UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENERÍA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO Y ALTURA DEL *(Cedrelinga catenaeformis* Ducke), "TORNILLO" FASE DE VIVERO DE LA F.R.N.R. – UNAS - TINGO MARÍA

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

FERNANDO ASDRUBAL CABRERA OROPEZA

Tingo María – Perú

2024

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

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 018-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 16 de diciembre 2024, a horas 11:00 a.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO Y ALTURA DEL *(Cedrelinga catenaeformis* Ducke), "TORNILLO" FASE DE VIVERO DE LA F.R.N.R. – UNAS – TINGO MARÍA

Presentado por el Bachiller: **FERNANDO ASDRUBAL CABRERA OROPEZA,** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **"BUENA".**

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

Tingo María, 29 de enero de 2025

Dr. JOSE D. LEVANO CRISOSTOMO
PRESIDENTE

Ing. MSc. MARCO A. DUEÑAS TUESTA
MIEMBRO

Ing. MSc. ERLE O. J. BUSTAMANTE SCAGLIONI
MIEMBRO

Dr. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO
ASESOR

Ing. MSc. BRAYAN A. CALDAS DE LA CRUZ
ASESOR

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

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

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 058 - 2025 - CS-RIDUNAS

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

CERTIFICA QUE:

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

Programa de Estudio:

Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO Y ALTURA DEL (Cedrelinga catenaeformis Ducke), "TORNILLO" FASE DE VIVERO DE LA F.R.N.R. – UNAS - TINGO MARÍA	FERNANDO ASDRUBAL CABRERA OROPEZA	18 % Dieciocho

Tingo María, 14 de febrero de 202519

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Malliqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO Y ALTURA DEL *(Cedrelinga catenaeformis* Ducke), "TORNILLO" FASE DE VIVERO DE LA F.R.N.R. – UNAS - TINGO MARÍA

Autor	: Cabrera Oropeza, Fernando Asdrubal
Asesor (es)	: Dr. Wilfredo Alva Valdiviezo
	Ing. Mg. Sc. Brayan André Caldas de la Cruz

Programa de investigación	: Ciencias Básicas
Línea de investigación	: Biología y Microbiología del suelo
Eje temático	: Indicadores Físicos y Químicos del suelo
Lugar de ejecución	: Vivero de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal – Facultad de Recursos Naturales Renovables – U. N. A. S.
Duración del trabajo	: 09 meses
Financiamiento	: S/. 5 000, 00

Tingo María – Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

"Promoviendo la Calidad de la Investigación"

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

REGISTRO DE PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables
Escuela Profesional/ Departamento Académico	: Escuela Profesional de Conservación de Suelos y Agua
Título de la Tesis	: EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO Y ALTURA DEL (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), "TORNILLO" FASE DE VIVERO
Objetivo General	: DE LA F.R.N.R. – UNAS - TINGO MARÍA
Autor de la Tesis	: Cabrera Oropeza, Fernando Asdrubal
DNI	: 09639504
Correo Electrónico	: fernando.cabrera@unas.edu.pe
Asesores	: 1. Dr. Wilfredo Alva Valdiviezo 2. Ing. Mg. Sc. Brayan André Caldas de la Cruz
Área de Investigación	: Ciencias Básicas
Grupo de Investigación	: Ciencias Básicas
Línea de investigación	: Ecología y conservación de suelos
Lugar de Ejecución	: Vivero de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal – FRNR-UNAS
Fecha Inicio	: 15/11/2023
Fecha Termino	: 15/07/2024
Presupuesto	: **S/. 5 000**
Financiamiento	: **Propio (x) FIF ( ) Externo ( )**

CABRERA OROPEZA, FERNANDO ASDRUBAL
Tesista

Dr. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO
Asesor

Ing. MSc. BRAYAN A. CALDAS DE LA CRUZ
Asesor

DEDICATORIA

A Dios celestial, por estar siempre en mi camino, me permitió realizarme profesionalmente y su presencia me acompaña a donde quiera que vaya.

A mi madre, ya que es mi pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, por sus consejos, enseñándome valores y perseverancia.

A mis hermanos y sobrinos, que son un ejemplo de lucha para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

- Mi a mi alma mater, Universidad Nacional Agraria de la Selva un sincero agradecimiento en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua por los conocimientos brindados forjándome en mi vida profesional.

- A mis asesores, Dr. Wilfredo Alva Valdiviezo y al Ing. Mg. Sc. Brayan André Caldas de la Cruz por compartir sus sabios conocimientos y orientación para poder desarrollar mi investigación.

- A los miembros del jurado, Dr. José Dolores Lévano Crisóstomo, M. Sc. Marco Antonio Dueñas Tuesta, M. Sc. Erle Otto Bustamante Scaglioni que permitieron el desarrollo de mi trabajo de manera exitosa.

- A mis amigos por brindarme su apoyo en los momentos que lo necesitaba.

ÍNDICE

Página

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA 3

2.1. Marco teórico 3

2.1.1. La morfología vegetal 3

2.1.2. Descripción de la especie en estudio 3

2.1.3. Importancia y usos del tornillo 5

2.1.4. Proceso de germinación 6

2.1.5. El sustrato 6

2.2. Estado del arte 8

2.2.1. Internacional 8

2.2.2. Nacional 9

III. MATERIALES Y MÉTODOS 11

3.1. Lugar de ejecución 11

3.1.1. Ubicación política 11

3.1.2. Ubicación geográfica 11

3.1.3 Clima y fisiografía 11

3.2. Materiales y equipos 12

3.2.1. Materiales 12

3.2.2. Equipos 12

3.2.3. Insumos químicos 12

3.3. Metodología 13

3.3.1. Determinación de los parámetros biométricos en crecimiento de plantones de tornillo en fase de vivero en función de diferentes sustratos 13

3.3.2. Determinación del porcentaje de humedad y masa seca en función a los tratamientos en estudio. 14

3.4. Diseño de la investigación 15

3.4.1. Diseño experimental.....15

3.4.2. Variables evaluadas.....16

3.4.3. Análisis estadístico.....17

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 18

4.1. Determinación de los parámetros biométricos en crecimiento de plantones de tornillo en fase de vivero en función de diferentes sustratos 18

4.2. Determinación del porcentaje de humedad y masa seca en función a los tratamientos en estudio. 27

V. CONCLUSIONES 31

VI. PROPUESTAS A FUTURO.....32

VII. REFERENCIAS.....33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Página

1. Descripción de los tratamientos. 15

2. Análisis de varianza y la comparación media. 17

3. Cuadrado medio del análisis de varianza (α = 0,05), para altura y diámetro de plántulas de tornillo. 18

4. Prueba de Duncan (α = 0,05), para altura y diámetro de plántulas de tornillo. 18

5. Cuadrado medio del análisis de varianza (α = 0,05), para número de hojas y área foliar de plántulas de tornillo. 22

6. Prueba de Duncan (α = 0,05), para número y área foliar de plántulas de tornillo. 23

7. Cuadrado medio del análisis de varianza (α = 0,05), para largo y volumen de raíces de plántulas de tornillo. 25

8. Prueba de Duncan (α = 0,05), para largo y volumen de plántulas de tornillo. 25

9. Cuadrado medio del análisis de varianza (α = 0,05), para peso fresco y seco de plántulas de tornillo. 27

10. Cuadrado medio del análisis de varianza (α = 0,05), para porcentaje de humedad y materia seca de plántulas de tornillo. 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Página

1. Mapa de ubicación del vivero de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal..... 12

2. Diseño experimental 16

3. Altura de plántulas de tornillo, desde la instalación hasta 90 días. 19

4. Diámetro de plántulas de tornillo, desde la instalación hasta 90 días..... 20

5. Regresión lineal simple entre altura de plantas y diámetro de plántulas de tornillo..... 21

6. Regresión lineal simple entre número de hojas y área foliar de plántulas de tornillo..... 24

7. Regresión lineal simple entre tamaño y volumen de raíces de plántulas de tornillo..... 26

8. Peso fresco y seco de plántulas de tornillo evaluados a los 90 días. 28

9. Peso fresco y seco de plántulas de tornillo evaluados a los 90 días. 28

10. Porcentaje de humedad y materia seca de plántulas a los 90 días. 30

11. Regresión lineal simple entre porcentaje de materia seca y humedad..... 30

12. Preparación del sustrato. 40

13. Traslado de tierra al área de embolsado..... 40

14. Embolsado de sustrato. 41

15. Plántulas de Cedrelinga catenaeformis (Ducke) Ducke. 41

16. Enraizador Ryz Up..... 42

17. Inductor trihormonal. 42

18. Diseño experimental. 43

19. Insecticida agrícola. 43

20. Evaluación del diámetro en plántulas. 44

21. Evaluación de altura en plántulas. 44

RESUMEN

El *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke "tornillo" es una especie forestal maderable de mucha importancia en el ecosistema, debido a que es una leguminosa y es utilizada para la producción de madera y recuperación de suelos degradados, sin embargo, existen deficiencias en la producción de plantones en vivero debido a que require de cuidados y no es adaptable a cualquier tipo de sustrato, por ello en esta investigación se tuvo como objetivo: evaluar la influencia de diferentes sustratos en el crecimiento de *C. catenaeformis* Ducke "tornillo" en fase de vivero de la F.R.N.R. – UNAS - Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco; para ello se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos: (T_1: tierra agrícola, T_2:tierra agrícola + arena, T_3: tierra agrícola + arena + estiércol de cuy) con 5 repeticiones, los plantones fueron provenientes de la regeneración natural que existen en el BRUNAS posteriormente fueron instaladas en el vivero y se evaluaron por tres meses, además, para comparar los tratamientos se aplicó la prueba estadística de Duncan. Como resultado se obtuvo que en el T_1 los plantones presentaron en promedio 20,50 cm de altura; el T_2 = 18,90 cm; y el T_3 = 17,20 cm; y el diámetro en el T_1 fue: 3,30 mm, T_2 = 3,66 mm; y T_3 = 4,36 mm, donde se encontró que existe diferencia estadística entre el T_1 y el T_3.

Palabras clave: biodiversidad, recursos forestales, sustrato.

EVALUATION OF GROWTH IN DIAMETER AND HEIGHT OF (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), "TORNILLO" NURSERY PHASE OF THE F.R.N.R. – UNAS – TINGO MARÍA

ABSTRACT

Cedrelinga catenaeformis (Ducke) Ducke "tornillo" is a timber forest species of great importance in the ecosystem, because it is a legume and is used for the production of wood and recovery of degraded soils, however, there are deficiencies in production of seedlings in the nursery because it requires care and is not adaptable to any type of substrate, therefore the objective of this research was: to evaluate the influence of different substrates on the growth of *C. catenaeformis* Ducke "tornillo" in the nursery phase of the F.R.N.R. – UNAS - Tingo María, Rupa Rupa district, Leoncio Prado province, Huánuco region; For this, a completely randomized design (DCA) was used with 3 treatments: (T_1: agricultural land, T_2: agricultural land + sand, T_3: agricultural land + sand + guinea pig manure) with 5 repetitions, the seedlings were from the natural regeneration that exist in BRUNAS were subsequently installed in the nursery and evaluated for three months. In addition, Duncan's statistical test was applied to compare the treatments. As a result, it was obtained that in T_1 the seedlings were on average 20.50 cm high; T_2 = 18.90 cm; and T_3 = 17.20 cm; and the diameter at T_1 was: 3.30 mm, T_2 = 3.66 mm; and T_3 = 4.36 mm, where it was found that there is a statistical difference between T_1 and T_3.

Keywords: biodiversity, forest resources, substrate.

I. INTRODUCCIÓN

La conservación de suelos y agua ha cobrado gran importancia debido a los crecientes desafíos relacionados con la degradación de nuestro ambiente, la pérdida de biodiversidad y los efectos del cambio climático. El manejo sostenible de los recursos naturales busca mitigar estos problemas mediante estrategias que incluyan la reforestación y el uso de especies nativas, las cuales desempeñan un papel crucial en la restauración ecológica y en la protección de servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono y la reducción de la erosión.

El Perú enfrenta una constante presión sobre los recursos forestales y edáficos debido a actividades humanas como: la deforestación, la agricultura migratoria y el mal uso de los suelos. Estas actividades han provocado que extensas áreas del territorio presenten problemas de erosión, pérdida de fertilidad y disminución de la capacidad de infiltración de agua. En respuesta, el país ha promovido programas de reforestación y manejo sostenible, con énfasis en especies nativas de alto valor ecológico como *Cedrelinga catenaeformis* Ducke ("Tornillo"). Esta especie es reconocida por su madera de calidad, así como por su potencial para estabilizar el suelo debido a su capacidad para fijar nitrógeno en el suelo, mejorar la calidad edáfica y contribuir a la retención hídrica.

En la región Huánuco los ecosistemas boscosos no son ajenos a esta problemática, por tal razón que la producción y el manejo de plántulas de "Tornillo" en viveros son fundamentales para promover la restauración de suelos degradados y garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos. Evaluar el crecimiento en diámetro y altura de esta especie bajo diferentes sustratos en la fase de vivero permite identificar las condiciones más adecuadas para su establecimiento y, a su vez, fortalecer los programas de conservación de suelos y agua en la región. Bajo este contexto, se formuló la siguiente pregunta ¿Cuál será el efecto del uso de diferentes sustratos en el crecimiento de *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke "tornillo" fase de vivero - Tingo María?

Por lo tanto, en el estudio se evaluaron los parámetros biométricos en crecimiento de plantones de tornillo en función de los diferentes sustratos utilizados y a su vez, el porcentaje de humedad y masa seca en función a los diferentes tratamientos; para los cuales se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar la influencia de diferentes sustratos en el crecimiento de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke “tornillo” en fase de vivero de la F.R.N.R. – UNAS - Tingo María.

Objetivos específicos

- Determinar los parámetros biométricos (altura, diámetro, número de hojas y tamaño y volumen de raíces) en crecimiento de plantones de tornillo en fase de vivero en función de los diferentes sustratos.
- Determinar el peso fresco y seco y el porcentaje de humedad y materia seca de plántulas de tornillo en función de los diferentes sustratos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. La morfología vegetal

Es la exteriorización de la estructura y la forma de la planta como respuesta funcional a los estímulos o condición de su entorno y a las actividades culturales realizadas en el vivero, por lo general se mide con facilidad (Birchler *et al*., 1998). Tiene parámetros que son indicadores físicos ya definidos, se emplean con más frecuencia para determinar la calidad de la plántula, proporcionando un discernimiento directo y fácil por el viverista. Aunque se han llevado a cabo algunos estudios que demostraron que los criterios basados en estos caracteres son relevantes para evaluar el rendimiento de las plántulas una vez que se instalaron en campo definitivo (Gomes *et al*., 2002).

2.1.2. Descripción de la especie en estudio

2.1.2.1. Clasificación taxonómica

Según Mostacero y Mejía (1993) clasificaron taxonómicamente al tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke) de la siguiente manera:

Reino : Plantae

División : Angiosperma

Clase : Dicotiledónea

Sub clase : Archylamydae

Orden : Rosales

Familia : Fabaceae

Género : *Cedrelinga*

Especie : *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

2.1.2.2. Características botánicas

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza ([CATIE], 1997) menciona que *C. catenaeformis* D. Ducke se distingue por tener un tronco cilíndrico, no presenta alteraciones en su base y una corteza externa con grietas o fisuras, color marrón oscuro o rojizo. La hoja es bipinnada, foliolo altamente asimétrico y el fruto es estrecho,

largos curvados ligeramente que al ser vistos desde distancia larga parecen unos grandes tornillos, y de allí es su nombre común de esta especie, tienen diámetro de 0,5 a 2,8 m y altura total desde 20 a 40 m, con peciolos de 6 a 30 cm, hojas con 4 pinnas, presentan glándulas con diámetro de 2 a 5 mm en la zona de articulación de la pinna, lámina foliar en forma ovadas, asimétricas, que miden de 4 a 15 cm y 2 a 9 cm de ancho, con el ápice acuminado, con base aguda, nerviación pinnada en par de 5 a 7 nervio secundario.

La Inflorescencia es en panícula con longitud de 12 a 30 cm, tiene varias cabezuelas formando grupos de racimos. Con flores pequeñas, hermafroditas, de aproximadamente 1 a 1,5 cm de largo, actinomorfas, cáliz muy pequeño de 1 a 2 mm, corola de color blanco que mide 4 a 5 mm, presenta 5 lóbulos. El androceo se compone por varios estambres que miden 1 a 1,5 mm, mientras que el pistilo es solo uno, estilo largo y el estigma poco desarrollado. (Reynel *et al*., 2003).

2.1.2.3. Características fenológicas

C. catenaeformis D. Ducke, se defolia durante todo el año, pierde las hojas durante todo el año, pero el restablecimiento de su cubierta foliar es continuo, formándose rápidamente hojas nuevas que reemplazan cada vez que las hojas viejas se desprenden y caen al suelo (Padilla, 2002). En cuanto a la fructificación se manifiestan por lo general a finales de temporada seca, desde noviembre hasta diciembre, presentando frutos a inicios de la estación de lluvias en el mes de diciembre hasta febrero (Reynel *et al*, 2003); no obstante, Aróstegui y Díaz (1992), mencionan que la fenología en cuanto a la floración hasta que madure el fruto se tarda aproximadamente cinco meses, aunque también en la zona de Pucallpa tarda cerca de tres meses. Según Díaz y Nicolini, (2009) expresan que los frutos se producen desde el mes de diciembre hasta marzo en Perú.

2.1.2.4. Distribución geográfica

Esta especie *C. catenaeformis* D. Ducke es muy popular en nuestro país, tiene sinónimos como *Piptadenia catenaeformis* y *Pithecellobium catenaeformis,* Ducke, a su vez su nombre común varía según el lugar donde se encuentra; en Huánuco, Pucallpa y Madre de Dios le llaman tornillo, en la zona de Iquitos y Satipo como huaira caspi, en Cuzco y Puno como aguano y en selva central como cedro mayna (Brako y Zarucchi, 1993).

López, (2008) menciona que *C. catenaeformis* D. Ducke está ubicado su distribución básicamente en los bosques amazónicos del Perú, Brasil, Colombia, Ecuador y Surinam. En

nuestro país se distribuye desde los 6 120 hasta 800 m.s.n.m. donde la temperatura suele ser de 15 ºC a 38 ºC, la precipitación de 2 500 a 3 800 mm anuales.

A causa de su excelente propiedades mecánicas y físicas se incrementa más y más la demanda de esta madera, es una especie muy adaptable para diferentes usos; por ende, su aprovechamiento, transformación primaria y secundaria se ha intensificado en gran escala (López, 2008).

2.1.2.5. Hábitat y ecología

C. catenaeformis D. Ducke según Condori (2007) afirma que es una especie nato de los bosques tropicales de América del Sur que se encuentra a 120 -800 m.s.n.m., con temperaturas que varían desde 15° C a 38 ° C y con precipitación anual de 2 500 a 3 800 mm. Su hábitat son ecosistemas húmedos y hasta zonas de pantanos donde se presencian humus, en las zonas de mayor altitud esta especie se antepone en las nacientes y pequeños cauces de ríos con características de suelos arcillosos; (Dasilva *et al*., 1992).

También se ubican en bosques aluviales y de colina que se sitúa en el Bosque muy húmedo-Premontano Tropical (Bmh-PT). Son más frecuentes en espacios en que la temperatura máximo media anual son de 25,60 ºC, la media mínima de 18,50 ºC (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales [ONERN], 1976). Están situado en su mayoría y en gran cantidad en el norte de la Amazonía peruano y en la zona del sur en cantidades medias (Castillo y Nalvarte, 2007). El tipo de suelo son ácidos con pH de 4,50, la textura es franco arcillo arenoso que se clasifica como Inceptisol (Lévano, 1994).

2.1.3. Importancia y usos del tornillo

Esta especie tiene una gran variedad de nombres vulgares que se distinguen según el país de origen; por ejemplo, en Colombia se le conoce como achapo, credo rana; en Ecuador como seique, chuncho; en Perú como tornillo, huayracaspi, aguano, cedro mayna y en Brasil como cedro rana, parica, lacaica, yacayaca; en la actualidad es ejemplar forestal nato de la Amazonía peruana de gran potencialidad y con caracteres maderables altamente valiosa, que presenta un uso muy propagado en nuestro país. Que se considera como una de las cinco especies forestales más valoradas en la población amazónica en el aspecto económico, siendo en el mercado una de las maderas más vendidas y con mayor demanda. El árbol del tornillo por lo general se encuentra en el estrato dominante del bosque en el cual se desarrolla alcanzando la altura total de 25 a 50 m y la altura comercial con 15 a 25 m (CATIE, 1997).

Referente a su madera presenta excelente calidad y alta durabilidad, con una densidad promedio por lo que es semidura y ligeramente pesado, tiene grano recto ha entrecruzado algunas veces, presenta la textura gruesa y es de color blanquecino. Buena trabajabilidad y presenta buena demanda en el mercado peruano para construcciones, carpinterías y ebanistería. (Reynel *et al*., 2003).

2.1.4. Proceso de germinación

El proceso de germinación empieza presentando cambios desde con la absorción de agua que lo llevan a las semillas a ser rotas la cubierta seminal por la raicilla (raíz embrional) formándose la plántula, si bien la verdadera germinación empieza mucho antes de esto, la germinación suele ser visible mediante la contemplación de la salida del brote de las raicillas (Martínez, 2012). La humedad, el oxígeno, la luz y la temperatura adecuada es primordial para llevar a cabo dicho proceso, la energía almacenada en el almidón y otras sustancias alimenticias del endospermo son vitales; por la acción del agua empieza inhibiendo a la semilla permitiendo hidratarse y por consecuencia las enzimas comienzan a activarse, el almidón se digiere para solubilizarse y las proteínas se transforman en aminoácido, el crecimiento embrionario se origina debido a la disponibilidad de sustancias que permiten la liberación de energía para la respiración (Ángel, 2017).

2.1.4.1. Almacigado y repique

Se considera a estos dos procesos de vital importancia a fin de obtener plantones de calidad en la fase de vivero y cane recalcar el sustrato a utilizar, tiene que ser preparado cuidadosamente ya que las plantitas germinadas serán establecidas directamente en las bolsas del sustrato. Es recomendable considerar la profundidad en el cual serán puestas las semillas a germinar ya que dependen del tamaño, en el caso de las semillas pequeñas sembradas al voleo solo se cubren con arena fina de ½ a 1 cm (Camus del Castillo, 2006).

2.1.5. El sustrato

Considerado como el medio a usarse para plantar las plantas y el componente más usado en las siembras producido en envases o recipientes, que por lo general es muy exigente con respecto al abonado y el riego constante (Muñoz, 2022).

Usado como sostén y abastecedor de nutrimentos el sustrato es importante parta las plantas en su fase inicial de desarrollo; por ende, la elección del tipo de sustrato se considera transcendente para producir plantones de calidad en el vivero (Varela *et al*., 2013).

2.1.5.1. Materia orgánica en el suelo

Este componente se puede originar del residuo que generar las plantas, animales y microorganismos que se encuentran en el suelo. Al descomponerse estos restos, en particular los materiales lignocelulósicos u orgánicos, se produce el humus, que al contener nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micronutrientes son de mucha importancia para la salud del suelo; sumado a ello, los ácidos poliurónicos, que se generan en el proceso de producción, es el causante para que lo suelos mantengan su estructura (Rojas, 2015).

2.1.5.2 Propiedades físicas del sustrato

Son de fácil percepción, a simple vista el color, capacidad de retener la humedad, su textura, densidad aparente y la porosidad. La textura como propiedad física por lo general es propio del sustrato y no podría modificarse, mientras que la química si se puede en tal sentido el sustrato son elegidos considerando las propiedades físicas. La capacidad de retención de humedad se puede lograr adicionando materia orgánica al sustrato. Para viveros el sustrato más usado es la tierra agrícola y según a sus características esta puede mezclarse con otros insumos como arena, aserrín, compost, entre otros, lo que generaría un nuevo sustrato con características mejoradas de mayor aireación evacuando el exceso de agua rápidamente, lo que proporcionaría una mejor condición de suelo y el incremento radicular de la planta (Hine, 1991).

2.1.5.3. Propiedades químicas del sustrato

Esta propiedad influye en la disponibilidad de nutrientes en la solución suelo por su capacidad de intercambio catiónico, por lo que la acidez del sustrato es trascendental y estas pueden modificarse debido a la aplicación de abono y fertilizante (Hine, 1991).

2.1.5.4. Propiedades biológicas del sustrato

Esta propiedad tiene pocas investigaciones en actualidad. No obstante, el sustrato debe componer una buena condición física y química, componentes biológicos como microorganismos que pueden ser la micorriza, rhizobium o acetobacter, para facilitar el desarrollo de compuesto orgánicos descompuestos (Montero, 1986). Por el motivo antes mencionado Rojas (2015), investigó el incremento de la altura obteniendo como resultado en 60 días un incrementó de 24,3 cm, instalado en sustrato 50% de tierra agrícola + 10% aserrín descompuesto + 10%arena y 30% humus.

2.2. Estado del arte

2.2.1. Internacional

Vega (2017) evaluó el crecimiento de *C. catenaeformis* (Ducke) Ducke, aplicando varios medios nutritivos (0,5 g/L Nitrato de amonio, 1 g/L Nitrato de amonio, 1,5 g/L Nitrato de amonio, 0,25 g/L Fosfato diamónico, 0,75 g/L Fosfato diamónico, 1 g/L Fosfato diamónico) en diferentes tiempos (3, 6 y 9 días cada uno) bajo la condición de vivero; el tiempo de evaluación fue de 15, 30, 60 y 90 días después de haber aplicado los medios nutritivos. Los parámetros que se midieron fueron el diámetro (mm), número de hojas y altura de plántulas (cm). Se obtuvo que el mejor tratamiento para el diámetro fue el de 1,5 g/L Nitrato de amonio aplicándose cada 9 días, para el número de fue 1 g/L Fosfato diamónico por cada 6 días, y para la altura resultó como mejor tratamiento el 0,5 g/L Nitrato de amonio por cada 3 días.

Durán (2022) estudió el proceso germinativo y desarrollo de la especie *C. catenaeformis* D. Ducke, aplicando tres tratamientos pre germinativos, semillas con vaina, sin vaina y escarificado; adicional a ello usó semillas sin desinfectar, con desinfección química y orgánica con agua caliente; instalados en tres sustratos (tierra 100 %, tierra 80% + Arena de rio 20% y tierra 80% + cascarilla de arroz 20) con niveles de sombra desde 30, 50 y 70 %. Los resultados mostraron que el mejor porcentaje de germinación fue con semillas sin vainas en sustrato de tierra 80% + cascarilla de arroz 20%, desinfectadas químicamente y con sombra al 70%; la mayor altura fue de semillas sin vainas, de tierra 80% + cascarilla de arroz 20%, desinfección orgánica y con sombra al 70%; el mayor diámetro a la altura del cuello y peso de biomasa se obtuvo con las combinaciones de semillas con vainas, sin desinfección, tierra 100%, con sombra de 30% y semillas sin vainas, tierra 80% + arena de río 20%, desinfección orgánica y con sombra al 70%;

Tanguila (2022) evaluó el crecimiento y supervivencia de *C. catenaiformis* D. Ducke con plantines extraídos de regeneración natural, midió la altura, diámetro, número de hoja, su área foliar y supervivencia; altura de 29,94 cm, diámetro 4,44 mm, número de hojas 16, área foliar 50,58 cm^2, supervivencia de 95,5%, y de 400 plántulas sobrevivieron 384. Luego instaló estas plántulas en diferentes áreas. A los 90 días se evaluó las mismas variables y se analizó también la variable cobertura vegetal del área de ensayo. En el bosque primario la altura promedio fue de 47,08 cm, diámetro 5,91 mm, 11 hojas, el área foliar de 65,34 cm^2, supervivencia de 64% y la cobertura vegetal 84,4%. En el bosque secundario altura de 49,87

cm, diámetro 6,49 mm, 12 hojas, el área foliar de 53,64 cm^2, la supervivencia de 78% y la cobertura vegetal de 77,4%. En la chacra la altura 74,51 cm, diámetro de tallo 7,26 mm, 12 hojas, el área foliar 77,07 cm^2, la supervivencia de 74% y la cobertura vegetal de 48,7%.

2.2.2. Nacional

Rojas (2015) realizó la evaluación en producción de plantones de *C. catenaiformis* D. Ducke en vivero, su objetivo fue determinar el crecimiento de altura y diámetro, biomasa aérea, biomasa radicular y calidad de plantones. Los resultados mostraron que el tratamiento con sustrato de bosque presentó los mejores resultados en términos de crecimiento, alcanzando una mayor altura (20,88 cm), diámetro (3,51 mm) y biomasa radicular (0,51 g). El tratamiento con gallinaza al 3% obtuvo la mayor biomasa aérea (1,79 g). En cuanto a la calidad de los plantones, el tratamiento cero también destacó, mostrando una calidad alta en altura (≥ 15 cm), una relación altura/longitud de raíces (< 2:1) y un índice de lignificación (> 17,01), mientras que la calidad media fue observada en diámetro (2,5 - 4,9 mm) y robustez (7,9 - 6).

Vasquez (2023) evaluó el comportamiento de *C. catenaiformis* D. Ducke aplicando superfosfato triple para crecimiento inicial bajo condición de vivero. Se usó varios sustratos en base a tierra agrícola y superfosfatos. Los resultados que obtuvo fue que el sustrato de tierra agrícola + 0.5 g de superfosfato triple y tierra agrícola + 1 g de superfosfato triple favorecieron el mayor crecimiento en altura, siendo el segundo sustrato que presentó el mayor crecimiento en diámetro. La mayor sobrevivencia de las plántulas se observó en el sustrato de pura tierra agrícola y tierra agrícola + 0,5 g de superfosfato triple; también observó que no hubo ataques de plagas ni enfermedades.

Muñoz (2022) determinó cual es el mejor sustrato para producir plántulas de *C. catenaiformis* D. Ducke utilizando varios tipos de sustrato: 1,8 kg suelo agrícola, 1,6 kg tierra agrícola + 200 g humus + 30 ml microrganismos eficientes, 1,5 kg tierra agrícola+ 300 g de aserrín descompuesto + 30 ml microrganismos eficientes, 1,8 kg tierra agrícola + 30 ml de microrganismos eficientes y1,8 kg tierra + 30 g guano de isla + 30 ml microrganismos eficientes. Obtuvo como resultado el mayor porcentaje de germinación con el sustrato 2, la altura dentro de 12 semanas 26,3 cm, presentó 8,68 unidades de hojas, un área foliar de 3,115 cm^2, peso seco de tallo 1,45 g; sin embargo, el diámetro del tallo más alto fue con el T5 y mayor peso seco de raíz 0,40 g, longitud total de las raíces 429,8 cm con el T3.

Carrasco (2023) investigó el crecimiento de la especie forestal *C. catenaiformis* D. Ducke y para ello realizó cuatro tratamientos en una concesión minera ubicada en la región Cusco. El tipo de diseño fue experimental con bloques completamente al azar (DBCA) por cada tratamiento instaló 50 plantas con distanciamiento de 5x5 y un espaciado de bloque a bloque de 10, obtuvo como resultado que la robustez del diámetro a la altura del cuello por tratamiento alcanzado durante 10 meses fue la de materia orgánica 0,54 cm, con relación al crecimiento de altura el tratamiento que obtuvo mejor resultado fue la gallinaza, seguida de la materia orgánica.

Nuñez (2018) estudió a la especie de *C. catenaiformis* D. Ducke, en fase de vivero y evaluó los parámetros biométricos de crecimiento de la altura y el diámetro, a su vez la sobrevivencia y calidad de plantones extraídos de regeneración natural repicados en diferentes tipos de sustratos. Se usaron cinco tipos de sustratos sin embargo en los resultados se observaron que el sustrato con 40% gallinaza + 40% aserrín descompuesto + 20% de arena presentó el mayor incremento en altura, mientras que el tratamiento T0 obtuvo el mayor diámetro. En cuanto a la sobrevivencia, el sustrato con 100% tierra natural también se destacó con un 83% de sobrevivencia, aunque la calidad de las plántulas fue generalmente mala en la mayoría de los tratamientos, lo que resalta la necesidad de mejorar las condiciones de cultivo y los sustratos para obtener plantones de calidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Esta investigación fue llevado a cabo en el vivero forestal de Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio prado del departamento de Huánuco.

3.1.1. Ubicación política

- Departamento : Huánuco
- Provincia : Leoncio Prado
- Distrito : Rupa Rupa

3.1.2. Coordenadas UTM

- Este : 390627
- Norte : 8970301
- Zona : 18 S
- Datum : WGS84

3.1.3 Clima y fisiografía

La zona en cuestión presenta una temperatura media anual de 24,3 °C, con mínimas de 19,2 °C, lo que indica un clima cálido y moderadamente templado a lo largo del año. La humedad relativa es alta, alcanzando un 87%, con variaciones a lo largo del año. Esta humedad disminuye entre los meses de junio a agosto, coincidiendo con la temporada más seca, y aumenta en los meses de enero a marzo debido al incremento de las precipitaciones, lo que refleja un patrón estacional característico de climas tropicales o subtropicales (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2022).

La altitud es de 665 m.s.n.m., el tipo de bosque se clasifica como Bosque Subtropical Premontano excepcionalmente pegajoso (bmh - PST) con base en la clasificación de Holdridge (1987).

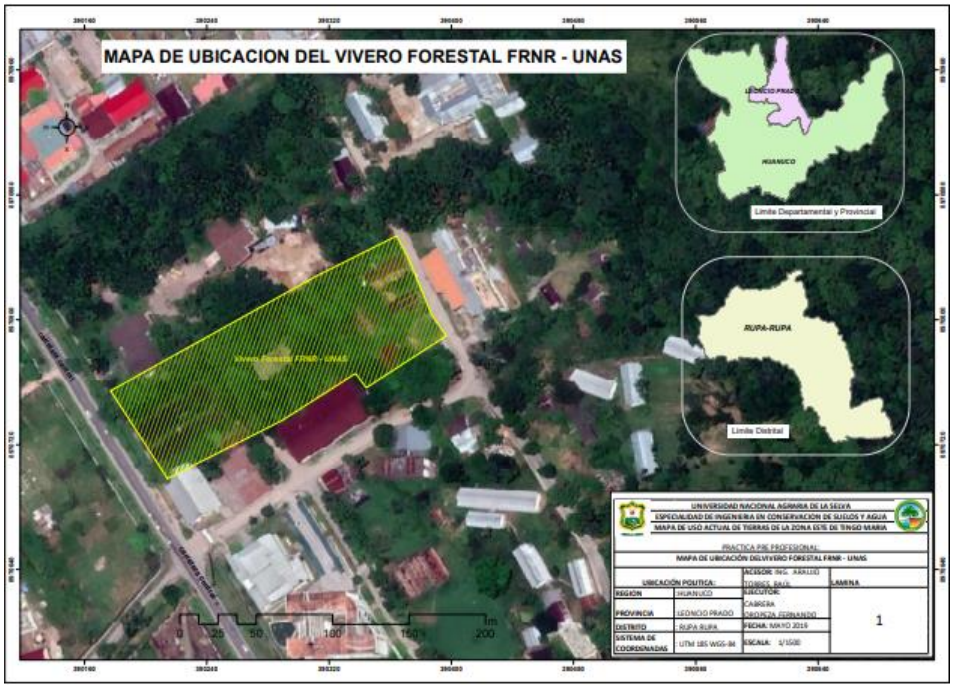

Figura 1. Mapa de ubicación del vivero de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Los materiales que se usaron fueron los siguientes: plántulas de tornillo, tierra agrícola, arena, cuyaza (estiércol de cuy), bolsas de polietileno, pala, carretilla, regla, vernier.

3.2.2. Equipos

Los equipos que se usaron fueron los siguientes: Balanza electrónica, estufa eléctrica, sacabocado de metal, probetas, pinza metálica, cámara fotográfica, laptop.

3.2.3. Insumos químicos

Los insumos químicos que se usaron fueron los siguientes: sulfato de cobre pentahidratado, Ridomil Gold MZ 68 WP en polvo, enraizador Ryz Up e insecticida como de la marca Precisión 100.

3.3. Metodología

3.3.1. Determinación de los parámetros biométricos (altura, diámetro, número de hojas tamaño y volumen de raíces) en crecimiento de plantones de tornillo en fase de vivero en función de los diferentes sustratos

a. Obtención de las semillas e insumos para el sustrato

Las semillas fueron compradas en la Facultad de Recursos Naturales Renovables que fue recolectada del Bosque Reservado, luego se realizó la germinación directa en los tres tipos de sustratos definidos con sus respectivos tratamientos. La tierra agrícola para el sustrato se extrajo del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), solo la parte superficial a 10 cm de profundidad posteriormente fue trasladado al vivero de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, la arena se obtuvo del vivero de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y la cuyaza fue obtenido de la granja de la Facultad de Zootecnia.

b. Preparación y embolsado de los sustratos

La mezcla de los sustratos se realizó en el interior del vivero, para ello se preparó tres tipos de sustratos, donde el tratamiento uno (T_1) fue de puro tierra agrícola, el tratamiento dos (T_2) tierra agrícola+ arena y el tercer tratamiento (T_3) tierra agrícola + arena + cuyaza.

Luego procedió con la desinfección del sustrato y para ellos se preparó el desinfectante de sulfato de cobre pentahidratado a una concentración de 1k por cada 200 litros de agua; este desinfectante se aplicó con una mochila fumigadora en el sustrato ya mezclado; considerando que por cada m^3 de sustrato se aplica 1k de sulfato de cobre pentahidratado, después se dejó reposando por 48 horas.

Finalmente se procedió al llenado de las bolsas, presionando el sustrato para que quede rígido evitando caídas en las actividades posteriores, después se llevó todas las bolsas con sustrato a las camas de cría del vivero.

c. Germinación de las semillas

Las semillas fueron desinfectadas con Ridomil Gold MZ 68 WP en polvo, fungicida de acción sistemático y de contacto que protegerá a la semilla durante la germinación. Seguidamente se procedió a poner las semillas desinfectadas a las bolsas con sustrato, se

regó con agua pura y se le puso una sombra de malla raschel hasta que las semillas germinen. Posterior a ello se realizó las labores culturales como el control de humedad de las bolsas, riego se realizó cada 2 días en el caso de que no lloviese; sumado a esto se hizo deshierbado como parte del control de malezas y control fitosanitario, dicha actividad se realizó con frecuencia.

d. Medición de parámetros biométricos

La evaluación de la altura se realizó cada 30 días en tres etapas (90 días), para la medida de altura se utilizó una regla milimétrica y se midió desde la base de la planta hasta la parte terminal en cm, para medir diámetro de tallo se utilizó un vernier y se midió a dos centímetros de la base de planta en mm.

El número de hojas se contabilizó a los 90 días, asimismo se midió el área foliar por el método de sacabocado, para ello se usó la siguiente fórmula:

$$AF(dm^2) = \frac{Ps\ limbo\ (g) * A\ discos\ (dm^2)}{Ps\ discos\ (g)} \ldots\ldots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

AF: Área foliar (dm^2).

Ps limbo: Peso seco del limbo (g).

Ps discos: Peso seco del disco extraído con el sacabocado (g).

A discos: Área de los discos extraído con el sacabocado (dm^2).

A los 90 días se evaluó el tamaño de raíces, para tal efecto se midió con una regla milimétrica desde el cuello de la planta hasta la parte terminal de las raíces. Para medir el volumen se utilizó una probeta graduada de medio litro de agua y una balanza electrónica (principio de Arquímedes), luego se introdujo las raíces a evaluar en la probeta con la ayuda de una pinza y por diferencia de volúmenes se calculó el volumen de las raíces.

3.3.2. Determinación del peso fresco y seco y el porcentaje de humedad y materia seca de plántulas de tornillo en función de los diferentes sustratos.

Para determinar el porcentaje de humedad se separaron la parte aérea de las plántulas que se evaluó el tamaño de raíces. Para ello se usó la balanza analítica y se pesó en fresco, luego se colocó en papel periódico para después ser puestos en la estufa durante 48 horas a

una temperatura de 105 °C, una vez cumplido el tiempo se retiraron todas las muestras y se pesaron para obtener el peso seco.

Para determinar el porcentaje de humedad se utilizó la siguiente ecuación:

$$CH(\%) = \frac{Pf\ (g) * Ps\ (g)}{Pf\ (g)} * 100 \ldots\ldots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

CH: Contenido de humedad (%)

Pf: Peso fresco (g)

Ps: Peso seco (g)

3.4. Diseño de la investigación

3.4.1. Diseño experimental

El diseño experimental que se usó es el diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos (tierra agrícola, tierra agrícola + arena, tierra agrícola + arena + cuyaza) expresado por las variedades (T_1, T_2 y T_3), compuesto por 5 repeticiones. Para realizar la comparación entre los diferentes tratamientos, se usó la prueba estadística multivariable de Duncan, que es una técnica combinada empleada para realizar análisis de diferencias significativas entre grupos en estudios experimentales. Esta prueba permite determinar cuáles tratamientos presentan diferencias notables en los parámetros evaluados, como el crecimiento, la sobrevivencia y la calidad de las plántulas.

El nivel de confianza utilizado fue del 5%, lo que implica que se ganó un margen de error del 5% para las conclusiones estadísticas. Los análisis se realizaron a cabo utilizando el programa InfoStat, que es una herramienta estadística especializada para realizar este tipo de prueba. Los tratamientos en estudio fueron tres diferentes sustratos, que se describen en la siguiente **Tabla 1**:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos y sus componentes.

Tratamientos	Descripción
T_1	Tierra agrícola
T_2	Tierra agrícola + arena

T_3	Tierra agrícola + arena + cuyaza

A continuación, en la **Figura 2** se muestra la distribución de los tratamientos y las respectivas repeticiones.

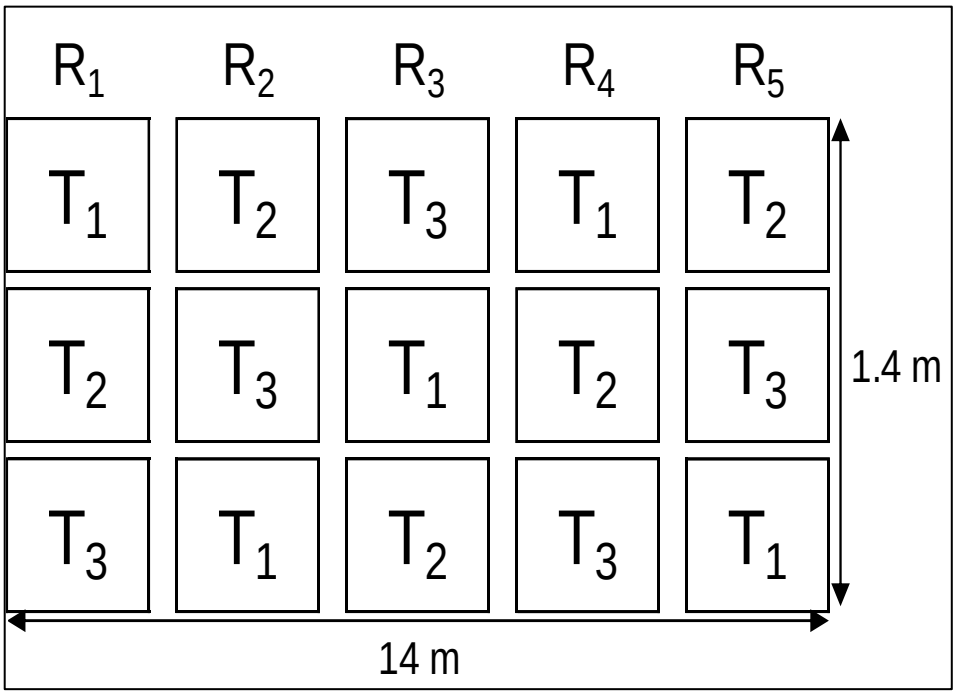

Figura 2. Diseño experimental.

3.4.2. Variables evaluadas

Dependientes: altura, diámetro, número de hojas, tamaño y volumen de raíces.

Independientes: sustrato.

Para el análisis de varianza se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal ANVA que tiene la siguiente ecuación:

$$Yij = \mu + Ti + Eij \ldots\ldots \text{ Ecuación 3}$$

Dónde:

Y ij = Respuesta del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo repeticion.

μ = Efecto de la media general.

Ti = Efecto del i-ésimo tratamiento.

Eij = Error experimental.

3.4.3. Análisis estadístico

Los caracteres que se evaluó por cada tratamiento fueron sometidas a un análisis de variancia (ANOVA), que permitió determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de tratamiento. Posteriormente, para identificar cuáles tratamientos presentaban diferencias específicas en sus medios, se utilizó la prueba de Duncan al nivel de confianza del 5%. Esta prueba es útil para realizar comparaciones entre las medias de los tratamientos de manera que se puedan identificar los tratamientos que se destacan de forma significativa en los parámetros evaluados. Los resultados obtenidos de este análisis se presentan en la **Tabla 2**, que resumen las diferencias entre los tratamientos en cuanto a las características biométricas.

Tabla 2. Análisis de varianza y la comparación media.

Fuente de variación	**G. L**
Tratamientos	t-1
Error experimental	(b-1) (t-1)
Total	bt-1

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de los parámetros biométricos (altura, diámetro, número de hojas tamaño y volumen de raíces) en crecimiento de plantones de tornillo en fase de vivero en función de los diferentes sustratos

4.1.1. Altura y diámetro de plántulas de tornillo

Los resultados del análisis de varianza para altura y diámetro de tornillo en función a los diferentes sustratos en estudio se muestran en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Cuadrado medio del análisis de varianza (α = 0,05), para altura y diámetro de plántulas de tornillo.

Análisis de varianza	G. L	Altura		Diámetro	
		CM	P-Valor	CM	P-Valor
Tratamientos	2	13,62 S	0,0705	1,45 S	0,052
Error experimental	12	4,08		0,38	
Total	14				
C.V (%)		10,71		16,34	

Nota: S = Significativo.

Se observa diferencias estadísticas significativas; es decir, que al menos un tratamiento es diferente a los demás. El coeficiente de variación (C.V) fue de 10,71 y 16,34 %, teniendo en cuenta las condiciones medio ambientales, rango aceptable en la toma de datos lo cual se muestran en la **Tabla 3**.

Tabla 4. Prueba de Duncan (α = 0,05), para altura y diámetro de plántulas de tornillo.

Clave	Altura			Clave	Diámetro		
	Cm	Sig.			mm	Sig.	
T_1	20,50	a		T_3	4,36	a	
T_2	18,90	a	b	T_2	3,66	a	b
T_3	17,20		b	T_1	3,30		b

Nota: T_1 = tierra agrícola, T_2 = tierra agrícola + arena, T_3 = tierra agrícola + arena + cuyaza.

El análisis de ANVA con respecto al crecimiento de plántulas de tornillo (altura y diámetro) en función a diferentes sustratos, ante la existencia de diferencias estadísticas, se

procedió a realizar el análisis de comparación múltiple a través, de la prueba de Duncan (α = 0,05) con la finalidad de profundizar las diferencias existentes en los tratamientos en estudio respecto a la altura de plántulas de tornillo, se observa que el tratamiento T_1 (tierra agrícola), muestra mayor tamaño y se diferencia estadísticamente del tratamiento T_3 (tierra agrícola + arena + cuyaza) que alcanzó menor tamaño, además se observa que el tratamiento T_2 (tierra agrícola + arena) alcanzó mayor tamaño que el tratamiento T_3.

Asimismo, para diámetro de plantas se observa que el tratamiento T_3 (tierra agrícola + arena + cuyaza) alcanzó mayor diámetro y se diferencia estadísticamente del tratamiento T_1 (tierra agrícola) que muestra menor diámetro; todo lo contrario con respecto al parámetro altura, la mezcla del sustrato tiene influencia directa en el diámetro como se observa en la **Tabla 4**.

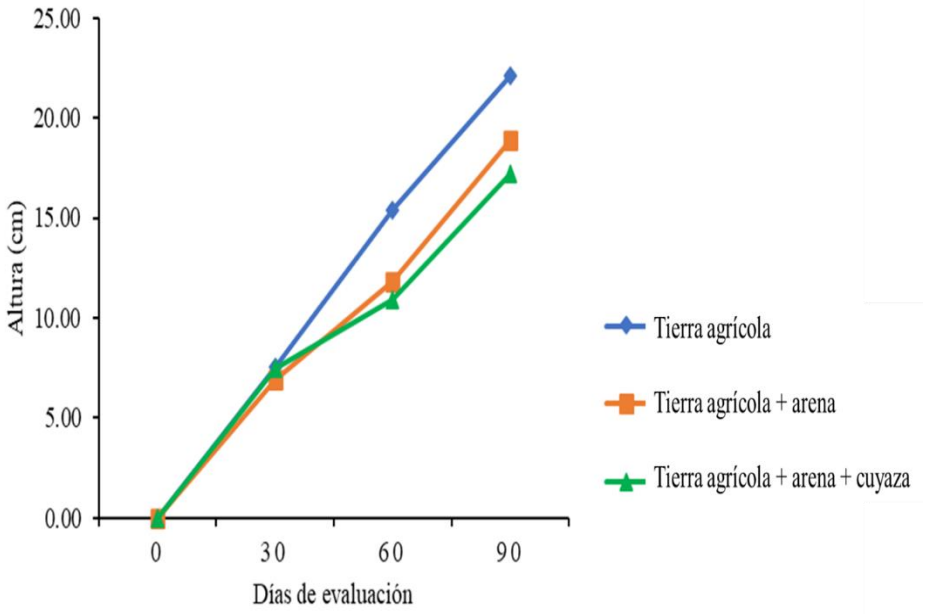

Figura 3. Altura de plántulas de tornillo, desde la instalación hasta 90 días.

En la **Figura 3**, se observa que el crecimiento de las plántulas de tornillo se incrementan en cada evaluación realizada evidenciando la infuencia de los sustratos; en cuanto a la altura, siendo el tratamiento solo de tierra agrícola que muestra mayor tamaño con 20,50 cm. Así tambien en la **Figura 4**, se observa la influencia de los sustratos, solo que a diferencia de altura el mejor sustrato es cuando se mezcló tierra agrícola + arena + cuyaza, con un diámetro de 4,36 mm; Tanguila (2022) en su estudio encontró en promedio 29,94 cm de altura y 4,44 cm de diámetro en tornillo a los 90 días en vivero, valores que difieren con nuestro resulto con base en la altura y valor muy similar al nuestro en el caso del diámetro,

esto se debe a que en nuestro estudio los plantones seleccionados de regeneración natural tuvieron en promedio 10 cm, a diferencia de Tanguila que puede haber considerado una altura mayor a la nuestra.

Por otro lado, Rojas (2015) evaluó el crecimiento en altura y diámetro del tornillo en vivero aplicando tres sustratos diferentes, en las cuales obtuvo que el mejor resultado fue con el sustrato de bosque obteniendo 20,88 cm de altura y 3,51 cm en diámetro, resultados similar al nuestro en el caso de altura e inferior al diámetro, debido a los criterios de selección del sustrato proveniente del bosque, en nuestro caso se consideró los 10 primeros cm de la superficie del suelo. Asimismo, Nuñez (2018) estudió al *C. catenaiformis* en fase de vivero y evaluó los parámetros biométricos de crecimiento de la altura y el diámetro en plantones extraídos de regeneración natural y repicados en cinco diferentes tipos de sustratos, y determinó que el sustrato con 40% gallinaza + 40% aserrín descompuesto + 20% de arena presentó el mayor incremento en altura, mientras que el testigo obtuvo el mayor diámetro, sin embargo, en nuestro estudio aplicamos como abono orgánico a la cuyaza.

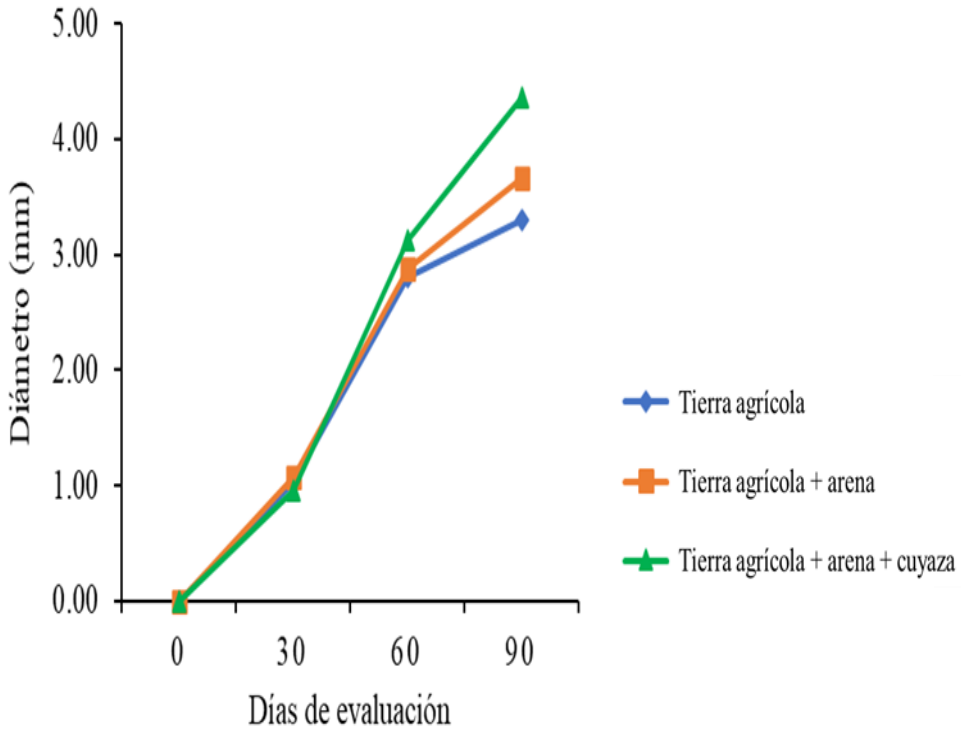

Figura 4. Diámetro de plántulas de tornillo, desde la instalación hasta 90 días.

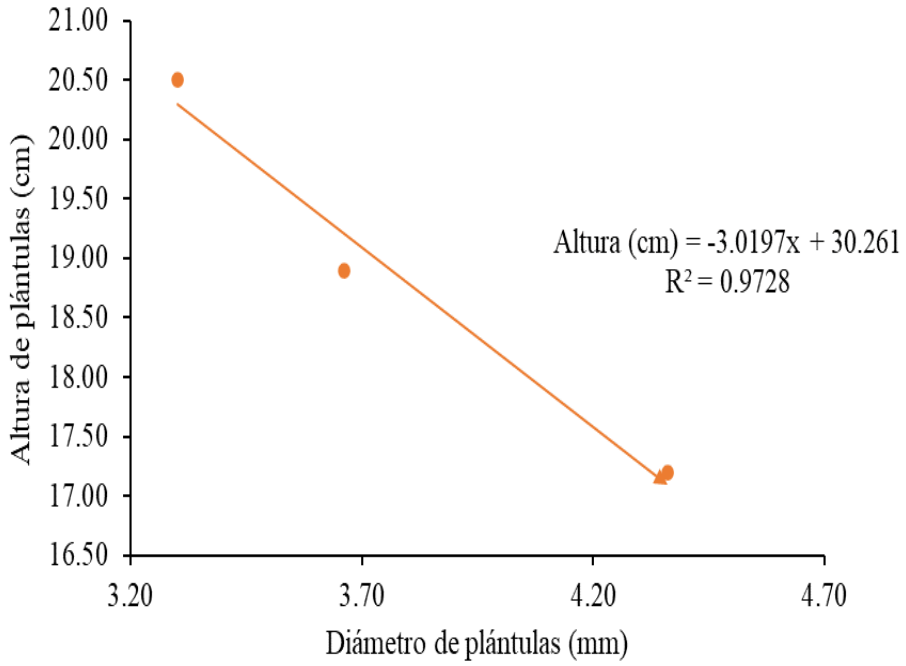

Figura 5. Regresión lineal simple entre altura de plantas y diámetro de plántulas de tornillo.

La **Figura 5** muestra la altura y diámetro de plantones de tornillo evaluados durante 90 días, lo que se observa una regresión lineal negativa; es decir, que a mayor diámetro menor altura de plantas con un R^2 de 0,97.

Por su parte Di Rienzo *et al*. (2008) manifiestan que en el análisis de varianza respecto al tamaño de plantas de tornillo (altura y diámetro), son estadísticamente diferentes es decir que dicha probabilidad del error es inferior al 5 % cuando existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, por lo menos un tratamiento presenta comportamiento diferente estadísticamente. Asimismo, el coeficiente de variación (C. V) indica la precisión de los resultados.

En el estudio el C. V fue de 10,71 y 16,34 %, sin embargo Patel *et al*. (2001) indican que si el valor del C. V supera el 30 %, los datos deben ser descartados por la baja precisión que se tuvo. Por lo tanto, la variación del estudio realizado esta comprendido dentro de la referencia, la variación de altura y diámetro, es probable que estén influenciados por los diferentes tratamientos, además de los fatores ambientales.

La mayor altura de plántulas se determinó en el tratamiento donde solo se usó tierra agrícola con una altura de 20,50 cm y la menor altura corresponde al sustrato donde se mezcló tierra agrícola, arena y cuyaza con un valor de 17,20 cm. A diferencia con las medidas de diámetro se muestra mayor diámetro de tallo cuando el sustrato está conformado

por tierra agrícola, arena y cuyaza en proporciones de 3:2:1. Y menor diámetro cuando el sustrato solo es tierra agrícola. Respecto a los resultados Armancio (1990) hace referencia que en cuanto al incremento de altura en plántulas los mejores resultados son obteniendo con el testigo, que los demás tratamientos.

Además, existe una interacción negativa entre la altura de plántulas, referencia que coincide con nuestros resultados. Sin embargo, si se observa un efecto positivo en cuanto a las mezclas de sustratos para diámetro de tallo de plántulas, con respecto a ello Palmberg (1998), indica que es necesario mantener la humedad del sustrato del vivero para el crecimiento de las plantas, la asimilación de las sales nutritivas y la compensación de la pérdida por infiltración y evaporación. El crecimiento de una planta depende de la absorción de agua y sales, la fotosíntesis, el aumento del protoplasma, la división celular, la diferencia celular y la formación de órganos; todos inter relacionados, pero que responden a factores ambientales de modo diferente. Factores que determinaron el incremento de plántulas de tornillo en cada tratamiento en estudio.

4.1.2. Número de hojas de plántulas de tornillo

Los resultados del análisis de varianza respecto al número de hojas y área foliar evaluados a los 90 días de la instalación en función a los diferentes sustratos en estudio y se detallan en la **Tabla 5.**

Tabla 5. Cuadrado medio del análisis de varianza (α = 0,05), para número de hojas y área foliar de plántulas de tornillo.

Análisis de varianza	G. L	N° Hojas		Área foliar	
		CM	P-Valor	CM	P-Valor
Tratamientos	2	6,07 AS	0,0010	0,30 NS	0,3810
Error experimental	12	0,47		0,29	
Total	14				
C.V (%)		10,56		28,18	

Nota: AS = Altamente significativo, NS = No significativo.

Se observa diferencias estadísticas altamente significativas para números de hojas; es decir, que al menos un tratamiento es diferente a los demás y no presentan diferencias estadísticas respecto al área foliar, todos los tratamientos tienen el mismo comportamiento. El coeficiente de variación (C.V) fue de 10,56 y 28,18 % para el número de hojas y área foliar respectivamente lo cual se oberva en la**Tabla 5**.

Tabla 6. Prueba de Duncan (α = 0,05), para número de hojas y área foliar de plántulas de tornillo.

Clave	N° hojas		Clave	Área foliar	
	N°	Sig.		dm^2	Sig.
T_3	7,60	a	T_3	2,13	a
T_2	6,40	b	T_2	1,96	a
T_1	5,40	c	T_1	1,64	a

Nota: T_1 = tierra agrícola, T_2 = ierra agrícola+ arena, T_3 = tierra agrícola + arena + cuyaza.

El análisis de ANVA con respecto al número de hojas de plantas de tornillo, ante la existencia de diferencias estadísticas, se procedió a realizar el análisis de comparación múltiple, a través de la prueba de Duncan (α = 0,05), con la finalidad de profundizar las diferencias existentes en los tratamientos en estudio.

En la **Tabla 6** se se observa que para número de hojas, el tratamiento T_3 (tierra agrícola + arena + cuyaza) tuvo mayor número de hojas diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T_2 (tierra agrícola + arena) y T_1 (tierra agrícola); asimismo, se observa que el taratmiento T_2 (tierra agrícola + arena) es diferente estadísticamente al tratamiento T_1 (tierra agrícola) que alcanzó menor número de hojas; el tratamiento T_3 alcanzó 7,60 números de hojas en promedio. Respecto al área foliar se confirma el ANVA toda vez que no muestra disferencias estadísticas; es decir, que los sustratros no influyen en el tamaño de hojas. Pero si se observa diferencias numéricas porque el tratamiento T_3 muestra mayor tamaño 2,13 dm^2, seguido del tratamiento T_2 y el tratamiento T_1 alcanzó menor área foliar 1,64 dm^2.

Por su lado Muñoz (2022) en su investigación para producir plantones de tornillo utilizó varios tipos de sustrato: T_0:1,8 kg suelo agrícola, T_1: 1,6 kg tierra agrícola + 200 g humus + 30 ml microrganismos eficientes, T_2: 1,5 kg tierra agrícola+ 300 g de aserrín descompuesto + 30 ml microrganismos eficientes, T_3:1,8 kg tierra agrícola + 30 ml de microrganismos eficientes y T_4: 1,8 kg tierra + 30 g guano de isla + 30 ml microrganismos eficientes; como resultado obtuvo que el mejor tratamiento para el número de hojas y área foliar fue el T_2 y otuvo 8,68 unidades de hojas y 3,115 cm^2 de área foliar valores superiores a nuestros resultados que se muestran en la **Tabla 6**, esto debido a que en nuestra investigación utilizamos tratamientso diferentes y sin microorganismos eficientes: T_1 = tierra agrícola, T_2 = ierra agrícola+ arena, T_3 = tierra agrícola + arena + cuyaza; por otra parte Tanguila (2022) encontró 16 hojas y 50,58 cm^2 de área foliar, valores superiores al nuestro.

La **Figura 6** muestra el número y área de plantones de tornillo evaluados a los 90 días, se observa una regresión lineal positiva; es decir, que a mayor área foliar mayor número de hojas con un R^2 de 0,95.

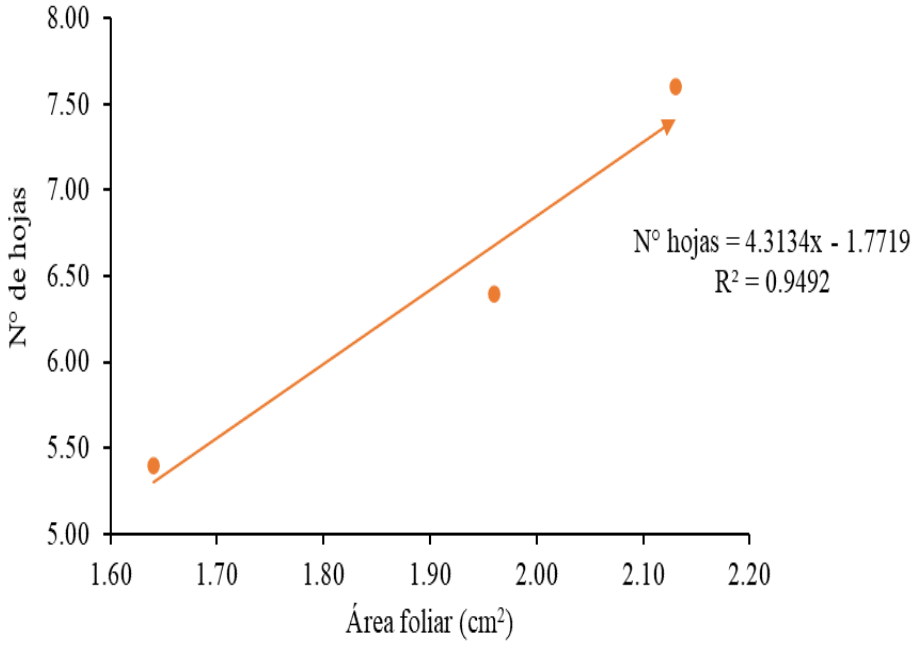

Figura 6. Regresión lineal simple entre número de hojas y área foliar de plántulas de tornillo.

Respecto a la variable número de hojas y área foliar si presentó efecto entre los tratamientos, se muestra diferencias estadísticas ya que el error de confianza es menor al 5 %, el coeficiente de variación fue 10,56 y 28,18 %. Lo que indica la precisión con las que se trabajó los datos del experimento, el C. V tiene que ser menor a 30 % es decir, se encuentran dento del rango permitido; sin embargo, respecto al área foliar se observa una variación de 28,18 % es decir, que hay factores como: ambientales y uso de diferentes sustratos que determinaron la variación; asimismo, nos indica que la superficie de las hojas de tornillo es variable, tal es asi que el mejor resultado en cuanto a la evaluación de hojas se determinó cuando se mezcló tierra agrícola, arena y cuyaza con valores de 7,60 y 2,13 dm^2; en tal sentido, podemos manifestar que la cuyaza estaría generando un efecto positivo en número de hojas y área foliar (**Tabla 6**).

Por su parte Medina *et al*. (2016) estudiaron el efecto de sustratos determinando que la mezcla de sustratos influyen e diferencias estadísticamente en cuanto al área foliar,

además indica que es de mucha importancia el área foliar porque la planta aprovecha los rayos solares y por lo tanto se muestra mayor número de hojas, por lo tanto, hay una relación directa entre el área foliar y número de hojas como se muestra en nuestros resultados (**Figura 6**). Por su parte Ivonne y Miranda (2007) hacen referencia que al incrementarse el área foliar, la respiración se incrementa, de esta manera se necesita más eficiencia de los sistemas fotosintético y nutrientes, en tal sentido como la cuyaza es un abono que además contiene nutrientes, por ende, es probable que se justifique los resultados.

4.1.3. Tamaño y volumen de raíces de plántulas de tornillo

Los resultados del análisis de varianza respecto a las variables tamaño (largo) y volumen de raíces evaluados a los 90 días de la instalación, en función a los diferentes sustratos en estudio se detallan en **la Tabla 7**.

Tabla 7. Cuadrado medio del análisis de varianza (α = 0,05), para largo y volumen de raíces de plántulas de tornillo.

Análisis de varianza	G. L	Largo		Volumen	
		CM	P-Valor	CM	P-Valor
Tratamientos	2	4,12 S	0,0623	0,62 S	0,1046
Error experimental	12	1,17		0,23	
Total	14				
C.V (%)		5,83		27,37	

Nota: S = significancia; GL: grado de libertad.

En la **Tabla 7** se observa que exisnten diferencias estadísticas significativas para tamaño y volumen; es decir, que al menos un tratamiento es diferente a los demas y el coeficiente de variación (C.V) fue de 5,83 y 27,37 %.

Tabla 8. Prueba de Duncan (α = 0,05), para largo y volumen de plántulas de tornillo.

Clave	Largo			Clave	Volumen		
	Cm	Sig.			cm^3	Sig.	
T_3	19,20	a		T_3	2,10	a	
T_2	18,90	a	b	T_2	1,70	a	b
T_1	17,50		b	T_1	1,40		b

Nota: T_1 = tierra agrícola, T_2 = tierra agrícola + arena, T_3 = tierra agrícola + arena + cuyaza.

El análisis de ANVA con respecto al tamaño y volumen de raíces de plantas de tornillo, ante la existencia de diferencias estadísticas se procedió a realizar el análisis de comparación múltiple; a través, de la prueba de Duncan (α = 0,05), con la finalidad de profundizar las diferencias existentes en los tratamientos en estudio.

Se observó que para tamaño de raíces (largo) el tratamiento T_3 (tierra agrícola + arena + cuyaza) mostró mayor tamaño diferenciándose estadísticamente del tratamiento T_1 (tierra agrícola), que está representado por el menor tamaño de raíces. Igualmente se observó que para el volumen de raíces el tratamiento T_3 (tierra agrícola + arena + cuyaza) es diferente estadísticamente al tratamiento T_1 (tierra agrícola) que alcanzó menor volumen de raíces. Es decir, el sustrato tiene un efecto positivo en cuanto al desarrollo de las raíces ya que se muesta mayor tamaño y volumne en el tratamiento T_3 con 19,20 cm y 2,10 cm^3, y los valores más bajos esta conformado por el tratamiento T_1 17,50 cm y 1,40 cm^3 como se aprecia en la **Tabla 8.**

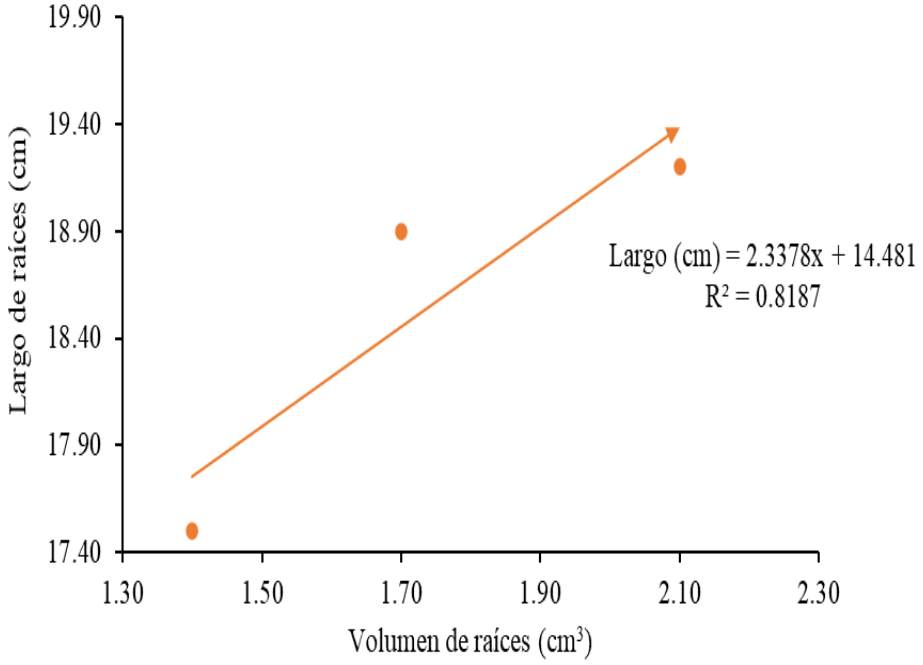

Figura 7. Regresión lineal simple entre tamaño y volumen de raíces de plántulas de tornillo.

Respecto a esta característica se determinó influencia de los sustratos, teniendo en cuenta que se encontró diferencias significativas entre las variables en estudio, siendo el sustrato con mayor respuesta cuando se mezcló tierra agrícola, arena y cuyaza con valores de 19,20 cm y 2,10 cm^3 y una relación entre volumen de raíces con tamaño de 82 %. En base a este resultado Pantoja (2014) menciona que es probable que las mejores características de

las raíces estén sujetas a la cuyaza, porque este abono contiene nitrógeno, fósforo, potasio, entre otros y estarían ayudando al desarrollo de las plantas. Por su parte Rodríguez (2008) menciona que los nutrientes y la capacidad hídrica tienen la capacidad de formación de raíces.

A su vez Villar *et al*. (1997) afirma que la cantidad y tamaño de raíces obedece al adecuado sustrato (porosidad, adecuada retención hídrica), lo expuesto fundamenta en que la planta cuando se desarrolla en un sustrato con abundante agua disminuye el desarrollo de las raíces son parámetros relacionados con el desarrollo y tamaño de raíces.

4.2. Determinación del peso fresco y seco y el porcentaje de humedad y materia seca de plántulas de tornillo en función de los diferentes sustratos

4.2.1. Peso fresco y seco de plántulas de tornillo

Los resultados del análisis de varianza respecto a las variables peso fresco y seco de la parte aérea de las plántulas, evaluados a los 90 días de la instalación, en los diferentes sustratos en estudio (**Tabla 9**), se observa que no hay diferencias estadísticas significativas para pero fresco y seco; es decir, que estadísticamente los tratamientos presentan el mismo efecto. El coeficiente de variación (C.V) fue de 15,72 y 23,83 %.

Tabla 9. Cuadrado medio del análisis de varianza (α = 0,05), para peso fresco y seco de plántulas de tornillo.

Análisis de varianza	G. L	Fresco		Seco	
		CM	P-Valor	CM	P-Valor
Tratamientos	2	1,20 NS	0,1941	0,32 NS	0,2068
Error experimental	12	0,64		0,18	
Total	14				
C.V (%)		15,72		23,83	

Nota: NS = No significado.

El análisis de ANVA con respecto al pesos fresco y seco de la parte aérea de plantas de tornillo, ante la no existencia de diferencias estadísticas no fue necesario realizar el análisis de comparación múltiple prueba de Duncan (α = 0,05), ya que no hay la necesidad de profundizar las diferencias existentes en los tratamientos en estudio. No obstante se observa diferencias numéricas, siendo los tratamientos T_2 mayor peso fresco y T_3 mayor peso en materia seca (**Figura 8**).

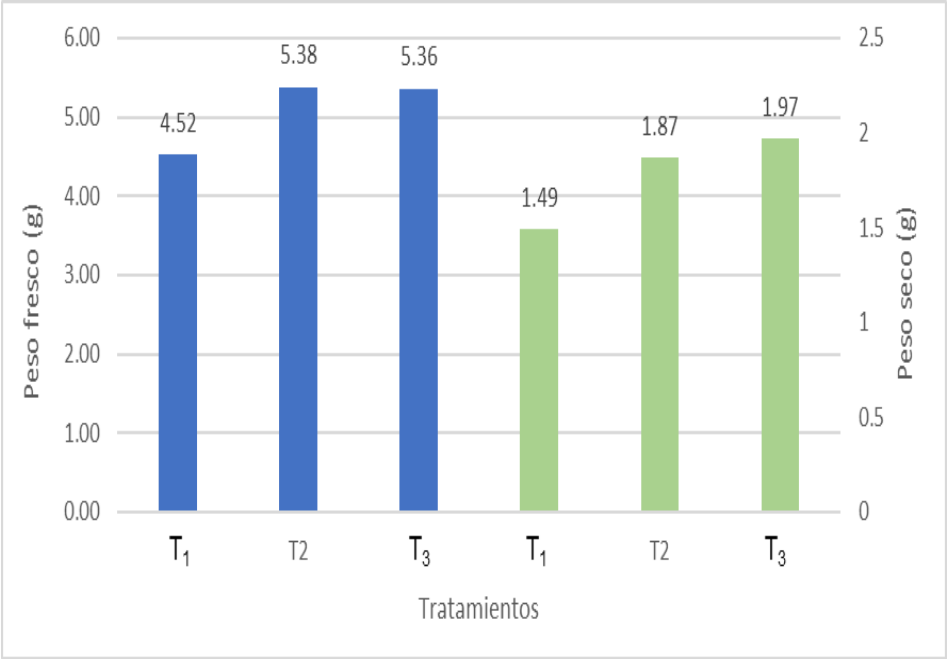

Figura 8. Peso fresco y seco de plántulas de tornillo evaluados a los 90 días.

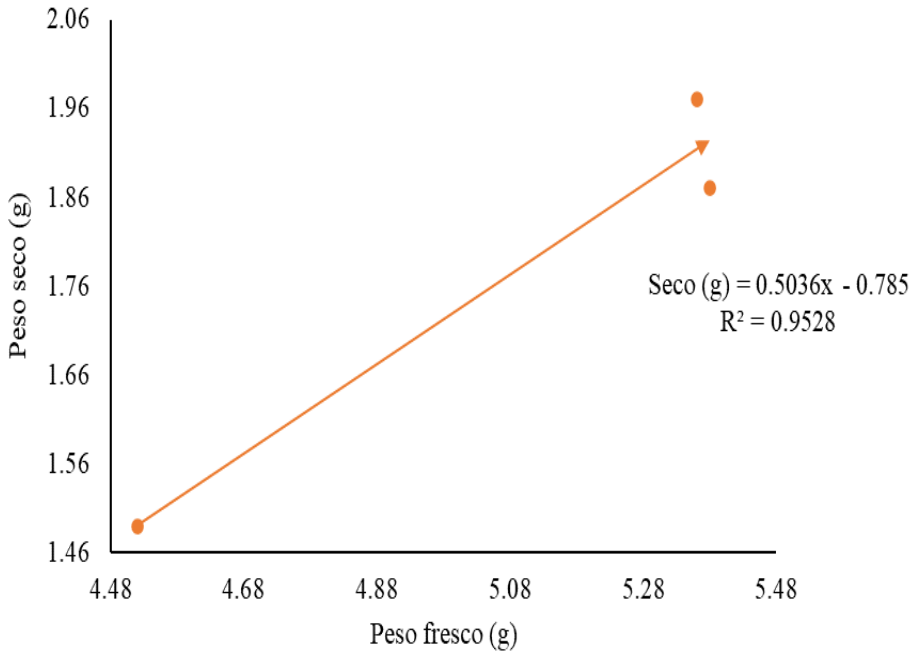

Figura 9. Peso fresco y seco de plántulas de tornillo evaluados a los 90 días.

Con respecto al peso fresco y seco de plántulas de tornillo evaluados a los 90 días, se observa una regresión lineal positiva; es decir, que a mayor peso fresco mayor peso seco con un R^2 de 0,95 como se muestra en la **Figura 9**.

Si bien es cierto respecto al tratamiento T_1, se muestra con mayor tamaño de plántulas, no se refleja en cuanto al peso de plantas ya que el mayor peso obedece a tratamiento T_3, pero si estaría relacionado con el mayor número de hojas, mientras que Gonzales (2007) afirma que esta relación ha sido vista como una medición del balance entre el área de transpiración (tallo y hojas) y el área de absorción (raíces) de agua y nutrientes de la planta, asimismo, el peso fresco, está relacionado al peso seco de las plastas; asu vez, el peso fresco y seco está relacionado con el número de hojas y área foliar.

4.2.2. Porcentaje de humedad y materia seca de plántulas de tornillo

Los resultados del análisis de varianza respecto a las variables porcentaje de humedad y materia seca de plántulas de tornillo, evaluados a los 90 días de la instalación, en los diferentes sustratos en estudio (**Tabla 10**), se observa que no hay diferencias estadísticas significativas para porcentaje de humedad y materia seca; es decir, que estadísticamente los tratamientos presentan el mismo efecto. El coeficinte de variación (C.V) fue de 7,68 y 14,47 %.

Tabla 10. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de humedad y materia seca de plántulas de tornillo.

Análisis de varianza	G. L	% H		% MS	
		CM	P-Valor	CM	P-Valor
Tratamientos	2	14,95	0,5677	14,95	0,5677
Error experimental	12	25,18		25,18	
Total	14				
C.V (%)		7,68		14,47	

El análisis de ANVA con respecto al porcentaje de humedad y materia seca de plántulas, ante la no existencia de diferencias estadísticas no fue necesario realizar el análisis de comparación múltiple prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), ya que no hay la necesidad de profundizar las diferencias existentes en los tratamientos en estudio. No obstante se observa diferencias numéricas, siendo los tratamientos T_1 mayor humedad y T_3 mayor materia seca (**Figura 10**). El porcentaje de humedad y materia seca, muestra regresión lineal negativa, a mayor porcentaje de humedad, menor porcentaje de materia seca con R^2 de 0,99. (**Figura 11**).

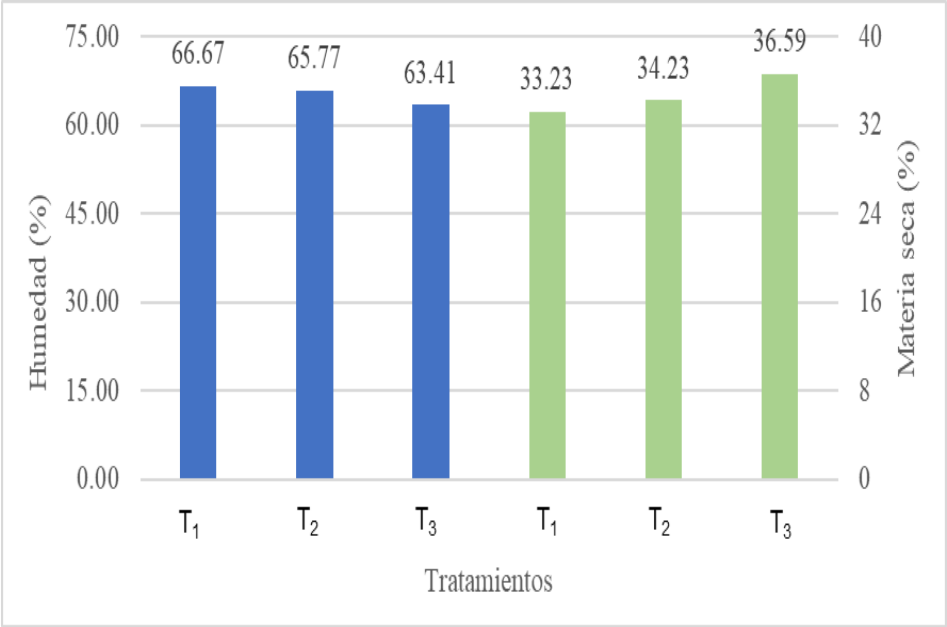

Figura 10. Porcentaje de humedad y materia seca de plántulas a los 90 días.

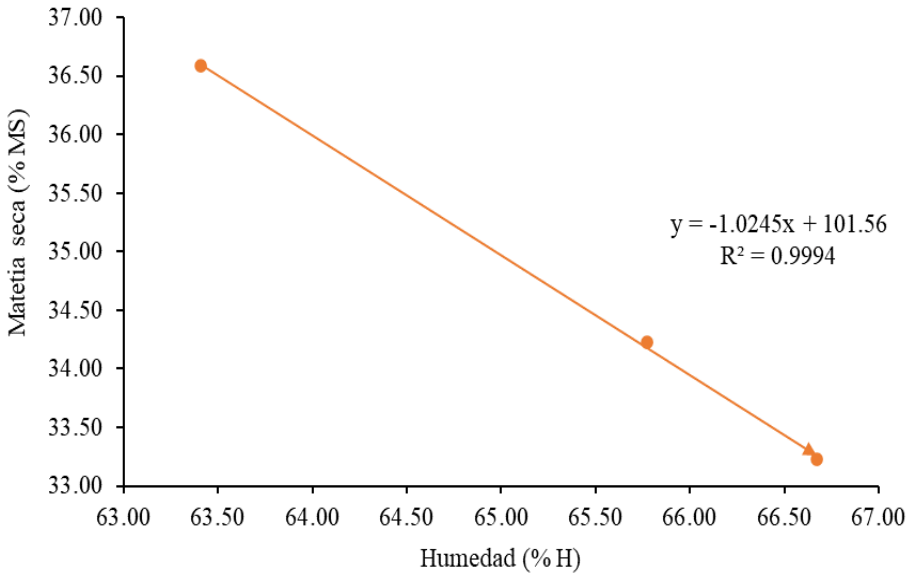

Figura 11. Regresión lineal simple entre porcentaje de materia seca y humedad.

Si bien es cierto se observa mayor materia seca en el tratamiento con aplicación de tierra agrícola y cuyaza, se relaciona con el peso de la parte aérea de las plantas, asimismo, la cuyaza estaría ayudando en el % de materia seca, por su parte Román *et al*. (2001) afirma que no en vano, los abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan para su desarrollo.

V. CONCLUSIONES

- La altura de los plantones de *C. cateniformis* en el T_1 = (tierra agrícola) fue: 20,50 cm; en el T_2 = (tierra agrícola + arena) fue: 18,90 cm; y en el T_3 = (tierra agrícola + arena + cuyaza) fue: 17,20 cm. El diámetro de los plantones fue: T_1 3,30 mm, T_2 = 3,66 mm; y T_3 = 4,36 mm.

- El promedio de hojas de los plantones de *C. cateniformis* fue: T_1 5,40; T_2 = 6,40; y T_3 = 7,60. El área foliar fue: T_1 = 1,64 dm^2; T_2 = 1,96 dm^2; y T_3 = 2,13 dm^2.

- El tamaño de las raíces de los plantones de *C. cateniformis* fue: T_1 = 17,50 cm; T_2 = 18,90 cm; y T_3 = 19,20 cm. El volumen de las raíces fue: T_1 = 1,40 cm^3; T_2 = 1,70 cm^3; y T_3 = 2,10 cm^3.

- El peso fresco de los plantones de *C. cateniformis* fue: T_1 = 4,52 g; T_2 = 5,38 g; y T_3 = 5,36 g. El peso seco fue: T_1 = 1,49 g; T_2 = 1,87 g; y T_3 = 1,97 g.

- La humedad de los plantones de *C. cateniformis* fue: T_1 = 66,67%; T_2 = 65,77%; y T_3 = 63,41%. La materia seca fue: T_1 = 33,23%; en el T_2 = 34,23%; y T_3 = 36,59%.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Realizar trabajos utilizando abonos ricos en fósforo y nitrógeno, usando un solo sustrato, además, realizar análisis químico de plántulas para determinar el efecto y requerimiento de nutrientes de las plantas de tornillo.
- Emplear sustratos mezclado con diferentes estiércoles naturales para evaluar parámetros biométricos de plántulas de tornillo.
- Utilizar microorganismos en sustratos para determinar su influencia en el crecimiento del tornillo.
- Evaluar el desempeño de la especie en estudio bajo condiciones de estrés hídrico y su tolerancia a plagas y enfermedades en la fase de vivero, identificando estrategias para mejorar su resistencia.
- Investigar cómo las condiciones de vivero afectan la supervivencia y desempeño de la especie en campo definitivo, a su vez contribución en programas de reforestación y recuperación de ecosistemas degradados.
- Analizar cómo las propiedades del sustrato utilizado en este estudio y los factores ambientales, como temperatura, humedad y luminosidad, influyen en el crecimiento de la especie en fase vivero.

VII. REFERENCIAS

Ángel, M. (2017). Conservación y viabilidad en semillas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (tornillo) en diferentes condiciones de almacenamiento en Puerto Almendras-Iquitos-2017 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana).

Armancio, O. (1990). Formas de trasplante y tamaño óptimo de brinzales de regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis.*

Aróstequi, A. y Díaz, M. (1992). Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera.

Birchler, T., Rose, R., 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. 121 p. Revisado el 13 de setiembre del 2019.

Brako, L. y Zaruchi, J. (1993). Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden. Volumen 45. St. Louis, Missouri – USA. 126 p.

Camus del Castillo, E. (2006). Evaluación del crecimiento inicial y sobrevivencia al repique de *Lepidocaryum tenue* M. (Irapay) en vivero forestal, utilizando cuatro tipos de sustratos en Yurimaguas – Loreto. Tesis para obtener el título de ingeniero forestar. 57 p.

Carrasco, C. (2023). Evaluación del crecimiento de Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke (Tornillo) con cuatro tipos de tratamiento en una concesión minera Camanti-Cusco. https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/991.

Castillo, A. y Nalvarte, W. (2007). Descripción dendrológica de 26 especies forestales de importancia comercial: Zonas de Tahuamano y Alto Huallaga. Cámara Nacional Forestal – ITTO. 74 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) (1997). *Cedrelinga catenaeformis* Costa Rica, proyecto semillas forestales. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales N° 24. 2 p.

Condori, C. (2007). Propiedades mecánicas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Tornillo) proveniente de dos tipos de plantaciones y diferentes edades del Centro de

Investigación Jenaro Herrera – Loreto. Tesis para optar el título de ingeniero forestal. Perú. 124 p.

Dasilva, M., Medeiros, L., De Lima, C. (1992). Leguminosas da Amazonia brasileira - II *Cedrelinga* Ducke (Leg. Mimos). – Belém 19 p.

Diaz, R. y Nicolini, J. (2009). Identificación de patógenos fúngicos causantes de la "pudrición medular" en *Cedrelinga cateniformis*, (ducke ducke "tornillo" en plantaciones forestales de Jenaro Herrera. Tesis de Grado. *Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.* Iquitos, Perú. 90 p.

Di Rienzo, J., Balzarini, M., Robles, C., Casanoves, F., Gonzalez, L., Tablada, E. (2008). InfoStat software estadístico. Manual del usuario. [En línea]: https://www.academia.edu/22476845/InfoStat._Manual_ del_Usuario.

Durán, J. (2022). Germinación y crecimiento de (Cedrelinga cateniformis) con diferentes tipos de sustrato, preparación de semillas y niveles de sombras en La Joya de los Sachas. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18633.

González, M. (2007). Crecimiento de plantas de Nothofagus dombeyi (Mirb.) Oerst 1 / 0 producidas en contenedor en función de dosis de fertirriego. Tesis Ing Forestal. *Universidad Austral de Chile*.

Gomes, J., Couto, L, Leite, H., Xavier, A., García, S. (2002). Parâmetros morfológicas na avaliação da qualidade de Mudas de Eucalyptus grandis. Rev. Árvore. 26(6):655-664.

Hine, D. (1991). Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada y dos sustratos de crecimiento sobre la nutrición y producción de Maranta Roja (*Maranta leuconeura*). Tesis Ing. Agrónomo. San José, Costa Rica. 38 p.

Ivonne, A. y Miranda, D. (2007). Efecto de cinco sustratos sobre índices de crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) bajo invernadero. Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas - Vol. 1 – N° 2. [En línea]: 153 p. https://pdfs.semanticscholar.org/9ba1/18609dccf9fd60dff314e8c71c1f6b82fa1c.pdf

Lévano, J. (1994). Estudio del comportamiento de el fósforo en dos suelos ácidos de Tingo María. Tesis Magíster Scientiae. Especialidad suelos. Universidad Nacional Agraria la Melina. Lima, Perú. 69 p.

López, R. (2008). Estudio silvicultural del Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). Revista Forestal del Perú. 7 p. [En línea]: http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol10_no1-2_80-81_(14)/vol10_art10.pdf.

Martínez, F. (2012). Caracterización morfoanatómica de semillas de anón *(Annona squamosa L.)* y evaluación de algunos parámetros fisiológicos del proceso de germinación y latencia (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

Medina, J., Pinzón, E., Eduardo, G. (2016). Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria sp*.) cv 'Albion' bajo condiciones de campo. Revista Ciencia y Agricultura (Rev. Cien. Agri.) Vol. 13 (2). 19-28 p.

Montero, A. (1986). Efecto del sustrato en el crecimiento de plantas de macadamia (*Macadamia integrifolia*) en vivero. Tesis, Ing. Agrónomo. Alajuela, U.C.R. Sede Regional de Occidente. Costa Rica. 46 p.

Mostacero, L. y Mejía C. (1993). Taxonomía de fanerógamas peruanas. Primera Edición. Editorial Libertad E.I.R.L. Trujillo – Perú. 188 p.

Muñoz, D. (2022). Tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plantones de *Cedrelinga catenaeformis* "tornillo", Kimbiri, Cusco-2020.

Nuñez, H. (2018). Crecimiento de plántulas de *Cedrelinga cateniformis* "tornillo", en vivero Puerto Almendras-Loreto, Perú. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAP_98dca514a4085c828af97b30cdbe8a54.

ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). (1976). Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. 146 p. [En línea]: http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/1052.

Padilla, R. (2002). Fenología de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en el parque nacional Yasuní y su difusión mediante un folleto 46 informativo. (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Palmberg, CH. (1998). El estado actual de las plantaciones forestales en América Latina y el Caribe y examen de las actividades relacionadas con el mejoramiento genético. Primer Congreso Latinoamericano IUFRO/FAO. [En línea]:

http://www.fao.org/forestry/25871-07097f984c72179df8ec185fd30ae7faf.pdf. Revisado el 12 de setiembre del 2019.

Pantoja, R. (2014). Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi. Tesis pata optar título de Ing. Agrónomo. Ecuador 85 p. [En línea]: http://dspace.utb.edu.ec/ bitstream/49000/691/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000122.pdf.

Patel, J., Patel, N., Shiyani, R. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study. Curr. Sci. 81(9):1163-1164.

Reynel, C., Pennington, T., Flores, C., Daza, A. (2003). Árboles Útiles de la Amazonía Peruana: un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Darwin Initiative y ICRAF, Lima, Perú. 50 p. [En línea]: https://www.slideshare.net/educador23013/arboles-utiles-de-la-amazonia-peruana.

Rodríguez, T. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo. México, Mundi Prensa. 156 p.

Rojas, N. (2015). Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de tornillo (*cedrelinga cateniformis* (ducke) ducke), en Tingo María". 135 p.

Román, J., Vargas, H., Baca, C., Trinidad, S., Alarcón, B. (2001). Crecimiento de plántulas de *Pinus greggii* Engelm. En respuesta a la fertilización. Ciencia Forestal en México. 89 p.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2022). Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones

Tanguila, E. (2022). Evaluación del crecimiento de la *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) en tres coberturas de suelo en la comunidad Shitig y la Reserva Biológica Colonso Chalupas (Master's thesis, Universidad Estatal Amazónica). [En línea]: https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/1048.

Varela, S., Martínez, A., Basil, G., Mazzarino, M. J., & Fariña, M. (2013). Sustratos alternativos en la producción de plantines forestales.

Vásquez, Y. (2023). Comportamiento del crecimiento inicial de la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, utilizando diferentes dosis de superfosfato triple, en Condorcanqui, Amazonas–Perú. https://repositorio.unas.edu.pe/items/f1d791fb-0c18-45ac-9763-cc17c50ac863.

Vega Herrera, C. E. (2017). Evaluación de soluciones nutritivas y frecuencias de aplicación en plantas de *Cedrelinga cateniformis duke* (Chuncho), en condiciones de vivero en Santa Cecilia, Lago Agrio, provincia de Sucumbíos (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) [En línea]: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8180.

Villar, S., Ocaña, B., Peñuelas, R., Carrasco, M., Domínguez, L. (1997). Efecto de diferentes niveles de endurecimiento por estrés hídrico en el contenido de nutrientes y la resistencia a la desecación de plántulas de *Pinus halepensis* L. In: Actas del II Congreso Forestal Español. 678 p.

ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:	CABRERA OROPEZA FERNANDO ASDRUBAL	FECHA DE REPORTE:	23/08/2024
PROCEDENCIA:	TINGO MARIA	RECIBO O FACTURA ELECTRONICA N°	52612

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

N°	DATOS		ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO								ANALISIS QUÍMICO									
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	pH	CE	Materia Orgánica	N	C	P	K_2O	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Acidez Cambiable	Saturación de Aluminio
			Ao	Arc	Lo			dS/m	M.O.	total	Orgánico	disponible			Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio	Hidrógeno				
	CODIGO DEL LAB.	COD SOLICITANTE	%	%	%		1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm		CAMBIABLES Cmol(+)/kg							%	%	%
1	S24-0979	M1	56	31	13	Franco Arcillo Arenoso	7.15	0.08	1.07	0.053	0.619	18.837	135.760	8.437	7.310	0.891	0.228	0.009	0.000	0.000	"--	100.000	0.000	0.000
2	S24-0980	M2	76	11	13	Arena Franca	7.59	0.47	1.90	0.095	1.103	26.641	150.641	18.578	15.240	2.374	0.942	0.022	0.000	0.000	"--	100.000	0.000	0.000
3	S24-0981	M3	48	33	19	Franco Arcillo Arenoso	7.14	0.09	1.07	0.054	0.623	20.621	84.169	14.608	12.650	1.756	0.192	0.010	0.000	0.000	"--	100.000	0.000	0.000

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE AGRONOMIA Labo Anális. de SUELOS Tingo Maria

Anexo B. Panel fotográfico.

Figura 12. Preparación del sustrato.

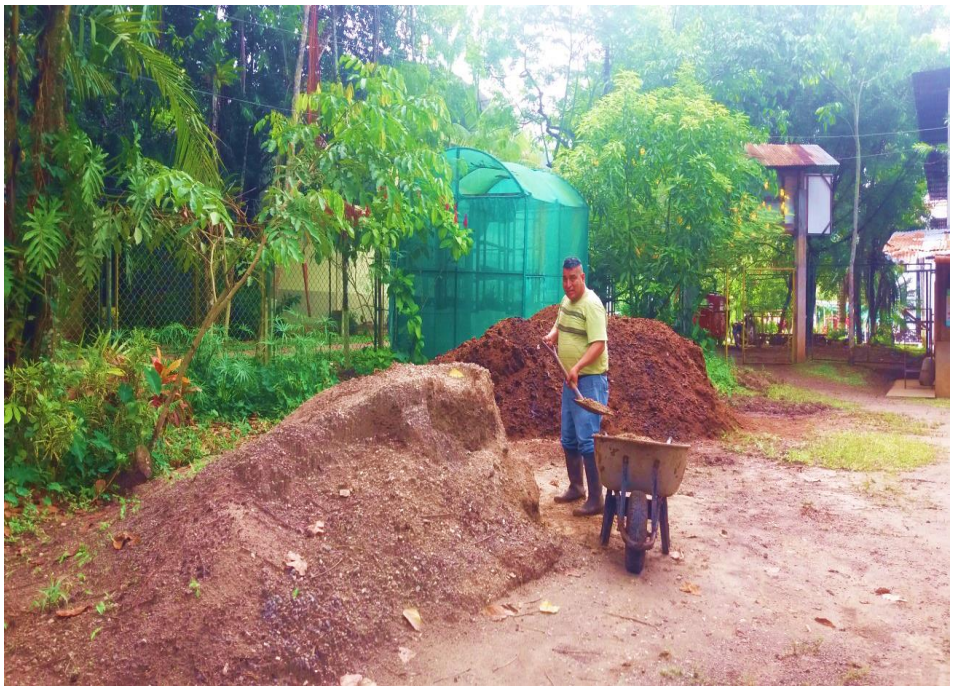

Figura 13. Traslado de tierra al área de embolsado.

Figura 14. Embolsado de sustrato.

Figura 15. Plántulas de *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke.

Figura 16. Enraizador Ryz Up.

Figura 17. Inductor trihormonal.

Figura 18. Diseño experimental.

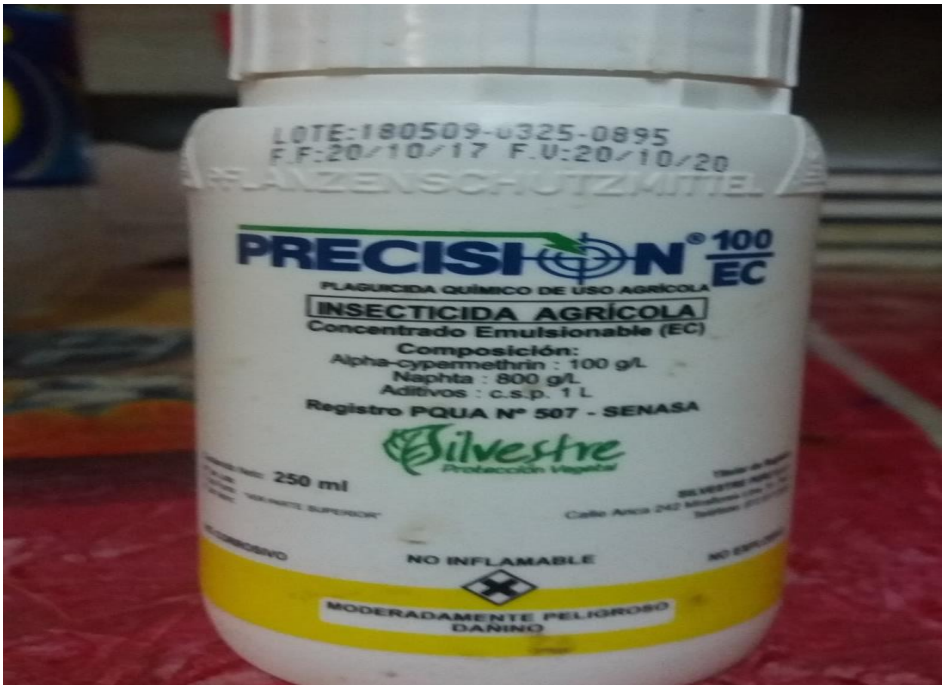

Figura 19. Insecticida agrícola.

Figura 20. Evaluación del diámetro en plántulas.

Figura 21. Evaluación de altura en plántulas.