

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



CRECIMIENTO DE TORNILLO (*Cedrelinga cateniformis* Ducke, MIMOSACEAE)

BAJO EFECTO DE BOCASHI EN SUELOS DEGRADADOS

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

GARCIA NAMUCHE, MIGUEL ANGEL

Tingo María – Perú

2023



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



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°104-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 25 de octubre de 2023, a horas 10:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“CRECIMIENTO DE TORNILLO (*Cedrelinga cateniformes* Ducke,
MIMOSACEAE) BAJO EFECTO DE BOCASHI EN SUELOS
DEGRADADOS”**

Presentado por el Bachiller: **GARCIA NAMUCHE, MIGUEL ANGEL** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “**MUY BUENA**”.

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

Tingo María, 23 de noviembre de 2023

Ing. M. Sc. **RAÚL ARAUJO TORRES**
PRESIDENTE

Dr. **JOSÉ DOLORES LÉVANO CRISÓSTOMO**
MIEMBRO



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

Ing. M. Sc. **EDILBERTO DÍAZ QUINTANA**
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 323 - 2023 - CS-RIDUNAS

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

CERTIFICA QUE:

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

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CRECIMIENTO DE TORNILLO (Cedrelinga cateniformis Ducke, MIMOSACEAE) BAJO EFECTO DE BOCASHI EN SUELOS DEGRADADOS	GARCIA NAMUCHE, MIGUEL ANGEL	19 % Diecinueve

Tingo María, 29 de noviembre de 2023



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

Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

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



CRECIMIENTO DE TORNILLO (*Cedrelinga cateniformis* DUCKE, MIMOSACEAE)
BAJO EFECTO DE BOCASHI EN SUELOS DEGRADADOS

Autor	: Garcia Namuche, Miguel Angel
Asesor	: Díaz Quintana, Edilberto Dionisio Armas, José Antonio
Programa de investigación	: <i>Gestión de bosques y plantaciones forestales</i>
Línea de investigación	: Silvicultura, Dendrología, Manejo y Ordenación Forestal
Eje temático	: Instalación, producción, manejo en viveros y plantaciones
Lugar de ejecución	: Pumahuasi
Duración	: 10 meses
Financiamiento	: Propio:S/. 2 168.00

Tingo María – Perú

2023



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISTA**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables.
Título de tesis	: CRECIMIENTO DE TORNILLO (Cedrelinga cateniformis Ducke, MIMOSACEAE) BAJO EFECTO DE BOCASHI EN SUELOS DEGRADADOS
Autor	: Miguel Angel Garcia Namuche.
Asesor de tesis	: Ing. M.Sc. Edilberto Diaz Quintana
Co asesor de tesis	: Ing M.Sc. Jose Antonio Dionisio Armas
Escuela Profesional	: Ingeniería Forestal.
Programa de investigación	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales.
Línea(s) de investigación	: Silvicultura, Dendrología, Manejo y Ordenación Forestal
Eje Temático	: Instalación, producción, manejo en viveros y plantaciones
Lugar de ejecución	: Pumahuasi
Duración	: Inicio : Julio 2021 Término : Mayo 2022
Financiamiento	: FEDU : S/0.00 Propio : S/2,168.00 Otros : S/.0.00

Tingo María, Perú, noviembre 2023.

Miguel Angel Garcia Namuche
Tesista

Ing. M.Sc. Edilberto Diaz Quintana
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, Quien guio mi sendero y me ha dirigido por el camino correcto, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mi tropiezo.

A mis queridos padres; Carmencita Zoila Namuche Rodríguez y Abel Garcia Higinio.

Mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor.

A mi enamorada Carminia quien me brinda su apoyo y ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

A mis hermanos, Milagros, Arnold, Junnior, Jordy y Jorge: porque son la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mi meta, gracias a ellos por confiar siempre en mí.

A mi mamita Zelmira, por aconsejarme en mis decisiones y proyectos que he emprendido en la vida, tú eres y serás siempre mi segunda madre.

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, Ing. M. Sc Edilberto Diaz Quintana y, Ing. M. Sc José Antonio Dionisio Armas, por el asesoramiento durante la ejecución del trabajo de investigación.
- A los miembros del jurado de investigación, por sus propuestas y aportes con la finalidad de mejorar el informe de investigación.
- A mis amigos Denys, Jhon Jairo, Manuel, Brian, Gianella, Gary, Emerson, Sunyatsen y aquellos quienes compartieron invalorable momentos durante mi etapa universitaria.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Generalidades de la especie	3
2.1.2. Abono orgánico bocashi	6
2.2. Estado del arte.....	8
2.2.1. Sobre <i>Cedrelinga cateniformis</i> “tornillo”.....	8
2.2.2. Sobre la aplicación de abono orgánico bocashi	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Características de la zona.....	11
3.1.1. Lugar de ejecución.....	11
3.1.2. Ubicación geográfica	11
3.1.3. Zona de vida.....	11
3.1.4. Condiciones climáticas	11
3.1.5. Vegetación	11
3.1.6. Suelo	11
3.1.7. Condiciones fisiográficas.....	12
3.2. Materiales y métodos	12
3.2.1. Materiales y equipos	12
3.2.2. Metodología.....	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. Crecimiento de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	18
4.1.1. Crecimiento en altura.....	18
4.1.2. Crecimiento en diámetro.....	21

4.1.3. Índice de robustez	24
4.2. Supervivencia de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	25
4.3. Composición química del suelo	27
V. CONCLUSIONES	29
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	30
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Contenido de nutrientes del bocashi en Coyena, Costa Rica	8
2. Contenido de nutrientes del bocashi de la finca San Felipe, Pumahuasi.	8
3. Coordenadas UTM de los lugares de ejecución del experimento.	11
4. Clasificación de índices de calidad para latifoliadas.....	14
5. Descripción de los tratamientos.	14
6. Análisis de varianza	15
7. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de las plantas de <i>C. cateniformis</i> en el sector Cafesa – Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado, de agosto del 2021 a marzo del 2022.....	18
8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de las plantas de <i>C. cateniformis</i> en el sector Cafesa – Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado, de agosto del 2021 a marzo del 2022.....	19
9. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para el diámetro promedio de las plantas de <i>C. cateniformis</i> en el sector Cafesa – Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado, de agosto del 2021 a marzo del 2022.....	22
10. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el diámetro promedio de las plantas de <i>C. cateniformis</i> en el sector Cafesa – Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado, de agosto del 2021 a marzo del 2022.	22
11. Análisis de varianza de supervivencia de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	26
12. Análisis químico de suelo del campo experimental.	28
13. Medidas registradas el día del trasplante.....	37
14. Medidas registradas a los 60 días después del trasplante.....	38
15. Medidas registradas a los 120 días después del trasplante.....	39
16. Medidas registradas a los 180 días después del trasplante.....	40
17. Medidas registradas a los 240 días después del trasplante.....	41
18. Análisis de varianza de altura el día de trasplante.....	42
19. Análisis de varianza de altura 60 días después del trasplante	42
20. Análisis de varianza de altura 120 días después del trasplante	42
21. Análisis de varianza de altura 180 días después del trasplante	43
22. Análisis de varianza de altura 240 días después del trasplante	43

23.	Análisis de varianza de diámetro el día del trasplante.	43
24.	Análisis de varianza de diámetro 60 días después del trasplante.....	44
25.	Análisis de varianza de diámetro 120 días después del trasplante.....	44
26.	Análisis de varianza de diámetro 180 días después del trasplante.....	44
27.	Análisis de varianza de diámetro 240 días después del trasplante.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Disposición de los tratamientos en campo experimental.	16
2. Unidad experimental.	16
3. Línea de tendencia de la altura de <i>C. cateniformis</i> a partir de cinco evaluaciones hasta los 240 días después del trasplante.....	19
4. Incremento medio anual en altura de <i>C. cateniformis</i> durante el primer año	21
5. Línea de tendencia del diámetro de <i>C. cateniformis</i> a partir de cinco evaluaciones hasta los 240 días después del trasplante	23
6. Incremento medio anual del diámetro de <i>C. cateniformis</i> durante el primer año.	24
7. Comportamiento temporal del índice de robustez de <i>C. cateniformis</i>	25
8. Porcentaje de supervivencia a los 240 ddt	26
9. Preparación del terreno para la instalación de <i>C. cateniformis</i>	46
10. Medición de diámetro de plántulas <i>C. cateniformis</i>	46
11. Medición de altura de plántulas <i>C. cateniformis</i>	47
12. Mapa de ubicación del lugar de ejecución de la tesis	47
13. Análisis inicial de suelo del campo experimental.	49
14. Análisis final de suelo del campo experimental... ..	50
15. Análisis de materia orgánica del bocashi... ..	51

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” bajo efecto de bocashi en suelos degradados; para ello, se empleó el diseño con Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos, incluyendo un testigo, y cuatro repeticiones. Para el tratamiento T₁ se utilizó el abono orgánico bocashi a una dosis de 1 kg/planta, para el tratamiento T₂, 2 kg/planta, y para el tratamiento T₃, 3 kg/planta. Se utilizaron plántulas de aproximadamente dos meses, y se sembraron a un distanciamiento de 5 x 10 m entre plantas e hileras respectivamente, correspondiendo nueve plantas a cada parcela y 36 por cada tratamiento. Los resultados del análisis de varianza para la altura detallan que hubo diferencia estadística ($\alpha > 0,05$) para el efecto de tratamientos, y se determinó que el mejor resultado en cuanto a crecimiento de altura y diámetro, así como de supervivencia fue con el tratamiento T₃. Asimismo, la incorporación de las plántulas y del bocashi en el suelo, repercutió positivamente en las propiedades químicas del suelo.

Palabras clave: *C. cateniformis*, bocashi, crecimiento, supervivencia.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the growth of *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" under the effect of bocashi in degraded soils; for this, the Design with Completely Random Blocks (DBCR) was used, with four treatments, including a control, and four repetitions. For treatment T₁, bocashi organic fertilizer was used at a dose of 1 kg/plant, for treatment T₂, 2 kg/plant, and for treatment T₃, 3 kg/plant. Seedlings of approximately two months were used, and they were planted at a distance of 5 x 10 m between plants and rows respectively, corresponding to nine plants for each plot and 36 for each treatment. The results of the analysis of variance for the height detail that there was a statistical difference ($\alpha > 0.05$) for the effect of the treatments, and it was determined that the best result in terms of height and diameter growth, as well as survival was with the T₃ treatment. Likewise, the incorporation of seedlings and bocashi in the soil had a positive impact on the chemical properties of the soil.

Keywords: *C. cateniformis*, bocashi, growth, survival.

I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía peruana viene sufriendo la constante pérdida de sus bosques, ya sea por la agricultura migratoria o por la tala ilegal indiscriminada. Según el portal Gestión Perú (2020), el MINAM menciona que en el año 2019 la deforestación habría alcanzado 147 000 ha.

Las áreas del sector Pumahuasi, del distrito de Daniel Alomía Robles, no han sido ajenas a estos sucesos; evidencia de ello es que actualmente en la zona se pueden apreciar grandes extensiones de *Pteridium aquilinum* “macorilla” y/o cultivos de *Erythroxylum coca* “coca”. Las especies forestales existentes años atrás, fueron desplazadas para dar lugar a la agricultura migratoria, ocasionando deforestación y empobrecimiento de los suelos. Debido a su creciente demanda y baja regeneración natural, entre las especies forestales más afectadas se encuentra *Cedrelinga cateniformis* “tornillo”.

En el Perú, la producción de tornillo mostró un decrecimiento durante el periodo 1997 – 2006, pasando de 128 676 m³ en 1997 a 82 625 m³ de madera aserrada en 2006, y de 207 397 m³ en 1997 a 139 699 m³ de madera rolliza en el año 2006 (IIAP 2009). Asimismo, tuvo un volumen de producción de madera aserrada de 94 142 m³ el 2014 y 98 429 m³ el 2015 (FAO, 2018).

La especie lidera la producción de madera rolliza en departamentos como Ucayali (19,00 %), San Martín (36,20 %) y Junín (44,64 %) (FAO, s/f)

Dado que su madera es muy cotizada, el uso de esta especie con motivos de reforestación podría resultar una idea atractiva para el agricultor, teniendo en cuenta que es posible asociarlo con cultivos de café, cacao, cítricos, etc. Sin embargo, estas actividades se ven afectadas por algunos problemas como el prendimiento, sobrevivencia y estado fitosanitario de los cultivos al ser trasplantados a campo definitivo. Pese a esto, se ha visto que en muchas especies el uso de abonos orgánicos aplicados en los niveles adecuados ha aumentado el crecimiento y supervivencia de plantas con calidad en suelos degradados. En tal sentido, y debido a que el abono orgánico bocashi es muy recomendado y asequible, la presente investigación pretende generar información que pueda respaldar su uso como alternativa eficaz en la producción de *C. cateniformis*.

Ante lo mencionado, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo influye la aplicación del abono orgánico bocashi en el crecimiento y supervivencia de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y en las propiedades químicas del suelo en campo definitivo?

Por lo mismo, la presente investigación se plantea como hipótesis: La aplicación del abono orgánico bocashi mejora los niveles de crecimiento y supervivencia de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo”.

Con la finalidad de conocer la respuesta, se busca alcanzar los siguientes objetivos:

General:

- Evaluar el crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” bajo efecto de bocashi en suelos degradados.

Específicos:

- Analizar el efecto de niveles de abono orgánico bocashi en el crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” en suelos degradados.
- Evaluar el efecto de niveles de abono orgánico bocashi en el porcentaje de supervivencia de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” en suelos degradados.
- Determinar el efecto del abono orgánico bocashi en las propiedades químicas de suelo degradado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades de la especie

a. Taxonomía

Según Cronquist (1981), tiene la siguiente clasificación:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Fabales
Familia	: Mimosaceae
Género	: <i>Cedrelinga</i>
Especie	: <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke.

Adopta distintos nombres vernaculares, siendo conocido como cedro rana, parica (Brasil), chuncho, seique (Ecuador) y achapo (Colombia). Reynel et al., (2003) indica que en la selva central del Perú la especie *C. cateniformis* conocido como “Tornillo” y en la Amazonía como “pino peruano”. En el mercado internacional es este último nombre el que se suele utilizar.

b. Descripción botánica

Cedrelinga cateniformis “tornillo”, se encuentra en el estrato dominante y codominante de bosques primarios, alcanzando una altura de hasta 55 m y un dap de 220 cm. El tallo es recto, la corteza con grietas de 1 a 2 cm de grosor, raíces superficiales y aletas grandes. Las flores son hermafroditas y blancas. Posee inflorescencia terminal en pequeñas cabezuelas. Las hojas son alternas, glabras y bipinnadas. El fruto es tipo legumbre, lomento membranoso, se compone de 6 a 12 artejos plegados en zig – zag, oblongo ovales, que pueden alcanzar los 50 cm de longitud. Las semillas que posee son aplanadas, en forma de habas, con un largo de 2 cm, un ancho de 1,90 cm y un espesor de 0,30 cm, con un peso aproximado de 1,70 gr, y muy susceptible al ataque de hongos (Angulo, 2018).

c. Semillas

Flores (2006), menciona que, en la Amazonía peruana, los frutos caen con mayor frecuencia en febrero. En cada fruto se encuentra entre 2 a 7 semillas grandes pero delgadas, de 1,8 a 3,5 cm de largo y 1,0 a 2,5 cm de ancho y puede haber entre 1 300 y 1600 semillas en 1 kilo.

Las semillas germinan de 5 a 12 días después de sembradas. Si estas son recientemente cosechadas se obtiene una germinación entre 80 – 90%. Estas son difíciles de conservar debido a su cualidad recalcitrante; pasados los 60 días, las semillas almacenadas a temperatura ambiente normalmente no germinan (Flores, 2006).

La siembra a campo definitivo se realiza en época lluviosa; es decir, durante el periodo noviembre - febrero, pues esto permite asegurar un prendimiento óptimo y un incremento de supervivencia de las plántulas, pues se encontrarán vigorosas para poder soportar épocas de sequías que sigue luego de establecer la plantación (IIAP. 2009)

d. Germinación y crecimiento

La mejor germinación se da en suelos donde previamente se realizó limpieza de las malezas y hojarascas. En condiciones óptimas, el proceso es rápido y homogéneo, que varía entre los 5 y 20 días posterior de la caída de semilla. Luego del primer mes las plántulas pueden medir 12 cm de altura.

Es normal que, especies con un gran requerimiento de luz como “*Cedrelinga*” muestren un rápido crecimiento inicial, y que en los lugares donde se presenta la caída de un árbol grande exista una competencia por la luz en los aclareos que esto produce (Schwyzer, 1981).

Maruyama (1987) menciona que, inicialmente, la planta de tornillo es tolerante a la sombra, aunque por corto tiempo. Posteriormente, para su desarrollo, requiere luz en grandes cantidades, por lo que en lugares con mayor luminosidad se ha notado mayor crecimiento.

e. Establecimiento y manejo

Según Flores (2006), *C. cateniformis* se considera de mediano a rápido crecimiento. Diversos estudios muestran un buen crecimiento en líneas de enriquecimiento, sistemas agroforestales y plantaciones puras. El autor menciona también que determinar una densidad adecuada a utilizar dependerá de los objetivos de la plantación, pues el espaciamiento lineal puede tener influencia en el tiempo de espera para la cosecha. Para las plantaciones puras, inicialmente se puede considerar un distanciamiento desde 2,5 x 2,5 m a 3,0 x 3,0 m; posteriormente será necesario raleo en dos o tres ocasiones. Asimismo, se ha estimado que 100 árboles por hectárea sería una densidad final óptima.

Esta especie tiene algunas características que la hacen deseable para su uso en sistemas agroforestales, pues fijan nitrógeno y son de rápido crecimiento, además de tener copa medianamente amplia y un buen sistema radicular. Cuando se asocia con cultivos perennes o anuales, la distancia entre árboles puede aumentar incluso hasta 10 x 10 m (Flores, 2010).

f. Distribución geográfica y ecológica

En la Amazonía peruana, habita en las regiones de Loreto, Junín, Ucayali, Huánuco y Madre de Dios, entre los 200 a 1 200 msnm. La especie presenta tendencia esciófita, que prefiere las áreas de elevada y constante pluviosidad (Reynel et al., 2003). Según Angulo (2014), crece en suelos ultisoles, con alto contenido de aluminio y buen drenaje; arcillosos y ácidos, con pH de 4,50 a 5,50. Menciona también que no soporta inundaciones.

Aróstegui et al., (1992) señala que se distribuye de manera natural en América del sur, en países como Perú, Colombia, Ecuador y Brasil, desde los 120 hasta los 800 msnm, con temperatura entre los 23 y 38°C, y precipitaciones anuales de 2500 a 3800 mm.

El mismo autor refiere que puede desarrollarse en una extensa variedad de climas y suelos, pues en cuanto a la fertilidad de los suelos no es muy exigente. Su amplia distribución ecológica abarca el bosque seco tropical, bosque húmedo tropical, bosque húmedo sub-tropical y bosque muy húmedo sub-tropical.

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN (1976), menciona que el “tornillo” se considera una especie gregaria, pues se le encuentra forma de manchales, asociado con especies como “moena” (*Ocotea*, géneros *Aniba*, *Nectandra* y *Persea*), “quinilla” (*Manilkara bidentata*), “nogal” (*Juglans neotropica*), “mashonaste” (*Clarisia sp.*), “shimbillo” (*Inga sp.*), “cedro” (*Cedrela odorata*), “capirona” (*Calycophyllum sp.*) “bolaina” (*Guazuma sp.*), “cumala” (*Virola sp.*), entre otros.

g. Importancia y usos

En la actualidad es la especie forestal nativa más prometedora en la Amazonía del Perú, con valiosas características maderables y un uso muy difundido. Es una de las maderas que están siendo más usadas, desde el enfoque comercial y económico, por lo que es considerada una de las cinco especies forestales más valoradas por los pobladores de la Amazonía (Campos, 2009).

La madera es muy trabajable y en el Perú tiene un gran mercado para la carpintería, construcción y ebanistería. Es semidura y semipesada, de gran durabilidad y excelente calidad. También posee grano recto ha entrecruzado, color blanquecino a rosado y textura gruesa. (Reynel et al., 2003).

Debido a la buena capacidad de buen crecimiento en altura y diámetro, y alta tasa de supervivencia en fajas y campos abiertos, muchos autores recomiendan establecer plantaciones comerciales de *C. cateniformis*, prevaleciendo en la reforestación área de laderas abandonadas (Campos, 2009).

2.1.2. Abono orgánico bocashi

Según la FAO (2011), la palabra “bocashi” proviene del idioma japonés, en la producción de abonos orgánicos fermentados, se refiere cocer al vapor los compuestos del abono, utilizando el calor generado en la fermentación aeróbica de los mismos.

El bocashi tiene como objetivo principal la activación y el aumento de la cantidad de microorganismos beneficioso en el suelo, así mismo, nutre los cultivos. Puede usarse dentro de los 5 a 21 días posteriores al tratamiento (fermentación), incluso si la materia orgánica no se ha terminado de descomponer del todo se utiliza en la producción de cultivos (Martínez, 2004).

a. Ventajas del bocashi

Frente a otros abonos orgánicos, la FAO (2011) menciona las siguientes ventajas del bocashi:

- No hay formación de malos olores ni gases tóxicos.
- La cantidad que se produce puede ser adaptado a las necesidades.
- No hay problema en el transporte y almacenamiento.
- Se desactivan agentes patógenos perjudiciales que podrían llegar a causar enfermedades en los cultivos.
- El producto se puede usar de inmediato después de la preparación.
- Su producción requiere de un bajo costo
- Se elaboran con materiales muy conocidos y que resultan fáciles de conseguir por los productores.
- Los materiales son variables y están disponibles en las distintas áreas de trabajo; además, la creatividad de los productores, hace que los ingredientes y preparaciones puedan ser variadas, lo que permite hacerlas más apropiadas a cada condición rural o actividad agrícola.

b. Aportes de los ingredientes para la elaboración del bocashi

Según la FAO (2011), los principales aportes de los ingredientes son:

El carbón vegetal: Su función es mejorar las propiedades físicas del suelo, como su estructura, proporcionando una mejor distribución radicular, la absorción de humedad y la aireación. Beneficia la actividad macro y microbiológica del suelo, además favorece la retención, filtración y liberación progresivamente nutrientes a las plantas, reduciendo el lavado y pérdida de los nutrientes en el suelo. Permite una buena oxigenación del abono, funciona como un regulador térmico del sistema radicular de las plantas. Por último, la descomposición total del carbón vegetal en el suelo dará como resultado, humus.

Gallinaza o estiércol: Es la principal fuente de nitrógeno en la producción de este tipo de abono. Mejora principalmente la vitalidad y la fertilidad del suelo con nutrientes como potasio, fósforo, magnesio, calcio, manganeso, hierro, boro, cobre y zinc, etc.

Cascara de arroz: Favorece en la absorción de humedad, aireación y el filtrado de nutrientes, además de incrementar la actividad macro y microbiológica del suelo, estimulando el desarrollo abundante y uniforme de las raíces. Es también una fuente rica en silicio, haciendo a las plantas más resistentes ante enfermedades y plagas. A la larga, se vuelve en una fuente de humus.

Salvado de arroz o afrecho: Gracias a las vitaminas complejas, favorece altamente la fermentación de los abonos. Proporciona, nitrógeno, activación hormonal, y cuando sus carbohidratos se fermentan es rico en otros nutrientes muy complejos, teniendo presente además minerales como potasio, fósforo, calcio y magnesio.

Melaza de caña: Cuenta con niveles altos de potasio, fósforo, calcio, y magnesio, es la principal fuente de energía en el proceso de fermentación de los abonos orgánicos, que favorece la reproducción de la actividad macro y microbiológica del suelo. Contiene además manganeso, boro, zinc, y hierro.

Levadura, manto forestal o tierra de floresta: Son la fuente principal de inoculación macro y microbiológica para la producción de los abonos orgánicos.

Tierra común: Su función es asegurar una mayor uniformidad física al abono y la distribución de su humedad; aumentando un ambiente propicio para el desarrollo de las actividades microbiológicas de los abonos, pues puede ocupar hasta la tercera parte del abono, y, consecuentemente, ayuda a lograr una buena fermentación.

Cal agrícola o Carbonato de calcio: Tiene la función de regular la acidez que se produce en el proceso de fermentación del abono orgánico; además, propicia una condición ideal para el buen desarrollo de la reproducción y actividad macro y microbiológica durante la misma.

Agua: Homogeniza la humedad de todos los ingredientes.

c. Contenido de nutrientes del bocashi

Debido a que los ingredientes para la producción del bocashi son variados, pues puede prepararse con aquellos que se encuentran disponibles, la proporción de nutrientes presentes en el producto final también lo es. Así lo muestran los análisis realizados por Rodríguez y Paniagua (1994) en Coyena, Costa Rica (Tabla 1). Del mismo modo, Ríos (2015) muestra sus propios resultados obtenidos tras llevar a analizar el bocashi elaborado en la Finca San Felipe, ubicado en Pumahuasi (Tabla 2).

Tabla 1. Contenido de nutrientes del bocashi en Coyena, Costa Rica.

Elemento	Valor
Calcio	2,05 %
Nitrógeno	1,18 %
Fósforo	0,70 %
Potasio	0,50 %
Hierro	2,034 mg/lt
Manganeso	506 mg/lt
Zinc	61 mg/lt
Cobre	19 mg/lt
Boro	14 mg/lt

Fuente: Rodríguez y Paniagua (1994).

Tabla 2. Contenido de nutrientes del bocashi de la finca San Felipe, Pumahuasi.

Abono	Material orgánico	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
Bocashi	88,20 %	3,10 %	60000 pm	45000 ppm	1,84 %	1,10 %

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo UNAS-Tingo María, 2015.

2.2. Estado del arte

2.2.1. Sobre *Cedrelinga cateniformis* “tornillo”

Robles (2017), en su investigación “Manejo de plántulas de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo”, en vivero con diferentes sustratos orgánicos, Puerto Almendras, Loreto, Perú” se plantea determinar el incremento en altura y diámetro de las plántulas de la especie en estudio a los 120 días, por tratamiento y testigo.

En sus resultados se observa que, al evaluar las plántulas, el mayor incremento en altura se presentó en el tratamiento T₃, compuesto por tierra natural (30 %) + aserrín descompuesto (20 %) + palo podrido (30 %) + arena (20 %), con promedio de 4,58 cm al final del estudio; después con 3,78 cm de incremento el testigo T₀ tierra natural (100%).

Rojas (2015), en su tesis titulada “Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke), en Tingo María” investigó la producción de plantones de tornillo en fase de vivero, desde febrero a agosto, teniendo como objetivo determinar el crecimiento de altura y diámetro, biomasa aérea, biomasa radicular y calidad de plantones. Sus resultados muestran que T₀ (sustrato de bosque) ha presentado mayor

valor en altura, diámetro y biomasa radicular, teniendo 20,88 cm, 3,51 mm y 0,51 g respectivamente, ante sustrato combinado con enmiendas o abonos.

Zelada (2014), en su tesis titulada “Manejo de regeneración natural, en vivero, de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo”, utilizando diversos sustratos. Puerto Almendras, Loreto, Perú”, de una duración de 150 días, presenta en sus resultados que el tratamiento testigo (tierra natural) alcanzó una supervivencia de 51 %, pero sólo el 29 % de estas se pueden clasificar de calidad buena. Sin embargo, este tratamiento tuvo menores resultados en cuanto a incremento en altura (3 cm) y diámetro (0,77 cm) frente a otros tratamientos compuestos, aunque no existe diferencia significativa según la prueba de Tukey.

Arias (2012) entre los resultados de su investigación titulada “Germinación de *Cedrelinga cateniformis* Ducke ‘tornillo’ aplicando tratamiento pre - germinativo en vivero, Puerto Almendra, Iquitos - Perú”, presenta que el tratamiento testigo tuvo un 81,60 % de poder germinativo, con una germinación promedio de 27 días, y una altura de 20 cm en promedio a los 80 días de duración del experimento.

Asimismo, el autor concluye que el tratamiento óptimo fue T₃ (Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 96 horas). Los resultados que presenta respecto al poder germinativo son de 100%, con una germinación promedio de 11 días en las tres repeticiones. De igual manera, con este tratamiento se logró la mayor altura promedio a los 80 días, siendo este valor de 35 cm.

Burgos (1955), en su investigación sobre las “Posibilidades de la repoblación natural y semi artificial del “Tornillo” *Cedrelinga cateniformis* Ducke, en Tingo María”, realizó la siembra de la especie en estudio en fajas enfocadas de Este a Oeste, cuyas áreas pertenecen geográficamente a “colina alta” desde los 720 y 760 m.s.n.m., usando brinzales de “Tornillo” de aproximadamente un año de edad. Asimismo, manifiesta que, “el trasplante” de la regeneración natural se realizó con “pan de tierra” para garantizar el crecimiento. En las fajas se sembró 108 plántones de “Tornillo” y 108 plántones de caoba en una hectárea aproximadamente. Finalmente, en el transcurso de 3 años, los plántones de caoba no crecieron y desaparecieron.

El mismo autor refiere también que, de preferencia, la planta requiere terrenos de ladera antes que terrenos planos, y que, en cuanto a fertilidad del suelo, “cedrelinga” no es exigente

2.2.2. Sobre la aplicación de abono orgánico bocashi

Mallqui (2019) en su investigación sobre el “Efecto del compost y tamaño de hoyo en el crecimiento inicial de *Schizolobium amazonicum* huber. ex Ducke “pino chuncho”

en suelos degradados, muestra en sus resultados que la ventaja del uso de abono como fuente orgánica en el crecimiento del pino chuncho favoreció a las variables en estudio, debido a las mejorías en las propiedades de los suelos como es el caso del pH que en el compost aplicado (6,59) fue mayor al pH del suelo (4,96).

El autor recalca además las gran cantidad de investigaciones, cuyos resultados indican que el uso de residuos orgánicos mejoran el rendimiento y crecimiento de los cultivos agrícolas y forestales (Golabi et al., 2007; López-Pineiro et al., 2007), pero en el caso de los cultivos agrícolas algunos autores recalcan la limitación de su uso dado a que producen una bioacumulación de metales pesados en las plantas, alcanzando niveles tóxicos (Sánchez-Martín et al., 2007), aunque esto no es un problema de importancia en el establecimiento de plantas forestales como es el caso de la especie en estudio.

Ríos (2015), ha estudiado los “Efectos de aplicación del bocashi en el crecimiento del sachá inchi (*Piukenetia volubilis*) y recuperación de un suelo degradado en el distrito de Daniel Alomía Robles, Huánuco”, encontrando que la aplicación de 400 gr de bocashi (T₃) por plántula ha influenciado en el crecimiento de la especie de manera notoria, alcanzando 184 cm y 0 % de mortandad a los 4 meses (periodo de investigación).

El autor reporta también mejorías en las condiciones de fertilidad del suelo con este tratamiento, alcanzando mejores resultados como el incremento de pH desde 4,3 a 5,2, nitrógeno de 0,09 % a 0,24 %, materia orgánica de 2,0 % a 5,30 %, fósforo 7,7 ppm a 11,38 ppm, bases cambiables de 30,99 % a 95,06 %. Por último, se pudo lograr disminuir la acidez cambiabile de 69,01 % a 4,94 % y por ello, la saturación de aluminio en el suelo disminuyo de un 43,66 % a 2,47 %.

Huamancayo (2011) en su tesis titulada “Efecto del bocashi en las propiedades del suelo y en el crecimiento del cacao (*Theobroma cacao* L.) fase · vivero en Santa Rosa· Naranjillo”, concluye que el tratamiento T₁ relación (1:1) bocashi más suelo en los plantones de cacao CCN51 ha dado el mejor resultado en altura. De igual modo, este mismo tratamiento obtuvo el mayor diámetro ante los demás. Como resultados respecto al suelo, presenta un incremento de pH, un mayor contenido en fósforo y potasio, con 15,83 ppm y 364,56 K₂O respectivamente; y, por último, mayor contenido en materia orgánica (5,56 %) y nitrógeno (0,25 %).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características de la zona

3.1.1. Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en el sector Cafesa – Pumahuasi, distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco (Anexo: Figura 12). Posteriormente, el estudio se complementó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) – Tingo María.

3.1.2. Ubicación geográfica

El área donde se llevó a cabo el diseño experimental está georreferenciada con las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 3. Coordenadas UTM de los lugares de ejecución del experimento.

Lugar	Este	Norte	Altitud (msnm)
Cafesa (Pumahuasi)	398207	8983823	671

3.1.3. Zona de vida

Según la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y al diagrama bioclimático de Holdridge (1982), el clima abarca a la formación vegetal de bosque muy húmedo tropical (bmh-ST); y de acuerdo a las regiones naturales del Perú, según Pulgar (1938), corresponde a Rupa Rupa o Selva Alta.

3.1.4. Condiciones climáticas

El clima que presenta la zona de estudio es cálido, húmedo - lluvioso, teniendo las siguientes características:

- Temperatura promedio media anual de 25°.
- Precipitación promedio anual de 3,300 mm.
- Humedad relativa promedio de 85,67%.

3.1.5. Vegetación

El área donde se realizó la investigación presenta una vegetación de purma baja, con una extensión de ocho hectáreas, aproximadamente, donde predomina *Pteridium aquilinum* “macorilla”.

3.1.6. Suelo

La presencia de *P. aquilinum* en el área experimental fue indicador de un suelo degradado. La composición química del mismo fue determinada mediante un análisis en el Laboratorio de Suelos de la UNAS – Tingo María.

3.1.7. Condiciones fisiográficas

El terreno es de fisiografía plana, con una pendiente aproximada de 15 %.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Los principales materiales utilizados fueron las plántulas de *C. cateniformis* y el abono orgánico bocashi. También se utilizaron envases de plástico, machete, martillo, poseadora, pico, plumón, rafia, wincha de 30 m. Los equipos fueron una cámara fotográfica, computadora portátil y GPS marca Garmin.

3.2.2. Metodología

Selección del área experimental

Con el fin de evitar posteriores problemas de lixiviación del agua, se eligió como área experimental una zona con pendiente aproximada de 15%. El área corresponde a un terreno excocal, cuya cobertura predominante desde hace 5 – 6 años es *P. aquilinum*, lo que indica que es un suelo degradado.

Preparación del campo definitivo

El deshierbe se realizó usando machete y motocultivadora, eliminando toda la maleza existente en el lugar, entre ellas *P. aquilinum*, y dejándolo descomponer en el lugar.

Demarcación del terreno

Se realizó con wincha de 30 m y estacas, además de rafia para definir el área de los tratamientos y de los bloques, tal como se muestra en el diseño experimental (Figura 1).

Muestreo inicial del suelo

El muestreo del suelo se realizó en “zig-zag”. Debido a que el terreno es visiblemente homogéneo, se colectó sólo una muestra de suelo de toda el área. Mediante un tubo muestreador se recolectaron 21 submuestras a una profundidad de 30 cm, obteniendo aproximadamente 1 kg de muestra representativa que fue llevada al Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNAS. El procedimiento fue repetido al término de la investigación, con el fin de evaluar la mejoría en las propiedades del suelo.

Obtención del abono orgánico bocashi

El abono fue proporcionado por la finca San Felipe, ubicada en el caserío La Victoria, distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado.

Análisis del abono orgánico bocashi

Con la finalidad de conocer la proporción de nutrientes presentes en el abono orgánico bocashi, se tomó una muestra para ser enviada al Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Instalación de la plantación

La instalación de las plantas de *C. cateniformis* se realizó con la ayuda de una poseadora, distribuyéndolas dentro de cada parcela como se describe en la Figura 2, correspondiendo nueve individuos por parcela y un total de 144 plantas en campo. Flores (2006), señala que el distanciamiento es alrededor de 3 x 3 m, realizando dos o tres raleos después. Debido a que la investigación se realizó en un suelo degradado, se optó por un distanciamiento de 5 x 10 m.

Aplicación del abono orgánico bocashi

El abono fue aplicado de forma directa, alrededor de la planta, en las proporciones descritas en la Tabla 5. En total se hicieron dos aplicaciones: al momento de instalar las plantas en campo definitivo y al final del cuarto mes.

Medición de las variables

La altura se evaluó con ayuda de una cinta métrica, desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta; el diámetro se midió en la base del tallo (cuello de la planta) mediante un vernier mecánico; mientras que la mortalidad se determinó por conteo directo. En total se realizaron cinco evaluaciones en periodos de 60 días, correspondiendo la primera el día de instalación de las plantas (cero días después del trasplante “0 ddt”), y la última, ocho meses después (240 ddt).

Con los valores de la altura final e inicial se determinó el incremento medio anual de la altura mediante la Ecuación (1) (Roller, 1977; citado por Thompson, 1985):

$$IMAA = IA_8 * 12/8 \quad \dots \quad (1)$$

Donde:

IMAA = Incremento medio anual en altura.

IA₈ = incremento en altura en ocho meses (altura final – altura inicial).

12 = Meses del año.

8 = Periodo de evaluación en meses.

Con los valores del diámetro final e inicial se determinó el incremento medio anual del diámetro mediante la Ecuación (2) (Roller, 1977; citado por Thompson, 1985):

$$IMAD = ID_8 * 12/8 \quad \dots \quad (2)$$

Donde:

IMAD = Incremento medio anual en diámetro.

ID₈ = incremento en diámetro en ocho meses (altura final – altura inicial).

12 = Meses del año.

8 = Periodo de evaluación en meses.

Una vez obtenidas las alturas y diámetros, se procedió a determinar el índice de robustez, parámetro que relaciona la altura (cm) y el diámetro de la planta (mm), mediante la Ecuación (3) (Roller, 1977; citado por Thompson, 1985):

$$IR = IA \text{ (cm)} / ID \text{ (mm)} \quad \dots \quad (3)$$

Donde:

IR = Índice de robustez.

IA = Incremento en altura (cm)

ID = Incremento en diámetro (mm)

La evaluación de las variables se realizó de acuerdo con lo descrito, para posteriormente comparar los valores calculados con el índice de calidad sugerido por Rueda et al., (2012), descrito en la Tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de índices de calidad para latifoliadas.

Indicadores	Calidad baja	Calidad media	Calidad alta
Diámetro (mm)	< 2,50	2,50 – 4,90	≥ 5,00
Altura de planta (cm)	< 12,50	12,00 – 14,90	≥ 15,00
Índice de robustez	≥ 8,00	7,90 – 6,00	< 6,00

Fuente: Rueda et al. (2012).

Muestreo final del suelo

Al término de la investigación, como al inicio, se colectaron las muestras de suelo para llevarlas al Laboratorio de análisis de suelos y conocer la variación existente en su composición. Se aplicó la misma modalidad que en el muestreo inicial.

Descripción de los tratamientos

En la presente investigación se utilizaron plántulas de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” con dos meses de germinación, y el abono orgánico bocashi, en dosis de 0, 1, 2 y 3 kg/planta. Las dosis aplicadas estuvieron basadas en lo mencionado por la FAO (2011), que recomienda 0,9 kg/m² para árboles productivos. De esta manera, se obtuvieron un total de 4 tratamientos, tres de ellos bajo los efectos del abono orgánico bocashi, más un testigo.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	bocashi (kg/planta)	1ra aplicación (0 dda)	2da aplicación (120 dda)
T ₀ (Testigo)	0	-	-
T ₁	1	0,5	0,5
T ₂	2	1,0	1,0
T ₃	3	1,5	1,5

Análisis de varianza (ANVA)

En la Tabla 6 se detalla el análisis de varianza a utilizar en la investigación.

Tabla 6. Análisis de varianza.

Fuentes de variación	Grado de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal
Bloques	(r-1)	SCbloq	CMbloq	$\frac{CMbloque}{CMe}$
Tratamiento	(t-1)	SCtrat	CMtrat	$\frac{CMtrat}{CMe}$
Error Experimental	(r-1) (t-1)	SCe	CMe	
Total	tr-1	SCtotal		

Análisis de datos

Los resultados obtenidos de las mediciones de las variables se compilaron al software Excel 2010 para procesarlos en el paquete estadístico SPSS V.19 y determinar el análisis de varianza (ANVA) correspondiente. Asimismo, para realizar las comparaciones de medias entre uno y otro tratamiento se usó la prueba Duncan a un 95% de confiabilidad.

Nivel de investigación

De acuerdo a Supo (2012), el presente estudio corresponde al tipo experimental, pues existe intervención por parte del investigador.

Diseño estadístico

La investigación tuvo un Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = 1J + T_i + B_j + E_{ij} \quad , \text{ donde:}$$

Y_{ij} : Variable resultado u observación cualquiera

$1J$: Media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j : Efecto verdadero del j-ésimo bloque

E_{ij} : Efecto del error experimental

Disposición del área experimental

En la Figura 1 se muestra la disposición de los tratamientos en campo, y en la Figura 2, la distribución de los plántones en estos.

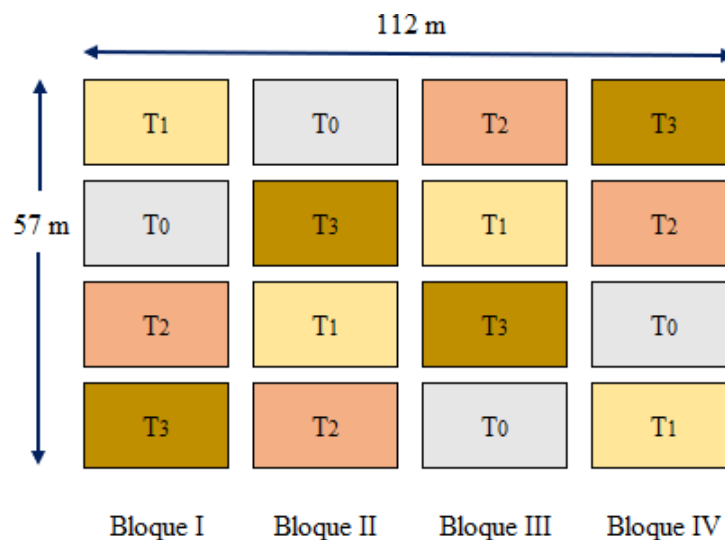


Figura 1. Disposición de los tratamientos en campo experimental.

- Área de parcelas (trat) : 12 x 22 m
- N° de parcelas : 16
- N° de plantas x parcela : 9
- N° de hileras x parcela : 3
- Distancia entre plantas : 5 x 10 m
- Área total : 6 384 m²

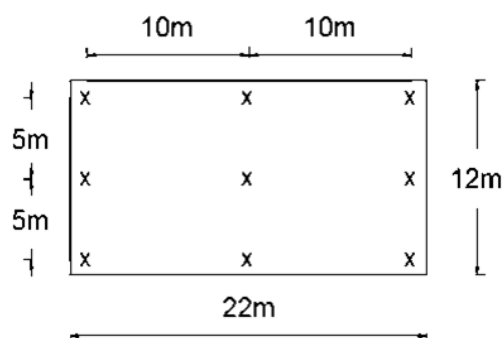


Figura 2. Unidad experimental.

- N° total de plantas : 144
- N° de plantas por tratamiento : 36
- N° de tratamientos : 4
- N° de repeticiones : 4
- Tamaño de número de unidades : 16
- Tamaño de la subunidades : 9

Variable independiente

- Nivel de aplicación del abono orgánico bocashi.

Variables dependientes

- Altura de la planta (cm).
- Diámetro de la planta (mm).
- Composición química del suelo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Crecimiento de *Cedrelinga cateniformis*

4.1.1. Crecimiento en altura

De acuerdo a la prueba de F del análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) de la altura de la planta de tornillo (Tabla 7), a los 240 días después del trasplante no se halló diferencias estadísticas significativas entre los bloques; sin embargo, en el mismo periodo se halló diferencia estadística significativa entre los tratamientos, debido a que el p-valor, valor estadístico de la probabilidad calculado, es menor que el nivel de probabilidad planteado (Anexo: Tabla 22); es decir, las diferentes dosis de bocashi tuvieron influencia en los resultados y que uno o algunos de los tratamientos estarían influenciando sobre estas evaluaciones (Martínez, 2012).

El coeficiente de variabilidad (CV) en la altura de la planta de *C. cateniformis* fue menor al 30 % (Tabla 7), valores excelentes en los experimentos en campo (Martínez, 2012), debido a que cuando más pequeño sea el CV, mayor confianza hay en los datos obtenidos (Reyes, 2010), por lo que podemos mencionar que existió similar comportamiento entre las unidades experimentales de cada tratamiento; es decir, los valores de altura de *C. cateniformis* en cada uno de los tratamientos tiene excelente homogeneidad, por lo que no son muy distantes en promedio (Martínez, 2012).

Tabla 7. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de las plantas de *C. cateniformis* en el sector Cafesa – Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado, de agosto del 2021 a marzo del 2022.

F.V.	gl	0 ddt		60 ddt		120 ddt		180 ddt		240 ddt	
		CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig
Bloque	3	73,26	*	63,13	*	62,34	NS	74,03	NS	200,99	NS
Tratamiento	3	9,02	NS	2,17	NS	37,69	NS	510,25	**	2019,84	**
Error	128	19,89		22,75		23,50		28,21		36,11	
Total	143										
C.V. (%)		20,98		19,85		16,93		14,62		12,88	
R ²		0,21		0,19		0,22		0,41		0,65	

*: Existe diferencia estadística significativa.

**: Existe diferencia estadística altamente significativa.

NS: No existe diferencia estadística significativa.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ANVA ($\alpha = 0,05$) (Tabla 7), se realizó la prueba de medias de Duncan ($\alpha = 0,05$), para la altura de las plantas de *C. cateniformis* en las evaluaciones realizadas durante la investigación. Se corrobora que

inicialmente no existió diferencia estadística significativa; sin embargo, al llegar a los 240 ddt, los tratamientos se dividen en cuatro subgrupos, correspondiendo el mayor valor al tratamiento T₃ (bocashi 3 kg/planta), con una altura promedio de 55,36 cm, mientras que el menor valor resultó con el tratamiento T₀ (testigo), con una altura promedio de 37,10 cm.

Tabla 8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de las plantas de *C. cateniformis* en el sector Cafesa – Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado, de agosto del 2021 a marzo del 2022.

0 ddt			60 ddt			120 ddt			180 ddt			240 ddt		
Trat	Media	Sig	Trat	Media	Sig	Trat	Media	Sig	Trat	Media	Sig	Trat	Media	Sig
T ₀	21,74	a	T ₃	24,41	a	T ₃	30,25	a	T ₃	40,92	a	T ₃	55,36	a
T ₃	21,45	a	T ₂	23,95	a	T ₂	28,94	a	T ₂	38,32	a	T ₂	50,47	b
T ₂	21,26	a	T ₁	23,89	a	T ₁	28,11	a	T ₁	33,72	b	T ₁	42,95	c
T ₁	20,57	a	T ₀	23,87	a	T ₀	27,92	a	T ₀	32,28	b	T ₀	37,10	d

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

T₀: testigo.

T₁: bocashi 1 kg/planta.

T₂: bocashi 2 kg/planta.

T₃: bocashi 3 kg/planta.

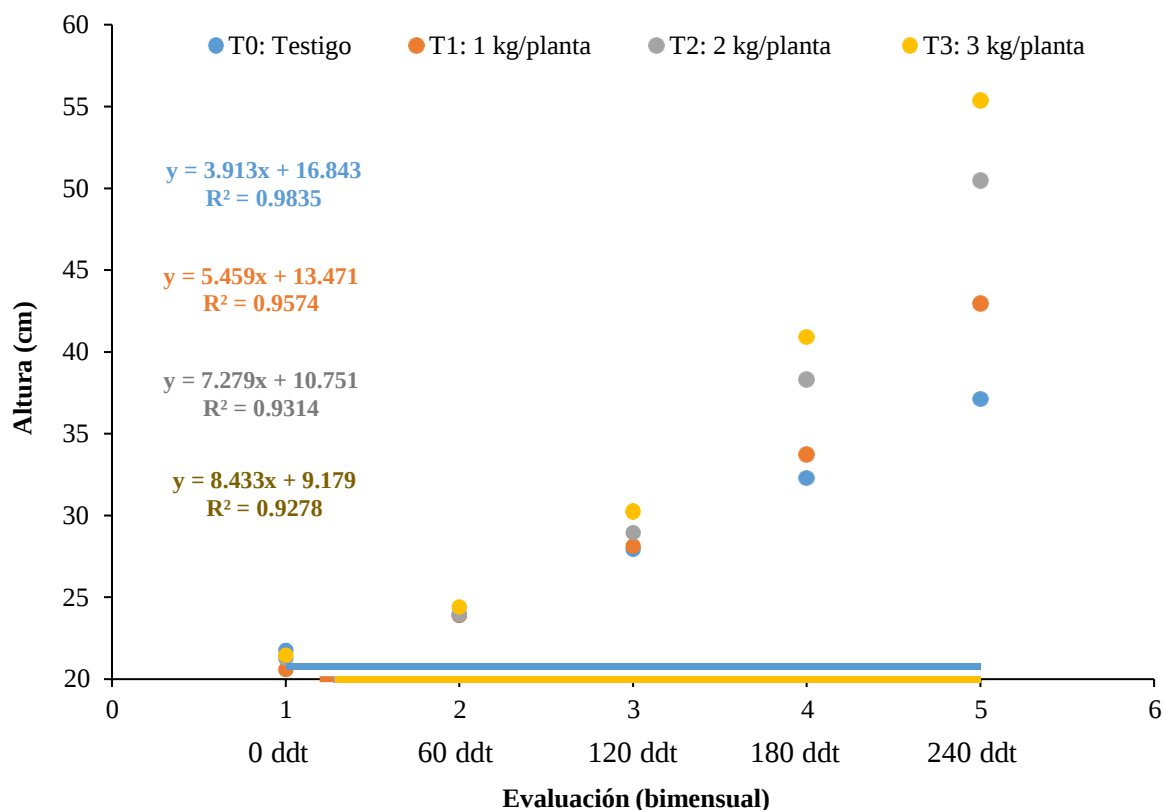


Figura 3. Línea de tendencia de la altura de *C. cateniformis* a partir de cinco evaluaciones hasta los 240 días después del trasplante.

En la Figura 3 se observa la línea de tendencia del crecimiento de altura durante el periodo de evaluación (240 ddt), además de la ecuación de regresión lineal, la cual permite predecir el valor de la altura durante los primeros meses, y el coeficiente de determinación (R^2) de cada tratamiento, lo que nos permite interpretar que existe una correlación positiva muy fuerte debido a que los valores de R^2 son mayores a 0,90 (Hernández et al., 2014). Con base a lo mencionado podemos indicar que el uso de abono bocashi ha sido beneficioso para el crecimiento de las plantas de *C. cateniformis*.

El crecimiento rápido en la fase inicial es característico de especies con altos requerimientos de luz, lo que confirma el comportamiento heliófilo de esta especie (López, 1980-1981). Esta variable es sencilla de medir, pero no brinda mucha información por sí sola, ya que proporciona solo una aproximación del área transpirante y fotosintetizante, ignorando la estructura del tallo (Birchler et al., 1998); asimismo, se puede manipular en viveros por medio del riego y la fertilización. Correlacionar solo la altura de la planta con el comportamiento en campo, ignorando otros parámetros, puede inducir a un error; otras investigaciones llegaron a la conclusión que la altura inicial de las plántulas no se relaciona con el crecimiento posterior de las plantas (Rojas, 2015). Por otro lado, también muestran que las ventajas del tamaño inicial de la planta persisten en el tiempo (Birchler et al., 1998).

Blaser et al. (s/f), señala que *C. cateniformis* alcanza los 2,5 m de altura en el primer año, lo cual es un valor muy alto respecto a los resultados de la presente investigación.

A partir de la última y primera evaluación realizada en campo, se calculó el incremento medio anual de altura - IMAA de cada tratamiento (Figura 4). Los resultados muestran una relación directamente proporcional entre el IMAA y la dosis utilizada en los tratamientos, de manera que el mayor incremento se obtuvo en el tratamiento T₃ (bocashi 3 kg/planta), alcanzando un valor de 50,72 cm; por otro lado, el menor resultado se dio con el tratamiento T₀ (testigo), con un valor de 22,23 cm. De acuerdo a esto, se considera que se obtuvieron resultados positivos con la aplicación de bocashi. Al respecto, Soto (2023), reporta valores de IMAA entre 18,37 y 82,79 cm, donde en cuatro de seis localidades mostró resultados por debajo de los 25 cm. En dicha investigación no se menciona el uso de fertilizantes, por lo que el incremento de 82,79 cm debe obedecer al distanciamiento utilizado (15 m en lindero) y a las mejores condiciones del suelo.

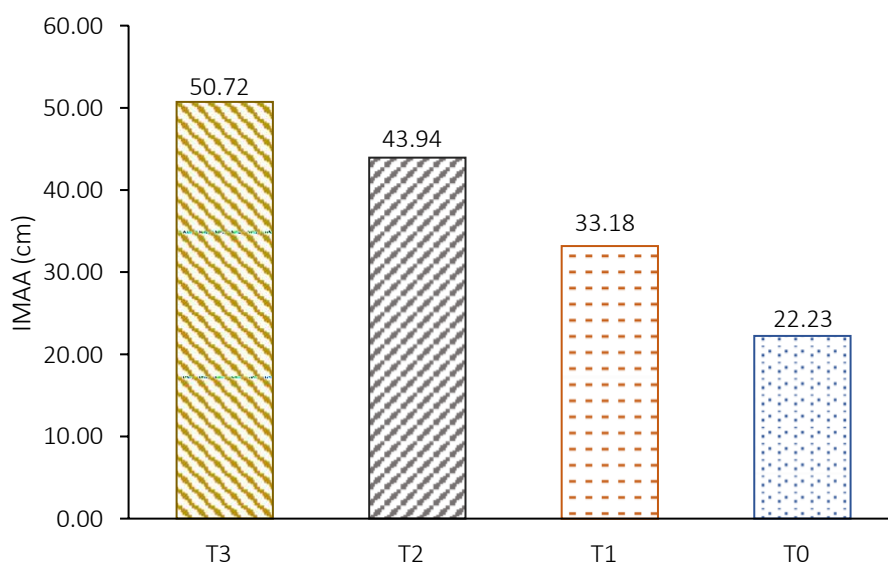


Figura 4. Incremento medio anual en altura de *C. cateniformis* durante el primer año.

De acuerdo a Rueda et al. (2012), la presente investigación tuvo plantas de alta calidad, pues el mencionado autor señala que, en las latifoliadas, si el crecimiento medio en altura es menor a 12 cm, las plantas son de baja calidad, y cuando el valor es igual o mayor a 15 cm las plantas se consideran de alta calidad; no obstante, Baluarte y Álvarez (2015) señalan que el incremento en altura fluctúa entre 3,09 y 3,62 m el primer año de vida, y que disminuye de 1,07 y 1,09 en las edades de 6 y 8 años. Por último, Pashanasi et al. (2022) investigó el crecimiento de tornillo dentro de un sistema agroforestal en multiestratos, concluyendo que esta especie tiene un crecimiento medio anual de 0,44 m el primer año, lo cual está dentro del rango de los promedios calculados.

4.1.2. Crecimiento en diámetro (mm)

De acuerdo a la prueba de F del análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del diámetro de la planta de tornillo (Tabla 9), a los 240 días después del trasplante no se halló diferencias estadísticas significativas entre los bloques; sin embargo, en el mismo periodo se halló diferencia estadística significativa entre los tratamientos, debido a que el p-valor, valor estadístico de la probabilidad calculado, es menor que el nivel de probabilidad planteado (Anexo: Tabla 27); es decir, las diferentes dosis de bocashi tuvieron influencia en los resultados y que uno o algunos de los tratamientos estarían influenciando sobre estas evaluaciones (Martínez, 2012).

El coeficiente de variabilidad (CV) en el diámetro de *C. cateniformis* fue menor al 30 % (Tabla 9), valores excelentes en los experimentos en campo (Martínez, 2012), debido a que cuando más pequeño sea el CV, mayor confianza hay en los datos obtenidos (Reyes, 2010), por lo que podemos mencionar que existió similar comportamiento entre las unidades

experimentales de cada tratamiento; es decir, los valores de diámetro de *C. cateniformis* en cada uno de los tratamientos tiene excelente homogeneidad, por lo que no son muy distantes en promedio (Martínez, 2012).

Tabla 9. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para el diámetro promedio de las plantas de *C. cateniformis* en el sector Cafesa – Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado, de agosto del 2021 a marzo del 2022.

F.V.	gl	0 ddt		60 ddt		120 ddt		180 ddt		240 ddt	
		CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig
Bloque	3	4,24	*	3,21	NS	3,26	NS	3,86	NS	10,35	NS
Tratamiento	3	1,15	NS	0,86	NS	0,60	NS	0,71	NS	23,87	**
Error	128	1,33		1,35		1,46		1,49		1,41	
Total	143										
C.V. (%)		24,80		22,41		20,43		19,09		14,32	
R ²		0,19		0,16		0,16		0,19		0,48	

*: Existe diferencia estadística significativa.

**: Existe diferencia estadística altamente significativa.

NS: No existe diferencia estadística significativa.

En la Tabla 10 se observa la prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la variable diámetro de planta en las evaluaciones realizadas durante la investigación. Se corrobora que inicialmente no existió diferencia estadística significativa en los tratamientos; sin embargo, a los 240 ddt, los tratamientos se dividen en tres subgrupos, correspondiendo el mayor valor al tratamiento T₃ (bocashi 3 kg/planta), con un diámetro promedio de 9,16 mm, mientras que el menor valor fue con el tratamiento T₀ (testigo), con un diámetro promedio de 7,16 mm.

Tabla 10. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el diámetro promedio de las plantas de *C. cateniformis* en el sector Cafesa – Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado, de agosto del 2021 a marzo del 2022.

0 ddt			60 ddt			120 ddt			180 ddt			240 ddt		
Trat	Media	Sig	Trat	Media	Sig	Trat	Media	Sig	Trat	Media	Sig	Trat	Media	Sig
T ₃	4,83	a	T ₃	5,37	a	T ₃	6,06	a	T ₃	6,61	a	T ₃	9,16	a
T ₀	4,75	a	T ₀	5,26	a	T ₀	6,03	a	T ₀	6,44	a	T ₂	8,78	a
T ₂	4,53	a	T ₁	5,05	a	T ₁	5,81	a	T ₁	6,37	a	T ₁	8,07	b
T ₁	4,45	a	T ₂	5,05	a	T ₂	5,77	a	T ₂	6,26	a	T ₀	7,16	c

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

T₀: testigo.

T₁: bocashi 1 kg/planta.

T₂: bocashi 2 kg/planta.

T₃: bocashi 3 kg/planta.

En la Figura 5 se observa la línea de tendencia del crecimiento del diámetro durante el periodo de evaluación (240 ddt), además de la ecuación de regresión lineal, que nos permite predecir el valor del diámetro durante los primeros meses, y el coeficiente de determinación (R^2) de cada tratamiento, lo que, de acuerdo a Hernández et al. (2014), nos permite interpretar que existe una correlación positiva considerable en los tratamientos T_0 (testigo) y T_2 (bocashi 2kg/planta) por presentar $R^2=0,87$, mientras que se tiene una correlación positiva muy fuerte en los tratamientos T_1 (bocashi 1kg/planta) y T_3 (bocashi, 3kg/planta), debido a que los valores de R^2 son mayores a 0,90. Con base a lo mencionado podemos indicar que el uso de abono bocashi ha sido favorable para el crecimiento en diámetro de las plantas de *C. cateniformis*.

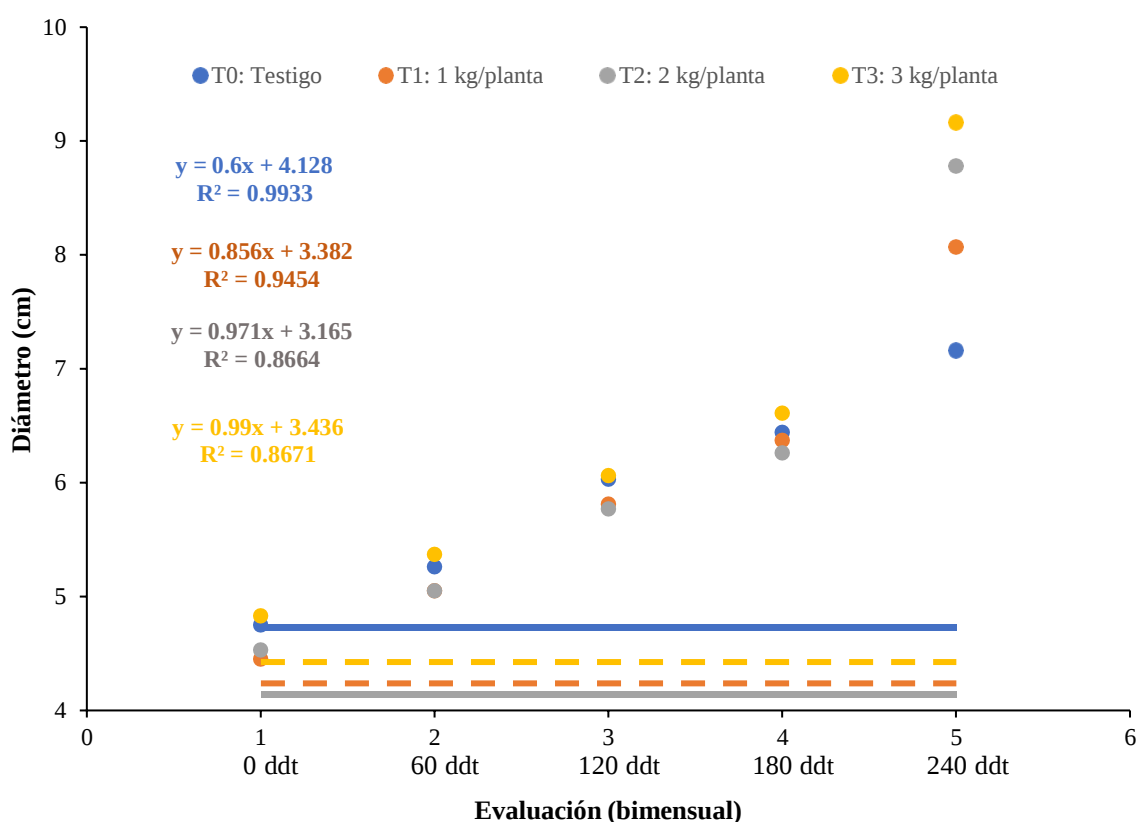


Figura 5. Línea de tendencia del diámetro de *C. cateniformis* a partir de cinco evaluaciones hasta los 240 días después del trasplante.

A partir de la última y primera evaluación realizada en campo, se calculó el incremento medio anual de diámetro - IMAD de cada tratamiento (Figura 6). Se obtuvo mejores resultados con los tratamientos T_2 (bocashi 2kg/planta) y T_3 (bocashi 3kg/planta), determinando valores de 6,38 y 6,36 mm respectivamente; por otro lado, el menor resultado se dio con el tratamiento T_0 (testigo), con un valor de 3,26 mm. De acuerdo a esto, se considera que se obtuvieron resultados positivos con la aplicación de bocashi.

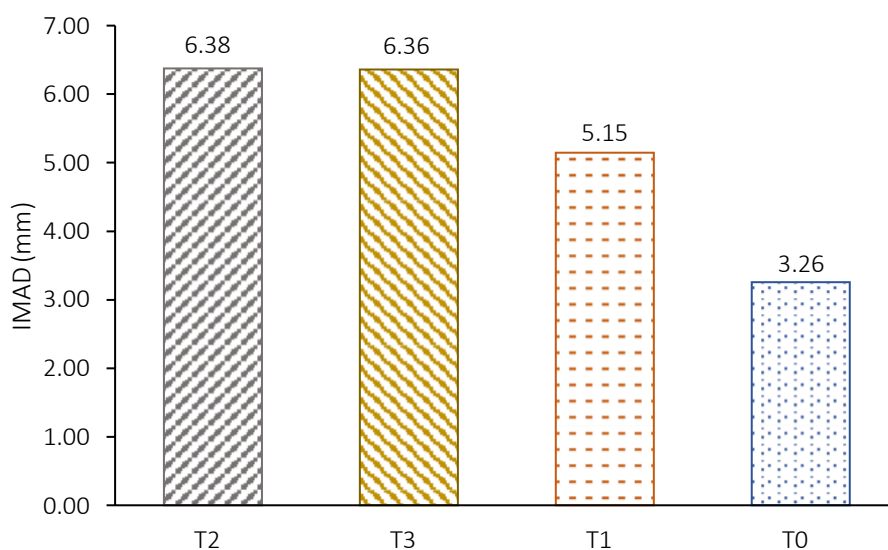


Figura 6. Incremento medio anual del diámetro de *C. cateniformis* durante el primer año.

Baluart y Álvarez señalan que el primer año de vida el incremento en diámetro fluctúa entre 24 y 27 mm, y que en los siguientes años el incremento descende hasta 10 mm. Por su parte, Pashanasi (2022) reporta diámetros menores a 8 mm durante el primer año. Sin embargo, en el reporte de Soto (2023), los tratamientos indican valores de IMAD entre 1,90 y 12,81 mm, donde la mayoría de tratamientos tienen resultados por debajo de los 5 mm. Además, Rueda et al. (2012), mencionan que, en latifoliadas, si el crecimiento medio en diámetro es menor a 2,5 mm se consideran de baja calidad, y cuando este valor es mayor o igual 5 mm se consideran de alta calidad. De acuerdo a lo citado, los resultados con la aplicación de bocashi son positivos y se obtuvieron plantas con diámetro de alta calidad.

El diámetro permite conocer las plantas más robustas y por tanto más resistencia al doblamiento; así, esta característica está asociado con la supervivencia y el vigor en campo, puesto que, a mayor diámetro, las plantas toleran mejor el daño ejercido por plagas y faunas nocivas y son más resistentes al doblamiento (Prieto et al., 2009). Asimismo, brinda una aproximación de la de la resistencia mecánica, sección transversal del transporte de agua y de la capacidad relativa de la superficie del suelo para tolerar altas temperaturas.

4.1.3. Índice de robustez:

La Figura 7 muestra el comportamiento temporal del índice de robustez (IR) de las plantas a los 240 ddt. De acuerdo a Rueda et al. (2012), en un inicio todas las plantas fueron de calidad alta, pues tienen un valor por debajo de 6,00. Asimismo, a los 240 ddt se determinó que poseen calidad media (7,90 – 6,00); sin embargo, se observa mayor pérdida de robustez en el tratamiento T₃, con un valor al límite de calificarse como calidad baja (mayor a 8,00).

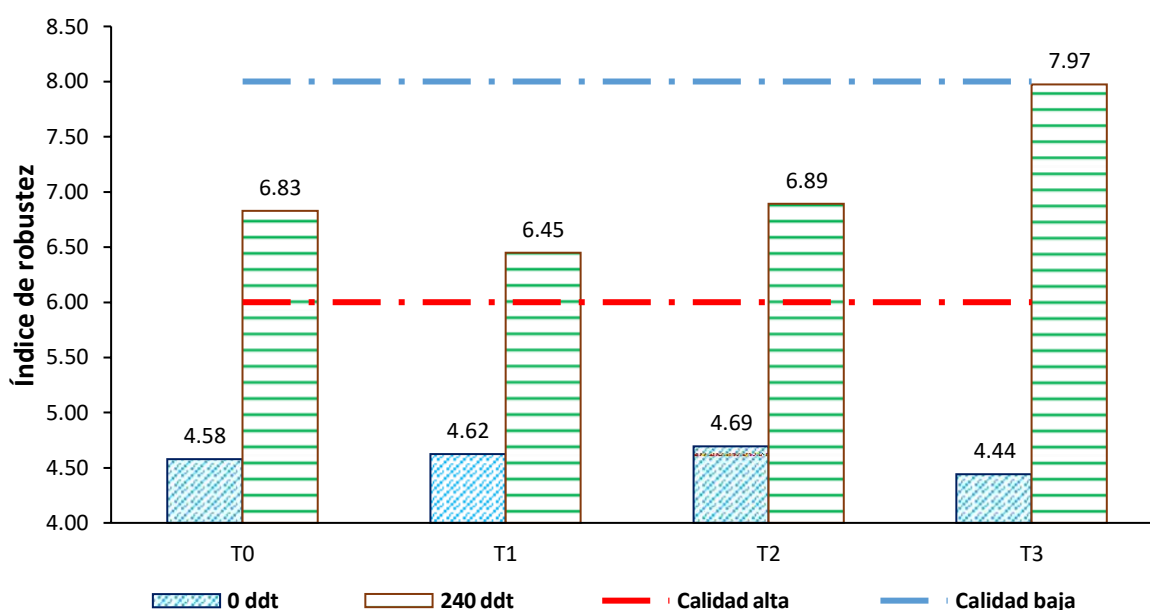


Figura 7. Comportamiento temporal del índice de robustez de *C. cateniformis*.

Inicialmente los valores fueron similares en todos los tratamientos; sin embargo, a los 240 ddt el tratamiento T₃ (bocashi 3 kg/planta) presentó mayor promedio, debido a que es el tratamiento que ha alcanzado mayor altura respecto a los demás (Tabla 8), mientras que en cuanto al diámetro los valores fueron todavía similares (Tabla 10). Soto (2023), reporta IR con valores entre 4,14 y 7,07 en la primera evaluación (IR₁) en plantaciones de 4 meses, y valores de 4,89 a 7,04 después de siete meses (IR₇), notando que por lo general el IR₇ tiende a incrementar en el tiempo, lo cual coincide con los resultados del presente estudio. Rojas (2015), determinó similar comportamiento en vivero, donde la relación altura y diámetro o índice de robustez, aumentó a los seis meses, calculando promedios de IR entre 5,3 y 5,9 en los tratamientos.

Los valores no son desalentadores de acuerdo a lo reportado por Soto (2023); sin embargo, se concluye que se encontraron medias más bajas en altura y diámetro de planta, así como una evidente falta de equilibrio entre estas dos variables. Si se reduce la densidad de plántulas en el vivero, el IR puede mejorarse al reducir el crecimiento apical, lo cual es importante pues el IR ayuda a predecir el crecimiento y supervivencia de las plantas en el campo.

4.2. Supervivencia de *Cedrelinga cateniformis*

En la Tabla 11 se muestra la prueba de F del análisis de varianza para la variable supervivencia a los 240 ddt en campo definitivo. Se muestra que no existe diferencia estadística ($\alpha > 0,05$) para el efecto de bloques y tampoco para los tratamientos.

El coeficiente de variabilidad fue de 12,84 %; considerando las condiciones ambientales y el suelo, es un rango aceptable en campo abierto. Este valor indica también la homogeneidad entre los resultados de las unidades experimentales de cada tratamiento; es decir, los valores de supervivencia de *C. cateniformis* no son muy distantes en promedio.

Tabla 11. Análisis de varianza de supervivencia de *Cedrelinga cateniformis*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Boque	270,01	3	90,00	0,72	0,5626	NS
Tratamiento	393,44	3	131,15	1,06	0,4149	NS
Error	1118,60	9	124,29			
Total	1782,05	15				
C.V. (%)		12,84				
R ²		0,37				

NS: No existe diferencia estadística

Aunque no se encontró diferencia estadística, en la Figura 8 se observa que al utilizar el abono bocashi los resultados fueron mejores, debido a que el tratamiento T₀ (testigo) consiguió un 80,56 %, los tratamientos T₁ (bocashi 1 kg/planta) y T₂ (bocashi 2 kg/planta) un 86,11 %, y el tratamiento T₃ (bocashi 3 kg/planta) un 94,44 %.

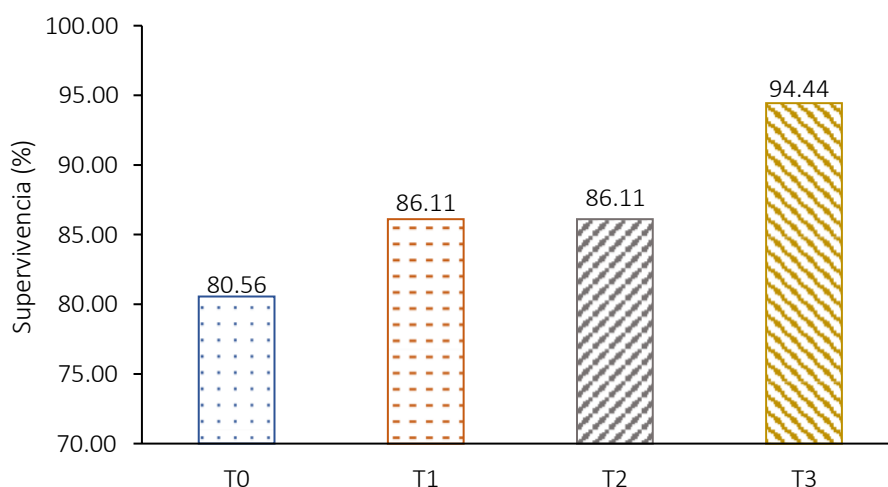


Figura 8. Porcentaje de supervivencia a los 240 ddt.

Angulo (2015) menciona que el tornillo tiene una amplia distribución geográfica, debido a que se desarrolla en condiciones óptimas en suelos que ecológicamente abarcan al bosque húmedo premontano tropical (bh-pt) y a bosque húmedo tropical (bh-t), en suelos de textura arcillosa a arcillo-arenosa y limosa, con drenaje deficiente, y zonas de precipitaciones anuales superiores a 2500 mm (Núñez, 2018). Químicamente, suelos de origen sedimentario, con pH extremadamente a fuertemente ácido (de 4,2 a 5,3) con alta saturación de aluminio y con bajo

contenido de materia orgánica, donde los compuestos principales se encuentran en niveles bajos fijados por el aluminio; sin embargo, también crecen en suelos aluviales de pH ácido a ligeramente ácido con baja saturación de aluminio (Angulo, 2014). Núñez (2018) también menciona que los suelos Ultisoles, arcillosos, fuertemente ácidos con poca retención de nutrientes son suelos ideales para *C. cateniformis*.

El tratamiento T₃ (bocashi 3 kg/planta) obtuvo mejores resultados en la supervivencia, así como en la altura; por el contrario, el tratamiento T₀ (testigo) obtuvo menor media en las variables altura y supervivencia. Sin embargo, aunque la altura es un parámetro que tiene un efecto positivo sobre la capacidad fotosintética, diversos estudios han demostrado que este parámetro por sí solo no se correlaciona con la supervivencia, ya que las plántulas de mayor altura suelen tener un desequilibrio respecto al diámetro, ocasionando que estén más vulnerables a sufrir daños por el viento (Orozco et al., 2010).

La variable que ayuda mucho a predecir la supervivencia de las plantas en campo es el diámetro, en especial al incluir estimaciones de la biomasa radicular (Rojas, 2015); además, el diámetro es un buen indicador del comportamiento de la altura y ambos determinan la producción de biomasa aérea y radicular. En algunas investigaciones se ha demostrado que los brinzales de mayor diámetro tienen tasas de supervivencia más altas, demostrando por cada milímetro de incremento en el diámetro la tasa de supervivencia aumenta de 5 a 7% d, Mexal y Landis (1990), mencionan que se obtienen altas tasas supervivencia (mayores a 80%), cuando el diámetro de las plantas está de 5 a 6 mm, lo cual relaciona mejor los resultados positivos de diámetro de la Tabla 10 (mayor a 7,00 mm en T₃) y el porcentaje de supervivencia presentado en la Figura 8 (mayor a 90,00 %).

El buen porcentaje de supervivencia obtenido puede responder a que las plantas de más de 5 mm de diámetros son más resistentes al doblamiento y más capaces de resistir los daños por plagas y faunas nocivas, aunque esto varía según la especie. Sin embargo, Blaser (s/f) indica que esta especie tiene supervivencia de 97 % en el primer año de edad en campo abierto; asimismo, que, hasta los 7 años, esta variable se mantiene por encima del 90 %.

4.3. Composición química del suelo

Los resultados que se muestran en la Tabla 12 corresponden al análisis de suelo obtenido al inicio y al final de la investigación (periodo de ocho meses). Los resultados indican que después de la incorporación de bocashi en los tratamientos al suelo, hubo mejoras respecto a los componentes nutricionales tanto en los componentes químicos como en el nivel de materia orgánica.

Tabla 12. Análisis químico de suelo del campo experimental.

Muestra	Suelo	Prof (cm)	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	M.O	N	CAMBIABLES Cmol(+)/kg		
			disponible (ppm)		01:01	(%)	(%)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Inicial	Franco arenoso	40	6,90	81,86	4,31	1,45	0,07	0,12	2,19	0,28
Final	Arcilloso	40	8,60	142,15	4,61	2,26	0,11	0,23	2,28	0,33

Fuente: Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Suelos (2022).

La materia orgánica del suelo está formada por residuos de microorganismos, animales y plantas muertos. Como resultado de la descomposición de estos residuos, en especial los que poseen lignina originan el humus, que es de muy importante en el suelo debido a que contiene nitrógeno, potasio, fósforo, calcio y micronutrientes. Añadido a esto, los ácidos poliurónicos, producto del proceso de formación del humus, son los responsables de mantener las propiedades físicas, químicas y biológicas principales del suelo, como la disponibilidad de nutrientes, el pH, la conductividad eléctrica, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, que funciona como un amortiguador, que regulan la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de las plantas; aumenta la actividad biológica, la capacidad de retención de agua y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como la erosión; y regula la aireación del suelo.

Las propiedades químicas del suelo varían, por lo que en muchos casos el sustrato se selecciona principalmente en función de las propiedades físicas, ya que los componentes químicos se pueden adicionar fácilmente por medio de la adición de fertilizante o solución nutritiva. Asimismo, uno de los métodos para mejorar la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos es agregar al sustrato una porción de materia orgánica.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que los bloques no influenciaron en los resultados de altura y diámetro; asimismo, existe correlación positiva muy fuerte entre los niveles de bocashi y las variables altura y diámetro de *C. cateniformis*, de manera que los mayores resultados se obtuvieron con el tratamiento T₃ (3 kg/planta). Sin embargo, estos resultados pueden ser mejores, si se considera un suelo en condiciones propicias para esta especie, pues en la investigación se observó que el tornillo no desarrolla bien en suelos degradados.
- Se determinó que a los 240 días después del trasplante no existe diferencia significativa estadística entre los bloques ni entre los tratamientos respecto al porcentaje de supervivencia. Sin embargo, se encontró mejores resultados al aplicar mayores dosis de bocashi, siendo el mejor tratamiento T₃ (3 kg/planta).
- Se encontró mejoría en las propiedades químicas del suelo tras la incorporación de las plantas y la aplicación del abono orgánico bocashi.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Considerar el comportamiento heliófilo y/o esciófilo de las especies a propagar, ya que esto determinará el crecimiento de las mismas y la necesidad de utilizar otras especies como sombra.
- Realizar investigaciones similares utilizando otros tipos de fertilizantes y/o en suelos con mejores condiciones a un suelo degradado, comparar los resultados y definir el más adecuado para el crecimiento de *C. cateniformis*.
- Continuar evaluando el comportamiento de las especies forestales en campo, buscando observar efectos favorables o desfavorables de los tratamientos después del año de vida.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, E. (2018). Estudio de sanidad forestal mediante técnicas acústicas no destructivas de una plantación forestal “Tornillo” proveniente de la región Loreto. *INIA. Estación experimental agraria Pucallpa*.
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/732/1/Angulo-2018-Estudio_de_Sanidad-Forestal.pdf
- Arias, V. (2012). *Germinación de Cedrelinga cateniformis Ducke "tornillo" aplicando tratamiento pre - germinativo en vivero, puerto almendra, Iquitos – Perú*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio institucional de la UNAP.
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2307/T%20581.%2046%20A71.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Aróstegui, V., & Portocarrero, D. (1992). Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera. Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.
- Baluart, V., Álvarez, G. (2015) modelamiento del crecimiento de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) en plantaciones en Jenaro Herrera, departamento de Loreto, Perú– Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana / vol. 24 (1) 2015: 21 – 32.
- Birchler, T., Rose, R.W., Royo, A., Pardos, M. (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, Oregon State University, Oregon. EE.UU y Universidad Politécnica de Madrid. 7:109-121.
- Blaser, J., Claussi, A., Díaz, M., s/f. Crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* en plantación. Nota de investigación. Centro de investigación y desarrollo Jenaro Herrera.
- Burgos, J. (1955). *Posibilidades de la repoblación natural y semi artificial del “Tornillo” Cedrelinga cateniformis Ducke, en Tingo María*. Boletín Trimestral de la Estación Experimental Agrícola de Tingo María.
- Campos, L. E. (2009). *Dendrocronología en árboles de Tornillo, Cedrelinga cateniformis Ducke (Fabaceae), del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la*

Amazonia, Región Loreto – Perú. [Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio La Molina.

Cronquist, A. (1981). Un sistema integrado de clasificación de las Angiospermas. Ed Columbia University Press p.

Flores, Y. (2006). Plantemos madera: Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía peruana. Ficha técnica 6. Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) https://www.researchgate.net/publication/314151312_Ficha_tecnica_6_Tornillo_Cedrilinga_cateniformis, documentos, 18 Abr. 2021.

Foucard, J. C. (1997). Viveros, de la producción a la plantación, innovaciones técnicas, productos, mercados. Mundi Prensa. Barcelona, España.

Gestión Perú (2020). MINAM: Deforestación en Perú habría alcanzado 147,000 hectáreas en el 2019. <https://gestion.pe/peru/minam-deforestacion-en-peru-habria-alcanzado-147000-hectareas-en-el-2019-noticia>. Revista, 22 Ene. 2021.

Golabi, M.H., Denney, M.J., IYEKAR, C. (2007). Value of composted organic wastes as an alternative to synthetic fertilizers for soil quality improvement and increased yield. *Compost Science and Utilization*. 15(4):267-271.

Holdridge, L. (1986). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.

Huamancayo, G. (2011). *Efecto del bocashi en las propiedades del suelo y en el crecimiento del cacao (Theobroma cacao L.) fase · vivero en Santa Rosa· Naranjillo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS.

IIAP. (2009). Evaluación económica de plantaciones de tornillo *Cedrelinga cateniformis* en el departamento de Loreto. *Avances Económicos* N° 10.

López-Piñeiro, A., Murillo, S., Barreto, C., Muñoz, A., Rato, J.M., Albarrán, A., García, A. (2007). Changes in organic matter and residual effect of amendment with two-phase olive-mill waste on degraded agricultural soils. *Science of Total Environment*. 378:84-89.

- Mallqui, B. S. (2019). *Efecto del compost y tamaño de hoyo en el crecimiento inicial de Schizolobium amazonicum Huber. ex Ducke “pino chuncho” en suelos degradados*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Maruyama, J. (1987). Manejo de regeneración natural de tornillo “*Cedrelinga catenaeformis*” Ducke en la zona forestal Alexander von Humboldt, Proyecto de capacitación y divulgación (INFOR - COTESU), del CENFOR XII Pucallpa Documento de trabajo N° 03.39. Situación actual, problemática y alternativas de uso del recurso forestal de los bosques húmedos tropicales de la selva central del Perú.
- Martínez, C. 2012. Estadística y muestreo. Décima tercera edición. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura, Lima- Perú). (2011). Ley N° 29763 Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú. 22 jul. 25.
- ONERN. (1972). Inventario de los estudios y disponibilidad de los recursos forestales del Perú. ONERN, Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Proyecto FAO/UNDP 116-332
- ONERN. (1976). Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. (2018). La industria de la madera en el Perú. *Identificación de las barreras y oportunidades para el comercio interno de productos responsables de madera, provenientes de fuentes sostenibles y legales en las MIPYMES del Perú*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, (s/f). El escenario más probable del Sector Forestal en el 2020. <http://www.fao.org/3/j4024s/j4024s08.htm>., documentos, 22 Ene. 2021.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2011). Elaboración y uso del bocashi. *Programa especial para la seguridad alimentaria PESA en El Salvador*.
- Pashanasi, B., Aponte-Jaramillo, A., Mathios, M., (2022). Crecimiento de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) y Marupa (*Simarouba amara*) dentro de un sistema agroforestal en multiestratos. Revista Peruana de Investigación Agropecuaria. 1(1), e10. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.10>.

- Prieto R., J. A., J. L. García R., J. M. Mejía B., S. Huchin A. y J. L. Aguilar V. (2009). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Dgo. México.
- Pulgar, J. (1938). Las ocho regiones naturales del Perú. Retrieved from <https://www.lifeder.com/regiones-naturales-peru/>
- Reynel C., Penningtonr., T., Flores C., Daza A. (2003). Ficha silvicultural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke.
- Ríos, W. D. (2015). *Efectos de aplicación del bocashi en el crecimiento del sachá inchi (Piukenetia volubilis l.) y recuperación de un suelo degradado en el distrito de Daniel Alomía Robles, Huánuco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Robles, J. A. (2017). “*Manejo de plántulas de Cedrelinga catenaeformis “tornillo”, en vivero con diferentes sustratos orgánicos, Puerto Almendras, Loreto, Perú*”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Amazonía]. Repositorio UNAP.
- Rodríguez, M., Paniagua. G. (1994). Horticultura orgánica: Una guía basada en experiencias en Coyena de Alfonso Ruiz, Costa Rica. Fundación Guilombe, San José, Costa Rica. pp. 41-50.
- Rueda, A., Benavides, J., Prieto-Ruíz, J., Sáenz, T., Orozco, G., Molina, A. (2012). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 3, núm. 14, noviembre-diciembre, 2012.
- Sánchez-Martin, M.J., García-Delgado, M., Lorenzo, L.F., Rodríguez-Cruz, M.S., Arienzo, M. (2007). Heavy metals in sewage sludge amended soils determined by sequential extractions as a function of incubation time of soils. *Geoderma*. 142:262-273.
- Schwyzzer, A. (1981). El Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). Proyecto de Asentamiento Rural Integral Jenaro Herrera, Iquitos, Perú. 34.

- Singh, R., Agrawal, M. (2008). Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Manage.* 28:347-358.
- Soto, G. (2023). Efecto de indicadores fisicoquímicos del suelo en el crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* (tornillo) en Supte San Jorge, Leoncio Prado – 2022. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Supo, J. (2012). Seminarios de Investigación Científica.
- Thompson, B. (1985). Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking. In: *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test.* M. L. Durges. Forest Research Laboratory. Oregon State University. pp. 59-65.
- Wadsworth, F. (2000). Producción forestal para América Tropical. Manual de Agricultura 710 –S CATIE – IUFRO – USDA.603 .
- Zelada, D. X. (2014). Manejo de regeneración natural, en vivero, de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo”, utilizando diversos sustratos. Puerto Almendras, Loreto, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio de la UNAP.

Anexos

Tabla 13. Medidas registradas el día del trasplante.

Tratamiento	Planta	Bloque I		Bloque II		Bloque III		Bloque IV	
		Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)
T ₀	1	20,40	3,72	25,80	6,68	13,90	2,61	24,70	6,62
T ₀	2	13,60	3,08	15,10	3,01	17,90	3,62	28,80	6,75
T ₀	3	18,40	3,72	26,30	5,31	26,10	4,94	25,50	4,52
T ₀	4	20,30	4,90	29,60	7,10	35,30	8,59	23,30	4,10
T ₀	5	15,90	2,94	27,00	5,85	17,40	3,94	18,10	4,05
T ₀	6	20,20	3,69	23,10	6,09	22,10	4,18	25,60	5,61
T ₀	7	20,10	4,55	13,90	2,69	20,00	4,68	23,90	5,53
T ₀	8	13,10	3,04	22,20	5,30	24,70	5,53	26,30	6,41
T ₀	9	23,40	4,88	13,10	3,38	27,20	4,98	20,50	4,37
T ₁	1	21,40	5,11	14,50	3,11	18,20	4,14	22,70	4,18
T ₁	2	13,20	3,27	13,20	2,96	31,70	6,38	25,40	6,27
T ₁	3	11,10	2,84	12,10	2,45	22,00	3,92	15,00	3,88
T ₁	4	25,10	4,90	24,40	5,78	18,30	4,10	12,00	2,76
T ₁	5	15,70	3,02	16,10	2,95	29,00	5,19	24,50	5,76
T ₁	6	23,80	4,51	17,40	3,41	28,70	6,86	24,60	4,42
T ₁	7	15,70	2,84	18,80	5,09	29,80	7,83	18,40	4,72
T ₁	8	16,60	3,61	20,00	3,97	23,30	6,29	24,90	4,92
T ₁	9	25,10	5,08	21,90	3,95	23,00	5,30	22,80	4,59
T ₂	1	21,40	4,87	17,20	3,51	19,60	3,59	24,60	4,43
T ₂	2	21,10	4,62	18,00	3,51	18,80	3,49	22,80	5,02
T ₂	3	12,10	2,19	22,20	4,63	18,20	3,77	21,90	4,56
T ₂	4	29,80	6,68	21,10	4,24	17,60	4,67	23,90	4,57
T ₂	5	18,50	3,67	25,10	5,08	22,10	4,21	28,30	6,86
T ₂	6	22,90	4,72	22,60	5,69	18,40	4,61	23,40	4,14
T ₂	7	20,00	4,13	23,20	4,62	15,10	4,00	21,20	4,70
T ₂	8	16,80	3,36	28,90	7,46	17,10	3,34	16,30	3,95
T ₂	9	17,80	4,83	27,10	5,82	23,40	4,52	26,90	5,01
T ₃	1	15,45	3,66	20,60	3,81	25,90	6,61	14,50	2,90
T ₃	2	22,00	4,76	26,50	6,20	26,10	6,42	24,10	6,32
T ₃	3	20,40	4,52	21,40	5,44	19,30	4,27	25,60	6,84
T ₃	4	22,20	5,53	22,90	4,42	24,50	4,74	19,60	4,58
T ₃	5	17,50	3,56	26,30	4,69	23,20	5,01	20,30	4,97
T ₃	6	20,60	5,21	23,20	5,90	23,50	4,83	21,60	4,30
T ₃	7	18,10	4,48	14,40	3,57	29,60	5,84	16,20	2,85
T ₃	8	24,20	5,29	22,50	5,65	18,50	4,57	15,10	4,07
T ₃	9	17,60	3,22	31,50	6,08	15,20	3,17	22,10	5,75

Tabla 14. Medidas registradas a los 60 días después del trasplante.

Tratamiento	Planta	Bloque I		Bloque II		Bloque III		Bloque IV	
		Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)
T ₀	1	22,40	4,11	26,80	6,78	x	x	25,70	6,89
T ₀	2	14,60	3,14	18,10	3,70	18,90	3,75	29,80	6,86
T ₀	3	19,40	4,46	x	x	29,10	5,42	27,50	5,04
T ₀	4	21,30	5,75	30,60	7,39	37,30	8,82	25,30	4,92
T ₀	5	x	x	29,00	6,51	18,40	4,65	21,10	4,70
T ₀	6	22,20	3,92	24,10	6,45	25,10	5,16	x	x
T ₀	7	21,10	4,89	15,90	2,78	21,00	5,15	x	x
T ₀	8	x	x	23,20	5,36	26,70	5,70	29,30	7,07
T ₀	9	25,40	5,05	15,10	4,06	30,20	5,27	22,50	4,38
T ₁	1	22,40	5,77	x	x	20,20	4,71	25,70	4,33
T ₁	2	17,20	4,21	16,20	3,35	34,70	7,34	29,40	7,19
T ₁	3	13,10	3,62	13,10	2,79	25,00	4,64	18,00	4,80
T ₁	4	28,10	5,78	28,40	6,14	22,30	4,61	16,00	3,09
T ₁	5	20,70	3,55	x	x	31,00	5,96	28,50	6,37
T ₁	6	27,80	4,93	22,40	3,64	31,70	7,12	29,60	4,82
T ₁	7	19,70	3,76	23,80	5,67	31,80	8,22	20,40	4,75
T ₁	8	17,60	3,69	21,00	4,30	27,30	7,13	29,90	5,16
T ₁	9	28,10	5,57	22,90	4,88	x	x	25,80	5,08
T ₂	1	24,40	5,67	20,20	4,16	21,60	4,03	28,60	4,67
T ₂	2	23,10	5,10	20,00	3,87	21,80	4,23	23,80	5,34
T ₂	3	13,10	2,93	25,20	5,03	20,20	4,66	25,90	5,55
T ₂	4	33,80	6,90	25,10	4,73	18,60	5,43	24,90	5,15
T ₂	5	20,50	3,78	28,10	5,87	26,10	4,51	x	x
T ₂	6	23,90	5,51	23,60	6,36	22,40	5,31	26,40	5,08
T ₂	7	23,00	4,97	x	x	18,10	4,47	24,20	4,89
T ₂	8	17,80	4,19	32,90	8,20	21,10	4,01	21,30	4,90
T ₂	9	22,80	4,96	30,10	6,02	27,40	4,82	30,90	5,70
T ₃	1	x	x	23,60	4,32	30,90	6,65	15,50	3,78
T ₃	2	24,00	5,15	29,50	7,07	31,10	7,33	25,10	7,08
T ₃	3	22,40	4,92	22,40	5,83	21,30	5,06	28,60	7,63
T ₃	4	25,20	6,25	28,90	5,26	25,50	4,91	20,60	5,21
T ₃	5	22,50	3,86	32,30	4,80	28,20	5,71	22,30	5,23
T ₃	6	22,60	5,52	25,20	6,42	28,50	5,52	24,60	5,07
T ₃	7	24,10	5,05	15,40	3,69	31,60	5,94	17,20	3,50
T ₃	8	29,20	5,85	24,50	6,18	21,50	4,68	16,10	4,59
T ₃	9	20,60	3,76	32,50	6,81	18,20	3,89	23,10	5,78

Tabla 15. Medidas registradas a los 120 días después del trasplante.

Tratamiento	Planta	Bloque I		Bloque II		Bloque III		Bloque IV	
		Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)
T ₀	1	26,40	5,13	31,80	7,26	x	x	30,70	8,09
T ₀	2	18,60	4,21	x	x	22,90	4,36	33,80	7,24
T ₀	3	21,40	5,10	31,30	6,10	32,10	5,76	32,50	5,56
T ₀	4	24,30	6,84	35,60	7,75	39,30	9,27	29,30	5,88
T ₀	5	x	x	34,00	7,50	22,40	5,23	23,10	4,99
T ₀	6	24,20	4,49	29,10	6,99	29,10	6,28	x	x
T ₀	7	26,10	5,63	17,90	3,59	23,00	5,56	x	x
T ₀	8	x	x	28,20	6,54	28,70	6,23	33,30	8,27
T ₀	9	29,40	5,70	20,10	4,38	35,20	6,09	25,50	5,07
T ₁	1	28,40	6,42	x	x	24,20	5,02	27,70	5,34
T ₁	2	23,20	5,35	22,20	3,97	39,70	8,42	31,40	8,23
T ₁	3	19,10	4,38	17,10	3,61	30,00	5,29	22,00	5,57
T ₁	4	30,10	6,09	32,40	7,17	25,30	5,26	19,00	3,77
T ₁	5	23,70	4,12	x	x	36,00	7,08	33,50	7,17
T ₁	6	31,80	5,80	26,40	4,84	37,70	7,45	34,60	5,07
T ₁	7	21,70	4,09	29,80	6,68	36,80	9,04	24,40	5,53
T ₁	8	20,60	4,58	25,00	4,61	31,30	8,20	33,90	6,26
T ₁	9	31,10	6,05	26,90	5,41	x	x	30,80	5,97
T ₂	1	30,40	6,77	x	x	26,60	4,50	34,60	5,58
T ₂	2	27,10	6,00	26,00	5,05	25,80	5,32	28,80	5,59
T ₂	3	18,10	3,44	31,20	5,94	23,20	5,49	28,90	5,93
T ₂	4	36,80	7,27	30,10	5,26	24,60	5,95	30,90	5,42
T ₂	5	26,50	4,51	33,10	6,68	31,10	4,94	x	x
T ₂	6	29,90	5,98	26,60	6,90	27,40	5,88	32,40	5,97
T ₂	7	28,00	5,52	x	x	24,10	5,32	27,20	6,07
T ₂	8	20,80	4,62	38,90	9,27	25,10	4,81	26,30	5,63
T ₂	9	28,80	6,04	34,10	6,35	31,40	5,67	33,90	6,60
T ₃	1	x	x	26,60	4,79	36,90	6,98	19,50	4,25
T ₃	2	28,00	6,31	35,50	7,95	38,10	7,71	33,10	7,58
T ₃	3	29,40	5,41	29,40	6,56	29,30	5,71	31,60	8,77
T ₃	4	33,20	6,99	34,90	6,35	31,50	6,07	27,60	5,49
T ₃	5	28,50	4,18	35,30	5,60	31,20	6,66	25,30	5,77
T ₃	6	29,60	5,75	32,20	7,37	36,50	5,85	31,60	5,66
T ₃	7	30,10	6,20	23,40	4,21	36,60	7,07	23,20	3,95
T ₃	8	37,20	6,94	27,50	7,08	27,50	5,10	22,10	4,89
T ₃	9	26,60	4,36	36,50	7,64	23,20	5,00	30,10	6,18

Tabla 16. Medidas registradas a los 180 días después del trasplante.

Tratamiento	Planta	Bloque I		Bloque II		Bloque III		Bloque IV	
		Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)
T ₀	1	31,40	5,92	37,80	7,61	x	x	36,70	8,65
T ₀	2	22,60	4,22	x	x	26,90	5,27	37,80	7,48
T ₀	3	24,40	5,38	35,30	6,28	36,10	6,50	36,50	5,57
T ₀	4	29,30	7,25	39,60	8,73	44,30	9,55	33,30	6,44
T ₀	5	x	x	38,00	7,70	25,40	5,85	27,10	5,70
T ₀	6	29,20	4,85	34,10	7,57	35,10	6,51	x	x
T ₀	7	29,10	5,84	21,90	4,20	28,00	5,66	x	x
T ₀	8	x	x	32,20	7,02	32,70	6,54	37,30	8,78
T ₀	9	34,40	5,88	23,10	4,89	41,20	6,76	29,50	5,08
T ₁	1	32,40	6,99	x	x	x	x	33,70	5,62
T ₁	2	26,20	5,58	30,20	4,05	46,70	9,19	38,40	8,49
T ₁	3	23,10	5,11	21,10	4,13	34,00	5,85	26,00	5,70
T ₁	4	37,10	6,21	40,40	7,47	31,30	5,80	24,00	3,91
T ₁	5	27,70	4,91	x	x	x	x	36,50	7,39
T ₁	6	35,80	6,46	32,40	5,04	43,70	7,78	38,60	5,62
T ₁	7	28,70	4,64	37,80	7,64	42,80	9,93	28,40	5,55
T ₁	8	25,60	5,32	32,00	5,21	38,30	8,81	36,90	6,74
T ₁	9	34,10	6,32	29,90	6,16	x	x	37,80	6,66
T ₂	1	41,40	7,53	x	x	x	x	44,60	5,68
T ₂	2	35,10	6,60	35,00	5,06	37,80	5,41	40,80	6,25
T ₂	3	25,10	4,00	39,20	6,68	33,20	5,99	38,90	5,94
T ₂	4	43,80	7,75	40,10	5,36	33,60	6,31	37,90	6,42
T ₂	5	38,50	5,05	41,10	7,40	41,10	5,71	x	x
T ₂	6	37,90	5,98	38,60	7,50	37,40	5,90	39,40	6,43
T ₂	7	40,00	5,52	x	x	34,10	5,48	37,20	7,03
T ₂	8	31,80	5,25	48,90	9,45	33,10	5,54	33,30	6,03
T ₂	9	36,80	6,29	43,10	6,92	41,40	5,73	41,90	7,14
T ₃	1	x	x	39,60	5,56	48,90	7,89	31,50	4,83
T ₃	2	42,00	7,17	43,50	8,20	45,10	8,03	47,10	7,76
T ₃	3	44,40	5,92	36,40	7,12	44,30	5,89	45,60	9,15
T ₃	4	41,20	7,71	41,90	6,38	39,50	6,32	40,60	5,55
T ₃	5	35,50	5,02	48,30	5,69	39,20	7,29	38,30	6,31
T ₃	6	42,60	5,90	39,20	7,93	46,50	6,33	42,60	6,49
T ₃	7	44,10	7,01	32,40	4,90	44,60	7,43	x	x
T ₃	8	49,20	7,54	34,50	8,07	37,50	5,31	29,10	5,79
T ₃	9	33,60	4,52	45,50	8,10	33,20	5,67	44,10	6,25

Tabla 17. Medidas registradas a los 240 días después del trasplante.

Tratamiento	Planta	Bloque I		Bloque II		Bloque III		Bloque IV	
		Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)
T ₀	1	35,80	6,83	42,00	7,45	x	x	41,00	8,05
T ₀	2	25,70	5,04	x	x	x	x	44,00	8,87
T ₀	3	31,60	5,98	38,60	6,81	39,20	7,85	42,00	9,16
T ₀	4	34,80	7,44	47,10	8,33	49,80	8,67	40,60	8,10
T ₀	5	x	x	45,40	9,46	28,90	5,61	30,60	6,00
T ₀	6	33,70	5,17	39,30	8,35	39,20	7,89	x	x
T ₀	7	33,30	6,60	27,20	5,09	33,30	7,33	x	x
T ₀	8	x	x	35,40	6,42	39,00	6,99	42,50	8,08
T ₀	9	38,70	6,19	28,20	5,18	44,50	8,17	33,60	6,38
T ₁	1	42,60	7,18	x	x	x	x	43,20	8,24
T ₁	2	31,30	5,98	40,50	7,77	57,10	11,94	45,60	8,18
T ₁	3	37,20	6,08	36,30	6,65	43,30	8,03	34,40	7,21
T ₁	4	41,60	7,19	45,80	8,87	42,80	9,15	33,40	5,86
T ₁	5	34,90	5,63	x	x	x	x	50,70	11,19
T ₁	6	45,90	6,69	36,70	6,49	48,10	9,67	53,90	9,65
T ₁	7	39,00	4,94	47,00	8,40	56,00	10,46	37,50	7,03
T ₁	8	34,00	5,80	44,20	8,46	52,50	9,88	41,00	7,97
T ₁	9	39,50	6,71	37,00	7,72	x	x	51,10	10,52
T ₂	1	53,50	9,89	x	x	x	x	49,10	8,25
T ₂	2	45,30	9,49	49,40	8,01	52,20	7,51	48,90	8,91
T ₂	3	34,40	6,95	51,30	8,96	45,40	8,84	51,00	8,87
T ₂	4	49,90	10,29	50,40	7,66	52,00	8,35	56,40	8,78
T ₂	5	49,90	7,72	51,50	9,53	59,50	8,64	x	x
T ₂	6	50,40	8,59	44,10	9,79	54,90	8,52	50,90	8,63
T ₂	7	51,40	8,24	x	x	x	x	57,30	9,11
T ₂	8	37,20	7,48	53,10	11,97	53,40	8,43	52,70	8,20
T ₂	9	57,20	8,34	53,30	9,36	51,60	8,58	52,40	9,96
T ₃	1	x	x	51,90	8,32	66,30	10,40	43,90	6,88
T ₃	2	57,20	9,30	58,70	11,00	62,60	10,18	66,60	9,87
T ₃	3	61,70	7,95	43,60	9,77	62,60	8,70	61,70	11,99
T ₃	4	53,30	10,20	47,00	9,34	51,00	9,23	56,80	7,83
T ₃	5	57,80	7,84	61,60	8,31	54,60	10,24	61,50	9,05
T ₃	6	55,10	8,10	48,60	10,91	62,00	8,73	55,90	9,40
T ₃	7	67,50	9,38	41,50	7,41	59,80	10,10	x	x
T ₃	8	61,60	10,52	42,80	10,58	56,60	7,44	43,60	8,18
T ₃	9	49,80	7,47	58,70	11,09	49,50	8,02	56,30	8,33

Tabla 18. Análisis de varianza de altura el día de trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	685,2	15	45,68	2,3	0,0064
Tratamiento	27,07	3	9,02	0,45	0,7152
Bloque	219,79	3	73,26	3,68	0,0138
Trat*Bloque	438,34	9	48,7	2,45	0,0132
Error	2545,97	128	19,89		
Total	3231,17	143			
C.V. (%)	20,98				
R ² :	0,21				

Tabla 19. Análisis de varianza de altura 60 días después del trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	621,08	15	41,41	1,82	0,0397
Tratamiento	6,52	3	2,17	0,1	0,9624
Bloque	189,39	3	63,13	2,77	0,0445
Trat*Bloque	439,32	9	48,81	2,15	0,0309
Error	2639,48	116	22,75		
Total	3260,56	131			
C.V. (%)	19,85				
R ² :	0,19				

Tabla 20. Análisis de varianza de altura 120 días después del trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	768,25	15	51,22	2,18	0,0107
Tratamiento	113,07	3	37,69	1,6	0,1924
Bloque	187,03	3	62,34	2,65	0,052
Trat*Bloque	482,84	9	53,65	2,28	0,0215
Error	2702,97	115	23,5		
Total	3471,22	130			
C.V. (%)	16,93				
R ² :	0,22				

Tabla 21. Análisis de varianza de altura 180 días después del trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2194,9	15	146,33	5,19	<0,0001
Tratamiento	1530,74	3	510,25	18,09	<0,0001
Bloque	222,1	3	74,03	2,62	0,0541
Trat*Bloque	407,84	9	45,32	1,61	0,122
Error	3131,65	111	28,21		
Total	5326,55	126			
C.V. (%)	14,62				
R ² :	0,41				

Tabla 22. Análisis de varianza de altura 240 días después del trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7262,5	15	484,17	13,41	<0,0001
Tratamiento	6059,53	3	2019,84	55,94	<0,0001
Bloque	602,98	3	200,99	5,57	0,062
Trat*Bloque	527,79	9	58,64	1,62	0,1171
Error	3935,93	109	36,11		
Total	11198,43	124			
C.V. (%)	12,88				
R ² :	0,65				

Tabla 23. Análisis de varianza de diámetro el día del trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40,41	15	2,69	2,03	0,0176
Tratamiento	3,46	3	1,15	0,87	0,4583
Bloque	12,73	3	4,24	3,2	0,0256
Trat*Bloque	24,22	9	2,69	2,03	0,0409
Error	169,63	128	1,33		
Total	210,04	143			
C.V. (%)	24,80				
R ² :	0,19				

Tabla 24. Análisis de varianza de diámetro 60 días después del trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30,72	15	2,05	1,52	0,1104
Tratamiento	2,57	3	0,86	0,63	0,5949
Bloque	9,63	3	3,21	2,38	0,0736
Trat*Bloque	19,09	9	2,12	1,57	0,1321
Error	156,66	116	1,35		
Total	187,38	131			
C.V. (%)	22,41				
R ² :	0,16				

Tabla 25. Análisis de varianza de diámetro 120 días después del trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,83	15	2,19	1,5	0,1178
Tratamiento	1,81	3	0,6	0,41	0,7445
Bloque	9,78	3	3,26	2,23	0,0886
Trat*Bloque	21,25	9	2,36	1,61	0,119
Error	168,2	115	1,46		
Total	201,03	130			
C.V. (%)	20,43				
R ² :	0,16				

Tabla 26. Análisis de varianza de diámetro 180 días después del trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37,83	15	2,52	1,69	0,0625
Tratamiento	2,13	3	0,71	0,48	0,7
Bloque	11,58	3	3,86	2,59	0,0565
Trat*Bloque	24,89	9	2,77	1,86	0,0662
Error	165,46	111	1,49		
Total	203,28	126			
C.V. (%)	19,09				
R ² :	0,16				

Tabla 24. Análisis de varianza de diámetro 60 días después del trasplante.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	143,02	15	9,53	6,76	<0,0001
Tratamiento	71,6	3	23,87	16,91	<0,0001
Bloque	31,05	3	10,35	7,34	0,0625
Trat*Bloque	37,74	9	4,19	2,97	0,065
Error	153,82	109	1,41		
Total	296,84	124			
C.V. (%)	19,09				

Panel fotográfico



Figura 9. Preparación del terreno para la instalación de *C. cateniformis*.



Figura 10. Medición de diámetro de plántulas *C. cateniformis*.



Figura 11. Medición de altura de plántulas *C. cateniformis*.

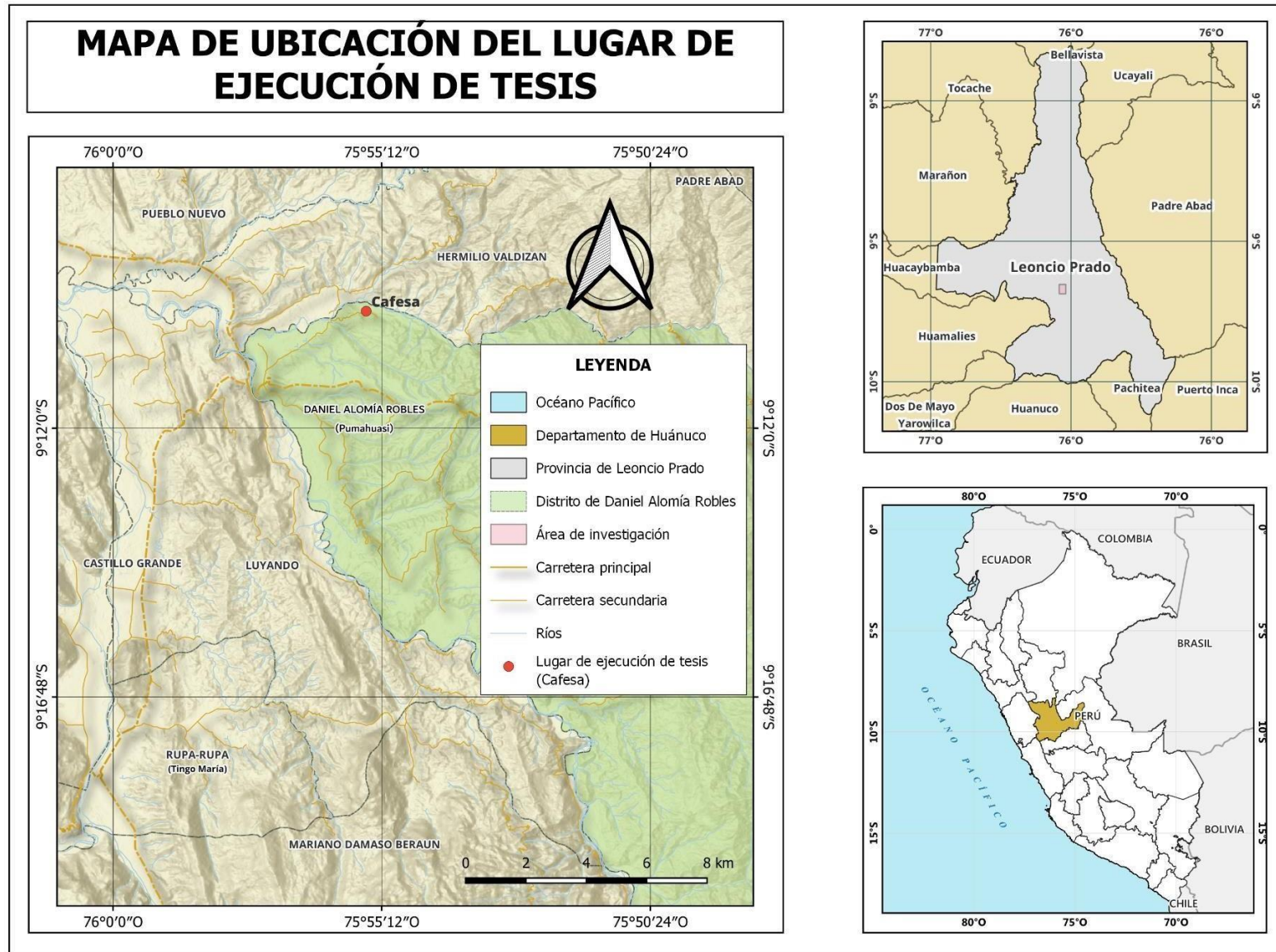


Figura 12. Mapa de ubicación del lugar de ejecución de tesis.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531

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

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:			MIGUEL ANGEL GARCIA NAMUCHE													
N°	CODIGO DEL LAB.	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	NOMBRE DE PARCELA O FUNDO	AREA	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
														LATITUD	LONGITUD	
1	S0442A	HUANUCO	LEONCIO PRADO	DANIEL ALOMIA ROBLES	CAFETA - PUMAHUASI	DON VICTOR MASGO	150M2	0	HELECHOS	—	40	—	—	—	—	—

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%				
	CODIGO DEL LAB.	CODIGO DEL SOLICITANTE	Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	disponible	Ca	Mg					K	Na	Al	H
			%	%	%																				
1	S0442A	A INICIAL	59	20	21	Franco Arenoso	4.31	1.46	0.07	6.90	81.86	6.68	2.19	0.28	0.12	0.09	3.37	0.63	6.68	40	60	50			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO No. 001-0647021
TINGO MARIA, 22 DE ABRIL 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria

Hugo Alfredo Huamani Yupanqui
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 13. Análisis inicial de suelo del campo experimental.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531

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

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		MIGUEL ANGEL GARCIA NAMUCHE														
N°	CODIGO DEL L.A.S.	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	NOMBRE DE PARCELA O FUNDO	AREA	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (kg/ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (Años)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
1	S0442B	HUANUCO	LEONCIO PRADO	DANIEL ALOMIA ROBLES	CAFEYA - PUMAHUASI	DON VICTOR MASGO	150M2	0	HELECHOS	—	40	—	—	—	—	—

N°	DATOS		ANÁLISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
	CODIGO DEL LAS.	CODIGO DEL SOLICITANTE	Arena	Arcilla	Limo	Textura							disponible	Ca	Mg	K	Na	Al					H
			%	%	%								ppm	ppm									
1	S0442B	FINAL	45	42	13	Arcilloso	4.61	2.26	0.11	8.60	142.15	6.00	2.28	0.33	0.23	0.11	2.87	0.53	6.00	43	57	48	

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO No. 001-0647027

TINGO MARIA, 12 DE ABRIL 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria




Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 14. Análisis final del suelo en campo experimental.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : CAMPO EMPRESARIAL E.I.R.L.
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ CHACLACAYO
 MUESTRA DE : COMPOST
 REFERENCIA : H.R. 69792
 FACTURA : 5587
 FECHA : 16/09/19

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
867	-	9.26	16.90	37.05	1.80	1.49	4.14

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
867	-	2.20	1.25	27.95	0.36

 *Ing. Brailio La Torre Martínez*
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

figura 15. Análisis de materia orgánica del bocashi