

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



**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS MICROBIANAS AL
SUELO EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE *Cedrela odorata* L.
“CEDRO”, EN FASE DE VIVERO, TINGO MARÍA - PERÚ**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

JOSÉ MANUEL LUIS DEL CASTILLO

Tingo María- Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°008-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 12 de enero de 2023, a horas 6:00 p.m. a través de la plataforma virtual Ms Teams de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS MICROBIANAS AL SUELO EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE *Cedrela odorata* L. “CEDRO”, EN FASE DE VIVERO, TINGO MARÍA - PERÚ”

Presentado por el Bachiller: **JOSE MANUEL LUIS DEL CASTILLO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

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, 13 de febrero de 2023

Ing. RAUL ARAUJO TORRES
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. DAVID P. QUISPE JANAMPA
MIEMBRO

Ing. M.Sc. JOSE D. LEVANO CRISOSTOMO
MIEMBRO

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
ASESOR

Ing. M. Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 045 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

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

Facultad:

Facultad de Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS MICROBIANAS AL SUELO EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE <i>Cedrela odorata</i> L. “CEDRO”, EN FASE DE VIVERO, TINGO MARÍA - PERÚ	JOSÉ MANUEL LUIS DEL CASTILLO	24% Veinticuatro

Tingo María, 03 de marzo de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

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



**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS MICROBIANAS AL
SUELO EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE *Cedrela odorata* L.
“CEDRO”, EN FASE DE VIVERO, TINGO MARÍA - PERÚ**

Autor	: LUIS DEL CASTILLO, José Manuel
Asesor (es)	: Ing. M. Sc. EGOAVIL JUMP, Gianfranco Ing. VERGARA PALOMINO, Jorge Luis Dr. AGUIRRE ESCALANTE, Casiano
Programa de investigación	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Línea de investigación	: Silvicultura, Dendrología, Manejo y Ordenación Forestal
Eje temático	: Instalación, Producción y Manejo de Viveros Forestales
Lugar de ejecución	: Vivero de la Facultad de Recursos Naturales Renovables - UNAS
Duración	: 06 meses
Financiamiento	: Propio : S/. 1 207,50

Tingo María – Perú

2023

DEDICATORIA

*A Dios, por ser divino de
sabiduría y bondad infinita, por
darme su bendición y ser mi
guía cada día por el buen
camino.*

*A mis queridos padres; Juan de
la Cruz Luis Tiburcio y Nelly del
Castillo Cachique, por su
inmenso amor y fuente de
enseñanza para seguir adelante
durante mis estudios, que
permitieron culminar mi
carrera profesional.*

*A mis queridos hermanos; Adith
Gandhi Luis del Castillo y Juan
Enrique Luis del Castillo, por su
apoyo y comprensión en la
culminación de mis estudios
superiores.*

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma máter de mi formación profesional.
- A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por su contribución científica, cultural y social que me brindaron para mi formación profesional.
- A mis asesores de tesis, Dr. AGUIRRE ESCALANTE, Casiano, Ing. M. Sc. Gianfranco Egoávil Jump e Ing. Jorge Luis Vergara Palomino, por el asesoramiento durante la ejecución del trabajo de investigación.
- A los estudiantes del curso de fitopatología (2019 – I) de la Escuela Profesional de Agronomía, que me brindaron su tiempo y su apoyo en la ejecución del trabajo de investigación.
- A mis amigos (as) Edwins Bens Sánchez Ramos, Jordi Ohara Niño Apolinario, Henry William Ramos Espinoza, José Tabaré Yauricasa Serrano, Julio César Soldevilla La Torre, Joel Valdivia Fabián, Shane Grozny Zavala Mendoza, María Meza Sanabria, y aquellos quienes compartieron invalorable momentos durante mi etapa universitaria.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Agricultura orgánica.....	3
2.2. Enmiendas.....	3
2.2.1. Tricho – D.....	3
2.2.2. Bacthon.....	4
2.3. Efectos de las enmiendas en propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.....	4
2.4. <i>Cedrela odorata</i> L. (cedro).....	5
2.4.1. Descripción taxonómica	5
2.4.2. Descripción botánica	5
2.4.3. Distribución geográfica	6
2.4.4. Usos	6
2.4.5. Propagación sexual	6
2.4.6. Investigaciones en plántones (fase vivero).....	7
2.5. Clorofila.....	8
2.6. Área foliar.....	8
2.7. Microbiología del suelo.....	9
2.7.1. Microorganismos aerobios viables	9
2.7.2. Actinomicetos.....	9
2.7.3. Fungis	10
2.7.4. Bacterias fijadoras de nitrógeno	10
2.8. Propiedades físicas y químicas del suelo.....	10
2.8.1. Propiedades físicas del suelo	10
2.8.2. Propiedades químicas del suelo	11
2.9. Costos de producción.....	13
2.10. Antecedentes.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Lugar de ejecución.....	15
3.2. Materiales y equipos.....	15
3.2.1. Material vegetativo	15

3.2.2. Sustrato	15
3.3. Método.....	15
3.3.1. Actividades realizadas antes y durante el experimento	15
3.3.2. Determinación del efecto en el crecimiento de los plantones	17
3.3.3. Determinación del efecto en las características bioquímicas, físicas y químicas de las hojas de los plantones	18
3.3.4. Determinación del efecto en las características microbiológicas, físicas y químicas del suelo	20
3.3.5. Tipo de investigación	21
3.3.6. Nivel de investigación	21
3.3.7. Variables	21
3.3.8. Diseño de investigación.....	21
3.4. Procesamiento de datos.....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Efecto de la aplicación de Tricho – D, Bacthon y la combinación de estas, en el crecimiento de los plantones.....	25
4.1.1. Altura, diámetro y número de hojas	25
4.1.2. Área foliar.....	33
4.2. Efecto de la aplicación de Tricho – D, Bacthon y la combinación de estas, en las características bioquímicas, físicas y químicas de las hojas de los plantones	34
4.2.1. Clorofila.....	35
4.2.2. Peso fresco y peso seco de la parte aérea y radicular, y porcentaje de humedad del plantón y radicular	37
4.2.3. Volumen de las raíces.....	44
4.3. Efecto de la aplicación de Tricho – D, Bacthon y la combinación de estas, en las características microbiológicas, físicas y químicas del suelo.....	45
4.3.1. Análisis microbiológico del suelo	45
4.3.2. Propiedades físico – químicas del suelo	49
4.4. Análisis económico de los tratamientos aplicados a los plantones.....	64
V. CONCLUSIONES	67
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	69
VII. ABSTRACT.....	70

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXO	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Ubicación geográfica del vivero forestal.....	15
Tabla 2. Tratamientos en estudio.....	22
Tabla 3. Modelo de análisis de varianza.....	23
Tabla 4. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de la altura (cm), diámetro (cm) y número de hojas de los plantones de <i>Cedrela odorata</i> L. desde los 15 ddt hasta los 90 ddt	26
Tabla 5. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de la altura (cm), diámetro (cm) y número de hojas de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt.....	27
Tabla 6. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de la altura (cm), diámetro (cm) y número de hojas de los plantones de <i>Cedrela odorata</i> L. desde los 15 ddt hasta los 90 ddt	29
Tabla 7. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de la altura (cm), diámetro (cm) y número de hojas de los plantones de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt.....	31
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable área foliar de los plantones	33
Tabla 9. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) del área foliar de los plantones de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt	34
Tabla 10. Análisis de varianza para la variable cantidad de clorofila en los plantones	35
Tabla 11. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) de la cantidad de clorofila a, b y a + b de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt	36
Tabla 12. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de peso fresco (g) aéreo y radicular, peso seco (g) aéreo y radicular y humedad (%) del plantón de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt...	39
Tabla 13. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de peso fresco (g) aéreo y radicular, peso seco (g) aéreo y radicular y humedad (%) de los plantones de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt	41
Tabla 14. Análisis de varianza para la variable volumen de las raíces de los plantones	44
Tabla 15. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) del volumen de raíces de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt	44
Tabla 16. Análisis de varianza de microorganismos (UFC/g) de los sustratos a los 90 ddt.....	46
Tabla 17. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de microorganismos aéreos viables (UFC), actinomicetos (UFC), fungis (UFC) y bacterias fijadoras de Nitrógeno en los sustratos a los 90 ddt	48
Tabla 18. Análisis de varianza de las propiedades físico – químicas del suelo a los 90 ddt	52

Tabla 19. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de porcentaje de arena, arcilla y limo, pH y porcentaje de materia orgánica.....	54
Tabla 20. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de porcentaje de nitrógeno, cantidad de fósforo, potasio y de capacidad de intercambio catiónico	58
Tabla 21. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de cantidad de calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiable	62
Tabla 22. Costo de producción (S/.) de 1 480 plantones, por tratamientos	65
Tabla 23. Relación beneficio/costo, por tratamientos	66
Tabla 24. Datos de medición 1era evaluación	81
Tabla 25. Datos de medición 2da evaluación	81
Tabla 26. Datos de medición 3era evaluación	82
Tabla 27. Datos de medición 4ta evaluación	83
Tabla 28. Datos de medición 5ta evaluación	84
Tabla 29. Datos de medición 6ta evaluación	85
Tabla 30. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) de la altura (cm) de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 60 ddt	86
Tabla 31. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) de la altura (cm) de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 75 ddt	87
Tabla 32. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) de la altura (cm) de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt	87
Tabla 33. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del diámetro (cm) de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 60 ddt	87
Tabla 34. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del diámetro (cm) de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 75 ddt	87
Tabla 35. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del diámetro (cm) de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt	88
Tabla 36. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del número de hojas de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 60 ddt	88
Tabla 37. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del número de hojas de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 75 ddt	88
Tabla 38. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del número de hojas de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> L. a los 90 ddt	88
Tabla 39. Datos de medición para el segundo objetivo	90

Tabla 40. Datos de medición para el segundo objetivo	91
Tabla 41. Datos de medición para el segundo objetivo	92
Tabla 42. Datos de medición para el segundo objetivo	93
Tabla 43. Datos de medición para el segundo objetivo	94
Tabla 44. Datos de medición para el tercer objetivo	95
Tabla 45. Datos de medición para el tercer objetivo	96
Tabla 46. Datos de medición para el tercer objetivo	97
Tabla 47. Datos de medición para el tercer objetivo	98
Tabla 48. Datos de medición para el tercer objetivo	99
Tabla 49. Datos de meteorológicos durante la ejecución	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. a) Recolección del aserrín., b) Mezcla del sustrato., c) Agua hervida para la desinfección., d) Llenado de bolsas	16
Figura 2. a) Medición de altura de los plantones., b) Medición de diámetro de los plantones., c) Conteo de número de hojas., d) Medición de temperatura del suelo.	17
Figura 3. a) Dibujo de la hoja del plantón., b) Corte del dibujo del plantón., c) Dibujo de los plantones por tratamiento., d) Peso del corte del plantón	18
Figura 4. a) Selección y peso (200 gr)., b) Peso por tratamiento., c) Trituración en el mortero., d) Filtración para llevar al espectrofotómetro	19
Figura 5. Croquis del experimento.....	24
Figura 6. Croquis de evaluación por tratamiento	24
Figura 7. Línea de progresión a. Altura del plantón, b. Diámetro del plantón, con tratamientos de diferentes dosis	32
Figura 8. Área foliar promedio (cm ²) de los plantones, por tratamientos	34
Figura 9. Gráfico de barras a. Clorofila a, b. Clorofila b, c. Clorofila a + b	37
Figura 10. Gráfico de barras a. Peso fresco aéreo, b. Peso fresco radicular, c. Peso seco aéreo, d. Peso seco radicular.....	43
Figura 11. Gráfico de barras a. Humedad aéreo, b. Humedad radicular	44
Figura 12. Volumen de las raíces promedio (ml) de los plantones, por tratamientos	45
Figura 13. Gráfico de barras a. Cantidad de microorganismos aéreos viables, b. Cantidad de actinomicetos, c. Cantidad de fungis, d. Cantidad de bacterias fijadoras de N.....	49
Figura 14. Gráfico de barras a. Porcentaje de arena, b. Porcentaje de arcilla, c. Porcentaje de limo	55
Figura 15. Gráfico de barras a. pH, b. Porcentaje de materia orgánica.....	56
Figura 16. Gráfico de barras a. Nitrógeno, b. Fósforo, c. Potasio, d. C.I.C	60
Figura 17. Gráfico de barras a. Calcio, b. Magnesio, c. Potasio, d. Sodio	64
Figura 18. Relación beneficio/costo, por tratamientos.....	66
Figura 19. Plantones de <i>Cedrela odorata</i> distribuidos por tratamientos y bloques	78
Figura 20. Diferencias en altura de acuerdo al tratamiento aplicado	78
Figura 21. Determinación del volumen de raíz de los plantones de <i>Cedrela odorata</i>	79
Figura 22. Codificación antes del secado de muestras de hojas y raíces	79
Figura 23. Medición de longitud de raíz de plantones seleccionados por tratamientos	80

RESUMEN

La investigación tuvo la finalidad de conocer el efecto de las dosis de enmiendas orgánicas en el crecimiento de plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro) en fase de vivero, en la ciudad de Tingo María, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, que fueron distribuidos en cuatro tratamientos, los cuales consistieron en la aplicación de agua (H_2O), Bacthon, Tricho – D y la combinación de Bacthon con Tricho – D. Los efectos se evaluó altura, diámetro, número de hojas, área foliar, cantidad de clorofila, peso fresco y seco de la parte aérea y radicular de los plantones, porcentaje de humedad aérea y radicular de los plantones, volumen de raíz, cantidad de microorganismos y propiedades físicas y químicas de los sustratos. Después de tres meses de evaluación, el tratamiento 4 (Bacthon + Tricho – D) logró mayor promedio en la altura (10,87 cm), diámetro (1,28 cm), número de hojas (4,8), área foliar (2,86 cm²), peso fresco aéreo (7,83 g) y radicular (6,39 g), peso seco aéreo (0,04 g) y radicular (0,03 g), volumen de raíz (18,17 ml), cantidad de bacterias fijadoras de nitrógeno (28,75x10³), porcentajes de materia orgánica (4,51 %), nitrógeno (0,21 %) y fósforo (22,8 ppm) y de cantidad de sodio intercambiable (0,21 Cmol (+)/kg). Además, el tratamiento 3 (Tricho – D) logró mayor promedio en clorofila (92,71 mg/g), humedad radicular (99,59 %), microorganismos aerobios viables (132x10³), arena (64,75 %) y arcilla (14,5 %), pH (5,82), capacidad de intercambio catiónico (6,76 meq/100 g), cantidad de calcio intercambiable (6,62 Cmol (+)/kg) y cantidad de magnesio intercambiable (1,29 Cmol (+)/kg). igual, el tratamiento 1 (H_2O) logró mayor promedio al porcentaje de humedad aérea (99,55 %), cantidad de actinomicetos (8,5x10³) y cantidad de fungis (mohos y levaduras) (28,25x10³). Así también, el tratamiento 2 (Bacthon) logró mayor promedio de limo (24,75 %), cantidad de potasio (127,56 ppm) y cantidad de potasio intercambiable (0,33 Cmol (+) /kg). EL análisis económico, el tratamiento 1 resulta más beneficioso (8,7).

I. INTRODUCCIÓN

La restauración de ecosistemas deteriorados cobra cada día mayor importancia en estos últimos años. En este sentido, destacan las plantaciones forestales; dependiendo principalmente factores como especie a instalar, sustrato, abono, etc. La mayor parte de las especies forestales se propagan mediante semillas y su calidad influye significativamente en el éxito de las plantaciones. El principal problema de los viveros forestales está relacionado con las bajas cifras de rendimiento, productividad, calidad de plantas. Todo esto debido a la calidad de semilla y a la falta de tecnologías adecuadas en los trabajos silviculturales. La combinación y proporción del sustrato debe ser plenamente analizada, debido a que cada especie forestal necesita de una proporción pertinente, ya que influye en los procesos de fisiología y morfología de las plantas, tales como la regulación del crecimiento, regulación de hormonas, etc.

El enfoque de esta investigación es conocer el efecto de los productos biológicos en el desarrollo de las plantas de cedro en fase de vivero, minimizando el uso de productos químicos; además, es importante conocer el incremento del uso de productos biológicos, todo ello a partir de una estrategia de manejo integrado. En tal sentido se formula: ¿Cuál Será la influencia con las enmiendas microbianas como producto comercial Tricho – ¿D (*Trichoderma harzianum*) y Bacthon (*Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*) en el desarrollo de los plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro) a nivel de vivero?

Por ello se planteó la siguiente hipótesis: “Que uno o alguna de las dosis de las enmiendas microbianas Bacthon, Tricho - D y la combinación de estas, tienen un mejor efecto sobre el crecimiento de los plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro) a nivel de vivero. El espacio donde se aplicó el estudio será la ciudad de Tingo María. Por todo lo expuesto en torno a la investigación, se plantearon los objetivos que se describen a continuación.

Objetivo general:

- Determinar el efecto de las aplicaciones de enmiendas microbianas como producto comercial Tricho – D y Bacthon () en el desarrollo de los plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro) a nivel de vivero.

Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de la aplicación de Tricho – D, Bacthon y la combinación de estas, en el crecimiento de los plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro) en la etapa de vivero.
- Determinar el efecto de la aplicación de Tricho – D, Bacthon y la combinación de estas, en las características bioquímicas, físicas y químicas de las hojas de los plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro) en la etapa de vivero.
- Determinar el efecto de la aplicación de Tricho – D, Bacthon y la combinación de estas, en las características microbiológicas, físicas y químicas del suelo de los plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro) en la etapa de vivero.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos aplicados a los plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro) en la etapa de vivero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Agricultura orgánica

Para Primavesi (1982), la agricultura orgánica está referida a la gestión de cultivos empleando conocimientos orgánicos útiles para mantener y desarrollar comunidades microbianas que suministran servicios, los cuales pueden considerar el control biológico por microorganismos que compiten contra patógenos microbianos, los aportes a los ciclos de nutrientes y la absorción de nutrientes a las plantas, o aportes a la formación de materia orgánica del suelo.

2.2. Enmiendas

Teniendo en cuenta a Cook y Baker (1989), las enmiendas son el aporte de un fertilizante o materiales consignados a mejorar la calidad del suelo, en particular, la estructura y composición, nivelando sus nutrientes.

Citando a Jaramillo (2002), una enmienda orgánica es aquella que es aplicada al suelo, con la finalidad de aportar nutrimentos disponibles al suelo y/o incrementar las propiedades físicas del suelo. No obstante, las enmiendas orgánicas se distinguen en tres características: variabilidad en el contenido de nutrimentos, variabilidad en la descomposición (depende básicamente en la relación Carbono/Nitrógeno), y en el contenido de humedad donde se apliquen (abono sólido, menor o igual al 80 %, abono semilíquido, igual al 80 o 90 % y abono líquido, mayor o igual al 90 %).

Asimismo, según Guerrero (1993) destaca que permiten la actividad biológica, el balance hídrico, la capacidad de intercambio de nutrimentos, la cantidad de materia orgánica y la estructura del suelo; además, evitan la erosión, mejoran la capacidad de retener nutrimentos y un óptimo desarrollo de las raíces de los cultivos, lo que contribuye a incrementar la producción, haciendo de esta manera su uso más económico.

2.2.1. Tricho – D

A juicio de Castro y Rivillas (2012), la Tricho – D degrada compuestos organoclorados, insecticidas como el DDT, endosulfán, cloro fenoles, pentacloronitrobenceno y herbicidas

como trifluralin y glifosato. Además, protege biológicamente a las plantas, eliminando el inóculo patógeno presente. De este modo, se contribuye a prevenir su formación (Agrios, 1998).

Por otra parte, la empresa SERFI (2015) informa que el Tricho – D es un fungicida biológico, que acidifica el entorno en que se localiza por la secreción de ácidos orgánicos (ácido glutámico, el ácido cítrico y el ácido fumárico).

El mencionado hongo crece y coloniza el suelo, protegiendo el sistema radicular de las plantas, incrementando el crecimiento y productividad del cultivo al incrementar la captura de nutrientes. Asimismo, la empresa resalta que distintos géneros de Tricho – D producen factores de crecimiento, tales como las auxinas, citoquininas y etileno; así como también producen fitohormonas, tales como el indol y el ácido acético (SERFI, 2015).

2.2.2. Bacthon

La empresa SERFI (2015) la describe como una enmienda microbiana compuesta de bacterias y levaduras beneficiosas, tales como: *Azospirillum brasilense*, *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Azotobacter chroococcum*, la cual permite desintoxicar el suelo, mejora la carga microbiana benéfica, permite incorporar los restos de ramas u hojas secas de los cultivos mediante descomposición biológica eficiente, mejora la digestión de la materia orgánica que en la mayoría de veces dañan las raíces, mejora el establecimiento y desarrollo de las raíces que inducen a plantas vigorosas y tolerantes a condiciones difíciles (plagas, climas extremos).

2.3. Efectos de las enmiendas en propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

En opinión de Zubillaga (2012), las enmiendas aumentan la estabilidad estructural del suelo y el número de macroporos y mesoporos, pero disminuye la densidad aparente. Mientras que Obi y Ebo (1995) afirman que las enmiendas incrementan la infiltración del agua en el suelo y la conductividad hidráulica. Por su parte, Lax *et al.* (1994) explica que la densidad aparente disminuye debido a las bajas densidades de las enmiendas. Por otra parte, Roldán *et al.* (2003) agrega que la estabilidad estructural del suelo es indispensable para mejorar la productividad y fertilidad de los suelos, particularmente cuando están sometidos a climas semiáridos, y procesos degradativos.

En relación a las propiedades químicas del suelo, Sierra y Rojas (2002), indican que los efectos más notables son los incrementos de la capacidad de intercambio catiónico y que regula en mejor forma el ciclo de nutrientes, en especial los del nitrógeno, azufre, fósforo y boro. Cabe recalcar que Hernando (1988) señala que los residuos orgánicos ejercen efecto tampón al incorporarse al suelo, esto debido a la presencia de iones de Ca^{+2} y de sales básicas; sin embargo, reconoce que las enmiendas aplicadas incrementan ligeramente los porcentajes de nitrógeno e hidrógeno de los ácidos húmicos.

En lo que concierne a las propiedades biológicas del medio edáfico, Bulluck *et al.* (2012), postula que la densidad de propágulo de *Trichoderma* permanecieron más altos en los suelos de áreas orgánicas. Asimismo, García *et al.* (2005) y Ros *et al.* (2008) afirman que las enmiendas favorecen el incremento de la microbiota del suelo, como consecuencia del mejoramiento de las propiedades físicas del suelo. Además, las enmiendas generan un microhábitat adecuado para el desarrollo de las poblaciones microbianas, y de su actividad.

2.4. *Cedrela odorata* L. (cedro)

2.4.1. Descripción taxonómica

Conforme a ITIS (2019), la clasificación taxonómica del cedro es el siguiente:

Reino	:	Plantae.
División	:	Tracheophyta.
Clase	:	Magnoliopsida.
Orden	:	Sapindales
Familia	:	Meliaceae
Género	:	<i>Cedrela</i> P. Br.
Especie	:	<i>Cedrela odorata</i> L.

2.4.2. Descripción botánica

De acuerdo con SEMIFOR (2016), *Cedrela odorata* L., es un árbol que registra entre 20 a 30 m de altura, conjunto de flores en panículas alargadas, y flores diminutas. No obstante, Encarnación y Filomeno (1983) indican que *C. odorata* son árboles que pueden

alcanzar hasta 60 m de altura y hasta 1,50 m de diámetro; además, menciona que su tronco es recto y con forma de cilindro con aletones en la base, su corteza exterior tiene color gris, fisurada y con lenticelas pequeñas; mientras que su corteza interior es marrón y emana un olor a cebolla. Tiene hojas son alternas, compuestas, paripinadas, que varían de 5 a 11 pares de foliolos lanceolados, glabros y aromáticos al ser presionados.

2.4.3. Distribución geográfica

En la opinión de Encarnación y Filomeno (1983), *C. odorata* se distribuye geográficamente desde México, Centro América, Panamá, Venezuela, Brasil, La Amazonía, desde Perú hasta llegar a Paraguay.

Por otro lado, Herrera y Lanuza (1997) mencionan que *C. odorata* son árboles que se ubican en los bosques de zonas tropicales húmedas, subtropicales o estacionalmente secas. También, se puede encontrar naturalmente en los suelos con buen drenaje.

2.4.4. Usos

Desde el punto de vista de Reynel *et al.* (2003), la madera de *C. odorata* se caracteriza por ser liviana, suave, fuerte, duradera y de fácil trabajo. Por este motivo, es una de las favoritas para la elaboración de muebles finos, ventanas, puertas, gabinetes, decoraciones de interior, carpintería en general, cubiertas y forros de embarcaciones, parquet, triplay, chapa, ebanistería en general, postes y embalajes.

2.4.5. Propagación sexual

En lo que respecta a propagación sexual de *C. odorata*, Reynel *et al.*, (2003) indican que la originada por semillas es buena, para ello, los frutos al comenzar a abrirse se cosechan directamente del árbol, luego se apilan en un lugar seco para que las que se extraiga la semilla; posteriormente, la germinación empieza entre los 7 y 13 días, finalizando a los 21 días, obteniendo un poder germinativo que oscila entre 60 y 70 %. Se pueden sembrar las semillas en camas de almácigo, en sustratos de arena y tierra, a media sombra. Se recomienda sembrar más de 40 g/m². Sin embargo, Morales y Herrera (2009) mencionan que la germinación de semilla fresca oscila entre 70 y 80 %, y que al ser la semilla pequeña, se siembra inicialmente en camas de germinación en un aproximado de 2 000 semillas por m² a una profundidad de

entre 0,5 – 1,5 cm. Además, resalta que la germinación comienza a los 10 días y termina a los 30 días.

Por otro lado, Jiménez (1993), recomienda que para cualquier especie forestal propagadas sexualmente en bolsas o a raíz desnuda, para ser trasladadas a campo definitivo, deberán tener tamaño adecuado y homogéneo, tallos bien lignificados (endurecidos), sin defectos y sanos. Los plantones producidos en bolsas deberán tener una altura de entre 30 y 35 cm; mientras que los plantones producidos a raíz desnuda deberán tener altura de 50 cm.

2.4.6. Investigaciones en plantones (fase vivero)

Ramírez (2015), en su investigación utilizó el DBCA, cinco tratamientos (incluido el testigo), tres repeticiones y 15 unidades experimentales. Se aplicaron 120, 160, 200 y 240 g de fertilizante compomaster 20 – 20 - 20 a las plantas de cedro. Después de seis meses de instalado, el T2 (160 g de fertilizante), estadísticamente logró el mayor promedio en incremento en altura (71,83 cm), el mayor promedio en incremento en diámetro del tallo (15,797 mm); mientras que, en relación al área foliar, el T3 (200 g del fertilizante), reportó el mayor promedio (6,6757 cm²) de áreas foliares.

En otra parte, Justino (2015), en su investigación evaluó la morfología y la biomasa del cedro, empleando gallinaza, humus de lombriz, cuyasa y estiércol de vaca en diferentes dosis (14, 18 y 22 %), mezclándose con 70 % de suelo agrícola y 30 % de arena fina. El humus de lombriz y las diferentes dosis de abonos orgánicos influyen en la morfología y biomasa. El T10 (sustrato con humus de lombriz al 22 %) y T6 (sustrato con humus de lombriz al 18 %) numéricamente presentaron mayores resultados frente a la morfología de plantas (cinco meses) mayor altura con 76,67 y 76,53 cm respectivamente; así como en diámetro con 9,85 y 10,46 mm cada uno.

Por otro lado, Guigues (2019), en plántulas de *Cedrela odorata* y *Grevillea robusta* determinó el crecimiento en altura, diámetro a la altura del cuello y área foliar de la parte aérea: se efectuó el trabajo con cuatro mezclas de sustratos (T0, T1, T2, T3). Estas provenían de dos grupos distintos de materia orgánica: compost de producción tradicional y guano vacuno descompuesto. El sustrato T0 (tierra agrícola, compost tradicional y arena de río en proporción 2:1:1 respectivamente) reportó en la decimosegunda semana los mayores valores de altura (8,59 cm) y diámetro (5,25 mm para *C. odorata*; mientras que el sustrato T3 (tierra agrícola, compost

tradicional, guano vacuno y arena de río en proporción 2:1:1:1 respectivamente) registró los mayores valores de área foliar (14,954 cm²).

2.5. Clorofila

Para Larkum (2005), las clorofilas se definen como el conjunto de pigmentos ubicados en organismos eucariotas que poseen cloroplastos (algas, plantas) y en algunos procariotas, tales como bacterias que no poseen cloroplastos (cianobacterias, bacterias verdes y púrpuras). Las clorofilas presentan dos tipos de absorción en el espectro visible, uno en el entorno de luz azul (400 – 500 nm de longitud de onda), y otro en la zona roja del espectro (600 – 700 nm). Sin embargo, reflejan la parte media del espectro, la más nutrida y correspondiente al color verde (500 – 600 nm). Esta es la razón del color verde, y es transferida a los organismos o a los tejidos que posee cloroplastos activos en sus células. Incluso, permiten realizar el proceso de fotosíntesis: la transformación de energía luminosa en energía química (Mathews *et al.*, 2013). Existen diferentes tipos de clorofila, tales como la “a” que se encuentra en la mayoría de los vegetales y es la que absorbe la luz durante la fotosíntesis; la “b” que se ubica en los cloroplastos y es la que absorbe la luz de otra longitud y transfiere la energía a la clorofila “a”; la “c” está presente en los cloroplastos de las algas pardas, las diatomeas y, finalmente, la “d” se encuentra solo en las algas rojas (Fernández, 2010).

2.6. Área foliar

Conforme a lo planteado por Gardner *et al.* (1990), el área foliar es uno de los aspectos esenciales que determinan las funciones vitales de la hoja, tales como la captura total de la energía lumínica a través de las plantas, que consecuentemente afecta a la fotosíntesis, la transpiración, la acumulación de materia seca y al crecimiento y desarrollo de las mismas. Asimismo, según Campostrini y Yamanishi (2001), este factor está relacionado de manera directa con la cantidad de clorofila, y que su determinación durante el ciclo del cultivo facilita el conocer el crecimiento y desarrollo de la planta, la gran labor fotosintética y la producción total de la planta. Por ende, Gomes *et al.* (2000) indica que una equivocada formación en el área foliar de las plantas reducirá considerablemente los procesos asimilativos de la fotosíntesis. El mismo autor indica que la reducción del área foliar es causada por deficiencia hídrica; mientras que Benito y Chiesa (2000) señala que el nitrógeno del suelo influye en el área foliar, lo cual se ve reflejado en un mayor número y tamaño de las hojas.

2.7. Microbiología del suelo

De acuerdo con Coyne (2000), la microbiología edáfica es la que se encarga de estudiar los microorganismos que se encuentran en el suelo, así como sus funciones y actividades. Además, Garrett *et al.* (2012), mencionan que la microbiota del suelo son claves para la funcionalidad de los procesos que apoyan los ecosistemas terrestres, incorporando la adquisición de nutrientes y el reciclaje, la degradación de productos agroquímicos y el ciclo de nutrientes. Asimismo, Ramos y Zúñiga (2008) señalan que el componente microbiológico puede ser útil para indicar el estado general del suelo, porque una pertinente actividad microbiana es el reflejo de las condiciones físico – químicas adecuadas para el desarrollo de los procesos metabólicos de microorganismos (bacterias, hongos, algas, actinomicetos) que actúan sobre sustratos orgánicos. Del mismo modo, Bitton (1983) indica que los microorganismos y sus productos son útiles para la medición de la fertilidad.

Por otra parte, Jenkinson (1992), agrega que los factores que forman parte de la actividad microbiana, tales como pH, temperatura, accesibilidad al sustrato, disponibilidad de oxígeno, humedad y nutrientes inorgánicos influyen en la descomposición de la materia orgánica.

2.7.1. Microorganismos aerobios viables

Condori (2020), indica que los efectos de los microorganismos en el suelo se encuentran relacionados con el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades.

2.7.2. Actinomicetos

Para Sylvia *et al.* (1998), los actinomicetos son importantes en la mineralización del carbono y nitrógeno en las primeras etapas de la descomposición de la materia orgánica. Además, Hace *et al.*, (2004) afirma que actúan como indicadores de fertilidad y sirven como aproximación a la dinámica de un ecosistema. Esto es importante en el ciclo de nutrientes en el suelo, en la formación del humus y en el control biológico de insectos y otros microorganismos que sean perjudiciales para las plantas. Así, se contribuye de una manera indirecta al desarrollo vegetal. Asimismo, Weyens *et al.* (2009) declaran que pueden ser potenciales promotores de crecimiento vegetal, ya que proporcionan sustancias que las plantas necesitan para su desarrollo

como auxinas de tipo indólico, como el ácido indol acético (AIA) que aporta al crecimiento longitudinal de la raíz de las plantas. Además, se ha registrado que contribuye a la proliferación y elongación de pelos radiculares.

2.7.3. Fungis

De acuerdo con Madigan *et al.* (2004), los fungis son organismos bastante diversos, siendo mayormente terrestres, creciendo en suelos o sobre materia orgánica en descomposición y participan en los procesos de mineralización del carbono orgánico. Asimismo, un gran número de hongos son parásitos de plantas terrestres, algunos de animales y otros de seres humanos.

Dentro de los fungis encontramos a las levaduras, las cuales son hongos unicelulares, más grandes que las bacterias, los cuales son aerobios facultativos, capaces de sobrevivir en ámbitos de pH bajos y se desarrollan comúnmente en condiciones ricas en azúcares como melazas, frutas y residuos vegetales. También, encontramos a los mohos, que son móviles, que forman unos cuerpos fructíferos diminutos y de diversas formas producen esporas (Beltrán, 2003).

2.7.4. Bacterias fijadoras de nitrógeno

Conforme a lo descrito por Philippot y Germon (2005), las bacterias que proporcionan el nitrógeno en vía libre, fertilizan, de manera natural, el suelo. Por lo tanto, se establece una forma biodisponible del nitrógeno, que pueda ser usada por las plantas. Además, este tipo de bacterias en los suelos genera que se mantenga un intercambio constante de nutrientes y minerales. Así, se evitan los efectos erosivos y la ausencia de fertilidad del suelo.

2.8. Propiedades físicas y químicas del suelo

2.8.1. Propiedades físicas del suelo

Una de las propiedades físicas más importantes es la textura del suelo, la cual, de acuerdo con Andrades y Martínez (2014) determina la fertilidad de los suelos al contribuir en la aireación, en la capacidad de retención de agua y en la retención de nutrientes. Las características más importantes de los suelos arcillosos, francos y arenosos son:

- Suelos arcillosos (>30 % de arcilla): son aquellos que retienen el agua y los nutrientes con fuerza; son encharcados y mal aireados; y tienen difícil drenaje y labranza.
- Suelos francos (10 – 30 % de arcilla): son aquellos con adecuada retención de agua y nutrientes; tienen buena aireación y penetración de raíces; y se trabajan con poca resistencia.
- Suelos arenosos (<10 % arcilla): son aquellos que retienen poca humedad y tienden a secarse; poseen baja fertilidad y requieren aportes de elementos orgánicos e inorgánicos; y tienen buena aireación.

2.8.2. Propiedades químicas del suelo

El pH, según Garrido (1993), mide el grado de acidez de un suelo, en el cual, su escala de valor máximo es 14, siendo el 7 el valor neutro; asimismo, ácidos son aquellos que tengan valores inferiores a 7 y básicos son aquellos con valores superiores a este. Además, las plantas cultivadas en valores cercanos a la neutralidad presentan mejor desarrollo, debido a que los elementos nutritivos están más fácilmente disponibles y en un equilibrio más adecuado. Por otro lado, Molina y Meléndez (2002), a través de una tabla de interpretación indican que suelos con $\text{pH} < 5$ tienen calificación baja, pH entre 5 y 6 tienen calificación media, pH entre 6 y 7 tienen calificación óptima, y $\text{pH} > 7$ tienen calificación alta.

La materia orgánica del suelo, es otra de las propiedades químicas muy importantes, debido a que refiere a la cantidad de restos orgánicos encontrados alterados que pueden dar lugar a aumentar el contenido de nutrientes del suelo; además, la materia orgánica tiene elevada capacidad de intercambio catiónico (capacidad para retener cationes en el suelo) y favorece el desarrollo de microfauna edáfica (Garrido, 1993). Por otra parte, Molina y Meléndez (2002), a través de una tabla de interpretación, indican que suelos con menos de 2 % de materia orgánica se consideran de calificación baja, con porcentajes entre 2 y 5 % se consideran de calificación media, con porcentajes entre 5 y 10 % se consideran de calificación óptima, y suelos con más de 10 % de materia orgánica se consideran de calificación alta.

El nitrógeno (N), de acuerdo con Garrido (1993), se encuentra en dos formas diferentes: orgánica y química. El nitrógeno orgánico forma parte de los residuos de cosecha, abonos orgánicos o en los microorganismos del suelo, el cual se libera poco a poco para ser usado por las plantas. Por otro lado, Quintana *et al.* (1983), señala que suelos con porcentajes menores a

0,07 % son calificados como pobres, con porcentajes entre 0,07 y 0,15 % son calificados como medios, y con porcentajes mayores a 0,15% son calificados como altos.

El fósforo (P), a criterio de Andrades y Martínez (2014), es relevante para el desarrollo de las plantas y para favorecer el crecimiento de las raíces. Por otra parte, Bernier (s. f.), a través de una tabla de interpretación, asevera que suelos con cantidades de fósforo menor o igual a 5 tienen calificación muy baja, de 5,1 a 10 tienen calificación baja, de 10,1 a 20 tienen calificación media, de 20,1 a 30 tienen calificación adecuada, y mayor a 30,1 tienen calificación alta.

El potasio (K), según el parecer de Garrido (1993), se encuentra en el suelo en forma de catión intercambiable, adsorbido a las arcillas y a la materia orgánica en sus sedes de intercambio, pasando fácilmente a la solución del suelo por la acción de ácidos débiles. De acuerdo con Andrades y Martínez (2014), en suelos francos, el potasio se clasifica en tres criterios: bajo (< 125 ppm), normal (126 y 195 ppm) y alto (> 196 ppm).

La capacidad de intercambio catiónico, en opinión de Garrido (1993), es la capacidad que le permite retener los elementos necesarios para nutrir a las plantas, por tanto, a mayor capacidad de intercambio catiónico, mayor fertilidad del suelo. Esta capacidad se debe a que las arcillas y la materia orgánica tiene la propiedad de comportarse como iones de carga negativa, de forma que permiten retener o absorber cationes. Además, el autor las clasifica de la siguiente manera: muy baja capacidad (0 – 10 meq/100 g), baja capacidad (10 – 20 meq/100 g), capacidad media (20 – 35 meq/100 g), alta capacidad (35 – 45 meq/100 g), y muy alta capacidad (mayor de 45 meq/100 g).

Por otro lado, como propiedades químicas encontramos a las bases de intercambio (Ca, Mg, K y Na), de los cuales, Molina y Meléndez (2002) postula que los suelos fértiles se distinguen por tener altos contenidos de Ca y Mg. Asimismo, de acuerdo a Bernier (s. f.), tienen la siguiente clasificación:

- Calcio intercambiable (Cmol (+)/kg): En cantidades menores o iguales a 2 tienen calificación muy baja, de 2,01 a 5 tienen calificación baja, de 5,01 a 9 tienen calificación media, de 9,01 a 15 tienen calificación adecuada, y mayores o iguales a 15,01 tienen calificación alta.
- Magnesio intercambiable (Cmol (+)/kg): En cantidades menores o iguales a 0,25 tienen calificación muy baja, de 0,26 a 0,50 tienen calificación baja, de 0,51 a 1,00 tienen

calificación media, de 1,01 a 2,00 tienen calificación adecuada, y mayores o iguales a 2,01 tienen calificación alta.

- Potasio intercambiable (Cmol (+)/kg): En cantidades menores o iguales a 0,12 tienen calificación muy baja, de 0,13 a 0,25 tienen calificación baja, de 0,26 a 0,51 tienen calificación media, de 0,52 a 0,64 tienen calificación adecuada, y mayores o iguales a 0,65 tienen calificación alta.
- Sodio intercambiable (Cmol (+)/kg): En cantidades menores o iguales a 0,15 tienen calificación muy baja, de 0,16 a 0,20 tienen calificación baja, de 0,21 a 0,30 tienen calificación media, de 0,31 a 0,40 tienen calificación adecuada, de 0,41 a 0,51 tienen calificación alta, y mayores o iguales a 0,51 tienen calificación muy alta.
- Aluminio intercambiable (Cmol (+)/kg): En cantidades menores o iguales a 0,10 tienen calificación muy baja, de 0,11 a 0,25 tienen calificación baja, de 0,26 a 0,50 tienen calificación media, de 0,51 a 0,80 tienen calificación adecuada, y mayores o iguales a 0,81 tienen calificación muy alta.

2.9. Costos de producción

Merino, Mejía y Mendoza (2008), comentan que los costos de producción se encuentran íntimamente relacionada con los elementos del costo, así como con los objetivos principales de la planeación y el control. Asimismo, informan que un sistema de costos consiste en una serie continuada de procesos (llenado y siembra), operaciones (colocado de un número de semillas en bolsas), y de requerimientos (estructuras para propagación, equipos de siembra, mano de obra y suministros) para completar cada proceso.

2.10. Antecedentes

Santana y Castellanos (2007), desarrollaron tres experimentos en condiciones de vivero (uno para cada especie). Se empleó un DCA con cuatro parcelas por tratamiento. En cada experimento, los tratamientos fueron *Trichoderma harzianum* a razón de 20 g.l⁻¹, 40 g.l⁻¹ y un testigo. Los tratamientos con *Trichoderma* no aumentaron el porcentaje de germinación en leucaena, cedro y samán. *T. harzianum* incrementó la altura (13,64 cm), el número de hojas(59,25) y la biomasa seca del área foliar(14,43), raíz (3,79) en las plántulas de cedro,

mientras que en leucaena y samán solo provocó aumentos del diámetro basal de las plántulas a los 60 días bajo las condiciones de los llanos de Apure (Venezuela).

En Ecuador, Lazo *et al.* (2017), mediante un DCA con dos tratamientos (el testigo y el T₁ - aplicación de bioproductos del programa suelo sano – cultivo sano con una dosis de 1 l de Bacthon + 300 g de Tricho - D + 100 g de Micosplag), con una frecuencia de 16 semanas con 100 % de fertilización mineral; determinaron la población de nemátodos, peso de la raíz, número de raíces sanas y la altura del hijuelo, que demostraron la efectividad de la aplicación de los microorganismos benéficos al suelo; provocando un efecto favorable en la producción de *Musa paradisiaca* Var. valery, debido a la acción de los microorganismos eficientes presentes en estos bioproductos.

Asimismo, en el Perú, Saavedra (2009), evaluó la eficiencia de Bacthon, Biospeed y Tricho – D en la producción del cultivo. Utilizó el DBCA, con seis tratamientos y tres repeticiones. Se concluyó que *Trichoderma sp.*, puede comportarse como saprófito y antagónico en la rizósfera, porque puede parasitar y reducir la aparición de enfermedades en el suelo. Asimismo, la aplicación de Biospeed y Bacthon, optimizan las características físicas y químicas del suelo agrícola. Todo ello genera nutrientes y activa la actividad microbiana en el medio edáfico.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que se ubica políticamente en el distrito Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y en la región Huánuco. En la Tabla 1 se observa las coordenadas geográficas del área (zona 18 S WGS 84).

Tabla 1. Ubicación geográfica del vivero forestal

Punto	Latitud	Longitud
1	390312	8970774

Tingo María se caracteriza por registrar temperatura máxima de 30,05 °C, temperatura mínima de 20,7 °C, y temperatura media de 25,6 °C, además de una precipitación promedio de 3 758 mm y humedad relativa de 84 %. De acuerdo a Holdridge (1987). El distrito Rupa Rupa se encuentra ubicada en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre montano Tropical (bmh - PT).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material vegetativo

- Semillas de *Cedrela odorata* L. (cedro).

3.2.2. Sustrato

Arena media, aserrín descompuesto y tierra negra (proporción 3:2:1).

3.3. Método

El método para ejecutar la investigación se coordinó con el asesor y con el encargado del vivero forestal. Para así seguidamente ubicar un espacio en la cama de cría donde respectivamente pasare a trasladar las bolsas llenadas.

3.3.1. Actividades realizadas antes y durante el experimento

En primer lugar, se preparó el sustrato utilizando la combinación propuesta por Agüero (2010), la cual consiste en la mezcla de arena, aserrín y tierra negra. Posteriormente, de acuerdo a la recomendación de Rojas (2015), se mezclaron con el respectivo abono en dosis recomendadas para mejorar el potencial de plántulas.



Figura 1. a) Recolección del aserrín., b) Mezcla del sustrato., c) Agua hervida para la desinfección., d) Llenado de bolsas

Luego, se procedió a llenar 448 bolsas con el sustrato preparado. Después, se presionó con los dedos para un llenado adecuado en la base y en las esquinas de las bolsas.

Por otro lado, las semillas se hicieron pre germinar, de las cuales se seleccionaron aquellas que tuvieron una buena radícula. Después, se procedió a depositar la semilla pre germinada en cada bolsa. Al momento de la siembra, en el sustrato se realizó la primera aplicación de los productos biológicos, de acuerdo a los diferentes tratamientos. Posteriormente, a los 30 días se realizó la segunda aplicación, y luego a los 90 días se realizó la tercera aplicación. Durante el crecimiento de los plantones, se efectuó el control de malezas cada ocho días mediante el método manual, para así evitar la competencia por luz, espacio y nutrientes; así como también, se ejecutó el riego cada tres días, a medida que se desarrollen las plántulas. No obstante, al primer par de hojas, se realizó en el sustrato un abonamiento de

nitrógeno y fósforo (un chapita por bolsa). Para culminar, se llevó a cabo el control de plagas a través de evaluaciones visuales a los tratamientos cada 15 días, con la finalidad de determinar oportunamente su incidencia, aunque la aplicación de los productos biológicos ayudó también al control de plagas por su contenido de entomopatógenos.

3.3.2. Determinación del efecto en el crecimiento de los plantones

3.3.2.1. Evaluación de altura, diámetro y número de hojas

Las evaluaciones de altura, diámetro y número de hojas de los plantones se realizaron cada 15 días (en un tiempo total de 90 días), donde se evaluaron 10 plantones de cada tratamiento, las cuales fueron identificadas para las posteriores evaluaciones: para registrar la altura de los plantones, se realizó la medición desde el cuello de la planta hasta la yema terminal visible, midiendo en cm con una regla graduada. Para registrar el diámetro se midió con vernier a la altura de la cicatriz del cotiledón; y para evaluar el número de hojas se efectuó el conteo de forma visual.



Figura 2. a) Medición de altura de los plantones., b) Medición de diámetro de los plantones., c) Conteo de número de hojas., d) Medición de temperatura del suelo.

3.3.2.2. Determinación del área foliar

Se realizó al final del experimento (90 días); para ello, en primer lugar, se contabilizó la cantidad de hojas de las 10 plantones evaluadas por cada unidad experimental. Para evaluar este parámetro se utilizó el método de las pesadas, el cual consistió en realizar las siluetas de todas las hojas de un plantón en un papel, que posteriormente se cortaron con sumo cuidado para ser pesadas juntas. Se cortaron 100 cm² del mismo papel y se pesaron. Mediante este valor y, a través del método de la regla de tres simples, se determinó el área foliar de las plantas de cada tratamiento en estudio.



Figura 3. a) Dibujo de la hoja del plantón., b) Corte del dibujo del plantón., c) Dibujo de los plantones por tratamiento., d) Peso del corte del plantón

3.3.3. Determinación del efecto en las características bioquímicas, físicas y químicas de las hojas de los plantones

3.3.3.1. Determinación de la clorofila

Este parámetro se determinó al final del experimento (90 días), en el cual se pesaron 200 mg (peso fresco), los cuales, posteriormente fueron colocados en un mortero limpio. Una vez colocados en el mortero, se añadió 25 ml de acetona al 80 % y se

trituro en un mortero, luego se procedió a filtrar y recoger el extracto, colocándolos en una probeta graduada. Finalmente, se llevaron los extractos en el espectrofotómetro y anotamos las densidades ópticas a 645, 663 y 652 nm, calculando la cantidad de clorofila presente en el extracto en base a miligramos de clorofila por gramos de peso fresco de tejido.



Figura 4. a) Selección y peso (200 gr)., b) Peso por tratamiento., c) Trituración en el mortero., d) Filtración para llevar al espectrofotómetro

3.3.3.2. Determinación del peso fresco y peso seco de la parte aérea y radicular, y porcentaje de humedad de los plantones y radicular

La determinación de este parámetro se desarrolló al culminar el experimento (90 días) a seis plantones evaluados por tratamiento. Se tomaron muestras frescas de la parte foliar y radicular, las cuales fueron pesadas y colocadas en bolsas de papel periódico para obtener el peso fresco de dichas muestras. Para obtener su peso seco, se trasladaron las mismas a la estufa a 70°C durante 48 horas, hasta que alcancen peso constante. Las muestras secas fueron pesadas, y por diferencia se calculó el porcentaje de humedad y materia seca.

3.3.3.3. Determinación del volumen de las raíces

El volumen se determinó en la culminación del experimento (90 días). La metodología consistió en sumergir el plantón hasta el cuello de la raíz en una probeta graduada llena con agua destilada. Esto permitió determinar el volumen por diferencia. Se tomaron las mediciones de las cinco plantas evaluadas por cada tratamiento.

3.3.4. Determinación del efecto en las características microbiológicas, físicas y químicas del suelo

3.3.4.1. Análisis microbiológico del suelo

Se efectuó el análisis microbiológico del suelo a través de la carga microbiana del suelo (hongos y bacterias) del sustrato al inicio, antes de la instalación del experimento, luego cada mes, hasta el término del experimento. Para la toma de muestra se extrajeron de cuatro bolsas al azar de los plantones que fueron evaluadas, 1 g de sustrato, de una profundidad de 5 cm, seguidamente se mezclaron las muestras, obteniendo 4 g de sustrato por cada tratamiento, para cada bloque, es decir se obtuvieron cuatro repeticiones por tratamientos. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de microbiología para la determinación de la carga microbiana del suelo (hongos y bacterias).

3.3.4.2. Determinación de las propiedades físico – químicas del suelo

Se realizó al culminar el experimento (90 días); para ello, se tomaron muestras de suelo de los diferentes tratamientos de los bloques y se llevaron al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía para su análisis de caracterización.

3.3.4.3. Análisis económico de los tratamientos aplicados a los plantones

La evaluación se realizó por el método "análisis comparativo de ingresos y costos de producción". El índice de rentabilidad (B/C) en cada tratamiento se determinó mediante la siguiente ecuación (1):

$$\text{Relación } \frac{B}{C} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de Producción}} \dots \dots (1)$$

Para hallar el costo de producción de los plantones para 1 ha, con un distanciamiento de 3 x 3 m, se consideró el porcentaje de germinación de *Cedrela odorata* L. (cedro), el cual es de

93 %; se tomó en cuenta un 5% de pérdidas durante la etapa de vivero; y se tuvo en cuenta un 15 % de plántones muertos al ejecutar el transporte a campo definitivo.

El ingreso bruto, en todos los tratamientos, se fijó al multiplicar el número de plántones producidos para 1 ha por el precio de cada plánton. Tras consultar a varios viveristas, se llegó a un promedio de precio, el cual resultó ser S/. 3,50.

3.3.5. Tipo de investigación

De acuerdo a Murillo (2008), el tipo de la investigación será aplicado puesto que es una investigación práctica o empírica, porque tiene como objetivo la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, al mismo tiempo que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

3.3.6. Nivel de investigación

Acorde a Hernández *et al.*, (2010), el nivel de la investigación será explicativo, porque están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno.

3.3.7. Variables

3.3.7.1. Variables dependientes

- Altura, diámetro, número de hojas y área foliar de las hojas de los plántones.

3.3.7.2. Variables independientes

- Dosis de Bacthon, dosis de Tricho – D y plántones de *Cedrela odorata* L.

3.3.8. Diseño de investigación

3.3.8.1. Tratamiento en estudio

En la Tabla 2 se observan los tratamientos en estudio, los productos empleados, las dosis y las recomendaciones respectivas.

Tabla 2. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Productos	Dosis/ 1 l de H ₂ O	Recomendación de aplicación
T1	H ₂ O	0 ml	Se realizaron tres aplicaciones, al momento de la siembra, a los 30 y 90 días de la germinación
T2	Bacthon	10 ml	
T3	Tricho-D	3 g	
T4	Bacthon + Tricho-D	10 ml + 3 g	

3.3.8.2. Dosificación

La cantidad de producto a utilizar, se determinó por la regla de tres simples considerando el gasto de agua.

Por ejemplo, para el tratamiento T2 Bacthon a la dosis de 10 ml, el gasto por aplicación será 11.9 ml diluido en 1.2 L de agua. Para cada plantón sería 0.43ml y para el tratamiento T3 Tricho-D el gasto del producto por aplicación será 3.6 g diluido en 1.2 L de agua. Para cada plantón sería 0.51ml.

3.3.8.3. Diseño experimental

Se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), compuesto de cuatro bloques y cuatro tratamientos, incluyendo un tratamiento testigo (T₁).

El Modelo Aditivo Lineal del DBCA se representó en la siguiente Ecuación 2:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \dots \dots (2)$$

Dónde:

Y_{ij} : Respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al j-ésimo bloque, al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ : Efecto de la media general.

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j : Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental de la unidad experimental correspondiente al j-ésimo bloque al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

Para:

i = 1, 2, 3 y 4 tratamientos.

j = 1, 2, 3 y 4 bloques.

3.3.8.4. Análisis de varianza

En la Tabla 3 se observa el modelo de análisis de varianza (F tabulado $\alpha = 0,05$) utilizado en la investigación.

Tabla 3. Modelo de análisis de varianza

F. V	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Bloques	r-1	SCB	$\frac{SCB}{gl_B} = \frac{CMB}{CM_{ee}}$	CMB/CM _{ee}	$F_{\alpha}(gl_B, gl_{ee})$
Tratamientos	t-1	SC _{trat}	$\frac{SC_{trat}}{gl_{trat}} = \frac{CM_{trat}}{CM_{ee}}$	CM _{trat} /CM _{ee}	$F_{\alpha}(gl_{trat}, gl_{ee})$
Error experimental	(t-1) (r-1)	SC _{ee}	$\frac{SC_{ee}}{gl_{ee}} = \frac{CM_{ee}}{CM_{ee}}$		
Total	tr-1	SC _{total}			

t : tratamiento.

r : repetición.

3.3.8.5. Características del área de estudio

Nº de parcelas por bloque	: 4.
Largo y ancho de la parcela	: 1,20 y 0,46 m.
Distancia entre parcelas	: 0,30 m.
Nº de plántones totales y evaluadas por parcela	: 28 y 10.
Número de bloques	: 4.
Largo y ancho del bloque	: 0,90 y 0,48 m.
Distanciamiento entre bloques	: 0,20 m.
Nº de plantas totales y evaluadas por bloque	: 112 y 40.
Nº de plantas por ensayo	: 448.
Nº de plantas para evaluación	: 160.

En la Figura 05 se observa el croquis del experimento. Lo cual está formado por cuatro bloques, cada bloque esta formado por cuatro tratamientos:

- Tratamiento 1 : testigo
- Tratamiento 2 : Bacthon
- Tratamiento 3 : Tricho D
- Tratamiento 4 : Tricho D + Bacthon

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la aplicación de Tricho – D, Bacthon y la combinación de estas, en el crecimiento de los plantones

4.1.1. Altura, diámetro y número de hojas

Con respecto al análisis de varianza presentado en la Tabla 4, se concluyó que en relación a la altura, entre bloques existe diferencia significativa en la sexta evaluación (90 días ddt), dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$); sin embargo, no se registra diferencia significativa en las dos evaluaciones anteriores. Asimismo, entre los tratamientos, existen diferencias significativas en las tres evaluaciones, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$); por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se determina que, con un nivel de significancia del 5 %, al menos uno de los tratamientos posee un crecimiento promedio en altura distinto.

En lo que concierne al diámetro de las plantas, entre bloques no existe diferencia significativa en la sexta evaluación (90 días ddt), dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); sin embargo, se registra diferencia significativa en las dos evaluaciones anteriores. Asimismo, entre los tratamientos, existen diferencias significativas en las tres evaluaciones, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$); por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, al menos uno de los bloques y tratamientos tiene un crecimiento promedio en diámetro distinto.

En referencia al número de hojas por plantón, entre bloques no existe diferencia significativa en ninguna de las evaluaciones, dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$). Asimismo, entre los tratamientos, existen diferencias significativas en las tres evaluaciones, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$); por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, al menos uno de los bloques y tratamientos tiene un crecimiento promedio en número de hojas distinto.

Tabla 4. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de la altura (cm), diámetro (cm) y número de hojas de los plantones de *Cedrela odorata* L. desde los 15 ddt hasta los 90 ddt

Fuente de variación	G. L.	Altura (cm) de las plantones			Diámetro (cm) de las plantones			Número de hojas por plantones		
		60 ddt	75 ddt	90 ddt	60 ddt	75 ddt	90 ddt	60 ddt	75 ddt	90 ddt
Bloques	3	0,28NS	0,35NS	0,48S	0,01S	0,0028S	0,00092NS	0,03NS	0,04NS	0,05NS
Tratamientos	3	1,21S	1,23S	1,27S	0,01S	0,01S	0,01S	0,93S	0,51S	0,81S
Error experimental	9	0,09	0,11	0,07	0,00084	0,00065	0,00039	0,11	0,01	0,02
Total	15									
C.V (%)		3,18	3,50	2,56	2,60	2,17	1,61	14,11	2,69	3,35
R ²		0,85	0,82	0,90	0,84	0,84	0,83	0,74	0,95	0,93

C.V (%) : Porcentaje de coeficiente de variabilidad

S : Existe diferencias significativas al 5 % de probabilidad

NS : No existe significación estadística

ddt : Días después del trasplante

60 ddt : Cuarta evaluación

75 ddt : Quinta evaluación

90 ddt : Sexta evaluación

En la Tabla 5 se observa el análisis de varianza a los 90 días del trasplante, es decir, en la sexta y última evaluación.

Tabla 5. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de la altura (cm), diámetro (cm) y número de hojas de las plantas de *Cedrela odorata* L. a los 90 ddt

Fuente de variación	G. L.	Altura (cm) de los plantones	Diámetro (cm) de los plantones	Número de hojas por plantones
		90 ddt	90 ddt	90 ddt
Bloques	3	0,48S	0,00092NS	0,05NS
Tratamientos	3	1,27S	0,01S	0,81S
Error experimental	9	0,07	0,00039	0,02
Total	15			
C.V (%)		2,56	1,61	3,35
R ²		0,90	0,83	0,93

En la Tabla 6 se observa la prueba DGC para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos para las variables altura (cm), diámetro (cm) y número de hojas de las plantas de *Cedrela odorata* L. (cedro) en las tres últimas evaluaciones.

En relación a la altura de los plantones, en la cuarta evaluación (60 días del trasplante), el mejor resultado se obtuvo con el T4 (10,16 cm), secundado por el T3 (9,62 cm) y el T2 (9,15 cm). En la quinta evaluación (75 días del trasplante), el mejor resultado se obtuvo con el T4 (10,36 cm), secundado por el T3 (9,76 cm) y el T2 (9,42 cm). En la sexta evaluación (90 días del trasplante), el mejor resultado se obtuvo con el T4 (10,87 cm), secundado por el T3 (10,13 cm) y el T2 (9,83 cm). Además, en las tres evaluaciones se conoció que existe diferencia significativa entre el T4 y los demás tratamientos.

En lo que concierne al diámetro de las plantones, en la cuarta evaluación (60 días del trasplante), el mejor resultado se obtuvo con el T4 (1,18 cm), secundado por el T3 y el T2 (1,10 cm respectivamente). En la quinta evaluación (75 días del trasplante), el mejor resultado se obtuvo con el T4 (1,24 cm), secundado por el T3 (1,16 cm) y el T1 (1,15 cm). En la sexta evaluación (90 días del trasplante), el mejor resultado se obtuvo con el T4 (1,28 cm), secundado por el T3 (1,23 cm) y el T1 (1,21 cm). Además, en las tres evaluaciones se conoció que existe diferencia significativa entre el T4 y los demás tratamientos.

En referencia al número de hojas, en la cuarta evaluación (60 días del trasplante), el mejor resultado se obtuvo con el T4 (3,0), secundado por el T3 (2,3) y el T2 (2,1). En la quinta evaluación (75 días del trasplante), el mejor resultado se obtuvo con el T4 (4,3), secundado por el T3 (3,9) y el T2 (3,7). En la sexta evaluación (90 días del trasplante), el mejor resultado se obtuvo con el T4 (4,8), secundado por el T3 (4,5) y el T2 (4,1). Además, en las tres evaluaciones se conoció que existe diferencia significativa entre el T4 y los demás tratamientos.

Tabla 6. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de la altura (cm), diámetro (cm) y número de hojas de los plantones de *Cedrela odorata* L. desde los 15 ddt hasta los 90 ddt

Altura (cm) de los plantones									Diámetro (cm) de los plantones									Número de hojas de los plantones								
60 ddt			75 ddt			90 ddt			60 ddt			75 ddt			90 ddt			60 ddt			75 ddt			90 ddt		
T	cm	S	T	cm	S	T	cm	S	T	cm	S	T	cm	S	T	cm	S	T	cm	S	T	cm	S	T	cm	S
T4	10,2	a	T4	10,4	a	T4	10,9	a	T4	1,2	a	T4	1,2	a	T4	1,3	a	T4	3,0	a	T4	4,3	a	T4	4,8	a
T3	9,7	b	T3	9,8	b	T3	10,1	b	T2	1,1	b	T3	1,2	b	T3	1,2	b	T3	2,3	b	T3	3,9	b	T3	4,5	b
T2	9,2	c	T2	9,4	b	T2	9,8	c	T3	1,1	b	T1	1,2	b	T1	1,2	b	T2	2,1	b	T2	3,7	c	T2	4,1	c
T1	8,9	c	T1	9,1	b	T1	9,6	c	T1	1,1	b	T2	1,2	b	T2	1,2	b	T1	1,9	b	T1	3,5	d	T1	3,8	d

T : Tratamientos

S : Significancia

60 ddt : Cuarta evaluación

75 ddt : Quinta evaluación

90 ddt : Sexta evaluación

Al ser el T4 (combinación de Bacthon y Tricho-D) y T3 (Tricho-D) los tratamientos con mejores resultados, se puede confirmar lo mencionado por Santana y Castellanos (2007), que en su investigación, determinó que el *T. harzianum* incrementó la altura en las plántulas de cedro a los 60 días. Asimismo, la combinación de Bacthon y Tricho-D trae consigo buenos resultados, debido a que Lazo *et al.* (2017), demostraron que la aplicación de Bacthon, Tricho-D y Micosplag provocó un efecto favorable en la producción de *Musa paradisiaca* Var. valery, debido a la acción de los microorganismos eficientes presentes en estos bioproductos.

Por otro lado, si comparamos los resultados con la de otros investigadores que utilizaron diferentes abonos o fertilizantes en plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro), podemos deducir que los resultados obtenidos a los tres meses de edad son muy inferiores a los registrados por Ramírez (2015), que en su investigación donde aplicó 120, 160, 200, 240 g de fertilizante formulado compomaster 20 – 20 - 20 a las plantas de cedro, obtuvo como resultados que a los seis meses de instalado con el tratamiento T2 (160 g de fertilizante), estadísticamente logró el mayor promedio (71,83 cm).

Lo mismo ocurre al comparar con los resultados de Justino (2015), debido a que sus resultados son superiores teniendo en cuenta la edad de los plantones, porque a los cinco meses de edad y usando abonos orgánicos, tales como gallinaza, humus de lombriz, cuyasa y estiércol de vaca en distintas dosis (14, 18 y 22 %), mezclándose con 70 % de suelo agrícola y 30 % de arena fina, determinó que el mejor abono orgánico fue el humus de lombriz en 18 y 22 %, con los que se obtuvo alturas de 76,53 y 76,67 cm respectivamente.

Sin embargo, los valores obtenidos en la investigación son superiores a lo registrado por Guigues (2019), que en su investigación, en las cuales trabajó con cuatro mezclas de sustratos (T0, T1, T2, T3), que provenían de dos fuentes de materia orgánica: compost de producción tradicional y guano vacuno descompuesto. Se concluyó que el sustrato T0 (tierra agrícola, compost tradicional y arena de río en proporción 2:1:1 respectivamente) evidenciaron los mayores valores de crecimiento en altura (8,59 cm) en el mismo tiempo de evaluación (90 días o 12 semanas).

En relación al diámetro, si comparamos los resultados de diámetro obtenidos, deducimos que los resultados a los tres meses de edad son inferiores a los resultados registrados por Ramírez (2015), que en su investigación obtuvo como resultados que a los seis meses de

instalado con el tratamiento T2 (160 g de fertilizante), estadísticamente logró el mayor promedio (1,57 cm). Sin embargo, los resultados obtenidos en la investigación son superiores a lo registrado por Justino (2015), que en plantas de *C. odorata* de cinco meses obtuvo diámetros de 0,98 y 1,046 cm. También, los valores obtenidos en la investigación son superiores a lo registrado por Guigues (2019), que en su investigación, determinó que el sustrato T0 (tierra agrícola, compost tradicional y arena de río en proporción 2:1:1 respectivamente) presentó los mayores valores de diámetro (0,52 cm) en el mismo tiempo de evaluación (90 días o 12 semanas).

En la Tabla 7 se muestra que la superioridad de número de hojas promedio de plantones de *Cedrela odorata* L. se manifiesta con el T4, siendo significativo estadísticamente diferente a los T3, T2 y T1. Además, existen diferencias significativas entre T3 con el T2 y el T1, así como también entre el T2 con el T1. Por consecuencia, existen diferencias significativas entre tratamientos.

Al ser el T4 (combinación de Bacthon y Tricho-D) y T3 (Tricho-D) los tratamientos con mejores resultados, se puede confirmar lo mencionado por Santana y Castellanos (2007), que en su investigación, utilizando *Trichoderma harzianum* Rifai en posturas de leucaena, cedro y samán, determinó que el *T. harzianum* incrementó el número de hojas de las plántulas a los 60 días.

Tabla 7. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de la altura (cm), diámetro (cm) y número de hojas de los plantones de *Cedrela odorata* L. a los 90 ddt

Altura (cm) de los plantones			Diámetro (cm) de los plantones			Número de hojas de los plantones		
90 ddt			90 ddt			90 ddt		
Trat.	cm	Sign.	Trat.	cm	Sign.	Trat.	N° hojas	Sign.
T4	10,87	a	T4	1,28	a	T4	4,80	a
T3	10,13	b	T3	1,23	b	T3	4,48	b
T2	9,83	c	T1	1,21	b	T2	4,08	c
T1	9,57	c	T2	1,21	b	T1	3,78	d

Trat. : Tratamientos

Sign. : Significancia

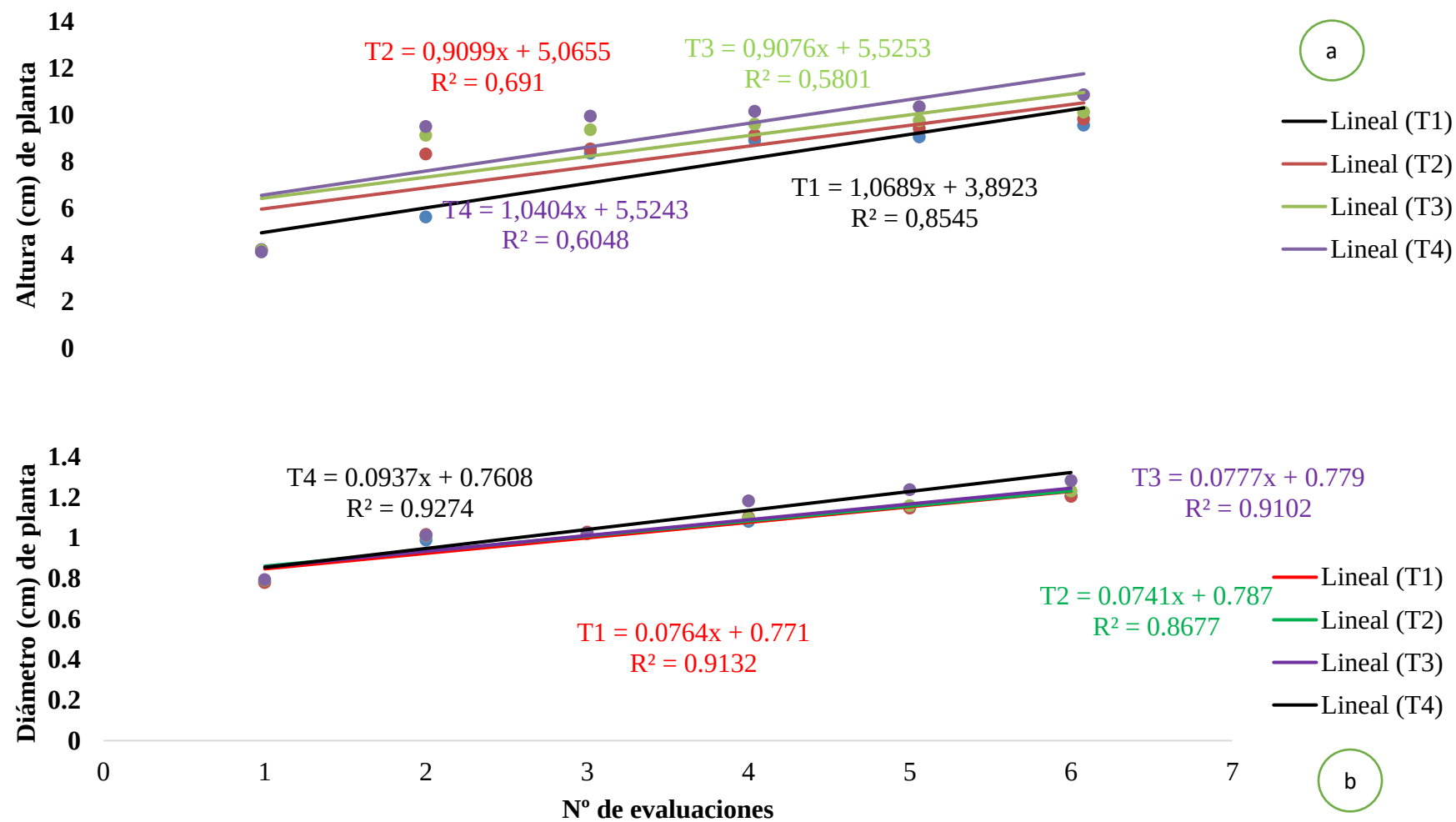


Figura 7. Línea de progresión a. Altura del plantón, b. Diámetro del plantón, con tratamientos de diferentes dosis

4.1.2. Área foliar

En la Tabla 8 se evidenció una diferencia significativa en al menos uno de los tratamientos, puesto que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$), se determina que, con un nivel de significancia del 5 %, uno de los tratamientos posee distinta área foliar. Asimismo, no existe diferencia significativa entre bloques, dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$), se acepta la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, ninguno de los bloques registra un área foliar promedio distinto.

Tabla 8. Análisis de varianza para la variable área foliar de los plantones

F. V	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Bloques	3	0,31	0,1	1,91	0,199
Tratamientos	3	8,96	2,99	55,61	<0,0001
Error experimental	9	0,48	0,05		
Total	15	9,75			

En la Tabla 9 y Figura 8 se evidencia que la superioridad de área foliar promedio de plantones de *Cedrela odorata* L. se muestra con el T4, siendo significativo estadísticamente diferente a los T3, T2 y T1. Además, existen diferencias significativas entre el T3 con el T2 y el T1, así como también entre el T2 con el T1. Estos datos son resultado de la sexta evaluación.

Al ser el T4 (combinación de Bacthon y Tricho-D) y T3 (Tricho-D) los tratamientos con mejores resultados, se puede mencionar que por el área foliar de estos plantones, tendrán mayor crecimiento, debido a que para Gardner et al. (1990), el área foliar es uno de los aspectos importantes que demuestran la captura total de la energía luminosa que emerge de las plantas, que consecuentemente afecta a la fotosíntesis, la transpiración, la acumulación de materia seca y al crecimiento y desarrollo de todas las plantas.

Por otro lado, los resultados con el mejor tratamiento de la investigación son inferiores a lo registrado por Ramírez (2015), que en su investigación donde aplicó 120, 160, 200, 240 g de fertilizante formulado compomaster 20 – 20 - 20 a las plantas de cedro; obtuvo como resultados que a los seis meses de instalado con el tratamiento T2 (160 g de fertilizante), estadísticamente logró el mayor promedio (6,6757 cm²).

Además, los valores obtenidos en la investigación son inferiores a lo registrado por Guigues (2019), que en su investigación, en las cuales trabajó con cuatro mezclas de sustratos (T0, T1, T2, T3), que parten de dos fuentes de materia orgánica: compost de producción tradicional y guano vacuno descompuesto; determinó que el sustrato T0 (tierra agrícola, compost tradicional y arena de río en proporción 2:1:1 respectivamente) presentó los mayores valores de área foliar (14,954 cm²) en el mismo tiempo de evaluación (90 días o 12 meses).

Tabla 9. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) del área foliar de los plantones de *Cedrela odorata* L. a los 90 ddt

Tratamientos	Productos	Promedio	Significancia
T1	H ₂ O	0,84	a
T2	Bacthon	1,86	b
T3	Tricho-D	2,37	c
T4	Bacthon + Tricho-D	2,86	d

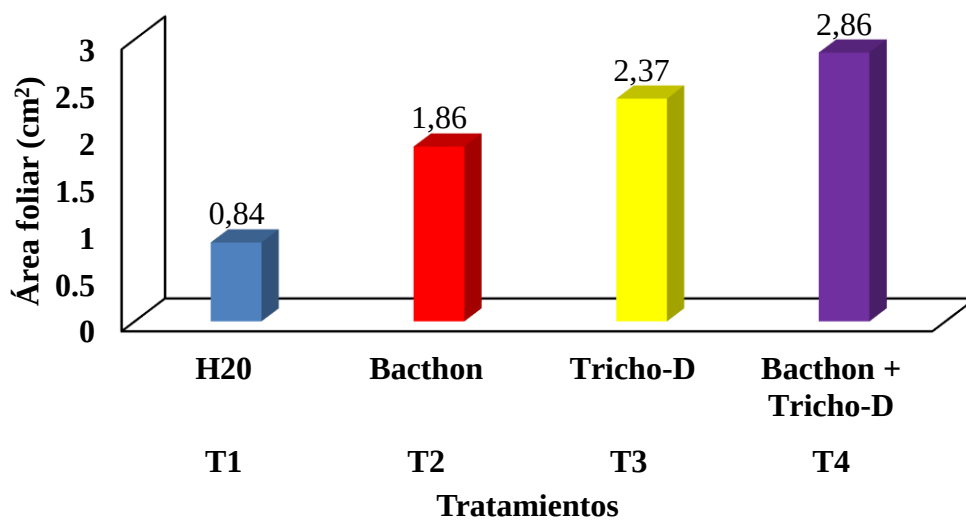


Figura 8. Área foliar promedio (cm²) de los plantones, por tratamientos

4.2. Efecto de la aplicación de Tricho – D, Bacthon y la combinación de estas, en las características bioquímicas, físicas y químicas de las hojas de los plantones

4.2.1. Clorofila

Previo a la obtención de cantidad de clorofila se obtuvo la densidad óptica, en la cual se conoció que la mayor absorbancia ocurrió en la longitud de onda 645 nm. Con más detalle, en las longitudes de onda 645, 653 y 663 nm, la mayor absorbancia ocurrió en el bloque IV. En fin, la densidad óptica es conocida como la absorbancia por cada longitud de onda. Por otro lado, el T1 obtuvo mayor densidad óptica en longitud 663 nm, el T2 en longitud 653 nm, mientras que el T3 y el T4 lo obtuvieron en longitud 645 nm, encontrándose en el rango de la zona roja del espectro (600 – 700 nm) (Larkum, 2005).

En la Tabla 10, se determinó que en relación a la clorofila a, existe diferencia significativa entre bloques y tratamientos, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$). En referencia a la clorofila b, existe diferencia significativa entre bloques, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$); sin embargo, no existe diferencia significativa entre tratamientos, dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$). En lo que concierne a la clorofila a + b, no existe diferencia significativa entre bloques ni entre tratamientos, dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$).

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable cantidad de clorofila en los plantones

Fuente de variación	G. L.	Clorofila (mg/g) de las plantas		
		Clorofila a	Clorofila b	Clorofila a + b
Bloques	3	0,39S	14,12S	6,26NS
Tratamientos	3	0,12S	8,06NS	11,31NS
Error experimental	9	0,02	3,15	3,14
Total	15			
C.V (%)		0,46	2,97	1,94
R ²		0,89	0,70	0,65

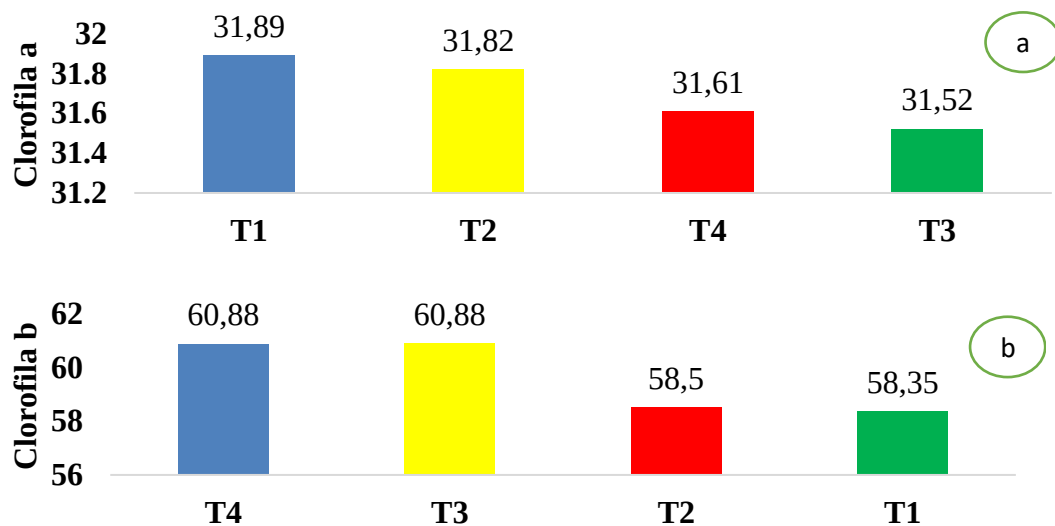
En la Tabla 11 y Figura 9 se muestra que la superioridad de clorofila a + b se manifiesta con el T3, siendo significativo estadísticamente diferente a los T4, T2 y T1. Con respecto a la clorofila a, el que registró mayor cantidad fue el T2 (32,13 mg/g); mientras que en clorofila b, el de mayor cantidad fue el T3 (61,22 mg/g). De acuerdo con Fernández (2010), la clorofila a se encuentra en la mayoría de los vegetales y absorbe la luz durante la fotosíntesis; mientras

que la clorofila b se ubica en los cloroplastos y es la que absorbe la luz de otra longitud. Tanto el T3 y T4 registran la mayor cantidad de clorofila a + b y de área foliar, lo que corrobora que el área foliar está relacionada de manera directa con la cantidad de clorofila, y que viabiliza conocer el crecimiento y desarrollo de la planta, la eficiencia fotosintética y la producción de la planta (Campostrini y Yamanishi, 2001); que se refleja en los mayores promedios de altura, diámetro y número de hojas obtenidos con ambos tratamientos.

Tabla 11. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) de la cantidad de clorofila a, b y a + b de las plantones de *Cedrela odorata* L. a los 90 ddt

Clorofila (mg/g) de las plantas								
Clorofila a			Clorofila b			Clorofila a + b		
Trat.	mg/g	Sign.	Trat.	mg/g	Sign.	Trat.	mg/g	Sign.
T1	31,89	a	T4	60,88	a	T3	92,71	a
T2	31,82	a	T3	60,88	a	T4	92,65	b
T4	31,61	b	T2	58,5	a	T2	90,94	b
T3	31,52	b	T1	58,35	a	T1	89,16	b

Trat. : Tratamientos Sign. : Significancia



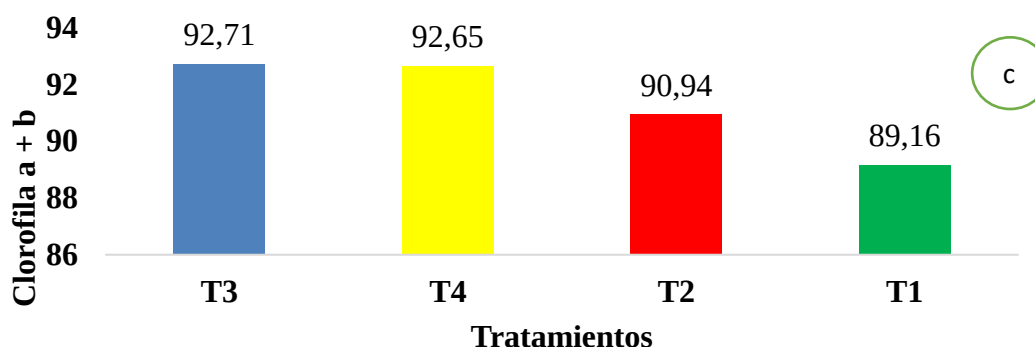


Figura 9. Gráfico de barras a. Clorofila a, b. Clorofila b, c. Clorofila a + b

4.2.2. Peso fresco y peso seco de la parte aérea y radicular, y porcentaje de humedad del plantón y radicular

De acuerdo al análisis de varianza presentado en la Tabla 12, se estipuló que en relación al peso fresco aéreo, entre bloques no existe diferencia significativa en la sexta evaluación (90 días ddt), dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); sin embargo, se registra diferencia significativa entre los tratamientos, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$); por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, al menos uno de los tratamientos presenta un peso fresco aéreo distinto.

En referencia al peso fresco radicular, entre bloques no existe diferencia significativa en la sexta evaluación (90 días ddt), dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); sin embargo, se registra diferencia significativa entre los tratamientos, puesto que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$); por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, al menos uno de los tratamientos presenta un peso fresco radicular distinto.

En lo que concierne al peso seco aéreo, entre bloques no existe diferencia significativa en la sexta evaluación (90 días ddt), dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); sin embargo, se registra diferencia significativa entre los tratamientos, ya que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$); en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, al menos uno de los tratamientos posee un peso seco aéreo distinto.

En lo que respecta al peso seco radicular, entre bloques no existe diferencia significativa en la sexta evaluación (90 días ddt), dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); además, no se registra diferencia significativa entre los tratamientos, puesto que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); por tanto, se acepta la hipótesis nula y se determina que, con un nivel de significancia del 5 %, ninguno uno de los tratamientos presenta un peso seco radicular distinto.

Conforme al porcentaje de humedad aéreo, entre bloques no existe diferencia significativa en la sexta evaluación (90 días ddt), dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); además, no se registra diferencia significativa entre los tratamientos, ya que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); por tanto, se acepta la hipótesis nula y se establece que, con un nivel de significancia del 5 %, ninguno uno de los tratamientos posee un porcentaje de humedad aéreo distinto.

Acorde al porcentaje de humedad radicular, entre bloques no existe diferencia significativa en la sexta evaluación (90 días ddt), dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); además, no se registra diferencia significativa entre los tratamientos, puesto que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); por tanto, se acepta la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, ninguno uno de los tratamientos presenta un porcentaje de humedad radicular distinto.

Tabla 12. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de peso fresco (g) aéreo y radicular, peso seco (g) aéreo y radicular y humedad (%) del plantón de *Cedrela odorata* L. a los 90 ddt

Fuente de variación	G. L.	Peso fresco (g) de los plantaones		Peso Seco (g) de los plantones		Humedad (%) de las plantones	
		Aéreo	Radicular	Aéreo	Radicular	Aéreo	Radicular
Bloques	3	1.31NS	1.48NS	0.000075NS	0.000023NS	0.0027NS	0.08NS
Tratamientos	3	7.41S	9.52S	0.00038S	0.000073NS	0.01NS	0.07NS
Error experimental	9	0.47	0.48	0.000047	0.000051	0.01	0.04
Total	15						
C.V (%)		10.88	14.39	20.36	30.79	0.08	0.21
R ²		0.86	0.88	0.76	0.39	0.30	0.54

C.V (%) : Porcentaje de coeficiente de variabilidad

S : Existe diferencias significativas al 5 % de probabilidad

NS : No existe significación estadística

En la Tabla 13 se muestra que la superioridad de peso fresco aéreo del plantón de *Cedrela odorata* L. se manifiesta con el T4, siendo significativo estadísticamente diferente a los T1, T2 y T3. No obstante, existe diferencia estadística significativa entre el T3 con el T1, pero no con el T2. Asimismo, los resultados obtenidos son inferiores a lo reportado por Justino (2015), porque a los cinco meses de edad determinó que el mejor abono orgánico fue el humus de lombriz en 18 % con el que obtuvo biomasa de hojas y de tallos de 6,08 y 7,30 g respectivamente, los cuales al sumar hacen un total de 13,38 g.

Además, la Tabla 13 muestra que la superioridad de peso fresco radicular se manifiesta con el T4, siendo significativo estadísticamente diferente a los T3, T2 y T1. No existe diferencia estadística significativa entre el T1 y T2.

Los resultados obtenidos con el mejor tratamiento (T4) son superiores a los de Justino (2015), porque a los cinco meses de edad determinó que el mejor abono orgánico fue el humus de lombriz en 18 % (biomasa de raíz de 2,80 g).

Asimismo, en la Tabla 13 se observa la superioridad de peso seco aéreo promedio de plantones de *Cedrela odorata* L. que se manifiesta con el T2, T3 y T4, siendo significativos estadísticamente diferentes al T1; sin embargo, no existe diferencia estadística significativa entre ellos.

Al ser el T4 (combinación de Bacthon y Tricho-D), T3 (Tricho-D) y T2 (Bacthon) los tratamientos con mejores resultados, se puede confirmar lo mencionado por Santana y Castellanos (2007), que en su investigación, utilizando *Trichoderma harzianum* Rifai en posturas de leucaena, cedro y samán, determinó que el *T. harzianum* incrementó la biomasa seca del área foliar.

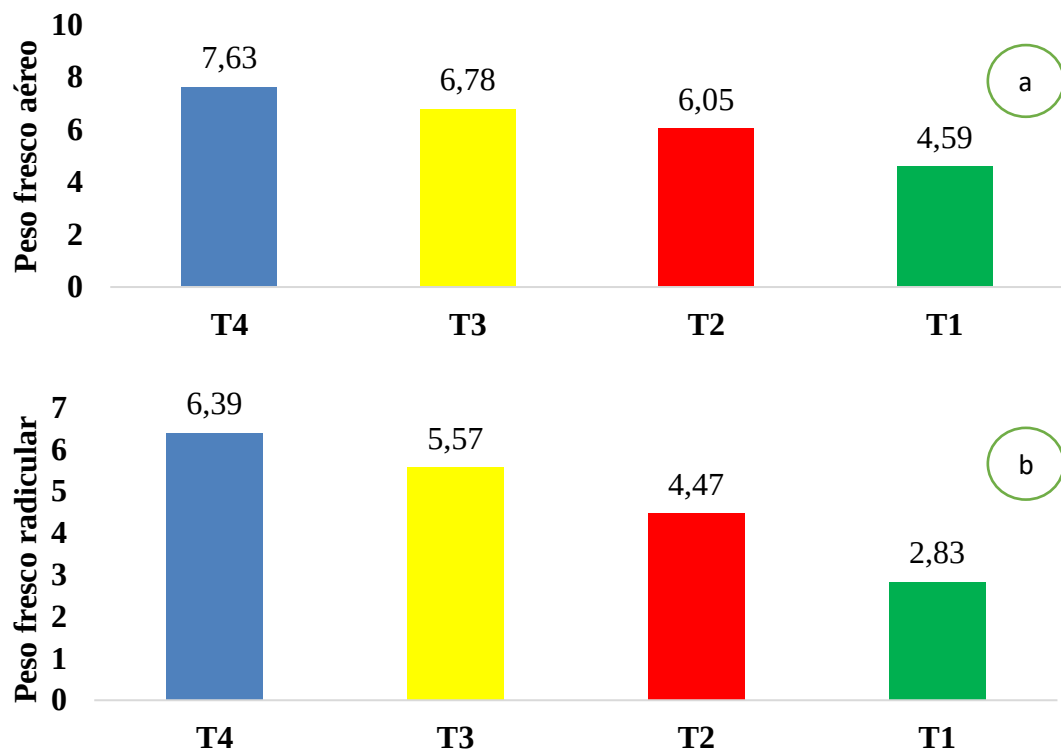
También, en la misma Tabla 13 se muestra que no existe superioridad de peso seco radicular promedio de plantones de *Cedrela odorata* L., por tanto, no existe diferencia estadística significativa entre ellos; no existe superioridad de porcentaje de humedad aéreo promedio de plantones de *Cedrela odorata* L., por tanto, no existe diferencia estadística significativa entre ellos; y no existe superioridad de porcentaje de humedad radicular promedio de plantones de *Cedrela odorata* L., por tanto, no existe diferencia estadística significativa entre ellos; sin embargo, existe notable diferencia numérica entre el T1 (H₂O) con el T3 (Tricho-D).

Tabla 13. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de peso fresco (g) aéreo y radicular, peso seco (g) aéreo y radicular y humedad (%) de los plantones de *Cedrela odorata* L. a los 90 ddt

Peso (g) de los plantones									Humedad (%) de los plantones								
Peso fresco aéreo			Peso fresco radicular			Peso seco aéreo			Peso seco radicular			Humedad aérea			Humedad radicular		
Trat.	g	Sign.	Trat.	g	Sign.	Trat.	g	Sign.	Trat.	g	Sign.	Trat.	%	Sign.	Trat.	%	Sign.
T4	7,63	a	T4	6,39	a	T4	0,04	a	T4	0,03	a	T1	99,55	a	T3	99,59	a
T3	6,78	b	T3	5,57	b	T3	0,04	a	T3	0,03	a	T3	99,49	a	T4	99,58	a
T2	6,05	b	T2	4,47	c	T2	0,04	a	T2	0,02	a	T2	99,48	a	T2	99,52	a
T1	4,59	c	T1	2,83	c	T1	0,02	b	T1	0,02	a	T4	99,46	a	T1	99,30	a
Trat. : Tratamientos			Sign. : Significancia														

En la Figura 10 se evidencian los promedios de los pesos registrados durante la investigación. En el peso fresco aéreo promedio, el de mayor resultado fue el T4 (7,63 g), seguido del T3 (6,78 g) y del T2 (6,05 g); el de menor registro fue el T1 (4,59 g). En el peso fresco radicular promedio, el de mayor resultado fue el T4 (6,39 g), seguido del T3 (5,57 g) y del T2 (4,47 g); el de menor registro fue el T1 (2,83 g).

En el peso seco aéreo promedio, los de mayores resultados fueron el T4, T3 y T2 (0,04 g cada uno); el de menor registro fue el T1 (0,02 g). En el peso seco radicular promedio, los de mayores resultados fueron el T4 y el T3 (0,03 g cada uno), seguido del T2 y T1 (0,02 g cada uno).



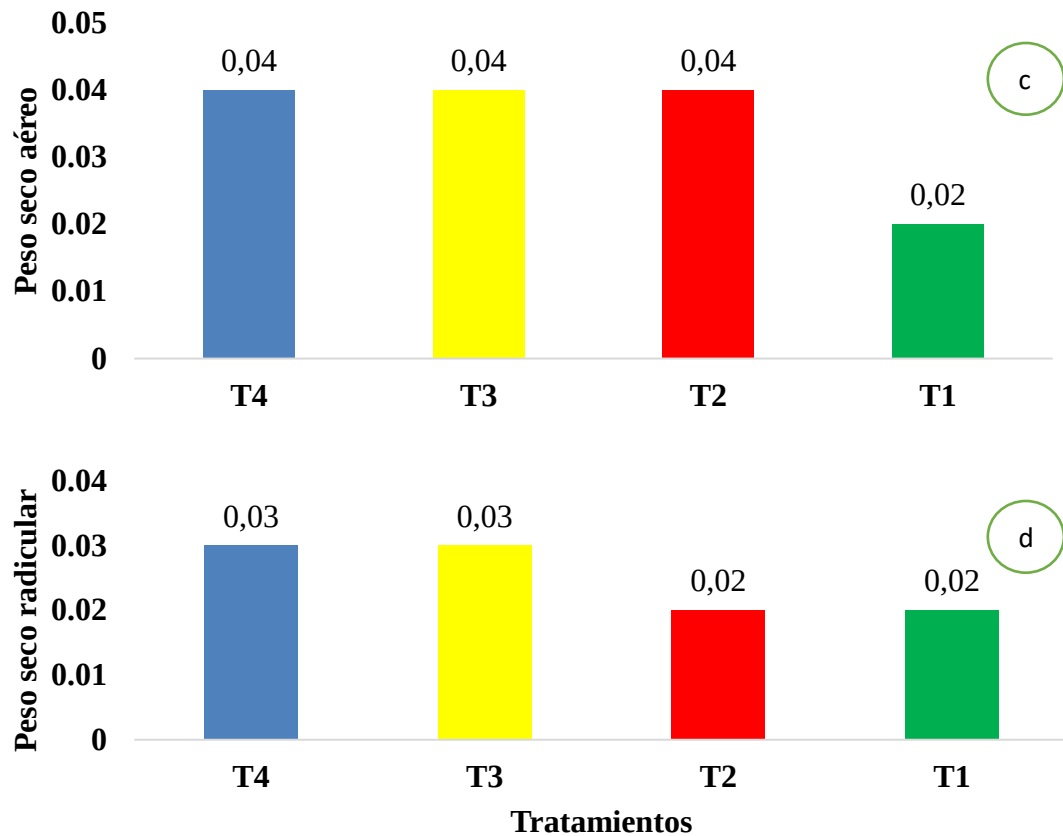
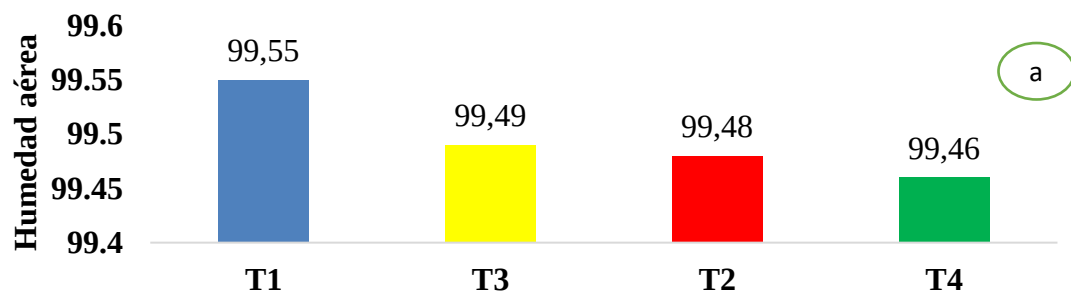


Figura 10. Gráfico de barras a. Peso fresco aéreo, b. Peso fresco radicular, c. Peso seco aéreo, d. Peso seco radicular

En la Figura 11 se muestran los promedios de los porcentajes de humedad registrados durante la investigación. En humedad aérea promedio, el de mayor resultado fue el T1 (99,55 %), seguido del T3 (99,49 %) y del T2 (99,48 %); el de menor registro fue el T4 (99,46 %). En la humedad radicular promedio, el de mayor resultado fue el T3 (99,59 %), seguido del T4 (99,58 %) y del T2 (99,52 %); el de menor registro fue el T1 (99,30 %).



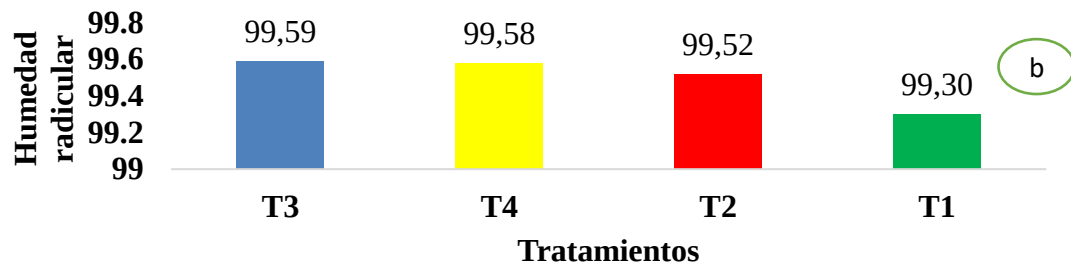


Figura 11. Gráfico de barras a. Humedad aéreo, b. Humedad radicular

4.2.3. Volumen de las raíces

En la Tabla 14 se concluyó que existen diferencias significativas entre los tratamientos y entre los bloques, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, alguno de los tratamientos y de los bloques tienen distinto volumen de raíz promedio.

Tabla 14. Análisis de varianza para la variable volumen de las raíces de los plantones

F. V	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Bloques	3	19,32	6,44	6,88	0,0105
Tratamientos	3	147,46	49,15	52,51	<0,0001
Error experimental	9	8,42	0,94		
Total	15	175,2			

En la Tabla 15 y Figura 12 se muestra que la superioridad de volumen de raíz promedio de plantones de *Cedrela odorata* L. se manifiesta con el T4, siendo significativo estadísticamente diferente a los T3, T2 y T1. Además, existen diferencias significativas entre T3 con el T2 y el T1, así como también entre el T2 con el T1.

Tabla 15. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) del volumen de raíces de las plantas de *Cedrela odorata* L. a los 90 ddt

Tratamientos	Productos	Promedio	Significancia
T1	H ₂ O	10,14	a
T2	Bacthon	13,21	b
T3	Tricho-D	16,17	c
T4	Bacthon + Tricho-D	18,17	d

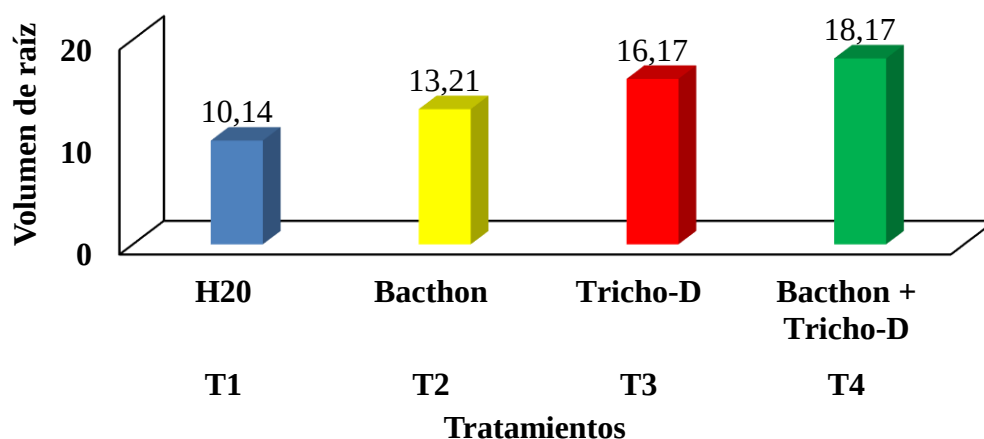


Figura 12. Volumen de las raíces promedio (ml) de los plantones, por tratamientos

4.3. Efecto de la aplicación de Tricho – D, Bacthon y la combinación de estas, en las características microbiológicas, físicas y químicas del suelo

4.3.1. Análisis microbiológico del suelo

En relación al análisis de varianza presentado en la Tabla 16, se concluyó que con respecto a los microorganismos aéreos viables, entre bloques no existe diferencia significativa en la sexta evaluación (90 días ddt), dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$); sin embargo, se registra diferencia significativa entre los tratamientos, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$); por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se estipula que, con un nivel de significancia del 5 %, alguno de los tratamientos posee una cantidad distinta de microorganismos aéreos viables.

En relación a los actinomicetos, en la Tabla 16, se determinó que no existe diferencia significativa entre los bloques, ni entre los tratamientos, se acepta la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, ninguno de los bloques, ni ningún tratamiento tiene distinta cantidad promedio de actinomicetos.

En referencia a los hongos (mohos y levaduras), en la Tabla 16 se concluyó que no existe diferencia significativa entre los bloques, puesto que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p > 0,05$), se acepta la hipótesis nula y se determina que, con un nivel de significancia del 5 %, ninguno de los bloques tiene distinta cantidad promedio de hongos (mohos y levaduras). También, se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, puesto que el

valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$), se acepta la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, al menos uno de los tratamientos registra una cantidad promedio de hongos (mohos y levaduras) distinto.

Conforme a las bacterias fijadoras de nitrógeno, en la Tabla 16, se determinó que no existe diferencia significativa entre los bloques, se acepta la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, ninguno de los bloques tiene distinta cantidad promedio de bacterias fijadoras de nitrógeno. También, se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, con un nivel de significancia del 5 %, al menos uno de los tratamientos registra una cantidad promedio de bacterias fijadoras de nitrógeno distinto.

Tabla 16. Análisis de varianza de microorganismos (UFC/g) de los sustratos a los 90 ddt

Fuente de variación	G. L.	Microorganismo (UFC/g) de los sustratos			
		Microorganismos aéreos viables	Actinomicetos	Fungis	Bacterias fijadoras de N
Bloques	3	917 562,5x10 ³ NS	166,67x10 ³ NS	2E+07NS	1E+07NS
Tratamientos	3	1,20209E+11S	333,33x10 ³ NS	6,1E+08S	4,3E+08S
Error experimental	9	915 284,72x10 ³	2 833,33x10 ³	1,10E+08	1,50E+07
Total	15				
C.V (%)		33,97	20,40	71,80	28,83
R ²		0,82	0,06	0,67	0,91

En la Tabla 17 se muestra que la superioridad de cantidad promedio de microorganismos aerobios viables se manifiesta en los sustratos donde se aplicó el T3, siendo significativo estadísticamente diferente al T4. Los microorganismos aerobios viables, de acuerdo con Jenkinson (1992) se desempeñan a temperatura, pH, humedad adecuada, que influyen en la descomposición de la materia orgánica, por ello, cabe recalcar, que la temperatura de los sustratos osciló entre los 22 y 24 °C, mientras que el pH osciló entre 5 y 6; asimismo, la humedad máxima promedio durante la investigación fue de 72,2 % y la mínima promedio fue 68,8 %. Por otro lado, con las cantidades observadas, se podría deducir que conforme a Condori

(2020), existirá mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades; aunque, también un alto recuento de microorganismos aerobios viables podría significar excesiva contaminación de materia prima, deficientes manipulación durante la elaboración, la posibilidad de que existan patógenos y/o una inmediata alteración del producto.

Asimismo, la Tabla 17 evidencia que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Todos los tratamientos tienen una cantidad moderada de actinomicetos, los cuales, según Sylvia *et al.* (1998), cumplirán un papel importante en la mineralización del carbono y nitrógeno en los primeros estados de la descomposición de la materia orgánica. Además, serán muy importantes en el ciclo de nutrientes en el suelo, cumpliendo un papel significativo en la formación del humus y en el control biológico de insectos y otros microorganismos que sean patógenos para las plantas, ayudando así de una manera indirecta al desarrollo vegetal (Hace *et al.*, 2004). A pesar que Weyens *et al.*, (2009) declara que los actinomicetos pueden ser potenciales promotores de crecimiento vegetal, porque ayuda al crecimiento longitudinal de la raíz de las plantas; esto no se vio reflejado en los resultados de la investigación, debido a que con T1 y T2 (9,38 y 11,07 cm respectivamente), las longitudes de las raíces fueron más cortas que con T3 y T4 (13,65 y 16,17 cm respectivamente).

Del mismo modo, la Tabla 17 muestra que la superioridad de cantidad promedio de fungis (mohos y levaduras) se manifiesta en los sustratos donde se aplicó el T1, siendo significativo estadísticamente diferente al T2 y T4. Las cantidades de fungis en donde se aplicaron el T1 y T3 son altas, mientras que en donde se aplicaron el T2 y T4 son bajas. Los fungis son microorganismos importantes, debido a que contribuyen con procesos de mineralización del carbono orgánico (Madigan *et al.*, 2004).

De similar forma, la Tabla 17 muestra que la superioridad de cantidad promedio de bacterias fijadoras de nitrógeno se manifiesta en los sustratos donde se aplicó el T4, siendo significativo estadísticamente diferente al T1, T2 y T3. Los sustratos donde se aplicaron los T1 y T4 registran una cantidad alta de bacterias fijadoras de nitrógeno. Sin embargo, especialmente, en los plantones donde se aplicó el T4 se vio reflejado en el crecimiento en altura, diámetro, número de hojas y área foliar; esto debido a que las bacterias que fijan el nitrógeno en vía libre fertilizan naturalmente el suelo proporcionando una forma biodisponible del nitrógeno, que pueda ser utilizada por las plantas (Philippot y Germon, 2005).

Tabla 17. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de microorganismos aéreos viables (UFC), actinomicetos (UFC), fungis (UFC) y bacterias fijadoras de Nitrógeno en los sustratos a los 90 ddt

Microorganismos aéreos viables (UFC/g)			Actinomicetos (UFC/g)			Fungis (UFC/g)			Bacterias fijadoras de Nitrógeno (UFC/g)		
90 ddt			90 ddt			90 ddt			90 ddt		
Trat.	UFC	Sign.	Trat.	UFC	Sign.	Trat.	UFC	Sign.	Trat.	UFC	Sign.
T3	132,25x10 ³	a	T1	8,5x10 ³	a	T1	28,25x10 ³	a	T4	28,75x10 ³	a
T2	110x10 ³	a	T2	8,5x10 ³	a	T3	21,25x10 ³	a	T1	12,0x10 ³	b
T1	105,25x10 ³	a	T3	8x10 ³	a	T4	4,5x10 ³	b	T2	7,0x10 ³	b
T4	8,75x10 ³	b	T4	8x10 ³	a	T2	3,25x10 ³	b	T3	6,5x10 ³	b

Trat. : Tratamientos

Sign. : Significancia

En la Figura 13 se observan las cantidades promedio de los microorganismos presentes en los sustratos utilizados.

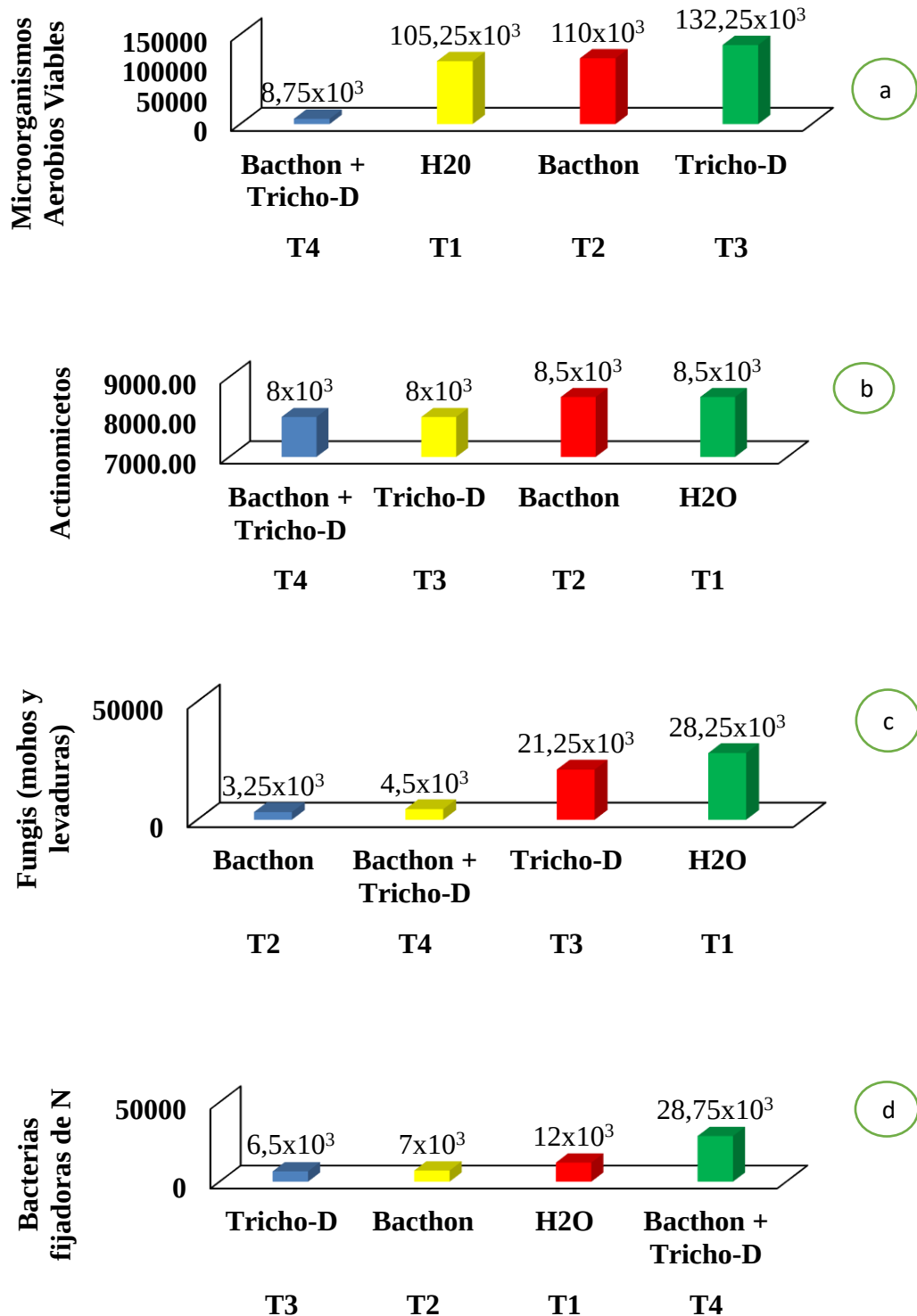


Figura 13. Gráfico de barras a. Cantidad de microorganismos aéreos viables, b. Cantidad de actinomicetos, c. Cantidad de fungis, d. Cantidad de bacterias fijadoras de N

4.3.2. Propiedades físico – químicas del suelo

De acuerdo al análisis de varianza que se evidencia en la Tabla 18, se concluyó que en relación a las propiedades físicas, entre bloques no existe diferencia significativa en los porcentajes de arena, arcilla y limo, a los 90 días ddt, dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p < 0,05$); además, no se registra distinción determinante entre los tratamientos para los porcentajes de arena y arcilla, dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p < 0,05$); sin embargo, existe diferencia determinante entre los tratamientos para el porcentaje de limo, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$). En los porcentajes de limo, se rechaza la hipótesis nula y se determina que, con un nivel de significancia del 5 %, al menos uno de los tratamientos posee un porcentaje diferente.

En relación a las propiedades químicas y su análisis de varianza presentado en la Tabla 18, se concluyó que entre bloques no existe distinción significativa en el pH, en los porcentajes de materia orgánica y nitrógeno, en las cantidades de fósforo, potasio, capacidad de intercambio catiónico, calcio intercambiable, magnesio intercambiable, potasio intercambiable y sodio intercambiable, a los 90 días ddt, dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p < 0,05$). Asimismo, en lo que se refiere a los tratamientos, se determinó que en el pH, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de nitrógeno, cantidad de fósforo, cantidad de potasio, cantidad de calcio intercambiable, cantidad de magnesio intercambiable y cantidad de sodio intercambiable existe diferencia significativa entre los tratamientos para el porcentaje de limo, dado que el valor “F. Tab.” es menor a “ α ” ($p < 0,05$). Sin embargo, para la capacidad de intercambio catiónico y para la cantidad de potasio intercambiable no se registra diferencia significativa entre los tratamientos para los porcentajes de arena y arcilla, dado que el valor “F. Tab.” es mayor a “ α ” ($p < 0,05$).

Por otro lado, cabe mencionar que en relación al coeficiente de variabilidad, el mayor resultado registra la capacidad de intercambio catiónico (16,73 %), seguido del resultado del porcentaje de arcilla y de cantidad de calcio intercambiable, con 13,36 % y 11,63% respectivamente; mientras que los coeficientes de variabilidad del pH (0,72 %), arena (2,59 %) y fósforo (3,13 %) resultaron los de menor valor.

Por otra parte, en lo que concierne al coeficiente de determinación (R^2), los mayores valores se registran en cantidad de fósforo (1,00), cantidad de potasio (0,99), pH (0,97), materia orgánica (0,97) y magnesio intercambiable (0,97); mientras que los menores valores se registran en porcentaje de arcilla (0,07) y porcentaje de arena (0,42).

Tabla 18. Análisis de varianza de las propiedades físico – químicas del suelo a los 90 ddt

Fuente de variación	G. L.	Propiedades físicas del suelo					Propiedades químicas del suelo							
		Are.	Arc.	Li.	pH	M.O	N (%)	P	K	CIC	Ca	Mg	K (Cmol)	Na
		(%)	(%)	(%)		(%)		(ppm)	(ppm)	(meq)	(Cmol)	(Cmol)		(Cmol)
Bloques	3	3,73	0,33	3,56	3,6E-03	0,03	1.6E-04	0,22	18,41	0,57	0,05	0,01	2,6E-03	3,3E-04
Tratamientos	3	2,23	0,50	8.06*	0,15*	2,16*	4E-03*	164,7*	3747*	1,50	9,11*	0,21*	3,8E-04	0,01*
Error experimental	9	2,73	3,5	1.73	1,6E-03	0,02	2,5E-04	0,26	15,5	0,99	0,28	2,5E-03	7,6E-04	3,1E-04
Total	15													
C.V (%)		2,59	13,36	5,67	0,72	3,69	8,43	3,13	3,73	16,73	11,63	4,80	8,60	11,24
R ²		0,42	0,07	0,69	0,97	0,97	0,85	1,00	0,99	0,51	0,92	0,97	0,63	0,90

C.V (%) : Porcentaje de coeficiente de variabilidad

Li. : Limo.

* : Existe diferencias significativas al 5 % de probabilidad

M. O : Materia orgánica

Are. : Arena

CIC : Capacidad de intercambio catiónico

Arc. : Arcilla

En la Tabla 19 se muestra que en relación al porcentaje de arena, no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos; sin embargo, numéricamente, el T3 registra mayor porcentaje. Asimismo, en lo que concierne al porcentaje de arcilla, no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos; sin embargo, numéricamente, el T3 registra mayor porcentaje. Además, en referencia al porcentaje de limo, la superioridad de porcentaje se manifiesta con el T2, siendo significativo estadísticamente diferente a los T1 y T3; sin embargo, no existe diferencia significativa con el T4.

En la Tabla 19 y Figura 15 se muestra que la superioridad de pH promedio se manifiesta en los sustratos donde aplicaron el T3 y T4, siendo significativo estadísticamente diferente a los sustratos donde aplicaron el T1 y T2. Además, existen diferencias significativas entre los sustratos donde aplicaron el T1 con los sustratos donde aplicaron el T2. Los cuatro sustratos son del tipo ácido. Por otro lado, los sustratos del T3 y T4 son los que tienen valores más cercanos al valor neutro (7), y los que reportaron mejores crecimientos de los plantones de *Cedrela odorata* L., lo cual confirma lo mencionado por Garrido (1993), quien señala que las plantas cultivadas en valores cercanos a la neutralidad presentan mejor desarrollo, debido a que los elementos nutritivos están más disponibles y en un equilibrio más pertinente. Asimismo, los promedios de pH en los bloques oscila entre 5,62 y 5,69; mientras que en los tratamientos varía entre 5,43 y 5,82; por ende, de acuerdo a Garrido (1993), los sustratos califican como ácidos, por tener valores inferiores a 7, y considerando a Molina y Meléndez (2002), la calificación que les corresponde es “media”, por estar entre el rango de 5 y 6. También, en la Tabla 19 y Figura 15 se muestra que la superioridad de porcentaje promedio de materia orgánica se manifiesta en los sustratos donde aplicaron T4, siendo significativo estadísticamente diferente a los sustratos donde aplicaron el T1, T2 y T3. Asimismo, los promedios de materia orgánica en los tratamientos varían entre 2,59 y 4,51 %; por tanto, conforme a la clasificación de Molina y Meléndez (2002), la calificación que les corresponde es “media”, por estar entre el rango de 2 y 5 %. Por otro lado, se puede observar que en los sustratos donde se aplicó el T2, son los sustratos con mayor cantidad de microorganismos aerobios viables y actinomicetos; concordando de esta manera con lo indicado por Garrido (1993), al señalar que la materia orgánica favorece el desarrollo de microfauna edáfica.

Tabla 19. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de porcentaje de arena, arcilla y limo, pH y porcentaje de materia orgánica

Arena			Arcilla			Limo			pH		Materia orgánica			
90 ddt			90 ddt			90 ddt			90 ddt		90 ddt			
Trat.	%	Sign.	Trat.	%	Sign.	Trat.	%	Sign.	Trat.		Sign.	Trat.	%	Sign.
T3	64,75	a	T3	14,50	a	T2	24,75	a	T3	5,82	a	T4	4,51	a
T4	64,00	a	T4	14,00	a	T4	24,00	a	T4	5,82	a	T2	4,07	b
T1	63,50	a	T1	13,75	a	T3	22,25	b	T2	5,57	b	T3	3,63	c
T2	63,00	a	T2	13,75	a	T1	21,75	b	T1	5,43	c	T1	2,79	d

Trat. : Tratamientos

Sign. : Significancia

ddt : Días después del trasplante

En la Figura 14 se observan los promedios por tratamientos para las propiedades físicas del suelo, tales como porcentaje de arena, porcentaje de arcilla y porcentaje de limo. En el porcentaje de arena, los mayores valores lo registran el T3 (64,75 %), seguido del T4 (64 %) y del T1 (63,50 %); mientras que el menor valor lo registra el T2 (63 %). En el porcentaje de arcilla, los mayores valores lo registran el T3 (14,50 %), seguido del T4 (14 %); mientras que el menor valor lo registran el T1 y el T2, con 13,75 % respectivamente. En el porcentaje de limo, los mayores valores lo registran el T2 (24,75 %), seguido del T4 (24 %) y del T3 (22,25 %); mientras que el menor valor lo registra el T1 (21,75 %).

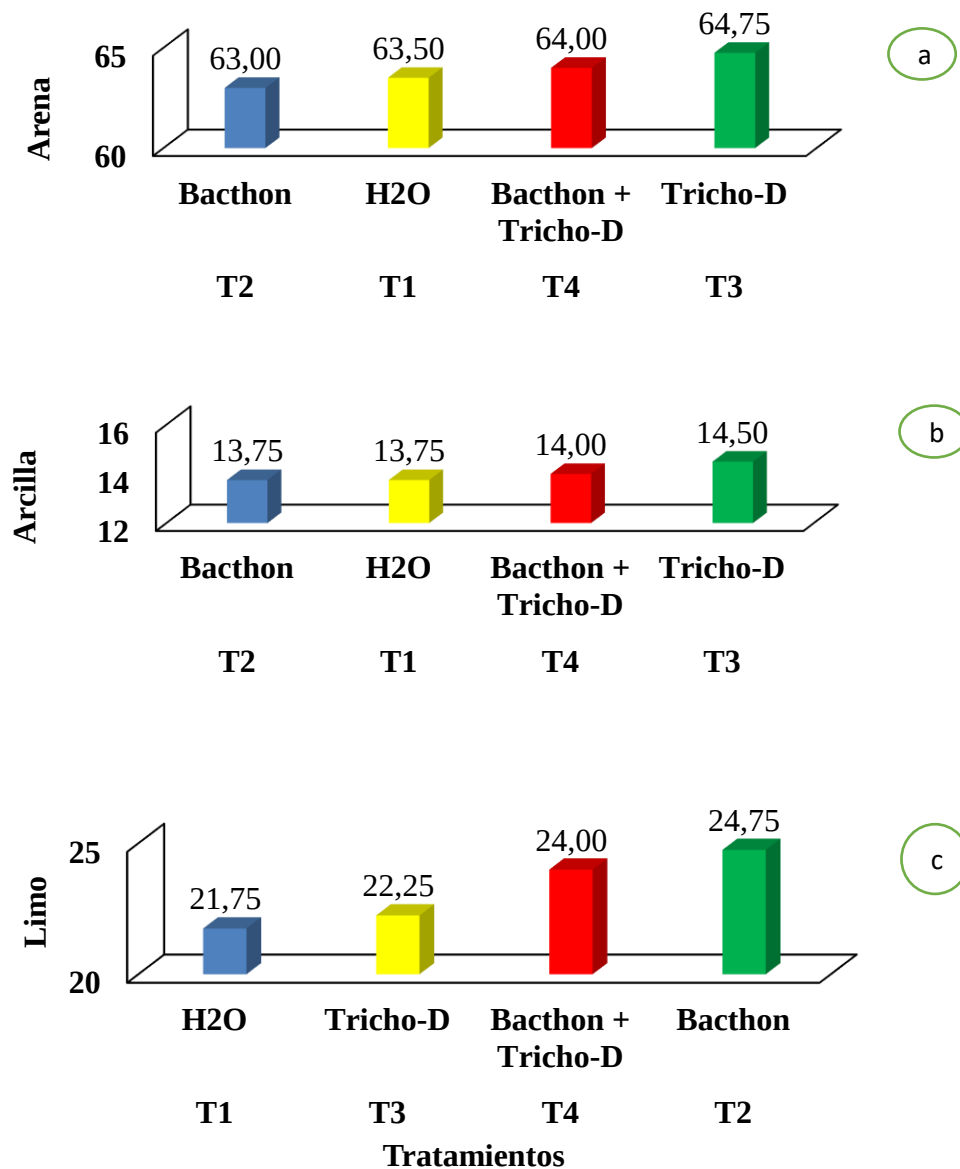


Figura 14. Gráfico de barras a. Porcentaje de arena, b. Porcentaje de arcilla, c. Porcentaje de limo

En la Figura 15 se observan los promedios por tratamientos para dos propiedades químicas del suelo, tales como pH y porcentaje de materia orgánica. En el pH, los mayores valores lo registran el T2 y T4, con 5,82 %, seguido del T3 (5,57 %); mientras que el menor valor lo registra el T1 (5,43 %). En el porcentaje de materia orgánica, los mayores valores lo registran el T4 (4,51 %), seguido del T2 (4,07 %) y T3 (3,63 %); mientras que el menor valor lo registra el T1 (2,79 %).

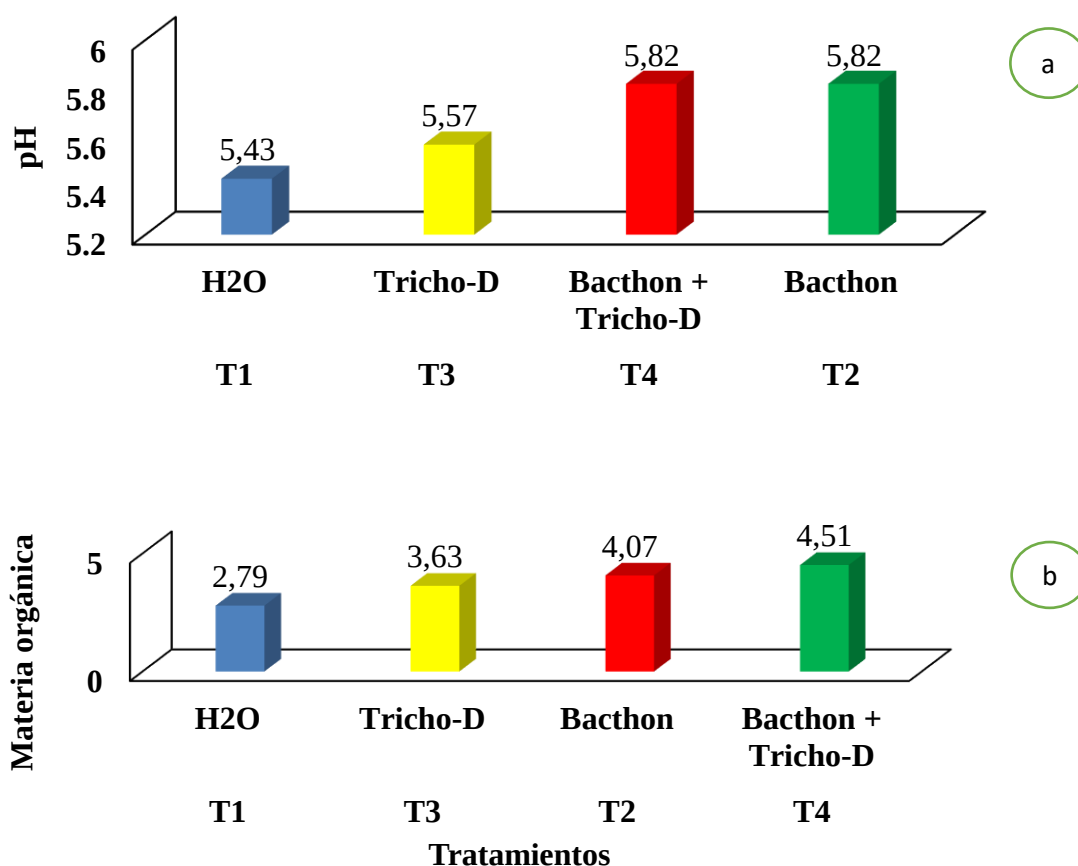


Figura 15. Gráfico de barras a. pH, b. Porcentaje de materia orgánica

En la Tabla 20 se evidencia que la superioridad de porcentaje promedio de nitrógeno se manifiesta en los sustratos donde se aplicó el T4, siendo significativo estadístico diferente a los sustratos del T1, pero no existe diferencia significativa con los sustratos del T3 y T2. Como se señaló anteriormente, este resultado está influenciado directamente por la cantidad de microorganismos microbianos del suelo (bacterias fijadoras de nitrógeno). Asimismo, los promedios de nitrógeno (%) en los tratamientos varía entre 0,14 y 0,21 %. El nitrógeno reportado en la investigación es orgánico, que es una de las dos formas diferentes en la que se

encuentra este elemento (Garrido, 1993). Por otra parte, los sustratos donde se aplicó el T4, junto a los sustratos del T2 y del T3, de acuerdo a la clasificación de Quintana *et al.* (1983), son considerados como sustratos “ricos” o altos, debido a que sobrepasan los 0,15 % requerido. Cabe resaltar que el T4 también reportó la mayor cantidad de bacterias fijadoras de nitrógeno.

Además, la Tabla muestra que la superioridad de cantidad promedio de fósforo se manifiesta en los sustratos donde se aplicó el T4, siendo significativo estadísticamente diferente a los sustratos del T1, T2 y T3. Asimismo, los promedios de fósforo (ppm) en los tratamientos varía entre 9,31 y 22,80 ppm. Los sustratos donde se aplicó el T4, junto a los sustratos del T3 son los de mayor cantidad de fósforo, lo cual se ve reflejado en el resultado de volúmenes de raíces, lo que confirma lo indicado por Andrades y Martínez (2014), quienes afirman que el fósforo es importante para el desarrollo de las plantas y de las raíces. Conforme a la clasificación de Bernier (s. f.), considerando los promedios de bloques, los sustratos se calificarían como “medio”, por estar entre el rango de 10,1 y 20; sin embargo, con los promedios por tratamientos, los sustratos del T1 se considera de calidad “baja”; mientras que los sustratos del T4 se considera de calidad “adecuada”.

También, la Tabla muestra que la superioridad de cantidad promedio de potasio se manifiesta en los sustratos donde se aplicó el T2, siendo significativo estadísticamente diferente a los sustratos del T1 y del T3, pero no con los sustratos donde se aplicó el T4. Asimismo, los promedios de potasio (ppm) en los tratamientos varía entre 60,71 y 127,56 ppm. Cabe resaltar que los sustratos donde se aplicó el T2, junto a los sustratos donde se aplicó el T4 son los de mayor cantidad de potasio, y de acuerdo con la calificación de Garrido (1993), serían considerados como sustratos de calidad “normal” y “bajo”.

En la misma Tabla se muestra que no existe distinción estadística significativa entre los tratamientos en lo concerniente a la capacidad de intercambio catiónico. Numéricamente, el T3 es el que tiene mejores resultados. Asimismo, los promedios de capacidad de intercambio catiónico en los tratamientos varía entre 5,36 y 6,76; por tanto, conforme a la clasificación de Garrido (1993), la calificación que les corresponde es “muy baja”, por estar entre el rango de 0 y 10 meq/100 g, por ello, son reconocidos como suelos muy pobres, que necesitan importante aporte de materia orgánica.

Tabla 20. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de porcentaje de nitrógeno, cantidad de fósforo, potasio y de capacidad de intercambio catiónico

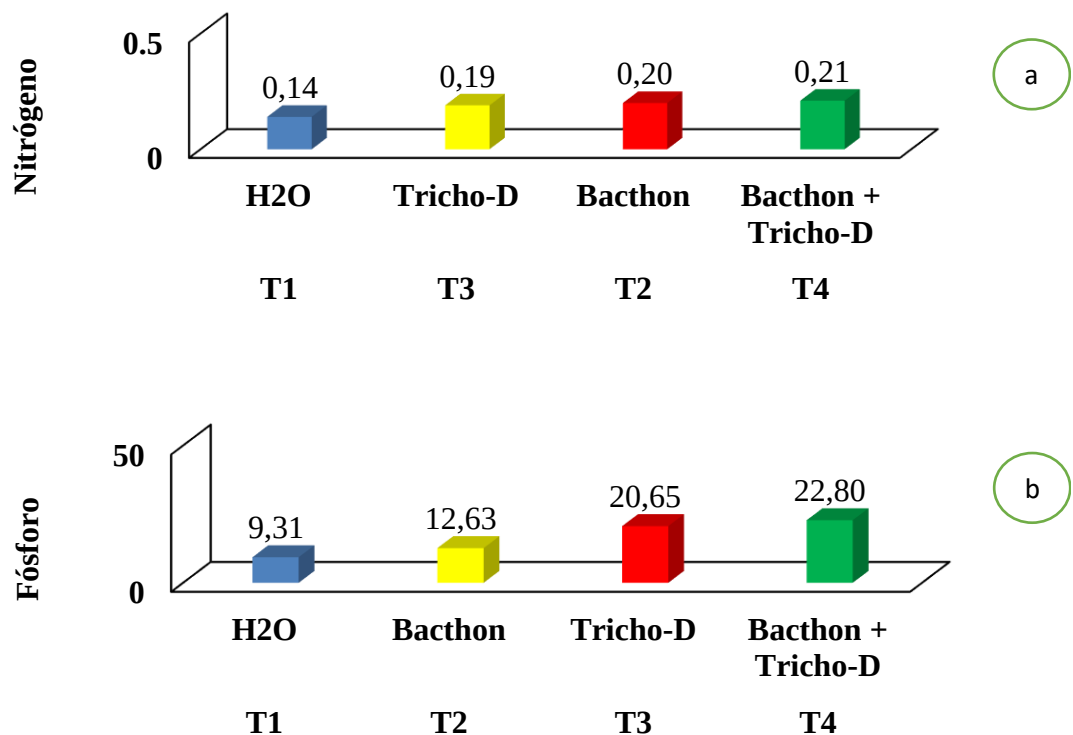
Nitrógeno			Fósforo			Potasio			CIC		
90 ddt			90 ddt			90 ddt			90 ddt		
Trat.	%	Sign.	Trat.	ppm	Sign.	Trat.	ppm	Sign.	Trat.	meq	Sign.
T4	0,21	a	T4	22,80	a	T2	127,56	a	T3	6,76	a
T2	0,20	a	T3	20,65	b	T4	121,98	a	T1	6,27	a
T3	0,19	a	T2	12,63	c	T3	112,4	b	T4	5,62	a
T1	0,14	b	T1	9,31	d	T1	60,71	c	T2	5,36	a

Trat. : Tratamientos

Sign. : Significancia

ddt : Días después del trasplante

En la Figura 16 se observan los promedios por tratamientos para las propiedades químicas del suelo, tales como porcentaje de nitrógeno, cantidad de fósforo y potasio y capacidad de intercambio catiónico. En el porcentaje de nitrógeno, los mayores valores lo registran el T4 (0,21 %), seguido del T2 (0,20 %) y del T3 (0,19 %); mientras que el menor valor lo registra el T1 (0,14 %). En la cantidad de fósforo, los mayores valores lo registran el T4 (22,80 ppm), seguido del T3 (20,65 ppm) y del T2 (12,63 ppm); mientras que el menor valor lo registra el T1 (9,31 %). En la cantidad de potasio, los mayores valores lo registran el T2 (127,56 ppm), seguido del T4 (121,98 ppm) y del T3 (112,35 ppm); mientras que el menor valor lo registra el T1 (60,71 ppm). En la capacidad de intercambio catiónico, los mayores valores lo registran el T3 (6,76 meq/100 g), seguido del T1 (6,27 meq/100 g) y del T4 (5,62 meq/100 g); mientras que el menor valor lo registra el T2 (5,36 meq/100 g).



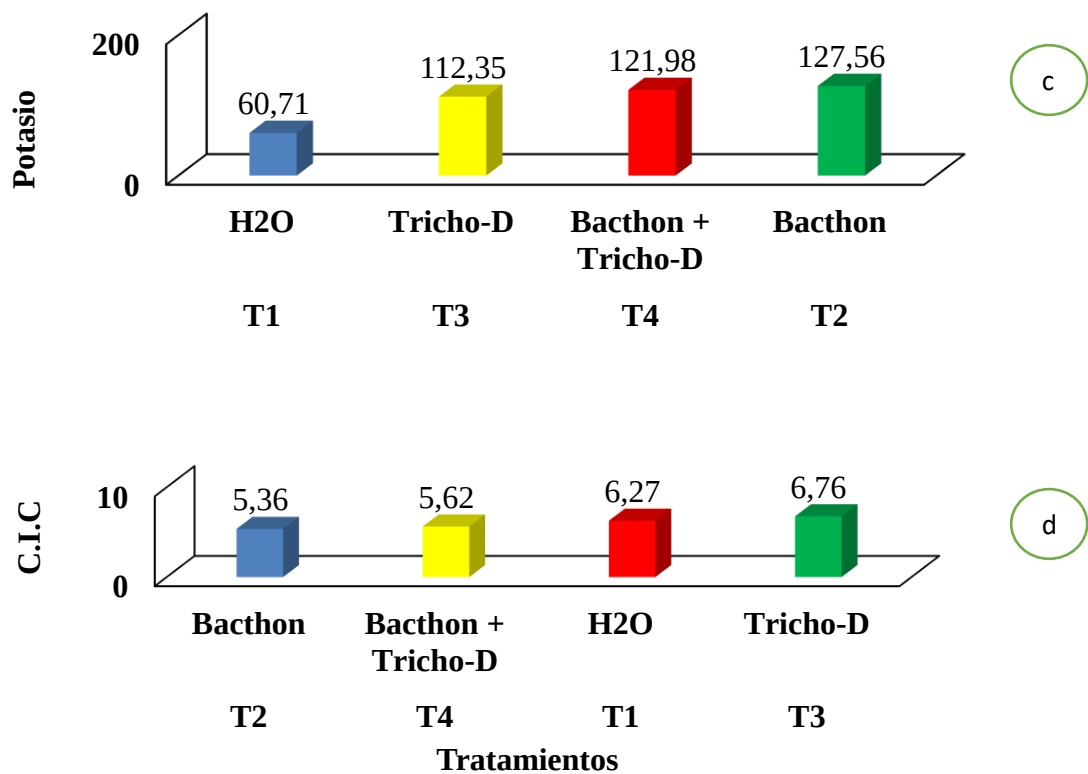


Figura 16. Gráfico de barras a. Nitrógeno, b. Fósforo, c. Potasio, d. C.I.C

En la Tabla 21 se muestra que la superioridad de cantidad de calcio se manifiesta en los sustratos donde se aplicó el T3, siendo significativo estadísticamente diferente a los sustratos donde se aplicaron el T1, T2 y T4. Asimismo, los promedios de calcio en los tratamientos varía entre 3,08 y 6,62 Cmol (+)/kg. Basándonos en la clasificación de Bernier (s. f.), de acuerdo a los promedios en tratamientos, a excepción de los sustratos donde se aplicó el T3, la calificación es muy baja, debido a que los valores se encuentran en el rango de 2,01 y 5. Sin embargo, los sustratos donde se aplicó el T3 tendrían calificación “baja”, porque se encuentra entre los valores de 5,01 y 9.

Además, la Tabla muestra que la superioridad de cantidad de magnesio se manifiesta en los sustratos donde se aplicó el T3, siendo significativo estadísticamente diferente a los sustratos donde se aplicaron el T1, T2 y T4. Además, se observan diferencias significativas entre los sustratos donde se aplicó el T4 con los sustratos donde se aplicó el T2 y el T1. Asimismo, los promedios de magnesio intercambiables en los tratamientos varía entre 0,85 y 1,29 Cmol (+)/kg. Teniendo en cuenta la clasificación de Bernier (s. f.), los sustratos tendrían calificación “media” y “adecuada”, por encontrarse entre los rangos de 0,51 y 1,00, así como entre 1,01 y 2,00

respectivamente. Cabe resaltar que los sustratos del T3 son los más fértiles, debido a que Molina y Meléndez (2002) postulan que los suelos fértiles se diferencian por tener altos contenidos de Ca y Mg.

También, la Tabla muestra se muestra que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en lo concerniente a la cantidad de potasio. Asimismo, los promedios de potasio en los tratamientos varía entre 0,15 y 0,33 Cmol (+)/kg. Es necesario señalar que los sustratos donde se aplicó el T1 no reportaron cantidades de calcio intercambiables en los bloques 1 y 2. A excepción de los sustratos del T1, los sustratos tienen calificación “media” de acuerdo a la clasificación de Bernier (s. f.).

En la misma Tabla se muestra que la superioridad se manifiesta en los sustratos donde se aplicó el T4, siendo significativo estadísticamente diferente a los sustratos donde se aplicaron el T1, T2 y T3. Asimismo, los promedios de sodio en los tratamientos varía entre 0,12 y 0,21 Cmol (+)/kg. Es importante indicar que los sustratos donde se aplicó el T1 no reportó cantidades de sodio intercambiables en los bloques II, III y IV. Los sustratos de acuerdo a la cantidad de sodio que reportan se califican en calidad “muy baja”, “baja” y “media”, porque tienen cantidades que se encuentran en el rango de menores a 0,15, en el de 0,16 a 0,20 y en el de 0,21 a 0,30.

Tabla 21. Prueba DGC ($\alpha=0,05$) de cantidad de calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiable

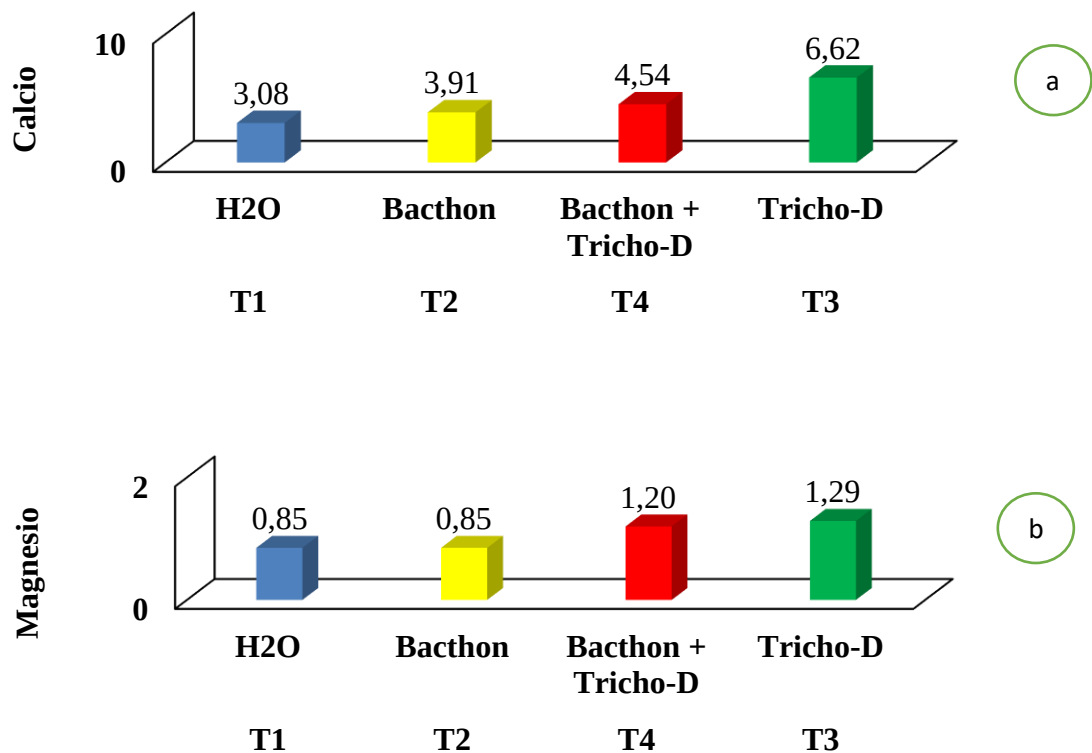
Ca			Mg			K			Na		
90 ddt			90 ddt			90 ddt			90 ddt		
Trat.	Cmol	Sign.	Trat.	Cmol	Sign.	Trat.	Cmol	Sign.	Trat.	Cmol	Sign.
T3	6,62	a	T3	1,29	a	T2	0,33	a	T4	0,21	a
T4	4,54	b	T4	1,20	b	T3	0,33	a	T2	0,16	b
T2	3,91	b	T2	0,85	c	T4	0,32	a	T1	0,13	b
T1	3,08	c	T1	0,85	c	T1	0,30	a	T3	0,12	b

Trat. : Tratamientos

Sign. : Significancia

ddt : Días después del trasplante

En la Figura 17 se observan los promedios por tratamientos para las propiedades químicas del suelo, tales como cantidad de calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiable. En la cantidad de calcio intercambiable, los mayores valores lo registran el T3 (6,62 Cmol (+)/kg), seguido del T4 (4,54 Cmol (+)/kg) y del T2 (3,91 Cmol (+)/kg); mientras que el menor valor lo registra el T1 (3,08 Cmol (+)/kg). En la cantidad de magnesio intercambiable, los mayores valores lo registran el T3 (1,29 Cmol (+)/kg), seguido del T4 (1,20 Cmol (+)/kg); mientras que el menor valor lo registran el T2 y el T1, con 0,85 Cmol (+)/kg. En la cantidad de potasio intercambiable, los mayores valores lo registran el T2 y T3, con 0,33 Cmol (+)/kg, seguido del T4 (0,32 Cmol (+)/kg); mientras que el menor valor lo registra el T1 (0,15 Cmol (+)/kg). En la cantidad de sodio intercambiable, los mayores valores lo registran el T4 (0,21 Cmol (+)/kg), seguido del T2 (0,16 Cmol (+)/kg) y del T1 (0,13 Cmol (+)/kg); mientras que el menor valor lo registra el T3 (0,12 Cmol (+)/kg).



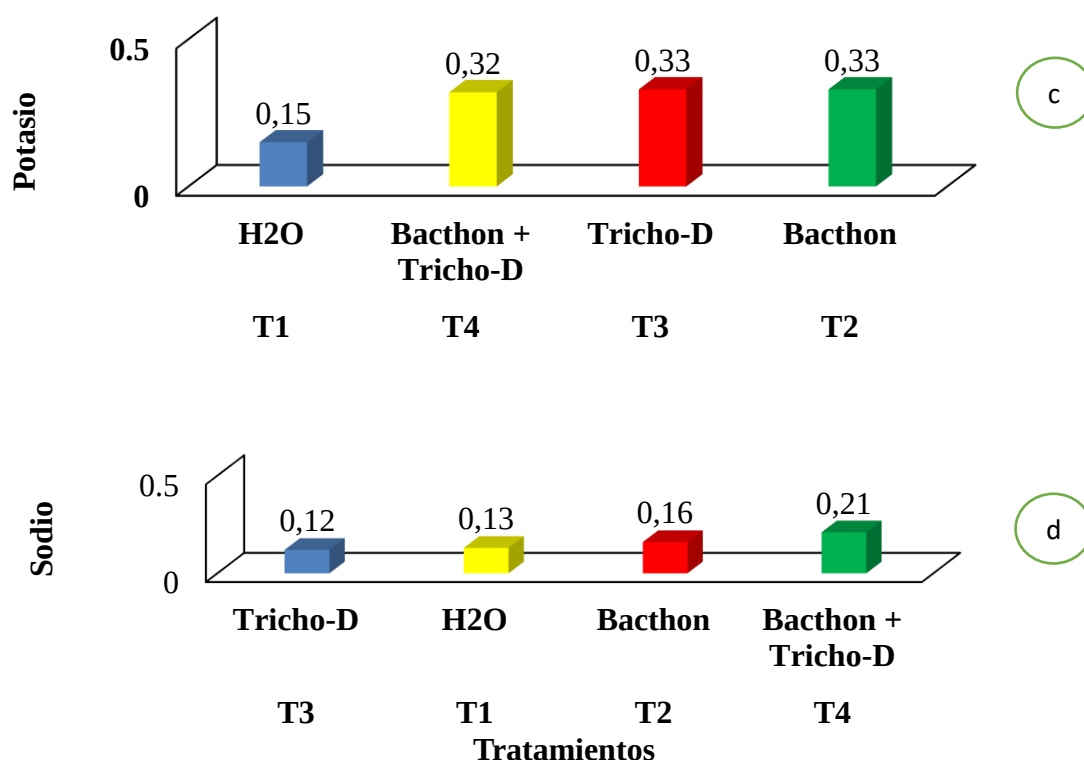


Figura 17. Gráfico de barras a. Calcio, b. Magnesio, c. Potasio, d. Sodio

4.4. Análisis económico de los tratamientos aplicados a los plantones

En la Tabla 22 se observan los costos de producción (S/.) de 1 480 plantones de *Cedrela odorata* L. (cedro) por cada tratamiento. Los datos de materia prima (semillas de *C. odorata* y bolsas de polietileno), mano de obra (acondicionamiento del vivero, demarcación de parcelas, preparación del sustrato, labores silviculturales, y actividades concernientes a la siembra) y herramientas (machete, rafia, azadón, cinta métrica) registran el mismo costo para cada tratamiento; sin embargo, la diferencia radica en los costos de insumos (dosis de enmiendas) aplicadas a los sustratos de acuerdo al tratamiento, en donde el mayor costo lo registra la combinación de Tricho – D y Bacthon, seguido por el Bacthon y Tricho – D; el T1 no registra ningún costo, debido a que dichos plantones se aplicó agua (H₂O). Para determinar los costos de producción de los plantones de *C. odorata* se consideró lo recomendado por Merino, Mejía y Mendoza (2008), quienes comentan que los costos de producción se encuentra estrechamente relacionada con los elementos del costo, en este caso, la mano de obra directa, materia prima directa y otros gastos. En el caso de mano de obra, se basó en la serie continuada de procesos mencionados por los mismos autores. El mayor costo total de producción se registra con el T4

(S/. 908,20), seguido del T2 (S/. 806,30) y del T3 (S/. 549,67); el T1 es el que reportó menor costo total de producción, con S/. 444,77. Por temas de costos, el T1 sería el mejor tratamiento a aplicar; sin embargo, en temas de ciclo de producción o crecimiento, no sería el adecuado, debido a que con la aplicación de este tratamiento el crecimiento en altura es de 1,06 cm/día, por tanto, para que los plantones sean trasladados a campo definitivo se tendría que esperar 10 meses desde la última evaluación (tres meses), por consecuencia, el ciclo de producción sería de 13 meses (un año y un mes). Por otro lado, aplicando el T4, el crecimiento en altura de los plantones es de 1,35 cm/día, por tanto, para que los plantones sean trasladados a campo definitivo se tendría que esperar siete meses y 15 días desde la última evaluación (tres meses), por consecuencia, el ciclo de producción sería de 10 meses y 15 días. Con el T2, con un crecimiento diario de 1,12 cm, se tendría que esperar nueve meses desde la última evaluación (tres meses), por consecuencia, el ciclo de producción sería de 12 meses (un año). Con el T3, con un crecimiento diario de 1,19 cm, se tendría que esperar ocho meses y 15 días desde la última evaluación (tres meses), por consecuencia, el ciclo de producción sería de 11 meses y 15 días.

Tabla 22. Costo de producción (S/.) de 1 480 plantones, por tratamientos

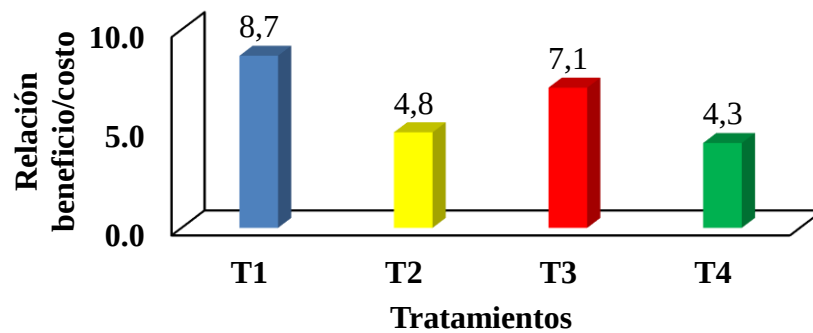
Elementos	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Insumos	0,00	358,53	101,90	460,43
Materia Prima	7,77	7,77	7,77	7,77
Mano de Obra	290,00	290,00	290,00	290,00
Herramientas	150,00	150,00	150,00	150,00
Total	444,77	806,30	549,67	908,20

Con respecto a los ingresos por las ventas de 1 111 plantones de *C. odorata*, los cuatro tratamientos reportarían un ingreso de S/. 3 888,50.

En la Tabla 23 y Figura 18 se observan las relaciones beneficio/costo en la producción de plantones de *C. odorata* (cedro). El T1 es el que reporta mayor relación beneficio/costo (8,7), seguido del T3 (7,1) y del T2 (4,8); el T4 es el que reporta menor relación beneficio/costo, con 4,3. Con los resultados obtenidos se podría afirmar que cualquier tratamiento es beneficioso, por ejemplo, con el T1 se estaría esperando S/. 8,70 de beneficios por cada S/. 1,00 en los costos.

Tabla 23. Relación beneficio/costo, por tratamientos

Tratamientos	Costo total (S/.)	Ingreso total (S/.)	Relación (B/C)
T1	447,77	3 888,50	8,7
T2	806,30	3 888,50	4,8
T3	549,67	3 888,50	7,1
T4	908,20	3 888,50	4,3

**Figura 18.** Relación beneficio/costo, por tratamientos

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que al culminar las evaluaciones (tres meses), el T4 (Bacthon y Tricho – D) y el T3 (Tricho – D) registraron mayor altura promedio (10,87 y 10,13 cm), mayor diámetro promedio (1,28 y 1,23 cm), mayor número de hojas promedio (4,80 y 4,48) y mayor área foliar promedio (2,86 y 2,37 cm²).
- Se determinó que al culminar las evaluaciones (tres meses), el T3 (Tricho -D) y el T4 (Bacthon y Tricho – D) registraron mayor cantidad promedio de clorofila (92,71 y 92,65 mg/g), mayor peso fresco aéreo promedio (6,78 y 7,83 g), mayor peso fresco radicular promedio (5,57 y 6,39 g), mayor peso seco aéreo promedio (0,04 g), mayor peso seco radicular promedio (0,03 g), mayor porcentaje de humedad radicular promedio (99,59 y 99,58%) y mayor volumen de raíces (16,17 y 18,17 ml); mientras que el T3 junto al T1 reportaron mayor porcentaje de humedad aéreo promedio (99,49 y 99,55%).
- Se determinó que al culminar las evaluaciones (tres meses), el T2 (Bacthon) y T3 (Tricho – D) registraron mayor cantidad promedio de microorganismos aerobios viables ($110,00 \times 10^3$ y $132,25 \times 10^3$ UFC/g), actinomicetos en T1 y T2 ($8,5 \times 10^3$ UFC/g), fungis (mohos y levaduras) en T3 y T1 ($21,25 \times 10^3$ y $28,25 \times 10^3$ UFC/g) y de bacterias fijadoras de nitrógeno en T1 y T4 ($12,0 \times 10^3$ y $28,75 \times 10^3$). Por otro lado, se determinó los efectos en las propiedades químicas del suelo. Asimismo, se determinó que al culminar las evaluaciones (tres meses), el T4 (Bacthon y Tricho - D) y T3 (Tricho – D) registraron mayor porcentaje promedio de arena (64 y 64,75%) y de arcilla (14 y 14,5%); limo el T4 y T2 (24 y 24,75%). Asimismo, se determinó que al culminar las evaluaciones (tres meses), el T4 y T3 reportaron mayor pH promedio (5,82), fósforo (22,80 y 20,65%), calcio intercambiable (4,54 y 6,62 Cmol (+)/kg), magnesio intercambiable (1,20 y 1,29 Cmol (+)/kg); el T4 y T2 reportaron mayor porcentaje promedio de materia orgánica (4,51 y 4,07%), nitrógeno (0,21 y 0,20%), potasio (121,98 y 127,56 ppm) y de sodio (0,21 y 0,16 Cmol (+)/kg); el T1 y T3 reportaron mayor capacidad de intercambio catiónico (6,27 y 6,76); el T3 y T2 reportaron mayor cantidad promedio de potasio intercambiable (0,33 Cmol (+)/kg).
- De acuerdo con el análisis económico de los tratamientos, el T1 (H₂O) sería el recomendado. Sin embargo, por registrar buenos resultados en crecimiento de los plantones de *C. odorata*

L. (cedro), por sus efectos en las propiedades bioquímicas, físicas y químicas de las hojas, y por sus efectos en las propiedades microbiológicas, físicas y químicas del suelo, el T3 es el que reporta mayor relación beneficio/costo. (7.1)

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Continuar con las investigaciones en *Cedrela odorata* L., pero en campo definitivo, con la finalidad de concluir si los resultados difieren en las distintas fases de crecimiento a mayor tiempo.
- Se recomienda considerar en las siguientes investigaciones la evaluación de la interrelación de variables tales como índice de robustez, índice de calidad de Dickson, relación altura del tallo/longitud de raíz principal y relación peso seco de la parte aérea/peso seco de la parte radicular.
- Se recomienda la aplicación de Tricho – D a los plantones de *Cedrela odorata* L. en fase de vivero, debido a que reporta menor costo, notable relación beneficio/costo, y buenos resultados en crecimiento de plantones, así como importantes efectos en las propiedades bioquímicas, físicas y químicas de las hojas, y en las propiedades microbiológicas, físicas y químicas en el suelo.

VII. ABSTRACT

The purpose of the research was to know the effect of the doses of organic amendments on the growth of *Cedrela odorata* L. (cedar) seedlings in the nursery phase, in the city of Tingo María, province of Leoncio Prado, Huánuco region. The design was Completely at Random Blocks, which were distributed in four treatments, which consisted of the application of water (H₂O), Bacthon, Tricho - D and the combination of Bacthon with Tricho - D. To know the effects, the height, diameter, number of leaves, foliar area, amount of chlorophyll, fresh and dry weight of the aerial and root part of the seedlings, humidity percentage of the aerial and root part of the seedlings, volume were evaluated of the roots, quantity of microorganisms and physical and chemical properties of the substrates. At three months of evaluation, treatment 4 (Bacthon + Tricho - D) achieved a higher average in terms of height (10,87 cm), diameter (1,28 cm), number of leaves (4,8) , leaf area (2,86 cm²), fresh aerial (7,83 g) and root (6,39 g) weight, aerial (0,04 g) and root (0,03 g) dry weight, root volume (18,17 ml), quantity of nitrogen-fixing bacteria (28,75x10³), percentages of organic matter (4,51%), nitrogen (0,21%) and phosphorus (22,8 ppm) and quantity of exchangeable sodium (0,21 Cmol (+)/kg). Likewise, after three months of evaluation, treatment 3 (Tricho - D) achieved a higher average in terms of the amount of chlorophyll (92,71 mg/g), percentage of root moisture (99,59%), number of viable aerobic microorganisms (132x10³), percentage of sand (64,75%) and clay (14,5%), pH (5,82), cation exchange capacity (6,76 meq/100 g), amount of exchangeable calcium (6,62 Cmol (+)/kg) and quantity of exchangeable magnesium (1,29 Cmol (+)/kg). Similarly, after three months of evaluation, treatment 1 (H₂O) achieved a higher average in relation to the percentage of air humidity (99,55%), amount of actinomycetes (8,5x10³) and amount of fungi (molds and yeasts) (28,25x10³). In the same way, after three months of evaluation, treatment 2 (Bacthon) achieved a higher average regarding the percentage of silt (24,75%), amount of potassium (127,56 ppm) and amount of exchangeable potassium (0,33 Cmol (+)/kg). On the other hand, according to the economic analysis of the treatments, treatment 1 is more beneficial (8,7).

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. (1998). Fitopatología. Editores Noriega – México.
- Agüero, A. (2010). Efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en el crecimiento de plántulas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado", fase de vivero. Tesis. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 102 p.
- Andrades, M. y Martínez, E. (2014). Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3era Edición. Universidad de la Rioja.
- Beltrán, A. (2003). Mineralización de nitrógeno en el suelo y producción de maíz forrajero con tres sistemas de labranza. [En línea]: Redalyc, (<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57321413.pdf>. documentos.)
- Benito, A. y Chiesa, A. (2000). Parámetros fisiológicos y productivos en cultivares de albahaca (*Ocimum basilicum*). Revista FAVE 14 (1): 19-28. 2000 ISSN 0325-3112.
- Bernier, R. (s. f.). Análisis del suelo, metodología e interpretación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/8634/NR25011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Bitton, G. (1983). Ensayos bacterianos y bioquímicos para evaluar la toxicidad química en el medio acuático: una revisión.. CRC Rev. Crítica Ambiental. Control. 13 (1): 51- 67.
- Bulluck, L., Brosius, M., Evanylo, G., y Ristaino, J. (2002). Las enmiendas de fertilidades orgánicas y sintéticas influyen en las propiedades microbianas, físicas y químicas del suelo en granjas orgánicas y convencionales, 19, 147–160.
- Campostrini, E. y Yamanishi, O. (2001). Estimación del área foliar de papaya utilizando la longitud de la vena central. Scientia Agrícola 58(1):39-42.

- Castro, A. y Rivillas, C. (2012). *Trichoderma spp.* Modos de acción, eficacia y usos en el cultivo de café. Boletín técnico. Cenicafe. Chinchiná – Caldas - Colombia. 33 p.
- Condori, X. (2020). Identificación y clasificación de microorganismos eficientes del suelo, en la Estación Experimental Patacamaya. Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Andrés. La Paz, Bolivia.
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/24902/T-2770.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cook, R. y Baker, K. (1989). La práctica natural del control biológico de patógenos vegetales. APS Press, St. Paul. 539 p.
- Coyne, M. (2000). Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio. (1ra ed.). Madrid-España: Editorial Paraninfo.
- Encarnación, C. y Filomeno, A. (1983). Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú. Documento de Trabajo N° 7. Lima, Perú. 149 p.
- Fernández T. (2010). Propiedades y beneficios de la clorofila. [En línea]:
<https://www.vix.com/es/imj/salud/2010/04/19/propiedades-y-beneficios-de-la-clorofila>. Fecha de consulta: 22 de agosto 2021.
- García, C, Roldán, A. y Hernández, T. (2005). Capacidad de diferentes especies vegetales para promover procesos microbiológicos en suelos semiáridos. Geoderma, 124, 193-202.
- Gardner, F., Brent, R. y Mitchell, R. (1990). Fisiología de plantas de cultivo. Prensa de la Universidad Estatal de Iowa, Ames
- Garrett, K., Jumpponen, A., y Kennelly, M. (2012). Informe Ceres Trust: Microbios del suelo en la producción de hortalizas orgánicas: nuevos conocimientos de la pirosecuenciación.
- Garrido, S. (1993). Interpretación de análisis de suelos. Hojas divulgadoras. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf

- Gomes, J. M., Couto, L., Leite, H. G., Xavier, A., García, S. L. R. (2002). Parámetros morfológicos en la evaluación de la calidad de plántulas de *Eucalyptus grandis*. Rev. Tree. 26 (6):655-664.
- Guerrero, J. (1993). Abonos orgánicos, tecnología para el manejo ecológico de los suelos. Perú.
- Guigues, A. A. (2019). Evaluación de crecimiento de plántulas de *Cedrela odorata* y *Grevillea robusta* en diferentes sustratos durante su fase de propagación, Lima. Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3897/guiges-atoche-antonio-alejandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Hace, K., Denner, E., Kuffner, M., Piñar, G., Handschur, H., Lubitz, W. y Haslberger, A. (2004). DGGE análisis y clonación con escopeta 1 detecta diferentes comunidades de actinomicetos en suelos de campos bajo manejo convencional y orgánico.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. McGraw – Hill/Interamericana Editores, S.A DE C.V pp 607.
- Hernando, S. (1988). Aprovechamiento de residuos sólidos urbanos como fuente de materia orgánica y sus efectos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Herrera, Z. y Lanuza, B. (1997). Cedro. Afiche en Revista Forestal.
- Holdridge, L. (1987). Ecología basada en zonas de vida. Traducido por Humberto Jiménez Saa. 20 p.
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System). (2019). ITIS Report, *Cedrela odorata* L. Taxonomic Serial No.: 29014. [En línea]. <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt#null>.
- Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín - Colombia.
- Jenkinson, D. (1992). La Materia Orgánica del Suelo: Evolución. En: Wild A. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Madrid. Mundi-Prensa.

- Jiménez, F. (1993). Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación. Hojas divulgadoras. Núm. 6/93 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf
- Justino, M. (2015). Morfología y biomasa de plantas de cedro colorado (*Cedrela odorata* L.), empleando diferentes dosis de abonos orgánicos, en fase de vivero. Facultad de Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Larkum, A. (2005). Clorofila d: el rompecabezas resuelto. Tendencias en ciencia vegetal. 10.8: 355-357.
- Lax, Y., Rubinstein, S. y Breisbart, H. (1994). El factor de crecimiento epidérmico induce exocitosis acrosómica en espermatozoides bovinos. FEBS Letters 339, 234–238.
- Lazo, Y., Morales, A., Guanolisa, O., Olalla, T., Arteaga, Y. y García, Y. (2017). Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* variedad valery.
- Madigan, T. M., Martinko, M. J., Parker, J. (2004). Brock: Biología de los microorganismos. Ed. I Capella. Décima ed. Madrid, España, Pearson Prentice Hall. 1 111 p.
- Mathews, K. C., Van Holde, K. E., Appling, D. R. y Spencer, J. A. (2013). Bioquímica. Editado por Pearson Educación Madrid, pp. 678-679.
- Merino, W., Mejía, E., y Mendoza, D. (2008). Sistema de costos para las empresas dedicadas al cultivo y comercialización de plantas en El Salvador, bajo en enfoque de normas internacionales de contabilidad. Facultad de Ciencias Económicas, de la Universidad de El Salvador. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/11769/1/M%20562s.pdf>
- Molina, E. y Meléndez, G. (2002). Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.
- Morales, E. y Herrera, L. (2009). Cedro (*Cedrela odorata* L.). Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje. Departamento de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales. Programa de Germoplasma Forestal. Yucatán, México. 23 p.
- Murillo, W. (2008). La investigación científica. Consultado el 17 de mayo del 2021 de <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-científica/investcientífica.shtm>.

- Obi, M. y Ebo, P. (1995). Los efectos de las enmiendas orgánicas e inorgánicas sobre las propiedades físicas del suelo y la producción de maíz en un suelo arenoso severamente degradado en el sur de Nigeria. *Tecnología Bioambiental*, 51(2-3), 117–123. doi:10.1016/0960-8524(94)00103-8.
- Philippot, L. y Germon, J. C. (2005). Contribución de las bacterias a la entrada inicial y al ciclo del nitrógeno en los suelos. In F. Buscot y A. Varma (Eds.). *Microorganismos en suelos: roles en Génesis y funciones*. (pp. 159-176). Springer.
- Primavesi, A. (1982). Manejo ecológico de suelos. (5ta ed.). (pp. 73-74). Sao Paulo Brasil: El Ateneo.
- Quintana, J. O., Blandón, J., Flores, A. y Mayorga, E. (1983). Manual de Fertilidad para los suelos de Nicaragua. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Ithaca, Nueva Yor. Residencial Las Mercedes N° 19-A. Managua, Nicaragua. 60 p.
- Ramírez, K. (2015). Efecto de dosis del fertilizante compomaster en el crecimiento de *Cedrela odorata* L. en Tingo María, Perú. Facultad de Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Ramos, E. y Zúñiga, D. (2008). Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. *Ecología Aplicada*, 7(1,2). Departamento Académico de Biología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a15v7n1-2.pdf>
- Reynel, C., Pennington, R., Pennington, T., Flores, C. y Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos. Lima, Perú, Tarea gráfica educativa. 509 p.
- Rojas, N. (2015). Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke), en Tingo María. Tesis. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 135 p.
- Roldán A., Caravaca, F., Hernández, T., García, C., Sánchez-Brito, A., Velásquez, C. y Tiscareño, M. (2003). Efectos de la labranza cero, la adición de residuos de cultivos y los cultivos de cobertura de leguminosas en las características de calidad del suelo bajo

- el maíz en la cuenca de Pátzcuaro (México). Investigación de suelos y labranza. 1786, 1-9.
- Ros, M., Goberna, M., Pascual, J. y Insam, H. (2008). El análisis de RDNA de 16s revela una baja diversidad microbiana en los perfiles fisiológicos a nivel comunitario. Revista de métodos microbiológicos, 72, 221-226.
- Saavedra, M. (2009). Evaluación de la incorporación de microorganismos benéficos sobre la broza del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad INIA - 507 realizado en la estación experimental el Porvenir - INIA - Juan Guerra. 92 p.
- Santana, T. y Castellanos, L. (2018). Efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* Rifai en posturas de *Leucaena*, Cedro y Samán. Colombia Forestal, 21(1), 81 - 90 p.
- SEMIFOR. (2016). Ficha técnica de especies forestales. Tingo María, Perú. 40 p.
- SERFI. (2015). TrichoD.2p. [En línea]: <http://www.serfi.com.pe/interiores/productos/peru/ecomicro/trichod.htm>. Revisado el 29 de mayo 2017.
- SERFI. (2015). Bacthon. [En línea]: <http://www.serfi.com.pe/interiores/productos/peru/ecomicro/bacthon.html>. Revisado el 29 de mayo 2017.
- Sierra, B. y Rojas, W. (2002). La materia orgánica y su efecto como enmienda y mejorador de la productividad de los cultivos.
- Sylvia, D., Fuhrmann, J., Hartel, P., y Zuberer, D. (1998). Principios y aplicaciones de la microbiología del suelo. Prentice Hall. New Jersey.
- Weyens, N., Van Der Lelir, D., Taghavi, S., Newman, L. y Vangrosveld. (2009). Aprovechar las asociaciones entre plantas y microbios para mejorar la producción y remediación de biomasa. Tendencias en biotecnología. Vol. 27. No. 10. 591-598.
- Zubillaga, M. (2012). Residuos orgánicos y fitoextracción. Departamento de Química – Física. Universidad La Coruña.

ANEXO

Anexo 01. Panel fotográfico

Figura 19. Plantones de *Cedrela odorata* distribuidos por tratamientos y bloques



Figura 20. Diferencias en altura de acuerdo al tratamiento aplicado



Figura 21. Determinación del volumen de raíz de los plantones de *Cedrela odorata*



Figura 22. Codificación antes del secado de muestras de hojas y raíces



Figura 23. Medición de longitud de raíz de plantones seleccionados por tratamientos

Anexo 02. Cuadros de evaluación

Tabla 24. Datos de medición 1era evaluación

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	3,8	0,75	1	T ₂	r ₁	4,8	0,80	1	T ₃	r ₁	4,6	0,79	1	T ₄	r ₁	4,0	0,81	1
	r ₂	5,0	0,79	1		r ₂	4,6	0,79	1		r ₂	4,0	0,80	1		r ₂	3,0	0,80	1
	r ₃	4,8	0,80	1		r ₃	5,0	0,82	1		r ₃	4,0	0,79	1		r ₃	3,6	0,81	1
	r ₄	4,5	0,77	1		r ₄	4,5	0,80	1		r ₄	4,8	0,80	1		r ₄	3,8	0,79	1
	r ₅	3,6	0,80	1		r ₅	4,8	0,81	1		r ₅	4,2	0,81	1		r ₅	4,0	0,82	1
	r ₆	5,0	0,79	1		r ₆	4,9	0,79	1		r ₆	4,2	0,80	1		r ₆	4,6	0,83	1
	r ₇	4,8	0,78	1		r ₇	4,2	0,80	1		r ₇	4,8	0,80	1		r ₇	4,8	0,80	1
	r ₈	3,6	0,69	1		r ₈	4,0	0,80	1		r ₈	4,8	0,78	1		r ₈	4,0	0,82	1
	r ₉	3,4	0,74	1		r ₉	3,6	0,82	1		r ₉	4,6	0,81	1		r ₉	3,6	0,79	1
	r ₁₀	4,0	0,68	1		r ₁₀	4,2	0,79	1		r ₁₀	4,4	0,79	1		r ₁₀	4,2	0,80	1
□		4,3	0,8	1,0			4,5	0,8	1,0			4,4	0,8	1,0			4,0	0,8	1,0
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	4,8	0,79	1	T ₂	r ₁	4,8	0,81	1	T ₃	r ₁	4,0	0,75	1	T ₄	r ₁	4,6	0,81	1
	r ₂	4,0	0,80	1		r ₂	3,8	0,80	1		r ₂	4,1	0,79	1		r ₂	4,0	0,79	1
	r ₃	3,8	0,79	1		r ₃	4,2	0,81	1		r ₃	4,0	0,80	1		r ₃	4,0	0,83	1
	r ₄	3,3	0,80	1		r ₄	4,5	0,79	1		r ₄	3,6	0,81	1		r ₄	3,8	0,82	1
	r ₅	4,9	0,81	1		r ₅	3,3	0,80	1		r ₅	4,2	0,82	1		r ₅	4,0	0,82	1
	r ₆	3,0	0,80	1		r ₆	3,0	0,69	1		r ₆	3,6	0,79	1		r ₆	3,8	0,80	1
	r ₇	4,8	0,80	1		r ₇	4,0	0,80	1		r ₇	3,9	0,82	1		r ₇	4,0	0,80	1
	r ₈	4,3	0,78	1		r ₈	4,2	0,82	1		r ₈	4,7	0,81	1		r ₈	4,2	0,79	1
	r ₉	4,0	0,80	1		r ₉	4,9	0,79	1		r ₉	4,0	0,80	1		r ₉	4,0	0,80	1
	r ₁₀	4,8	0,79	1		r ₁₀	4,0	0,80	1		r ₁₀	4,2	0,80	1		r ₁₀	4,5	0,81	1
		4,2	0,8	1,0			4,1	0,8	1,0			4,0	0,8	1,0			4,1	0,8	1,0
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	3,6	0,69	1	T ₂	r ₁	4,5	0,80	1	T ₃	r ₁	4,7	0,80	1	T ₄	r ₁	4,8	0,82	1
	r ₂	3,8	0,80	1		r ₂	4,2	0,65	1		r ₂	4,5	0,79	1		r ₂	4,0	0,80	1
	r ₃	4,2	0,79	1		r ₃	3,8	0,79	1		r ₃	4,0	0,78	1		r ₃	3,8	0,79	1
	r ₄	4,8	0,78	1		r ₄	4,1	0,80	1		r ₄	4,5	0,80	1		r ₄	4,2	0,80	1
	r ₅	4,9	0,80	1		r ₅	4,0	0,79	1		r ₅	4,0	0,65	1		r ₅	3,6	0,78	1
	r ₆	4,2	0,76	1		r ₆	4,2	0,79	1		r ₆	4,2	0,78	1		r ₆	4,8	0,80	1
	r ₇	4,6	0,80	1		r ₇	4,0	0,80	1		r ₇	3,8	0,80	1		r ₇	4,0	0,80	1
	r ₈	4,8	0,81	1		r ₈	4,2	0,68	1		r ₈	4,2	0,79	1		r ₈	4,0	0,81	1
	r ₉	4,0	0,79	1		r ₉	3,8	0,70	1		r ₉	4,4	0,80	1		r ₉	4,0	0,80	1
	r ₁₀	4,0	0,80	1		r ₁₀	3,6	0,62	1		r ₁₀	4,0	0,81	1		r ₁₀	4,0	0,80	1
		4,3	0,8	1,0			4,0	0,7	1,0			4,2	0,8	1,0			4,1	0,8	1,0
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	3,8	0,80	1	T ₂	r ₁	4,6	0,73	1	T ₃	r ₁	4,8	0,76	1	T ₄	r ₁	4,0	0,75	1
	r ₂	4,2	0,79	1		r ₂	4,2	0,80	1		r ₂	4,0	0,80	1		r ₂	6,0	0,69	1
	r ₃	4,8	0,78	1		r ₃	4,5	0,78	1		r ₃	3,5	0,79	1		r ₃	4,0	0,80	1
	r ₄	4,0	0,80	1		r ₄	4,0	0,79	1		r ₄	4,0	0,80	1		r ₄	4,8	0,78	1
	r ₅	3,8	0,79	1		r ₅	4,6	0,77	1		r ₅	4,1	0,77	1		r ₅	4,3	0,80	1
	r ₆	4,0	0,80	1		r ₆	4,8	0,80	1		r ₆	4,0	0,79	1		r ₆	4,0	0,79	1
	r ₇	4,5	0,77	1		r ₇	4,0	0,78	1		r ₇	4,0	0,80	1		r ₇	4,0	0,78	1
	r ₈	4,9	0,74	1		r ₈	4,5	0,80	1		r ₈	4,6	0,79	1		r ₈	4,8	0,75	1
	r ₉	4,8	0,80	1		r ₉	4,2	0,79	1		r ₉	4,0	0,80	1		r ₉	4,0	0,69	1
	r ₁₀	4,2	0,79	1		r ₁₀	3,8	0,80	1		r ₁₀	4,2	0,79	1		r ₁₀	4,0	0,80	1
		4,3	0,8	1,0			4,3	0,8	1,0			4,1	0,8	1,0			4,4	0,8	1,0

Tabla 25. Datos de medición 2da evaluación

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	4	0,9	1	T ₂	r ₁	7	1,02	2	T ₃	r ₁	9	1,03	1	T ₄	r ₁	9,8	1,02	1
	r ₂	5	0,98	2		r ₂	8,8	1,04	1		r ₂	8,1	1,01	1		r ₂	9,9	1,02	1
	r ₃	5,6	0,95	1		r ₃	8	1,08	1		r ₃	8,9	0,98	1		r ₃	9,7	1,03	1
	r ₄	6	0,87	1		r ₄	7,8	0,99	1		r ₄	9,5	1,02	2		r ₄	9,8	1,01	1
	r ₅	4,6	0,9	1		r ₅	7,5	1,02	1		r ₅	9,8	1,01	1		r ₅	9	0,99	1
	r ₆	5	0,95	1		r ₆	8,2	1,05	1		r ₆	9,7	0,98	1		r ₆	9,2	1,03	1
	r ₇	6	0,95	1		r ₇	8	0,99	1		r ₇	9,1	0,95	1		r ₇	9,5	1,01	1
	r ₈	5,8	0,96	1		r ₈	8,3	1,02	1		r ₈	9,9	0,99	1		r ₈	8,9	1,02	2
	r ₉	5	0,98	1		r ₉	8,7	0,98	1		r ₉	8,8	1,02	1		r ₉	9,5	0,98	2
	r ₁₀	5,5	0,8	1		r ₁₀	8,6	1	1		r ₁₀	8,9	1,01	1		r ₁₀	9	0,99	1
□	5,3	0,9	1,1		8,1	1,0	1,1		9,2	1,0	1,1		9,4	1,0	1,2				
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	5,8	1,03	1	T ₂	r ₁	7,8	1,02	1	T ₃	r ₁	9	1,02	1	T ₄	r ₁	9,9	1,02	1
	r ₂	5,6	0,96	1		r ₂	8,9	1,02	1		r ₂	9,4	1,02	1		r ₂	9,6	1,03	1
	r ₃	6	1,03	1		r ₃	8,5	1,02	1		r ₃	9,5	1,01	1		r ₃	8,9	1,01	1
	r ₄	5,8	1,01	1		r ₄	8,9	1,01	2		r ₄	8,5	0,99	1		r ₄	9,5	1	1
	r ₅	6	1	1		r ₅	8,1	0,99	1		r ₅	9	1,03	1		r ₅	9,5	1,03	1
	r ₆	5,5	1,01	1		r ₆	8,8	0,98	1		r ₆	8	1,03	2		r ₆	9,5	1	1
	r ₇	6,2	1,02	1		r ₇	7,8	1,01	1		r ₇	8	1,02	1		r ₇	9	1,02	1
	r ₈	5,8	0,99	1		r ₈	8,5	1,02	1		r ₈	8,9	1,01	1		r ₈	9,9	1	1
	r ₉	5,6	1,02	2		r ₉	7,8	1,02	1		r ₉	8	1	1		r ₉	9,5	0,99	1
	r ₁₀	6	1	1		r ₁₀	8	1,01	1		r ₁₀	9	1	1		r ₁₀	9,6	1,04	1
	5,8	1,0	1,1		8,3	1,0	1,1		8,7	1,0	1,1		9,5	1,0	1,0				
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	5,9	1,01	1	T ₂	r ₁	7,9	1,03	1	T ₃	r ₁	9,8	1,04	1	T ₄	r ₁	9,8	1,04	1
	r ₂	6	1,03	1		r ₂	8,8	1,03	1		r ₂	9,5	1	1		r ₂	9,5	1	1
	r ₃	6	0,96	1		r ₃	8	1	1		r ₃	9,8	1,03	1		r ₃	9,8	1,03	1
	r ₄	5,8	1,01	1		r ₄	8,5	0,99	2		r ₄	8,8	1,02	1		r ₄	9,7	1,02	1
	r ₅	5,5	1	1		r ₅	8	1,03	1		r ₅	9,1	1	1		r ₅	9,8	1,01	1
	r ₆	5	1,01	1		r ₆	8,9	1,01	1		r ₆	9	0,98	1		r ₆	9,8	1,03	1
	r ₇	5,8	1	1		r ₇	8	1,03	1		r ₇	8,7	1,01	1		r ₇	9,8	1	1
	r ₈	6	1,03	1		r ₈	7,9	0,99	1		r ₈	9,8	1	1		r ₈	9	1,03	1
	r ₉	5,9	1,04	1		r ₉	8,7	1,04	1		r ₉	8,9	1,03	1		r ₉	9,8	1,01	1
	r ₁₀	6	1,01	1		r ₁₀	8	1,01	1		r ₁₀	9,9	1,02	1		r ₁₀	9,6	1	1
	5,8	1,0	1,0		8,3	1,0	1,1		9,3	1,0	1,0		9,7	1,0	1,0				
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	5	1,01	1	T ₂	r ₁	8,9	1,02	1	T ₃	r ₁	8	1,03	1	T ₄	r ₁	9,5	1,01	1
	r ₂	5,6	1,03	1		r ₂	9	1,03	1		r ₂	9,8	1,03	1		r ₂	9,8	1,03	1
	r ₃	6	0,99	1		r ₃	7,9	0,99	1		r ₃	9	1	1		r ₃	9,6	0,96	1
	r ₄	6,2	1,03	1		r ₄	8,6	1,04	1		r ₄	8,6	0,99	1		r ₄	9,4	1,01	1
	r ₅	5,8	1,02	1		r ₅	8,9	1,03	1		r ₅	9,6	1,03	1		r ₅	9	1	1
	r ₆	5,6	1	1		r ₆	9	1,01	1		r ₆	9,6	1,01	1		r ₆	9,6	1,01	1
	r ₇	5	1,02	1		r ₇	8,9	1,02	1		r ₇	9,8	1,03	1		r ₇	9,2	1	1
	r ₈	5,8	1,03	1		r ₈	9	1,03	2		r ₈	9,6	0,99	1		r ₈	9,5	1,03	1
	r ₉	6	1,03	1		r ₉	8,5	0,99	1		r ₉	9	1,04	1		r ₉	8,9	1,04	1
	r ₁₀	5,8	1	1		r ₁₀	8	1,03	1		r ₁₀	9,8	1,01	1		r ₁₀	9,9	1,01	1
	5,7	0,8	1,0		8,7	1,0	1,1		9,3	0,8	1,0		9,4	1,0	1,0				

Tabla 26. Datos de medición 3era evaluación

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	9	0,99	1	T ₂	r ₁	8	1,05	1	T ₃	r ₁	9	1,03	2	T ₄	r ₁	10	1,04	
	r ₂	9	1,1	1		r ₂	9	1,06	1		r ₂	8,5	1,01	2		r ₂	10,5	1,03	
	r ₃	9	1	2		r ₃	8,5	1,09	2		r ₃	9	1	2		r ₃	10,3	1,05	3
	r ₄	8,8	0,99	2		r ₄	8	1,03	2		r ₄	9,8	1,05	2		r ₄	10,5	1,03	2
	r ₅	8	1,1	1		r ₅	8,1	1,05	2		r ₅	10	1,02	2		r ₅	10,5	1	2
	r ₆	8,2	1,09	2		r ₆	8,5	1,05	2		r ₆	10	1	2		r ₆	10	1,03	2
	r ₇	8,5	1,05	2		r ₇	9	1	2		r ₇	10	0,95	2		r ₇	10,6	1,04	2
	r ₈	8,6	1,08	2		r ₈	8,5	1,07	2		r ₈	9,9	1	2		r ₈	9,8	1,02	2
	r ₉	8,5	1	1		r ₉	9	1,1	2		r ₉	9,5	1,02	2		r ₉	9,8	1,02	3
	r ₁₀	9	0,9	2		r ₁₀	9,1	1	2		r ₁₀	9	1,03	2		r ₁₀	9,5	1	3
□	8,7	1,0	1,6		8,6	1,1	1,8		9,5	1,0	2,0		10,2	1,0	2,4				
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	8	1,03	2	T ₂	r ₁	8	1,05	2	T ₃	r ₁	9,3	1,03	2	T ₄	r ₁	10	1,02	2
	r ₂	8,5	1	2		r ₂	9	1,02	2		r ₂	9,5	1,02	2		r ₂	10	1,03	3
	r ₃	8,6	1,05	1		r ₃	8,8	1,02	2		r ₃	10	1,01	2		r ₃	9,5	1,01	3
	r ₄	8	1,03	2		r ₄	8,9	1,01	2		r ₄	9	1,03	1		r ₄	10	1,03	2
	r ₅	8,5	1,03	2		r ₅	8,4	1,03	2		r ₅	9,2	1,05	2		r ₅	10,2	1,03	2
	r ₆	9	1,01	2		r ₆	9	1	2		r ₆	8,5	1,03	2		r ₆	9,8	1	2
	r ₇	8,8	1,02	1		r ₇	8	1,01	2		r ₇	8,5	1,02	2		r ₇	9,5	1,02	3
	r ₈	8,8	1	2		r ₈	8,7	1,02	2		r ₈	9	1,01	2		r ₈	10,3	1	2
	r ₉	8,5	1,02	2		r ₉	8,1	1,02	2		r ₉	8,3	1,01	2		r ₉	10,5	1,05	2
	r ₁₀	8,9	1,03	1		r ₁₀	8,2	1,03	2		r ₁₀	9,3	1,02	2		r ₁₀	10,5	1,05	3
	8,6	1,0	1,7		8,5	1,0	2,0		9,1	1,0	1,9		10,0	1,0	2,4				
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	8	1,01	2	T ₂	r ₁	8	1,03	2	T ₃	r ₁	10	1,04	2	T ₄	r ₁	10	1,04	2
	r ₂	8	1,03	2		r ₂	9	1,03	2		r ₂	9,5	1,02	2		r ₂	10	1	2
	r ₃	8	0,99	1		r ₃	8,2	1,02	2		r ₃	9,8	1,03	2		r ₃	11	1,04	2
	r ₄	8,1	1,01	2		r ₄	8,5	1,01	2		r ₄	8,8	1,02	2		r ₄	10,5	1,02	2
	r ₅	8,5	1,01	1		r ₅	8	1,03	2		r ₅	9,1	1,02	2		r ₅	10	1,01	3
	r ₆	8	1,01	1		r ₆	8,9	1,01	2		r ₆	9,5	1,01	2		r ₆	10	1,03	2
	r ₇	8,5	1,01	1		r ₇	8	1,03	2		r ₇	8,7	1,01	1		r ₇	9,8	1,01	2
	r ₈	8,1	1,03	2		r ₈	8	1	2		r ₈	9,8	1,01	2		r ₈	9	1,03	2
	r ₉	8,2	1,04	1		r ₉	9	1,04	2		r ₉	8,9	1,03	2		r ₉	9,8	1,01	3
	r ₁₀	8,2	1,01	2		r ₁₀	8,2	1,02	1		r ₁₀	10	1,02	2		r ₁₀	10	1,02	2
	8,2	1,0	1,5		8,4	1,0	1,9		9,4	1,0	1,9		10,0	1,0	2,2				
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	7,5	1,01	1	T ₂	r ₁	9	1,02	2	T ₃	r ₁	9	1,03	2	T ₄	r ₁	9,8	1,01	2
	r ₂	8,5	1,03	1		r ₂	9	1,03	3		r ₂	10	1,03	2		r ₂	10	1,03	2
	r ₃	8	1,02	2		r ₃	8	1	2		r ₃	9	1,02	2		r ₃	10	1	2
	r ₄	8	1,03	1		r ₄	8,7	1,04	2		r ₄	9	1,01	2		r ₄	9,6	1,01	3
	r ₅	8,5	1,02	1		r ₅	9	1,03	2		r ₅	10	1,03	2		r ₅	9,5	1,02	2
	r ₆	7,8	1,02	2		r ₆	9,1	1,02	2		r ₆	9,6	1,01	2		r ₆	9,6	1,01	3
	r ₇	8	1,02	1		r ₇	8,9	1,02	2		r ₇	10	1,03	2		r ₇	9,5	1,01	3
	r ₈	8,5	1,03	1		r ₈	9,1	1,03	2		r ₈	9,6	1	2		r ₈	9,5	1,03	3
	r ₉	8	1,03	2		r ₉	8,6	1	2		r ₉	9,5	1,04	2		r ₉	9	1,04	2
	r ₁₀	8	1,01	2		r ₁₀	8,2	1,03	2		r ₁₀	9,8	1,01	2		r ₁₀	10	1,01	2
	8,1	1,0	1,4		8,8	1,0	2,1		9,6	1,0	2,0		9,7	1,0	2,4				

Tabla 27. Datos de medición 4ta evaluación

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	10.0	1.12	15	T ₁	r ₁	10.0	1.12	15	T ₁	r ₁	10.0	1.20	14	T ₁	r ₁	11.0	1.18	14
	r ₂	10.0	1.10	12		r ₂	10.5	1.15	13		r ₂	9.0	1.15	14		r ₂	11.0	1.20	13
	r ₃	10.0	1.15	13		r ₃	9.0	1.16	13		r ₃	9.0	1.13	13		r ₃	10.5	1.26	14
	r ₄	9.5	1.18	13		r ₄	9.0	1.17	13		r ₄	10.0	1.10	14		r ₄	11.0	1.27	13
	r ₅	8.6	1.15	14		r ₅	9.0	1.21	13		r ₅	10.0	1.14	14		r ₅	11.0	1.25	13
	r ₆	8.6	1.20	15		r ₆	9.5	1.18	14		r ₆	10.0	1.09	15		r ₆	10.0	1.18	13
	r ₇	9.0	1.18	15		r ₇	9.5	1.15	13		r ₇	10.0	1.12	13		r ₇	10.6	1.23	14
	r ₈	9.0	1.19	13		r ₈	9.8	1.18	13		r ₈	10.5	1.14	14		r ₈	10.0	1.20	13
	r ₉	9.0	1.20	15		r ₉	9.8	1.20	13		r ₉	10.0	1.10	13		r ₉	10.0	1.12	14
	r ₁₀	9.5	1.20	13		r ₁₀	10.2	1.10	12		r ₁₀	9.8	1.12	13		r ₁₀	10.1	1.25	15
		9.3	1.2	13.8			9.6	1.2	13.2			9.8	1.1	13.7			10.5	1.2	13.6
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	9.0	1.05	12	T ₁	r ₁	9.0	1.05	13	T ₁	r ₁	9.5	1.10	13	T ₁	r ₁	10.1	1.23	15
	r ₂	9.0	1.00	12		r ₂	9.5	1.02	13		r ₂	9.5	1.08	13		r ₂	10.1	1.20	14
	r ₃	9.0	1.05	11		r ₃	9.0	1.02	13		r ₃	10.0	1.14	13		r ₃	9.8	1.18	14
	r ₄	9.0	1.03	12		r ₄	10.0	1.01	12		r ₄	9.0	1.06	14		r ₄	10.0	1.06	13
	r ₅	9.0	1.03	13		r ₅	9.0	1.18	13		r ₅	9.5	1.08	14		r ₅	10.2	1.18	13
	r ₆	9.6	1.01	13		r ₆	9.5	1.20	13		r ₆	9.0	1.12	14		r ₆	9.8	1.18	13
	r ₇	9.5	1.02	11		r ₇	8.5	1.01	13		r ₇	9.0	1.12	13		r ₇	9.5	1.14	14
	r ₈	10.0	1.03	12		r ₈	9.0	1.19	13		r ₈	9.0	1.14	12		r ₈	10.3	1.10	15
	r ₉	10.0	1.02	12		r ₉	9.5	1.10	13		r ₉	8.5	1.18	13		r ₉	10.5	1.08	14
	r ₁₀	9.0	1.03	12		r ₁₀	10.0	1.19	14		r ₁₀	9.5	1.20	14		r ₁₀	10.3	1.10	14
		9.3	1.0	12.0			9.3	1.1	13.0			9.3	1.1	13.3			10.1	1.1	13.9
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	8.6	1.06	12	T ₁	r ₁	8.5	1.16	13	T ₁	r ₁	10.0	1.07	14	T ₁	r ₁	10.0	1.18	15
	r ₂	8.5	1.05	12		r ₂	9.0	1.05	14		r ₂	10.0	1.06	13		r ₂	10.0	1.17	15
	r ₃	8.5	1.00	12		r ₃	8.5	1.05	13		r ₃	10.0	1.10	13		r ₃	11.0	1.20	14
	r ₄	8.8	1.07	12		r ₄	9.0	1.10	12		r ₄	9.0	1.06	13		r ₄	10.5	1.20	14
	r ₅	9.0	1.08	11		r ₅	8.5	1.05	13		r ₅	9.5	1.05	13		r ₅	10.1	1.19	14
	r ₆	9.0	1.06	12		r ₆	9.0	1.03	13		r ₆	9.5	1.08	13		r ₆	10.3	1.18	13
	r ₇	9.0	1.05	11		r ₇	8.5	1.05	13		r ₇	9.0	1.05	13		r ₇	10.0	1.23	14
	r ₈	9.0	1.18	12		r ₈	8.5	1.17	12		r ₈	10.0	1.03	13		r ₈	9.2	1.25	14
	r ₉	9.0	1.08	11		r ₉	9.0	1.05	12		r ₉	9.0	1.06	13		r ₉	10.0	1.20	15
	r ₁₀	8.7	1.10	12		r ₁₀	9.0	1.05	13		r ₁₀	10.0	1.05	14		r ₁₀	10.1	1.20	13
		8.8	1.1	11.7			8.8	1.1	12.8			9.6	1.1	13.2			10.1	1.2	14.1
Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	8.0	1.04	12	T ₁	r ₁	9.1	1.07	13	T ₁	r ₁	9.2	1.06	13	T ₁	r ₁	10.0	1.26	15
	r ₂	8.5	1.06	11		r ₂	9.0	1.09	14		r ₂	10.1	1.06	13		r ₂	10.2	1.09	15
	r ₃	8.2	1.05	12		r ₃	8.2	1.08	13		r ₃	9.0	1.05	13		r ₃	10.4	1.18	16
	r ₄	8.0	1.10	11		r ₄	9.0	1.07	12		r ₄	9.0	1.06	12		r ₄	10.0	1.08	15
	r ₅	8.5	1.08	11		r ₅	9.2	1.18	14		r ₅	10.2	1.06	14		r ₅	9.8	1.20	15
	r ₆	8.0	1.05	12		r ₆	9.1	1.05	13		r ₆	10.0	1.10	12		r ₆	9.6	1.19	14
	r ₇	8.0	1.05	12		r ₇	9.0	1.06	13		r ₇	10.4	1.09	13		r ₇	10.0	1.18	14
	r ₈	8.5	1.08	11		r ₈	9.2	1.05	13		r ₈	10.0	1.04	13		r ₈	10.0	1.08	14
	r ₉	8.2	1.03	12		r ₉	8.8	1.02	13		r ₉	9.8	1.08	13		r ₉	9.0	1.23	14
	r ₁₀	8.5	1.03	12		r ₁₀	8.5	1.05	12		r ₁₀	10.2	1.08	13		r ₁₀	10.4	1.20	14
		8.2	1.1	11.6			8.9	1.1	13.0			9.8	1.1	12.9			9.9	1.2	14.6

Tabla 28. Datos de medición 5ta evaluación

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	N°H
T ₁	r ₁	10.2	1.18	15	T ₁	r ₁	11.0	1.17	15	T ₁	r ₁	11.0	1.23	18	T ₁	r ₁	11.0	1.26	18
	r ₂	10.0	1.17	15		r ₂	11.0	1.18	16		r ₂	10.0	1.18	15		r ₂	11.0	1.26	18
	r ₃	10.6	1.19	14		r ₃	10.0	1.18	18		r ₃	9.2	1.20	18		r ₃	10.6	1.30	21

	r ₄	10.0	1.24	16		r ₄	10.0	1.20	16		r ₄	10.0	1.24	18		r ₄	11.0	1.30	18
	r ₅	9.0	1.20	16		r ₅	9.0	1.22	18		r ₅	10.0	1.18	18		r ₅	11.0	1.28	18
	r ₆	9.0	1.20	15		r ₆	10.0	1.19	18		r ₆	10.0	1.11	15		r ₆	10.0	1.24	19
	r ₇	9.0	1.20	15		r ₇	9.8	1.24	15		r ₇	10.0	1.18	15		r ₇	10.8	1.26	18
	r ₈	9.0	1.20	18		r ₈	10.0	1.20	18		r ₈	10.6	1.20	16		r ₈	10.0	1.22	18
	r ₉	9.0	1.24	15		r ₉	9.8	1.22	18		r ₉	10.0	1.16	16		r ₉	10.0	1.18	21
	r ₁₀	10.0	1.22	16		r ₁₀	10.6	1.18	16		r ₁₀	10.0	1.18	18		r ₁₀	10.2	1.30	18
		9.6	1.2	15.5			10.1	1.2	16.8			10.1	1.2	16.7			10.6	1.3	18.7

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	9.2	1.12	16	T ₁	r ₁	9.0	1.10	15	T ₁	r ₁	9.6	1.16	16	T ₁	r ₁	10.2	1.28	18
	r ₂	9.0	1.08	16		r ₂	9.8	1.08	16		r ₂	9.8	1.13	18		r ₂	10.4	1.27	21
	r ₃	9.0	1.16	14		r ₃	9.0	1.05	16		r ₃	10.0	1.18	18		r ₃	10.0	1.25	21
	r ₄	9.0	1.11	12		r ₄	10.0	1.08	18		r ₄	9.0	1.15	16		r ₄	10.0	1.18	18
	r ₅	9.4	1.14	13		r ₅	9.0	1.20	18		r ₅	9.6	1.19	18		r ₅	10.2	1.23	18
	r ₆	9.6	1.10	16		r ₆	9.6	1.21	16		r ₆	9.0	1.20	16		r ₆	9.8	1.20	18
	r ₇	9.6	1.08	14		r ₇	8.8	1.08	16		r ₇	9.0	1.18	14		r ₇	9.6	1.17	18
	r ₈	10.0	1.08	16		r ₈	9.0	1.20	16		r ₈	9.0	1.20	18		r ₈	10.4	1.14	20
	r ₉	10.0	1.10	14		r ₉	10.0	1.12	18		r ₉	8.8	1.20	18		r ₉	10.6	1.10	18
	r ₁₀	9.0	1.08	15		r ₁₀	10.0	1.20	16		r ₁₀	9.6	1.22	18		r ₁₀	10.4	1.18	21
		9.4	1.1	14.6			9.4	1.1	16.5			9.3	1.2	17.0			10.2	1.2	19.1

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	8.8	1.16	15	T ₁	r ₁	8.6	1.23	16	T ₁	r ₁	10.0	1.08	18	T ₁	r ₁	10.0	1.20	18
	r ₂	8.6	1.16	16		r ₂	9.0	1.09	16		r ₂	10.0	1.12	16		r ₂	10.0	1.20	21
	r ₃	8.6	1.14	15		r ₃	8.6	1.12	18		r ₃	10.0	1.18	16		r ₃	11.0	1.25	21
	r ₄	9.0	1.16	16		r ₄	9.2	1.13	15		r ₄	9.0	1.14	16		r ₄	10.8	1.22	18
	r ₅	9.0	1.10	14		r ₅	8.6	1.10	16		r ₅	9.6	1.16	18		r ₅	10.2	1.20	20
	r ₆	9.0	1.18	14		r ₆	9.0	1.06	16		r ₆	9.6	1.13	18		r ₆	10.6	1.29	18
	r ₇	9.0	1.18	14		r ₇	8.6	1.06	15		r ₇	9.0	1.10	18		r ₇	10.0	1.25	21
	r ₈	9.2	1.20	15		r ₈	8.6	1.20	18		r ₈	10.0	1.06	16		r ₈	9.8	1.27	21
	r ₉	9.0	1.12	14		r ₉	9.0	1.08	16		r ₉	9.2	1.10	18		r ₉	10.0	1.22	18
	r ₁₀	8.8	1.18	16		r ₁₀	9.8	1.10	16		r ₁₀	10.4	1.08	18		r ₁₀	10.2	1.25	21
		8.9	1.2	14.9			8.9	1.1	16.2			9.7	1.1	17.2			10.3	1.2	19.7

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	8.0	1.18	15	T ₁	r ₁	9.8	1.26	16	T ₁	r ₁	9.8	1.25	18	T ₁	r ₁	10.6	1.30	24
	r ₂	8.8	1.10	16		r ₂	9.2	1.24	16		r ₂	10.2	1.16	21		r ₂	10.6	1.26	21
	r ₃	8.2	1.17	16		r ₃	8.4	1.20	15		r ₃	9.2	1.08	18		r ₃	10.8	1.28	24
	r ₄	8.0	1.16	16		r ₄	9.2	1.20	18		r ₄	9.0	1.16	16		r ₄	10.4	1.20	24
	r ₅	9.0	1.15	15		r ₅	9.6	1.20	18		r ₅	10.6	1.13	16		r ₅	10.4	1.26	24
	r ₆	8.0	1.14	16		r ₆	9.2	1.06	16		r ₆	10.0	1.16	18		r ₆	10.2	1.28	18
	r ₇	8.0	1.16	14		r ₇	9.4	1.08	15		r ₇	10.4	1.15	18		r ₇	10.6	1.26	21
	r ₈	9.0	1.12	16		r ₈	9.6	1.06	16		r ₈	10.0	1.22	18		r ₈	10.2	1.18	24
	r ₉	8.2	1.10	15		r ₉	9.0	1.04	18		r ₉	9.8	1.12	16		r ₉	10.0	1.28	21
	r ₁₀	8.6	1.06	16		r ₁₀	8.8	1.08	16		r ₁₀	10.4	1.10	18		r ₁₀	10.8	1.25	18
		8.4	1.1	15.5			9.2	1.1	16.4			9.9	1.2	17.7			10.5	1.3	21.9

Tabla 29. Datos de medición 6ta evaluación

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	11.0	1.23	18	T ₁	r ₁	11.2	1.20	18	T ₁	r ₁	11.2	1.28	21	T ₁	r ₁	12.0	1.30	21
	r ₂	10.0	1.22	16		r ₂	11.0	1.19	16		r ₂	10.4	1.23	24		r ₂	11.8	1.29	26
	r ₃	10.6	1.25	18		r ₃	10.2	1.20	18		r ₃	10.2	1.25	21		r ₃	11.0	1.31	25
	r ₄	10.0	1.25	16		r ₄	10.0	1.24	16		r ₄	10.4	1.25	21		r ₄	11.8	1.32	24
	r ₅	9.4	1.23	16		r ₅	9.4	1.23	18		r ₅	10.6	1.23	18		r ₅	11.4	1.35	21
	r ₆	9.2	1.21	18		r ₆	10.0	1.20	18		r ₆	10.2	1.20	24		r ₆	12.6	1.35	21

	r ₇	9.2	1.21	16		r ₇	9.8	1.26	18		r ₇	10.6	1.26	18		r ₇	11.4	1.29	26
	r ₈	9.8	1.22	18		r ₈	10.0	1.22	20		r ₈	11.6	1.24	18		r ₈	12.0	1.35	26
	r ₉	9.4	1.25	18		r ₉	10.0	1.24	18		r ₉	10.4	1.22	24		r ₉	12.0	1.30	26
	r ₁₀	10.2	1.24	16		r ₁₀	10.6	1.20	18		r ₁₀	10.4	1.20	21		r ₁₀	11.6	1.32	25
		9.9	1.2	17.0			10.2	1.2	17.8			10.6	1.2	21.0			11.8	1.3	24.1

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	9.6	1.20	16	T ₁	r ₁	9.2	1.18	18	T ₁	r ₁	10.0	1.26	18	T ₁	r ₁	10.8	1.30	25
	r ₂	9.4	1.28	18		r ₂	10.0	1.20	21		r ₂	10.0	1.26	21		r ₂	10.6	1.28	21
	r ₃	9.2	1.22	16		r ₃	9.4	1.23	18		r ₃	10.2	1.24	18		r ₃	10.4	1.27	21
	r ₄	9.4	1.23	18		r ₄	10.2	1.20	17		r ₄	9.4	1.26	21		r ₄	10.4	1.20	24
	r ₅	9.7	1.20	18		r ₅	9.4	1.24	17		r ₅	9.6	1.26	18		r ₅	10.2	1.25	25
	r ₆	10.0	1.18	16		r ₆	9.8	1.28	18		r ₆	9.2	1.30	18		r ₆	10.0	1.25	21
	r ₇	9.8	1.20	18		r ₇	9.6	1.18	20		r ₇	9.8	1.22	24		r ₇	10.8	1.28	21
	r ₈	10.2	1.16	16		r ₈	9.6	1.25	21		r ₈	9.2	1.28	20		r ₈	10.4	1.27	24
	r ₉	10.4	1.18	16		r ₉	10.4	1.28	18		r ₉	9.6	1.24	22		r ₉	10.6	1.20	21
	r ₁₀	9.8	1.10	18		r ₁₀	10.6	1.22	18		r ₁₀	10.4	1.24	18		r ₁₀	10.6	1.24	24
		9.8	1.2	17.0			9.8	1.2	18.6			9.7	1.3	19.8			10.5	1.3	22.7

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	9.0	1.20	18	T ₁	r ₁	10.0	1.25	18	T ₁	r ₁	10.2	1.30	21	T ₁	r ₁	10.2	1.34	25
	r ₂	9.2	1.21	16		r ₂	9.2	1.18	18		r ₂	10.0	1.28	22		r ₂	10.6	1.26	24
	r ₃	9.0	1.20	15		r ₃	10.4	1.20	21		r ₃	10.0	1.26	21		r ₃	11.4	1.28	24
	r ₄	9.2	1.20	16		r ₄	9.6	1.18	18		r ₄	10.4	1.20	19		r ₄	11.0	1.28	25
	r ₅	9.4	1.18	18		r ₅	9.4	1.18	16		r ₅	9.6	1.23	22		r ₅	10.6	1.30	22
	r ₆	9.6	1.20	15		r ₆	9.6	1.18	16		r ₆	10.0	1.20	22		r ₆	10.6	1.36	21
	r ₇	9.2	1.21	14		r ₇	9.0	1.16	18		r ₇	9.0	1.19	22		r ₇	10.2	1.31	21
	r ₈	9.6	1.25	16		r ₈	10.0	1.24	18		r ₈	10.0	1.16	24		r ₈	10.0	1.30	21
	r ₉	9.8	1.28	16		r ₉	9.6	1.10	18		r ₉	9.2	1.18	22		r ₉	10.4	1.28	24
	r ₁₀	10.0	1.20	18		r ₁₀	9.8	1.18	20		r ₁₀	10.4	1.14	21		r ₁₀	10.6	1.20	22
		9.4	1.2	16.2			9.7	1.2	18.1			9.9	1.2	21.6			10.6	1.3	22.9

Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH	Trt.	r	AP (cm)	Ø mm	NºH
T ₁	r ₁	8.6	1.20	20	T ₁	r ₁	9.6	1.26	18	T ₁	r ₁	10.0	1.28	21	T ₁	r ₁	11.0	1.30	18
	r ₂	10.0	1.18	21		r ₂	9.8	1.25	21		r ₂	10.4	1.19	21		r ₂	11.2	1.26	21
	r ₃	8.8	1.20	18		r ₃	9.0	1.21	18		r ₃	9.6	1.20	21		r ₃	11.0	1.31	18
	r ₄	9.8	1.18	18		r ₄	9.6	1.22	21		r ₄	9.8	1.25	18		r ₄	10.8	1.26	21
	r ₅	9.6	1.19	18		r ₅	10.0	1.24	18		r ₅	10.8	1.21	21		r ₅	10.4	1.26	18
	r ₆	8.6	1.18	18		r ₆	9.6	1.18	18		r ₆	10.4	1.22	18		r ₆	10.2	1.28	16
	r ₇	8.6	1.20	18		r ₇	9.4	1.16	18		r ₇	10.4	1.20	18		r ₇	10.6	1.26	18
	r ₈	9.8	1.21	18		r ₈	9.6	1.16	21		r ₈	10.6	1.26	18		r ₈	10.4	1.20	21
	r ₉	8.8	1.18	21		r ₉	9.6	1.14	18		r ₉	10.4	1.19	21		r ₉	10.0	1.28	18
	r ₁₀	9.8	1.19	18		r ₁₀	9.8	1.10	18		r ₁₀	10.6	1.18	18		r ₁₀	11.2	1.28	18
		9.2	1.2	18.8			9.6	1.2	18.9			10.3	1.2	19.5			10.7	1.3	18.7

Tabla 30. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) de la altura (cm) de las plantas de *Cedrela odorata*

L. a los 60 ddt

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,84	3	0,28	3,11	0,0814

Tratamientos	3,62	3	1,21	13,33	0,0012
Error	0,81	9	0,09		
Total	5,27	15			

Tabla 31. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) de la altura (cm) de las plantas de *Cedrela odorata* L. a los 75 ddt

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	1,05	3	0,35	3,09	0,0826
Tratamientos	3,68	3	1,23	10,77	0,0025
Error	1,02	9	0,11		
Total	5,76	15			

Tabla 32. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) de la altura (cm) de las plantas de *Cedrela odorata* L. a los 90 ddt

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	1,44	3	0,48	7,20	0,0092
Tratamientos	3,81	3	1,27	19,04	0,0003
Error	0,60	9	0,07		
Total	5,85	15			

Tabla 33. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del diámetro (cm) de las plantas de *Cedrela odorata* L. a los 60 ddt

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,02	3	0,01	6,06	0,0152
Tratamientos	0,02	3	0,01	9,89	0,0033
Error	0,01	9	8,4E-04		
Total	0,05	15			

Tabla 34. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del diámetro (cm) de las plantas de *Cedrela odorata* L. a los 75 ddt

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,01	3	2,8E-03	4,34	0,0376
Tratamientos	0,02	3	0,01	11,27	0,0021

Error	0,01	9	6,5E-04
Total	0,04	15	

Tabla 35. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del diámetro (cm) de las plantas de *Cedrela odorata*

L. a los 90 ddt

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	2,8E-03	3	9,2E-04	2,32	0,1433
Tratamientos	0,02	3	0,01	12,68	0,0014
Error	3,6E-03	9	3,9E-04		
Total	0,02	15			

Tabla 36. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del número de hojas de las plantas de *Cedrela odorata*

L. a los 60 ddt

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,10	3	0,03	0,29	0,8331
Tratamientos	2,80	3	0,93	8,47	0,0055
Error	0,99	9	0,11		
Total	3,88	15			

Tabla 37. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del número de hojas de las plantas de *Cedrela odorata*

L. a los 75 ddt

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,11	3	0,04	3,47	0,0639
Tratamientos	1,53	3	0,51	48,16	<0,0001
Error	0,10	9	0,01		
Total	1,73	15			

Tabla 38. Análisis de varianza ($\alpha = 00.5$) del número de hojas de las plantas de *Cedrela odorata*

L. a los 90 ddt

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,14	3	0,05	2,21	0,1562
Tratamientos	2,42	3	0,81	39,14	<0,0001
Error	0,19	9	0,02		

Total	2,74	15
-------	------	----

Tabla 39. Datos de medición para el segundo objetivo

Nº Bloque	Nº Tratamiento	Nº Repetición	Evaluaciones				
			P.F.A (g)	P.F.R (g)	P.S.A (g)	P.S.R (g)	V.R (ml)
I	1	1	3,0	2,9	0,01	0,04	10
		2	2,9	0,8	0,02	0,01	5
		3	3,1	3,4	0,02	0,08	8
		4	2,8	1,2	0,01	0,02	12
		5	1,8	3,0	0,01	0,01	10
		6	2,6	1,6	0,01	0,01	10
	2	1	4,6	2,6	0,03	0,01	8
		2	4,9	1,6	0,03	0,01	10
		3	5,6	3,8	0,04	0,02	8
		4	6,1	4,2	0,04	0,02	14
		5	5,0	3,2	0,04	0,02	12
		6	5,8	4,0	0,04	0,04	15
	3	1	6,0	4,5	0,03	0,02	10
		2	4,9	3,8	0,02	0,02	10
		3	6,2	4,2	0,03	0,02	15
		4	8,0	5,0	0,03	0,02	18
		5	5,0	4,8	0,03	0,03	18
		6	5,8	4,5	0,02	0,02	20
	4	1	12,0	8,2	0,06	0,02	15
		2	5,0	6,2	0,03	0,03	16
		3	6,0	5,8	0,04	0,03	18
		4	6,3	6,0	0,04	0,03	18
		5	8,0	6,4	0,03	0,03	20
		6	10,1	6,5	0,04	0,03	18

P.F.A y P.S.A= Peso fresco y peso seco aéreo. P.F.R y P.S.R= Peso fresco y peso seco radicular. V.R= Volumen radicular.

Tabla 40. Datos de medición para el segundo objetivo

Nº Bloque	Nº Tratamiento	Nº Repetición	Evaluaciones				
			P.F.A (g)	P.F.R (g)	P.S.A (g)	P.S.R (g)	V.R (ml)
II	1	1	5,6	3,5	0,02	0,01	8
		2	4,8	4,2	0,02	0,01	8
		3	3,9	2,8	0,02	0,01	10
		4	5,5	3,0	0,02	0,01	8
		5	5,8	3,8	0,02	0,01	
		6	4,8	4,0	0,02	0,02	12
	2	1	6,1	5,2	0,03	0,02	8
		2	5,5	3,6	0,03	0,01	12
		3	12,0	5,6	0,08	0,01	10
		4	6,5	8,0	0,02	0,05	9
		5	4,9	4,1	0,01	0,02	15
		6	7,0	3,4	0,04	0,01	15
	3	1	6,2	5,8	0,03	0,02	16
		2	6,8	6,6	0,03	0,03	14
		3	5,9	4,2	0,04	0,01	16
		4	8,0	7,0	0,05	0,03	20
		5	7,5	5,8	0,05	0,03	18
		6	5,8	6,9	0,03	0,03	15
	4	1	8,2	4,9	0,06	0,03	20
		2	5,8	6,8	0,04	0,04	18
		3	6,2	5,8	0,04	0,03	15
		4	14,0	6,2	0,08	0,03	15
		5	8,0	7,2	0,04	0,04	21
		6	6,8	4,8	0,03	0,01	20

P.F.A y P.S.A= Peso fresco y peso seco aéreo. P.F.R y P.S.R= Peso fresco y peso seco radicular. V.R= Volumen radicular.

Tabla 41. Datos de medición para el segundo objetivo

Nº Bloque	Nº Tratamiento	Nº Repetición	Evaluaciones				
			P.F.A (g)	P.F.R (g)	P.S.A (g)	P.S.R (g)	V.R (ml)
III	1	1	6,1	4,5	0,03	0,02	12
		2	5,8	2,8	0,02	0,01	15
		3	4,6	3,6	0,02	0,01	18
		4	5,0	3,1	0,03	0,01	8
		5	3,8	2,5	0,02	0,01	
		6	4,5	2,9	0,02	0,01	10
	2	1	5,8	8,0	0,02	0,06	18
		2	4,2	5,0	0,02	0,02	15
		3	10,0	4,2	0,06	0,02	16
		4	6,0	4,8	0,03	0,02	13
		5	4,6	5,2	0,02	0,02	18
		6	5,2	3,6	0,02	0,02	12
	3	1	5,6	6,4	0,03	0,02	16
		2	4,2	6,0	0,02	0,03	18
		3	5,8	4,8	0,02	0,02	15
		4	12,1	5,2	0,06	0,02	20
		5	10,5	3,9	0,06	0,01	18
		6	6,8	5,8	0,03	0,01	18
	4	1	6,9	6,8	0,03	0,03	21
		2	8,2	4,9	0,04	0,01	19
		3	8,1	6,5	0,05	0,02	20
		4	5,8	6,9	0,02	0,03	18
		5	7,0	5,8	0,03	0,02	20
		6	7,4	6,2	0,03	0,02	18

P.F.A y P.S.A= Peso fresco y peso seco aéreo. P.F.R y P.S.R= Peso fresco y peso seco radicular. V.R= Volumen radicular.

Tabla 42. Datos de medición para el segundo objetivo

Nº Bloque	Nº Tratamiento	Nº Repetición	Evaluaciones				
			P.F.A (g)	P.F.R (g)	P.S.A (g)	P.S.R (g)	V.R (ml)
IV	1	1	4,2	3,8	0,02	0,02	6
		2	4,8	5,0	0,02	0,02	10
		3	6,2	4,5	0,03	0,02	14
		4	4,0	2,8	0,02	0,01	10
		5	5,6	3,6	0,02	0,01	
		6	8,9	4,2	0,04	0,02	8
	2	1	6,0	2,8	0,03	0,01	16
		2	7,1	4,6	0,03	0,01	14
		3	6,5	6,0	0,03	0,03	12
		4	6,0	4,5	0,02	0,02	15
		5	4,8	5,2	0,02	0,02	14
		6	5,0	4,2	0,02	0,02	18
	3	1	6,8	6,5	0,03	0,03	18
		2	10,0	4,9	0,08	0,02	20
		3	5,8	6,8	0,02	0,02	14
		4	6,0	7,4	0,03	0,03	16
		5	6,1	7,1	0,03	0,03	15
		6	6,8	5,8	0,03	0,02	10
	4	1	7,2	6,5	0,04	0,03	16
		2	12,4	7,4	0,08	0,02	20
		3	6,0	8,9	0,03	0,05	18
		4	8,4	6,5	0,06	0,02	16
		5	6,2	6,0	0,03	0,02	20
		6	8,0	6,2	0,06	0,03	16

P.F.A y P.S.A= Peso fresco y peso seco aéreo. P.F.R y P.S.R= Peso fresco y peso seco radicular. V.R= Volumen radicular.

Tabla 43. Datos de medición para el segundo objetivo

Tratamiento/Repetición	Longitudes de onda			Clorofilas		
	645	653	663	a	b	total
T1/R1	3 039	3 239	3 173	32,12	54,74	86,87
T1/R2	3 085	2 237	3 175	32,02	55,79	87,81
T1/R3	3 254	3 274	3 167	31,47	59,70	91,16
T1/R4	3 238	3 276	3 162	31,45	59,35	90,80
T2/R1	3 090	3 274	3 191	32,21	55,83	88,04
T2/R2	3 100	3 280	3 188	32,15	56,07	88,22
T2/R3	3 361	3 308	3 233	32,02	61,84	93,85
T2/R4	3 348	3 304	3 240	32,14	61,51	93,65
T3/R1	3 330	3 284	3 197	31,64	61,30	92,94
T3/R2	3 338	3 281	3 201	31,67	61,46	93,13
T3/R3	3 316	3 242	3 166	31,29	61,12	92,41
T3/R4	3 311	3 251	3 170	31,35	60,99	92,34
T4/R1	3 340	3 304	3 196	31,60	61,53	93,13
T4/R2	3 298	3 228	3 175	31,45	60,67	92,12
T4/R3	3 304	3 251	3 165	31,31	60,85	92,16
T4/R4	3 345	3 321	3 189	31,50	61,68	93,18

Tabla 44. Datos de medición para el tercer objetivo

Tratamiento/Repetición	Evaluaciones			
	Microorganismos aerobios viables (UFC/g)	Actinomicetos (UFC/g)	Fungis (mohos y levaduras) (UFC/g)	Bacterias fijadoras de N (UFC/g)
T1/R1	82x10 ³	9x10 ³	22x10 ³	13x10 ³
T1/R2	80x10 ³	9x10 ³	21x10 ³	13x10 ³
T1/R3	91x10 ³	9x10 ³	25x10 ³	13x10 ³
T1/R4	168x10 ³	7x10 ³	45x10 ³	9x10 ³
T2/R1	85x10 ³	8x10 ³	2x10 ³	6x10 ³
T2/R2	105x10 ³	10x10 ³	5x10 ³	6x10 ³
T2/R3	125x10 ³	8x10 ³	3x10 ³	8x10 ³
T2/R4	125x10 ³	8x10 ³	3x10 ³	8x10 ³
T3/R1	186x10 ³	98x10 ³	110x10 ³	168x10 ³
T3/R2	6x10 ³	6x10 ³	9x10 ³	8x10 ³
T3/R3	38x10 ³	25x10 ³	18x10 ³	15x10 ³
T3/R4	7x10 ³	5x10 ³	6x10 ³	6x10 ³
T4/R1	8x10 ³	8x10 ³	11x10 ³	8x10 ³
T4/R2	9x10 ³	8x10 ³	8x10 ³	7x10 ³
T4/R3	85x10 ³	5x10 ³	3x10 ³	2x10 ³
T4/R4	28x10 ³	28x10 ³	21x10 ³	38x10 ³

Tabla 45. Datos de medición para el tercer objetivo

Tratamientos/Repetición	Propiedades físicas del suelo			
	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura
T1/R1	65	14	21	Franco arenoso
T1/R2	61	14	22	Franco arenoso
T1/R3	63	13	22	Franco arenoso
T1/R4	65	14	22	Franco arenoso
T2/R1	61	12	23	Franco arenoso
T2/R2	64	16	25	Franco arenoso
T2/R3	64	15	26	Franco arenoso
T2/R4	63	12	25	Franco arenoso
T3/R1	65	15	21	Franco arenoso
T3/R2	62	15	24	Franco arenoso
T3/R3	67	12	21	Franco arenoso
T3/R4	65	16	23	Franco arenoso
T4/R1	64	16	24	Franco arenoso
T4/R2	63	12	25	Franco arenoso
T4/R3	63	15	21	Franco arenoso
T4/R4	66	13	26	Franco arenoso

Tabla 46. Datos de medición para el tercer objetivo

Tratamientos/Repetición	Propiedades químicas del suelo					
	pH	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	CIC
T1/R1	5,4	2,79	0.14	9,31	60,7	
T1/R2	5,5	2,8	0.14	9,31	60,72	6,35
T1/R3	5,4	2,78	0.14	9,31	60,72	
T1/R4	5,4	2,78	0.14	9,3	60,71	
T2/R1	5,6	4,0	0.2	12,65	127,6	5,4
T2/R2	5,62	4,2	0.18	12,6	127,58	5,38
T2/R3	5,5	4,0	0.22	12,56	127,5	5,35
T2/R4	5,54	4,06	0.2	12,69	127,54	5,32
T3/R1	5,81	4,0	0.18	21,1	110,5	5,27
T3/R2	5,78	3,6	0.21	20,6	115,08	6,7
T3/R3	5,82	3,41	0.17	19,88	103,45	8,85
T3/R4	5,85	3,49	0.2	21,0	120,38	6,2
T4/R1	5,83	4,6	0.19	22,68	117,28	6,14
T4/R2	5,87	4,49	0.22	23,97	120,95	5,89
T4/R3	5,76	4,52	0.21	22,56	124,26	5,25
T4/R4	5,8	4,43	0.23	22,0	125,41	5,2

M.O= Materia orgánica. N= Nitrógeno. P= Fósforo. K= Potasio. CIC= Capacidad Intercambio Catiónico.

Tabla 47. Datos de medición para el tercer objetivo

Tratamientos/Repetición	Propiedades químicas del suelo			
	Ca (Cmol(+) /kg)	Mg (Cmol(+) /kg)	K (Cmol(+) /kg)	Na (Cmol(+) /kg)
T1/R1	3,08	0,85		0,12
T1/R2	3,08	0,85		
T1/R3	3,08	0,85	0,29	
T1/R4	3,08	0,85	0,3	
T2/R1	3,9	0,9	0,32	0,16
T2/R2	3,87	0,9	0,35	0,14
T2/R3	3,96	0,7	0,3	0,16
T2/R4	3,92	0,9	0,35	0,16
T3/R1	5,89	1,35	0,29	0,12
T3/R2	6,37	1,27	0,4	0,1
T3/R3	7,2	1,23	0,3	0,13
T3/R4	7,0	1,3	0,31	0,13
T4/R1	5,6	1,26	0,3	0,18
T4/R2	4,2	1,15	0,32	0,23
T4/R3	4,0	1,18	0,29	0,21
T4/R4	4,36	1,2	0,36	0,2

Ca= Calcio. Mg= Magnesio. K= Potasio Na= Sodio.

Tabla 48. Datos de medición para el tercer objetivo

Tratamientos/Repetición	Propiedades químicas del suelo					
	Al	H	CICe	Bas.	Ac.	Sat. Al.
	(Cmol(+) /kg)	(Cmol(+) /kg)		Camb. (%)	Camb. (%)	
T1/R1	0,15	0,05	4,11	95,16	4,84	3,63
T1/R2	0,15	0,05	4,13	95,16	4,84	3,63
T1/R3	0,15	0,04	4,13	95,16	4,84	3,61
T1/R4	0,14	0,05	4,12	95,14	4,84	3,62
T2/R1				100,00	0,00	0,00
T2/R2				100,00	0,00	0,00
T2/R3				100,00	0,00	0,00
T2/R4				100,00	0,00	0,00
T3/R1				100,00	0,00	0,00
T3/R2				100,00	0,00	0,00
T3/R3				100,00	0,00	0,00
T3/R4				100,00	0,00	0,00
T4/R1				100,00	0,00	0,00
T4/R2				100,00	0,00	0,00
T4/R3				100,00	0,00	0,00
T4/R4				100,00	0,00	0,00

Al= Aluminio. H= Hidrógeno

Tabla 49. Datos de meteorológicos durante la ejecución

Meses	Temperatura (°C)		Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	MAX	MIN		
1ra	32.25	22.01	68.32	68.40
2da	30.49	23.95	66.61	480.40
3ra	29.65	21.29	75.97	513.20
4ta	30.28	28.29	79.36	432.00
5ta	29.83	26.05	79.88	560.00
6ta	29.63	27.28	74.45	156.40
Promedio	29.35	25.98	74.10	368.40

Tabla 50. Análisis de suelos de las 16 repeticiones

N°	DATOS	ANALISIS MECANICO				Ph	M.O	N	P	K	CAMBIABLES Cmol(+)/kg							%	%	%
		Arena	Arcilla	Limo	Textura	1. 1	%	%	disponible	CIC	Ca	Mg	k	Na	Al	H	CICe	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al.
		%	%	%					ppm	ppm										
1	T1R1	65	14	21	franco arenoso	5.4	2.79	0.14	9.31	60.7	3.08	0.85		0.12	0.15	0.05	4.11	95.16	4.84	3.63
2	T1R2	61	14	22	franco arenoso	5.5	2.8	0.14	9.31	60.72	6.35	3.08	0.85		0.15	0.05	4.13	95.16	4.84	3.63
3	T1R3	63	13	22	franco arenoso	5.4	2.78	0.14	9.31	60.72		3.08	0.85	0.29	0.15	0.04	4.13	95.16	4.84	3.61
4	T1R4	65	14	22	franco arenoso	5.4	2.78	0.14	9.3	60.71		3.08	0.85	0.3	0.14	0.05	4.12	95.14	4.84	3.62
5	T2R1	61	12	23	franco arenoso	5.6	4	0.2	12.65	127.6	5.4	3.9	0.9	0.32	0.16			100	0	0
6	T2R2	64	16	25	franco arenoso	5.62	4.2	0.18	12.6	127.58	5.38	3.87	0.9	0.35	0.14			100	0	0
7	T2R3	64	15	26	franco arenoso	5.5	4	0.22	12.56	127.5	5.35	3.96	0.7	0.3	0.16			100	0	0
8	T2R4	63	12	25	franco arenoso	5.54	4.06	0.2	12.69	127.54	5.32	3.92	0.9	0.35	0.16			100	0	0
9	T3R1	65	15	21	franco arenoso	5.81	4	0.18	21.1	110.5	5.27	5.89	1.35	0.29	0.12			100	0	0
10	T3R2	62	15	24	franco arenoso	5.78	3.6	0.21	20.6	115.08	6.7	6.37	1.27	0.4	0.1			100	0	0
11	T3R3	67	12	21	franco arenoso	5.82	3.41	0.17	19.88	103.45	8.85	7.2	1.23	0.3	0.13			100	0	0
12	T3R4	65	16	23	franco arenoso	5.85	3.49	0.2	21	120.38	6.2	7	1.3	0.31	0.13			100	0	0
13	T4R1	64	16	24	franco arenoso	5.83	4.6	0.19	22.68	117.28	6.14	5.6	1.26	0.3	0.18			100	0	0
14	T4R2	63	12	25	franco arenoso	5.87	4.49	0.22	23.97	120.95	5.89	4.2	1.15	0.32	0.23			100	0	0
15	T4R3	63	15	21	franco arenoso	5.76	4.52	0.21	22.56	124.26	5.25	4	1.18	0.29	0.21			100	0	0
16	T4R4	66	13	26	franco arenoso	5.8	4.43	0.23	22	125.41	5.2	4.36	1.2	0.36	0.2			100	0	0