%)			N (%)			P (ppm)			K (ppm)		
código	media	sig	código	media	sig	código	media	sig	código	media	sig	código	media	sig
T1	5.32	a	T1	0.87	a	T1	0.04	a	T2	2.36	a	T2	105.8	a
T2	5.30	a	T2	0.85	a	T2	0.04	a	T1	2.22	b	T1	84.2	b
T0	5.23	b	T0	0.64	b	T0	0.03	b	T0	2.04	c	T0	63.4	c

En estudios realizados en diferentes especies forestales el autor Hidalgo (2021) en su investigación sobre el abonamiento orgánico en el desarrollo de la especie *Guazuma crinita* y *Colubrina glandulosa* en San Martín, En los resultados a los 5 meses de evaluación con el tratamiento (Suelo agrícola – Cascarilla compostada – Gallinaza 3 – 2 – 1) en las propiedades químicas obtuvo en pH (6,45), M.O. (3.99%), N (0,25%), P (5,86 ppm) y K₂O (86,46 kg.ha⁻¹); asimismo, el autor Fernández (2013) en su investigación sobre la especie *Guazuma crinita* en Aucayacu, en sus resultados menciona en las propiedades químicas obtuvo un pH (7,68), M.O. (2,80 %), N (0,13 %), P (12,39 ppm), CIC (25,06), Ca (23,04 ppm), Mg (1,38 ppm), K (0,33 ppm); de la misma forma, en la especie *Dipteryx alata* en Ucayali el autor Mesta (2012) determinó sus propiedades físicas-químicas del suelo, en los resultados en las propiedades químicas del suelo obtuvo un pH (4,74), M.O. (0,72 %), N (0,084 %), P (0,60 ppm), K (46,00 ppm), CIC (5,44); del mismo modo, con resultados diferentes en especies distintas, el autor Perez (2009) en su investigación sobre la fertilización de nitrógeno, potasio y fósforo en dos especies forestales *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* en México. En los resultados en cuanto a las propiedades químicas del suelo se obtuvo pH (5,2), M.O. (6,5 %), N (0,16 %), P (6,45 %), K (0,06 Cmol(+)kg⁻¹), Ca (0,71 Cmol(+)kg⁻¹), Mg (0,44 Cmol(+)kg⁻¹), Na (0,34 Cmol(+)kg⁻¹), CIC (6,9 Cmol(+)kg⁻¹).

En los resultados obtenidos por los diferentes autores en sus investigaciones se pone en evidencia la variación en los valores de las propiedades químicas, esto se debe posiblemente a las características del suelo en el que se encuentra la plantación, los factores climáticos y el mantenimiento silvicultural. Es primordial resaltar, la influencia que tiene la biofertilización en la mejora de la concentración de los macronutrientes presente en el suelo, incrementando la capacidad de retener el agua.

4.3. Incremento de diámetro, altura y mortandad de *C. glandulosa*

4.3.1. Incremento de diámetro

En la (Figura 2) se observa el incremento del diámetro (mm) de la especie *C. glandulosa* en un periodo de recurrencia de 15 días, siendo un total de 13 evaluaciones realizadas durante la ejecución, se presenta un aumento considerable en el diámetro; en donde el T₂ fue el tratamiento con un incremento significativo a comparación de los demás tratamientos.

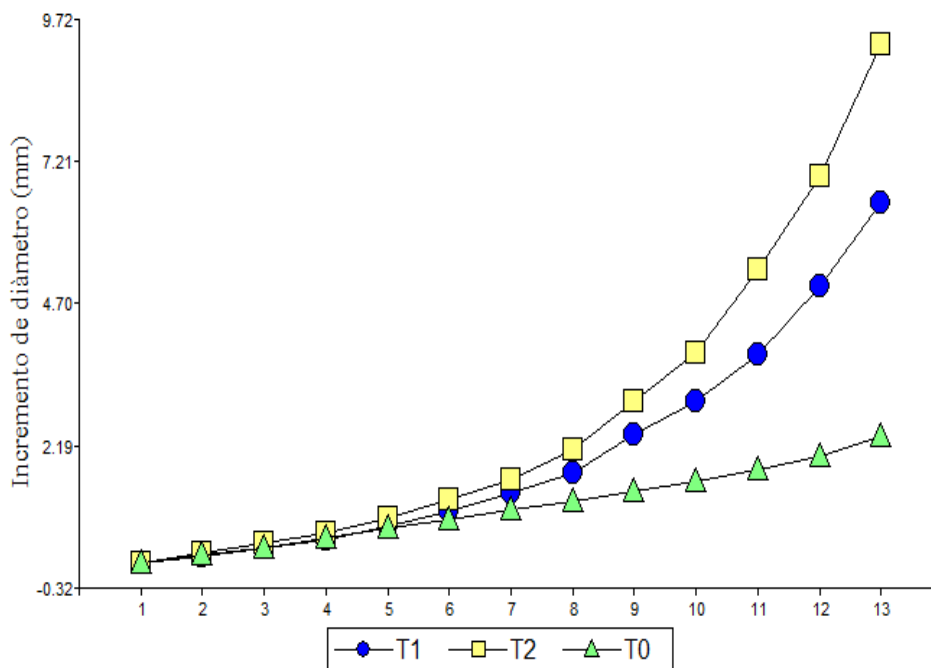


Figura 2. Incremento de diámetro (mm)

En la (**Tabla 13**) se observa la prueba de normalidad donde indica que para las evaluaciones del incremento del diámetro a los 2, 4 y 6 meses se obtiene el p-valor de (0.118, 0.532 y 0.143) respectivamente, indicando que los datos superan los 0.05, determinando que los datos siguen una distribución del tipo normal

Tabla 13. Análisis de la distribución normal a los 2, 4 y 6 meses de evaluación del incremento del diámetro

Distribución normal 2 meses		Distribución normal 4 meses	Distribución normal 6 meses
Media	0.5833	1.679	6.035
Desv. Est.	0.1093	0.4565	3.547
N	15	15	15
A.D.	0.565	0.302	0.534
Valor p	0.118	0.532	0.143

De la misma manera se observa en la (**Tabla 14**) para el análisis de varianza en el incremento de diámetro (mm) en la especie *C. glandulosa* por efecto de la aplicación del biofermento a partir de microorganismos eficientes a los 2, 4 y 6 meses en la fuente de variación tratamiento para la evaluación a los 2 meses no presentó diferencias estadísticas significativas con un p-valor de (0.228) siendo superior al 5%; por otro lado, a los 4 meses de evaluación presentó diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor

inferior al 1% siendo (0.006); asimismo, a los 6 meses de evaluación presentó diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor (0,008), lo que indica que al menos uno de los tratamientos es diferente del otro. Asimismo, se observa en la fuente de variación bloque para la evaluación a los 2, 4 y 6 meses, no presentaron diferencias estadísticas significativas porque el p-valor supera el 5%. Siendo estos valores (0.754, 0.867, 0.963) respectivamente.

Tabla 14. Análisis de varianza del incremento en crecimiento de diámetro a los 2,4 y 6 meses de evaluación.

FV	GL	2 meses		4 meses		6 meses	
		CM	Valor p	CM	Valor p	CM	Valor p
Tratamiento	2	0.022	0.228 ^{NS}	1.003	0.006**	60.27	0.008**
Bloque	4	0.006	0.754 ^{NS}	0.030	0.867 ^{NS}	0.90	0.963 ^{NS}
Error	8	0.012		0.099		6.50	
Total	14						
CV(%)		18.73		27.19		58.78	

**: altamente significativo; * significativo; NS: no significativo

En la (**Tabla 15**) en la prueba de comparación de medias entre tratamientos para el incremento de diámetro (mm) en la especie *C. glandulosa* por efecto de la aplicación del biofermento a partir de microorganismos eficientes a los 2, 4 y 6 meses de evaluación, a los 2 meses no se presentan diferencias estadísticas significativas, no obstante, el T₂ con 0,66 mm es superior numéricamente a los demás tratamientos; a los 4 meses se presentan diferencias estadísticas significativas, sin embargo, el T₂ con 2,11 mm supera numéricamente a los demás tratamientos pero no difiere significativamente con el T₁ con una media de 1.71 mm. Finalmente, a los 6 meses de evaluación se presentan diferencias estadísticas significativas, donde el T₂ con 9,26 mm es superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos pero no difiere significativamente con el T₁ con una media de 6.49 mm.

Tabla 15. Prueba de comparación de medias del incremento en diámetro a los 2, 4 y 6 meses de evaluación.

2 meses			4 meses			6 meses		
Tratamiento	Media	Sig	Tratamiento	Media	Sig	Tratamiento	Media	Sig
T2	0.66	a	T2	2.11	a	T2	9.26	a
T0	0.55	a	T1	1.71	a	T1	6.49	a
T1	0.54	a	T0	1.22	b	T0	2.36	b

En relación con estudios realizados en la misma especie *Colubrina glandulosa*, el autor Runco (2018) en su investigación sobre los biofertilizantes con los microorganismos eficientes. En los resultados para la variable diámetro presento un 3,57 mm con el T₅ (1380 ml de biofertilizante -N-K-P-B-Cu-Zn-Mg-Mn) siendo inferior a los resultados de la investigación realizada; de la misma forma, el autor Torres (2012) en su estudio sobre la fertilización con abono Bokashi en Tingo María. En los resultados a los 9 meses de evaluación en la variable diámetro se obtuvo 11,31 mm con el T₂ (Tierra agrícola + aserrín + Bokashi en 50-25-25), asimismo, el autor Salazar (2020) en su investigación sobre el uso de fertilizantes en Luyando, Leoncio Prado. En los resultados a los 5 meses de evaluación en la variable diámetro se obtuvo un 11,35 mm con el tratamiento (Roca fosfórica + compost + 20-20-20) resultando valores superiores, debido al tiempo de evaluación de cada investigación.

Desde otro punto de vista, en investigaciones de diferentes especies forestales, el autor Muñoz (2022) en su investigación sobre los tipos de sustratos + organismos eficientes (ME) en la especie *Cedrelinga catenaeformis* en Cusco. En los resultados, en cuanto a la variable diámetro el tratamiento de 1,8 kg de suelo agrícola + 30 g de guano de isla + 30 ml de microorganismo eficientes obtuvo un 2,62 mm, además, el autor Ramos (2019) en su estudio en el uso de fertilizantes en diferentes dosis en la especie *Cedrela odorata*. En los resultados en cuanto al diámetro se presenta un 5,54 cm con el tratamiento (roca fosfórica 100 g + yaramila 200 g).

La diferencia entre los valores con respecto en la variable diámetro se puede dar probablemente a las características que componen el suelo, clima y la especie, además del tipo de fertilización o abonamiento con el que se trabaja, ya que cada abono contiene elementos específicos para el crecimiento y desarrollo de la planta. Cabe mencionar, que la técnica de fertilización aporta elementos esenciales para las plantas, además modifican las propiedades físicas y químicas del suelo así como también en la composición nutricional del suelo. Asimismo, la presencia de los Microorganismos Eficientes recolectados del Banco de germoplasma que presento abundante presencia de Kudzu, leguminosa que es utilizado como una forma de control de la erosión y también para mejorar el suelo; dado que, aumenta el nitrógeno en el suelo a través de una relación simbiótica con las bacterias fijadoras de nitrógeno. A través de sus raíces pivotantes profundas también transfieren valiosos minerales del subsuelo a la superficie del suelo, mejorando así la capa superior del suelo. (Alvarado et al. 2023).

4.3.2. Incremento de la altura (cm)

En la (Figura 3), se visualiza el comportamiento que obtuvieron las

plantas de la especie *Colubrina glandulosa* sobre el incremento de altura (cm) bajo efecto de la aplicación de los tratamientos establecidos a partir de microorganismos eficientes cada 15 días de aplicación del biofermento obtenido, donde se muestra que el T₂ obtuvo un incremento notable frente a los demás tratamientos, estableciendo que el T₂ obtuvo el mejor resultado, seguido por el T₁ que también mostraron resultados positivos en cuanto a incremento, sin embargo T₀, no mostro incrementos significativos.

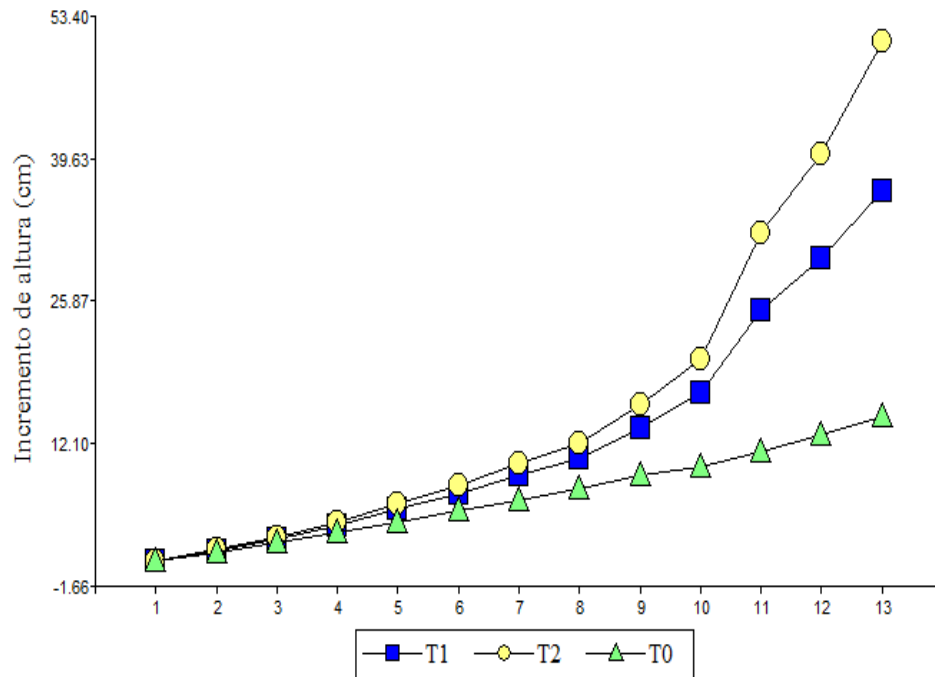


Figura 3. Incremento de altura (cm)

En la (**Tabla 16**) se muestra la prueba de normalidad de los datos recolectados de las evaluaciones, donde se visualiza que para las evaluaciones del incremento de altura de plantas a los 2,4 y 6 meses. Se obtiene un p-valor de (0.100, 0.220 y 0.054) respectivamente, lo que indica que los datos superan los 0.05; por consiguiente, los datos siguen una distribución del tipo normal.

Tabla 16. Distribución normal a los 2, 4 y 6 meses de evaluación del incremento de la altura.

	Distribución normal 2 meses	Distribución normal 4 meses	Distribución normal 6 meses
Media	4.039	10.20	34.08
Desv. Est.	0.6223	2.423	18.10
N	15	15	15
A.D.	0.595	0.463	0.699
Valor p	0.100	0.220	0.054

De la misma manera; se observa en la (**Tabla 17**) para el análisis de varianza, en el incremento de altura (cm) en la especie *Colubrina glandulosa* por efecto de la aplicación del biofermento a partir de microorganismos eficientes a los 2, 4 y 6 meses.

En la fuente variación tratamiento de la evaluación a los 2 meses se presentan diferencias estadísticas significativas con un p-valor (0,029), lo que indica que el p-valor es inferior al 5%; por otro lado, a los 4 meses de evaluación se presentan diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor (0,005); asimismo, a los 6 meses de evaluación se presentan diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor (0,004), lo que indica que el p-valor es inferior al 1 %; además, que uno de los tratamientos es diferente del otro. Así mismo, se observa en la fuente de variación bloque para las evaluaciones a los 2, 4 y 6 meses no existe diferencias estadísticas significativas porque el p-valor superan el 5% (0.05), siendo (0.437, 0.317, 0.805) respectivamente a los 2, 4 y 6 meses respectivamente.

Tabla 17. Análisis de varianza de la altura (cm) a los 2, 4 y 6 meses de evaluación

FV	GL	2 meses		4 meses		6 meses	
		CM	Valor-p	CM	Valor-p	CM	Valor-p
Tratamiento	2	1.309	0.029*	25.165	0.005**	1652.07	0.004**
Bloque	4	0.242	0.437 NS	3.283	0.317 NS	53.13	0.805 NS
Error	8	0.229		2.345		133.55	
Total	14						
CV(%)		15.41		23.76		53.11	

** : altamente significativo; * significativo; NS: no significativo

Así mismo; en la (**Tabla 18**), la prueba de comparación de medias entre tratamiento de la variable altura (cm) a los 2, 4 y 6 meses de evaluación en la especie *C. glandulosa*, se presenta diferencias estadísticas, donde el T₂ a los 2 meses alcanzó 4.48 cm, a los 4 meses alcanzó 12,14 cm, a los 6 meses alcanzó 50.89 cm, valores numéricamente superiores al resto.

Tabla 18. Prueba de comparación de medias de la altura (cm) a los 2, 4 y 6 meses de evaluación

2 meses			4 meses			6 meses		
Tratamiento	Media	Sig	Tratamiento	Media	Sig	Tratamiento	Media	Sig
T2	4.48	a	T2	12.14	a	T2	50.89	a
T1	4.15	a	T1	10.72	a	T1	36.55	a
T0	3.48	b	T0	7.74	b	T0	14.79	b

En tal sentido, en investigaciones realizadas en la misma especie *C. glandulosa*, el autor Runco (2018) en su investigación obtuvo en los resultados para la variable altura un 48,52 cm con el T₅ (1380 ml de biofertilizante -N-K-P-B-Cu-Zn-Mg-Mn) resultados que se asemejan con los de la investigación realizada; por otro lado, el autor Salazar (2020) en su investigación sobre el uso de fertilizantes en el desarrollo de la especie *Colubrina glandulosa* en Luyando, Leoncio Prado. En los resultados a los 5 meses de evaluación en la variable altura total 92,48 cm con el tratamiento (Roca fosfórica + compost + 20-20-20) estos resultado son superiores al estudio realizado; finalmente, en su investigación el autor Torres (2012) obtuvo los resultados a los 9 meses de evaluación para la variable altura total de 129,35 cm con el T2 (Tierra agrícola + aserrín + Bokashi en 50-25-25) dando valores superiores con respecto a la investigación realizada debido al mayor tiempo de evaluación.

Desde otro enfoque, en investigaciones con otras especies forestales, el autor Muñoz (2022) en su estudio sobre los tipos de sustratos + organismos eficientes (ME) en la especie *Cedrelinga catenaeformis* en Cusco. En los resultados con el tratamiento de 1,6 kg de suelo agrícola + 200 g de humus + 30 ml de microorganismos eficientes se obtuvo una altura de 26,3 cm, dando un valor inferior al del estudio realizado; asimismo, en su investigación el autor Ramos (2019) en fertilizantes con múltiples dosis en la especie *Cedrela odorata*. En los resultados en la altura obtuvo un 2,72 m con el tratamiento (roca fosfórica 100 g + yaramila 200 g) siendo un valor superior al de la investigación.

La variación entre los resultados de las investigaciones de los autores antes mencionados, se debe posiblemente a la especie establecida en la plantación, sus requerimientos nutricionales, además de las características físico-químicas con las que cuenta el área, las características climáticas y zona de vida, entre otros factores. Por otro lado, es importante mencionar que la biofertilización con microorganismos eficientes brinda un equilibrio microbiológico al suelo, incrementando su protección y aumentando su productividad de cultivos

Por otra parte; Alvarado et al. (2023) menciona que, el Kudzu tiene alta capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo e incorporarlo, sea como abono verde o por la caída de sus hojas. Se estima un aporte de 110 a 120 Kg por hectárea al año, convirtiéndolo en una reserva natural de nutrientes que son asimilados por la planta, influyendo en su crecimiento y desarrollo.

4.3.3. Mortandad de plantas de *C. glandulosa*

Como se observa la (Tabla 19) el porcentaje de mortandad de plantas de *Columbrina*

glandulosa, donde se observa el T₁ y T₂, presentan los mejores valores del porcentaje de mortandad cuyos valores fueron de 23,333 % respectivamente, siendo los mejores tratamientos en comparación con el T₀ (Testigo), cuyo porcentaje de mortandad fue superior con un valor de 30%.

Tabla 19. Porcentaje de mortandad de plantas de *Colubrina glandulosa*

Tratamientos	Plantas establecidas	Plantas muertas	% Mortandad
T ₁	30	7	23.333
T ₂	30	7	23.333
T ₀	30	9	30.000

En su estudio el autor Minaya (2013) en el comportamiento silvicultural de cinco especies en Aucayacu, con la finalidad de determinar el crecimiento de la planta y el porcentaje de mortandad. En los resultados a los 12 meses de evaluación en el porcentaje de mortandad se obtuvo un 0,50 % en *S. macrophylla*, un 0 % en *G. crinita*, un 0 % en *C. lilloi*, un 0,33 % en *C. spruceanum*, un 0,17 % en *S. parahyba*;

Por su parte, Vivanco (2009) en su investigación sobre la especie *Guazuma crinita* en terreno definitivo en Tingo María. Los resultados que obtuvo del porcentaje de mortandad a los 2 meses fueron de 4,94 %, y a los 6 meses fue un 0 %.

De la misma forma, Villalva (2011) en su investigación de la especie *Guazuma crinita* en Satipo. Los resultados que obtuvo, fue un porcentaje de sobrevivencia de 95 %. Valores que difieren con los de la investigación realizada, probablemente al tipo de especie forestal utilizada, el mantenimiento silvicultural, el manejo de control de plagas, tipo de biofertilizante o fertilizante utilizados, y a la reacción que causan sus componentes. Cabe resaltar, que tanto la falta como el exceso de nutrientes puede ocasionar que las plantas sean susceptibles a enfermedades. Asimismo, el uso desmedido de estos puede ocasionar una intoxicación en la planta lo que ocasiona su muerte.

V. CONCLUSIONES

- Se confirmó una elevada concentración de microorganismos aerobios viables, hongos, actinomicetos y *Lactobacillus* en las preparaciones de biofertilizante, superando los valores de referencia, lo que indica un inoculo microbiano robusto. Además se detectó la presencia de bacterias fijadoras de nitrógeno en cantidades moderadas, crucialmente, se verificó la ausencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes (*E. coli*), *Salmonella* y *Vibrio cholerae* en ambas muestras, asegurando condiciones sanitarias favorables del biofertilizante.
- El análisis edáfico reveló: en la textura del suelo no presentaron diferencias estadísticas significativas, clasificándose como franco arenoso, respecto a las propiedades químicas, se observó un pH fue superior numéricamente en el T1 (5,32), donde también la materia orgánica fue superior estadísticamente con un 0,87%, el contenido nitrógeno (N) se mantuvo similar entre T1 y T2, con 0.04%. no obstante, para el fósforo (P) y potasio (K) el T2 fue superior estadísticamente en comparación con los demás tratamientos con valores de 2,36 ppm y 105,8 ppm respectivamente.
- En la evaluación de los atributos de crecimiento de *Colubrina glandulosa* a los 6 meses, el tratamiento T2 se identificó como el más eficaz, induciendo un incremento promedio de 9,26 mm y 50,89 cm en altura. Paralelamente, el T0, sin aplicación de microorganismos eficientes exhibió el porcentaje de mortandad más elevado, superando el 30%.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Estudiar y aplicar otra variedad de microorganismos eficientes para evaluar su influencia en el suelo y en otras especies forestales nativas.
- Realizar un seguimiento prolongado para visualizar cómo permanecen los efectos de la biofertilización en las propiedades del suelo y el desarrollo de las plantas.
- Investigar y comparar diferentes formas de aplicar biofertilizantes para determinar cuál es más eficaz en la mejora del suelo y el crecimiento de las plantas.
- Realizar pruebas con distintas concentraciones de microorganismos beneficiosos para identificar la dosis más efectiva que estimule el crecimiento vegetal sin efectos adversos.
- Realizar evaluaciones sobre cómo la biofertilización podría afectar el medio ambiente a largo plazo, considerando su impacto en la biodiversidad del suelo y en los ecosistemas cercanos.

VII. REFERENCIAS

- Alegre, J., Arévalo, L., Guzmán, W. y Rao, M. (2000). Barbechos mejorados para intensificar el uso de la tierra en los trópicos húmedos de Perú. *Agroforestería de las Américas*. 7(27).http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7594/RAF_A_27_Completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alvarado, A., Carrera, B., Carrera, D., Pilaloe, W. (2023). Kudzu tropical: situación y perspectivas para la agricultura sostenible. Centro de Investigación y Desarrollo Profesional. Primera edición. Ecuador.
- APRODES (s. f.). Árboles forestales nativos para la reforestación. Proyecto: “Aumento de ingresos de pequeños agricultores y preservación de la biodiversidad en el Valle de Chanchamayo (Junín – Perú)” cambio climático.http://www.aprodes.org/pdf/20.Arboles_forestales_nativos_para_la_reforestacion.pdf
- Barrera, J., Suárez, D., Melgarejo, L. (2010). Análisis de crecimiento en plantas. Departamento de Biología, de la Universidad Nacional de Colombia, 2010. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2019/02/Melgarejo-2010.pdf>
- Bidwell, R. G. S. (1993). Fisiología vegetal. 1era Edición en Español. Queen's University. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf>
- Borrero GP, Arias D, Campos R, Pacheco F (2015) Comparative study on the use of two substrates with microbial inoculants for organic solid waste domestic composting : Economic Analysis Estudio comparativo del uso de dos sustratos con. *Tecnología en Marcha* 29(1):28– 37.
- Brissio, P. (2005). *Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia del Neuquén donde se efectúan actividades de explotación hidrocarburífera. Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud, de la Universidad Nacional del Comahue, 2005.* [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional del Comahue]. http://www.scielo.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000099&pid=S0123-3475201000010001400011&lng=es
- Campos R (2013) Manual de suelos-Guías de Laboratorio de campo. Universidad de La Salle

- Campo-Martínez AP, Acosta-Sanchez R , Morales-Velasco S, Prado F (2014) Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 12(1):79–87
- Carrasco, J., Squella, F. y Undurraga, P. (2002). Prácticas para el manejo sustentable de los recursos naturales en la recuperación de los suelos degradados. Ministerio de Agricultura. Chile. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/8314>
- Castro, L., Murillo, M., Uribe, L. y Mata, R. (junio, 2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya - tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*. 39(3):21-36. Costa Rica. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43642604002.pdf>
- Cencia, K. I. (2019). *Efecto de la biofertilización con lodo generado en PTAR Concepción sobre el crecimiento de plántulas de Eucalyptus globulus Labill. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, de la Universidad del Centro del Perú, 2019*. [Tesis para optar el Título, Universidad del Centro del Perú]. <https://docplayer.es/168947208-Efecto-de-la-biofertilizacion-con-lodo-generado-en-ptar-concepcion-sobre-el-crecimiento-de-plantulas-de-eucalyptus-globulus-labill.html>
- Corrales MA, Montoya J (2016) Viabilidad Ambiental de la Humanaza Producida en la Granja Escuela Agroecologica Mutualitos y Mutualitas Como Residuo Orgánico Aprovechable. Universidad de La Salle.
- Cronquist, A. (1981). Lista de las clases, subclases, órdenes y familias de las angiospermas. Columbia. University Press. New York.
- EAT (Estrategia de Acompañamiento Técnico) (2021). Manuales prácticos para la elaboración de insumos (13), Reproducción de Microorganismos de Montaña. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737319/13_Microorganismos_de_montan_a.pdf
- FAO (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación). (1999). Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Italia. <https://issuu.com/miguelangelsanchezcalva/docs/librosagronicos.blogspot.com-gu>

- FAO (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación). (2016). Evaluación de la degradación de la tierra en tierras secas: Manual para la evaluación a nivel local de la degradación de la tierra y la gestión sostenible de la tierra. Parte 2. Italia. <http://www.fao.org/3/i6362e/i6362e.pdf>
- Fernández, L. (2013). *Comportamiento silvicultural de Bolaina blanca (Guazuma crinita C. Martius) a diferentes densidades en campo definitivo en el distrito de Aucayacu*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/582/T.FRS-184.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fontera, G. (noviembre, 2006). Biofertilización: aspectos productivos y consecuencias en el manejo y conservación de la fertilidad del suelo. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/biofertilizacion-t26682.htm>
- García Trujillo, R. (1993). Tendencias mundiales de la agricultura orgánica. Primer Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Conferencias y mesas redondas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (ISCAH) 19 al 21 de mayo de 1993.
- Granados, D., Hernández, M., Vásquez, A. y Ruíz, P. (noviembre, 2012). Los procesos de desertificación y las regiones áridas, 1(19). México. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182013000100005
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. McGraw – Hill/Interamericana Editores, S.A DE C.V.
- Hidalgo, D. (2021). *Efecto de sustrato orgánico en crecimiento de plántulas bolaina blanca (Guazuma crinita) y shaina (Colubrina glandulosa) en San Martín*, [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1986/TS_DAGR_2021_R2.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Higa, T. y Chinen, N. (1998). Tratamientos EM de olores, aguas residuales y problemas medioambientales. Facultad de Agricultura, de la Universidad de Ryukyus. <http://www.emturkey.com.tr/eskisite/TR/dosya/1-295/h/36-emtrtodorwwephigachinen.pdf>

- Holdridge, R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. 3 ed. San José, Costa Rica, Servicio editorial IICA.
- Leiva, B. F. (2018). *Elaboración de biofertilizante a partir de estiércol de ganado vacuno yefluente del proceso de fermentación cervecera mediante fermentación homoláctica. Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018*. [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3740/leiva-trujillo-brigitte-fabiola.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lían, J. C. y Plasencia, S. R. (2017). *Efecto de niveles de los microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de bambú (Guadua angustifolia Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2017*. [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Daniel Alcid Carrión]
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1918/1/T026_44556266_T.pdf
- Lozada, J. (2016). Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria. *Cienciaamérica*, 1(3), 34-39.
- Magallanes, F. G. (2021). *Supervivencia y crecimiento inicial de cinco especies del género Inga en condiciones de suelos pobres; Rodríguez de Mendoza - Amazonas. Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2021*. [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<file:///C:/Users/carmen/Downloads/magallanes-iberico-fernando-gabriel.pdf>
- Mexal, J. y Landis, T. (1990). Conceptos de plántulas objetivo: altura y diámetro. Roseburg (Oregón): Target Simposio de plántulas objetivo. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9143647>
- Mesas JM, Alegre MT (2011) El papel de los microorganismos en la elaboración del vino. *Jornada Técnica: Fertilidad y Calidad del Suelo* 2(38270):174–183.
- Minaya, F. (2013). Comportamiento silvicultural de cinco especies forestales en linderos de CIPTALD, Aucayacu. [Tesis de pregrado, UNAS]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/583/T.FRS-185.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ministerio del Ambiente (2021). Cobertura y pérdida de bosque húmedo amazónico 2021: https://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/descargas_geobosque/perdida/documentos/Reporte_Cobertura_y_Perdida_de_Bosque_Humedo_Amazonico_2021.pdf
- Mondragón, G. F. (2016). *Evaluación del crecimiento de plántulas de Caesalpinia spinosa, Sapindus saponaria y Tecoma stans en diferentes sustratos durante su propagación en vivero - Lima. Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016*. [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2641/K10-M6553-T.pdf?sequence=1&%3BisAllowed=y>
- Muñoz, D. (2022). *Tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plantones de Cedrelinga catenaeformis “tornillo”, Kimbiri, Cusco-2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4993/1/TESIS%20AF21_Mu%c3%b1.pdf
- Perez, P. (2009). *Fertilización NPK y demanda nutricional de cuatro especies forestales en fases temprana de crecimiento*. [Institución de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas, Tesis de posgrado]. Repositorio institucional IEICA. http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1287/Perez_Camacho_P_MC_Produccion_Agroalimentaria_Tropico_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Prieto, R., Merlín, B. y Vera, C. (2003). Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico Núm. 12. Primera reimpresión. Campo Experimental Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA, México.
- Programa PASE. (2007). *Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú. Manual para la producción de compost con Microorganismos Eficaces*. Lima.
- Pueyo, F., Betrán, A., Iguácel, F. y López, M. (2011). Fertilización con subproductos orgánicos (hacia una gestión sostenible de los nutrientes en la agricultura). Departamento de

Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.
http://digital.csic.es/bitstream/10261/49631/1/LopezMV_InfTecn_2011.pdf

Ramos, H. (2019). *Influencia de yaramila integrador y roca fosfórica en el crecimiento inicial de cedro (Cedro odorata L.) en campo definitivo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS.
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1656/TS_REHW_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rico, A., y Pérez, R. (2013). Nutrientes para las plantas. Colegio de Ciencias y Humanidades. México.
https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim2/quimicaII/L_nutrplants.pdf

Runco, P. S. (2018). *Biofertilización con microorganismos eficientes y mezcla de fósforo, boro, cobre y zinc en plantones de shaina (Colubrina glandulosa Perkins)*. Facultad de Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2018. [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

Sáenz, J. T., Muñoz, H. J., Villaseñor, F., Prieto, J. A. y Rueda, A. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México.

Salazar, K. (2020). *Efecto de la fertilización en el crecimiento de Colubrina glandulosa Perkins (shaina) establecido en suelo degradado en el Centro Poblado de Naranjillo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS.
http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1772/TS_SPKL_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (2019). Datos hidrometeorológicos a nivel nacional, datos hidrometeorológicos de la Estación Tingo María. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>

Silveira, A. y Cardoso, E. (1987). Influencia del tipo de suelo y hongo micorrízica vesículo - arbuscular en el desarrollo de tres cultivares de frijoles. Revista Brasileña de Ciencia del Suelo. Brasil.

- Soto, G. y Meléndez, G. (2004). Manejo integrado de plagas y agroecología. Como medir la calidad de los abonos orgánicos. Costa Rica.
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/318/A1909E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suchini-Ramírez, J. G. (2012). *Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio*. San José, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Torres, J. L. (2013). *Efecto del abono orgánico tipo bokashi en el crecimiento de la shaina (Colubrina glandulosa Perkins) en etapa de vivero y campo definitivo en Tulumayo. Facultad de Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2013*. [Tesis para optar el Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
<https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/589/T.FRS-191.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Umaña S, Rodríguez K, Rojas C (2017) ¿Funcionan realmente los microorganismos de montaña (MM) como estrategia de biofertilización? Un enfoque de ingeniería de biosistemas. *Revista de Ciencias Ambientales* 51(2):133–144.
- Vessey, J. (marzo, 2003). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal como biofertilizantes. *Planta y suelo de Canadá*. 255: 571-586.
<https://www.jstor.org/stable/24123974>
- Villalva, N. (2011). *Evaluación del crecimiento de la Guazuma crinita Mart. (bolaina blanca) en tres estratos de la comunidad nativa de Puerto Ocopa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3978/Villalva%20Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vivanco, R. (2009). *Evaluación del comportamiento de Guazuma crinita Mart. bolaina blanca en terreno definitivo, procedente de regeneración natural y producido en vivero, en Tingo María- Huánuco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS.
<https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/716/T.FRS-93.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Tabla 20. Valores promedio de los incrementos de diámetro (mm) durante la investigación

Tratamiento	Incrementos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T1	0.07	0.15	0.28	0.41	0.63	0.89	1.20	1.50	1.81	2.18	2.54	3.45	4.53
T2	0.13	0.32	0.50	0.77	1.04	1.49	1.90	2.71	4.07	5.05	6.15	7.75	10.43
T0	0.13	0.29	0.43	0.59	0.74	0.90	1.06	1.30	1.50	1.71	2.12	2.50	3.08
T1	0.14	0.31	0.50	0.68	0.94	1.24	1.60	1.87	3.08	4.27	5.68	7.73	10.55
T2	0.13	0.27	0.43	0.59	0.76	1.04	1.35	1.72	2.15	2.62	3.58	4.48	5.95
T0	0.12	0.27	0.42	0.58	0.75	0.90	1.07	1.25	1.41	1.49	1.64	1.84	2.05
T1	0.13	0.27	0.45	0.51	0.71	0.98	1.28	1.58	1.88	2.15	2.54	3.06	4.04
T2	0.13	0.27	0.41	0.60	0.86	1.12	1.50	2.05	2.97	3.96	5.52	7.02	8.97
T0	0.11	0.20	0.32	0.48	0.64	0.82	0.99	1.22	1.36	1.57	1.78	1.95	2.36
T1	0.09	0.24	0.39	0.60	0.85	1.12	1.52	2.09	3.31	4.13	5.35	6.72	8.26
T2	0.08	0.23	0.35	0.51	0.82	1.13	1.46	1.83	2.41	2.92	4.31	6.36	8.47
T0	0.12	0.23	0.36	0.53	0.71	0.93	1.23	1.25	1.44	1.60	1.74	1.93	2.14
T1	0.12	0.23	0.32	0.50	0.71	0.94	1.21	1.52	1.78	2.20	2.90	4.00	5.05
T2	0.19	0.41	0.60	0.83	1.13	1.44	1.76	2.24	3.23	4.54	6.99	9.16	12.48
T0	0.12	0.27	0.42	0.57	0.77	0.91	0.91	1.06	1.22	1.44	1.58	1.80	2.17

Tabla 21. Valores promedio de los incrementos de altura (cm) durante la investigación

Tratamiento	Incrementos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T1	0.70	1.70	2.83	3.95	5.75	7.08	9.24	10.76	12.62	14.40	17.58	19.76	22.40
T2	0.82	1.75	2.92	4.75	7.50	9.60	11.86	14.56	20.54	27.78	40.26	46.92	56.94
T0	0.68	1.52	2.53	3.65	4.87	6.07	7.15	8.25	9.47	10.60	13.06	15.32	18.40
T1	0.80	1.62	2.48	3.45	4.57	5.50	6.82	8.15	11.50	17.40	32.53	41.53	52.10
T2	0.90	2.02	3.17	4.53	5.82	7.25	9.58	11.32	14.80	17.67	23.35	29.15	36.42
T0	0.75	1.70	2.65	3.60	4.57	5.62	6.83	8.03	9.52	9.88	11.04	12.64	14.14
T1	1.03	1.78	3.00	3.92	5.12	6.34	7.80	9.05	11.18	12.50	15.30	16.78	20.15
T2	0.80	1.78	2.80	3.60	5.10	6.80	8.42	10.58	12.78	16.38	26.30	34.63	49.45
T0	0.65	1.47	2.48	3.43	4.35	5.40	6.22	7.33	8.40	9.48	10.95	12.63	14.83
T1	0.73	1.80	3.33	5.13	7.37	9.46	11.20	13.13	17.60	22.10	33.58	39.50	45.95
T2	0.73	1.60	2.95	4.52	6.47	7.77	9.43	10.78	14.02	17.74	30.22	37.96	47.62
T0	0.68	1.62	2.37	3.44	4.70	5.90	6.92	8.00	9.47	10.43	11.63	12.63	14.03
T1	0.60	1.67	3.00	4.32	6.22	8.07	9.83	12.50	15.48	18.98	26.10	32.55	42.13
T2	0.95	2.05	3.56	5.02	6.82	8.73	11.43	13.45	17.30	21.78	42.17	51.47	64.03
T0	0.72	1.67	2.42	3.28	4.25	5.53	6.05	7.10	8.30	9.20	10.35	11.15	12.55



Universidad Nacional Agraria de la Selva
Laboratorio de Microbiología General
 Tingo María

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLOGICO

Servicio a la comunidad

Muestra 1 : Biol - Bosque Reservado UNAS
Procedencia : Tingo María
Atención a : Antony Marcelino Condor Poma
Fecha recepción : 28 de Octubre de 2022
Análisis solicitados :

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de *Lactobacillus*
- Enumeración de Coliformes totales
- Enumeración de Coliformes termotolerantes (*E.coli*)
- Investigación de Salmonella
- Investigación de *Vibrio cholerae*

RESULTADOS:

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de Microorganismos Aerobios Viables	: 12×10^3 UFC/ml	3 - 7×10^3 UFC/ml
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	: 15×10^3 UFC/ml	1 - 3×10^3 UFC/ml
- Enumeración de Actinomicetos	: 28×10^3 UFC/ml	2 - 3×10^3 UFC/ml
- Enumeración de <i>Lactobacillus</i>	: 319×10^3 UFC/ml	Presencia
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno	: 12×10^3 UFC/ml	Presencia
- Enumeración de Coliformes totales	: Ausencia	Ausencia
- Enumeración de Coliformes termotolerantes (<i>E.coli</i>)	: Ausencia	Ausencia
- Investigación de Salmonella	: Ausencia/25 mL	Ausencia/25 mL
- Investigación de <i>Vibrio cholerae</i>	: Ausencia	Ausencia

CONCLUSIONES:

La muestra analizada presenta un número alto de *Lactobacillus*, un número moderado fungí (mohos y levaduras), microorganismos aerobios viables (heterotróficos), actinomicetos, no presentan microorganismos patógenos.

Tingo María, 20 de Marzo de 2023.



Dr. MSc. Ing. César S. López López
Laboratorio Microbiología General

Figura 4. Análisis de la carga microbiana de los ME provenientes del BRUNAS.



Universidad Nacional Agraria de la Selva
Laboratorio de Microbiología General
 Tingo María

SERVICIO DIAGNOSTICO MICROBIOLÓGICO

Servicio a la comunidad

Muestra 2 : Biol - Germoplasma
Procedencia : Tingo María
Atención a : Antony Marcelino Condor Poma
Fecha recepción : 28 de Octubre de 2022
Análisis solicitados :

- Enumeración Microorganismos Aerobios Viables
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)
- Enumeración de Actinomicetos
- Enumeración de *Lactobacillus*
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno
- Enumeración de Coliformes totales
- Enumeración de Coliformes termotolerantes (*E.coli*)
- Investigación de Salmonella
- Investigación de *Vibrio cholerae*

RESULTADOS:

Determinación	Resultados	Valor referencial
- Enumeración de Microorganismos Aerobios Viables	: 10×10^3 UFC/ml	3 - 7×10^3 UFC/ml
- Enumeración de Fungi (Mohos y Levaduras)	: 23×10^3 UFC/ml	1 - 3×10^3 UFC/ml
- Enumeración de Actinomicetos	: 16×10^3 UFC/ml	2 - 3×10^3 UFC/ml
- Enumeración de <i>Lactobacillus</i>	: 9×10^3 UFC/ml	Presencia
- Investigación de bacterias fijadoras de nitrógeno	: 9×10^3 UFC/ml	Presencia
- Enumeración de Coliformes totales	: Ausencia	Ausencia
- Enumeración de Coliformes termotolerantes (<i>E.coli</i>)	: Ausencia	Ausencia
- Investigación de Salmonella	: Ausencia/25 mL	Ausencia/25 mL
- Investigación de <i>Vibrio cholerae</i>	: Ausencia	Ausencia

CONCLUSIONES:

La muestra analizada presenta un número moderado de microorganismos aerobios viables (heterotróficos), fungi (mohos y levaduras), actinomicetos, *Lactobacillus*, actinomicetos, y no presentan microorganismos patógenos.

Tingo María, 20 de Marzo de 2023.



Dr. Mchgo. Btchng. César S. López López
 Laboratorio Microbiología General

Figura 5. Análisis de la carga microbiana de los ME provenientes del banco de Germoplasma.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:			CONDOR POMA ANTONY MARCELINO																			
N°	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1	%	%	ppm	ppm		Ca	Mg	K	Na	Al	H		Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. A
			%	%	%																	
1	S1313	BLOQUE I	43	32	25	Franco Arcilloso	4.55	1.87	0.09	1.59	66.22	----	2.130	0.270	0.201	0.103	5.450	0.890	9.044	30	70	60
2	S1314	BLOQUE II	43	30	27	Franco Arcilloso	4.60	1.99	0.10	3.18	38.53	----	2.190	0.319	0.104	0.054	5.667	0.200	8.534	31	69	66
3	S1315	BLOQUE III	51	28	21	Franco Arcillo Arenoso	4.56	2.45	0.12	4.77	71.77	----	3.120	0.558	0.184	0.117	5.083	0.800	9.863	40	60	52
4	S1316	BLOQUE IV	47	28	25	Franco Arcillo Arenoso	4.80	2.63	0.13	5.01	57.82	----	3.100	0.372	0.134	0.098	4.650	0.660	9.014	41	59	52
5	S1317	BLOQUE V	49	26	25	Franco Arcillo Arenoso	4.88	2.04	0.10	6.12	125.35	----	2.280	0.303	0.298	0.128	4.667	0.200	7.876	38	62	59

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO No. 001-0657508

TINGO MARIA, 05 DE SETIEMBRE 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María



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

Figura 6. Análisis físicos y químicos del suelo antes de instalación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: CONDOR POMA ANTONY MARCELINO					CULTIVO: PLANTONES DE SHAINA							PROCEDENCIA: VISTA ALEGRE - SUPTE SAN JORGE												
N°	DATOS		ANALISIS MECANICO			pH	CE	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES						Cmol(+)/kg	CICe	%	%	%	
			Arena	Arcilla	Limo								Ca	Mg	K	Na	Al	H						
	CODIGO DEL LAB.	TRATAMIENTO	%	%	%								Textura	1:1	dS/cm	%	%	ppm						ppm
1	S01820-0	0 TESTIGO	63	20	17	Franco Arenoso	5.18	0.026	0.63	0.03	2.05	59	---	1.340	0.247	0.112	0.045	5.695	1.200	8.639	20	80	66	
2	S01820-1	1 MMBRUNAS	61	20	19	Franco Arenoso	5.23	0.044	0.92	0.05	2.15	77	---	1.580	0.270	0.134	0.057	6.367	1.810	10.218	20	80	62	
3	S01820-2	2 MMBANCO GERMOPLASMA	69	16	15	Franco Arenoso	5.24	0.013	0.66	0.03	2.38	102	---	1.510	0.262	0.140	0.077	4.242	1.510	7.740	26	74	55	
4	S01821-0	0 TESTIGO	55	20	25	Franco Arenoso	5.22	0.013	0.86	0.04	2.06	60	---	1.420	0.247	0.158	0.031	4.556	2.940	9.352	20	80	49	
5	S01821-1	1 MMBRUNAS	61	20	19	Franco Arenoso	5.27	0.006	0.89	0.04	2.19	73	---	1.570	0.293	0.184	0.047	5.194	1.090	8.378	25	75	62	
6	S01821-2	2 MMBANCO GERMOPLASMA	69	20	11	Franco Arenoso	5.30	0.010	0.98	0.05	2.31	89	---	1.500	0.275	0.225	0.071	3.825	1.900	7.796	27	73	49	
7	S01822-0	0 TESTIGO	69	18	13	Franco Arenoso	5.28	0.011	0.57	0.03	1.99	60	---	1.360	0.242	0.155	0.045	3.536	1.940	7.278	25	75	49	
8	S01822-1	1 MMBRUNAS	63	20	17	Franco Arenoso	5.37	0.007	0.90	0.05	2.23	96	---	1.540	0.280	0.165	0.064	4.242	1.810	8.101	25	75	52	
9	S01822-2	2 MMBANCO GERMOPLASMA	63	20	17	Franco Arenoso	5.32	0.016	0.93	0.05	2.31	140	---	1.490	0.248	0.168	0.083	4.811	1.340	8.141	24	76	59	
10	S01823-0	0 TESTIGO	63	20	17	Franco Arenoso	5.28	0.009	0.69	0.03	2.06	68	---	1.300	0.265	0.193	0.050	4.760	2.600	9.169	20	80	52	
11	S01823-1	1 MMBRUNAS	69	20	11	Franco Arenoso	5.31	0.020	0.75	0.04	2.29	86	---	1.560	0.302	0.193	0.066	3.417	2.480	8.018	26	74	43	
12	S01823-2	2 MMBANCO GERMOPLASMA	65	20	15	Franco Arenoso	5.35	0.009	0.76	0.04	2.34	94	---	1.480	0.273	0.195	0.080	5.211	1.170	8.408	24	76	62	
13	S01824-0	0 TESTIGO	69	14	17	Franco Arenoso	5.17	0.025	0.46	0.02	2.05	70	---	1.410	0.210	0.106	0.024	5.177	1.210	8.137	22	78	64	
14	S01824-1	1 MMBRUNAS	65	20	15	Franco Arenoso	5.40	0.015	0.87	0.04	2.26	89	---	1.560	0.238	0.129	0.030	5.151	1.340	8.448	23	77	61	
15	S01824-2	2 MMBANCO GERMOPLASMA	69	16	15	Franco Arenoso	5.30	0.008	0.93	0.05	2.47	104	---	1.500	0.218	0.141	0.040	5.236	1.140	8.275	23	77	63	

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

RECIBO 001 N° 0663874

TINGO MARIA, 30 DE NOVIEMBRE 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

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



Figura 7. Análisis físicos y químicos del suelo al final de las evaluaciones.

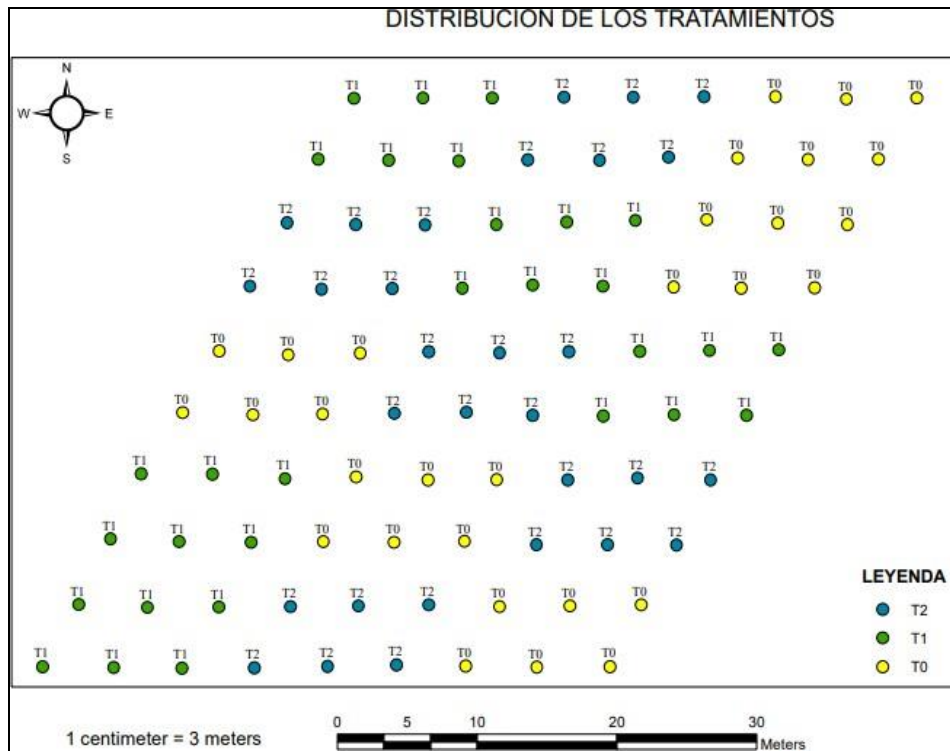


Figura 8. Distribución de las plantas en la parcela.



Figura 9. Recolección de Microorganismos de Montaña del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.



Figura 10. Recolección de Microorganismos de Montaña del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.



Figura 11. Reproducción de microorganismos eficientes en medio sólida para su posterior reproducción en medio líquida.



Figura 12. Limpieza y delimitación del área donde se realizó el trabajo de investigación.



Figura 13. Establecimiento de los plantones forestales en el área de estudio.



Figura 14. Microorganismos eficientes en medio líquido que se utilizaron en la investigación.



Figura 15. Biofertilización con microorganismos eficientes según el tratamiento establecido.



Figura 16. Evaluación del incremento en altura de los plantones de *Colubrina glandulosa*.



Figura 17. Evaluación del incremento en diámetro de los plantones de *Colubrina glandulosa*.