



**UNAP**



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES

TROPICALES

TESIS

**“DINÁMICA DEL CRECIMIENTO, SOBREVIVENCIA Y CALIDAD DE UNA  
PLANTACIÓN DE *Cedrelinga cateniformis* D. DUCKE (FABACEAE) EN UN  
ÁREA DEGRADADA DEL CIEFOR “PUERTO ALMENDRA”, LORETO. 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES

PRESENTADO POR:

MARCIO PAOLO SEVILLANO MONTOYA

ASESOR:

Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2023



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 058-CTG-FCF-UNAP-2023**

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 20 días del mes de setiembre del 2023, a horas 12:00 m., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis "DINÁMICA DEL CRECIMIENTO, SOBREVIVENCIA Y CALIDAD DE UNA PLANTACIÓN DE *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke (FABACEAE) EN UN ÁREA DEGRADADA DEL CIEFOR "PUERTO ALMENDRA", LORETO, 2023", aprobado con R.D. Nº 036-2023-FCF-UNAP, presentado por el bachiller MARCIO PAOLO SEVILLANO MONTOYA, para optar el Título Profesional de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. Nº 0338-2023-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Segundo Córdova Horna, Dr.	: Presidente
Ing. Rildo Rojas Tuanama, Dr.	: Miembro
Ing. Juan De La Cruz Bardales Meléndez, Dr.	: Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

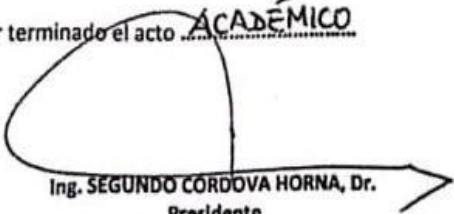
El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

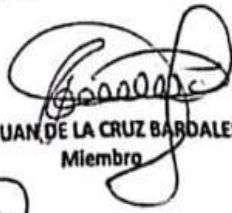
La sustentación pública y la tesis han sido: APROBADAS con la calificación de BUENO

Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

Siendo las 13:15 Se dio por terminado el acto ACADÉMICO

  
Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.  
Miembro

  
Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, Dr.  
Presidente

  
Ing. JUAN DE LA CRUZ BARDALES MELÉNDEZ, Dr.  
Miembro

  
Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, Dr.  
Asesor

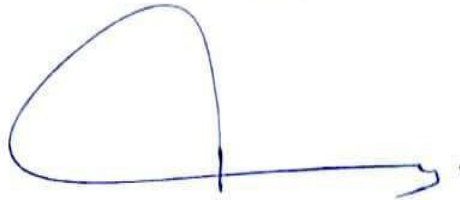
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES  
TROPICALES**

**TESIS**

"Dinámica del crecimiento, sobrevivencia y calidad de una plantación de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke (Fabaceae) en un área degradada del CIEFOR "Puerto Almendra", Loreto. 2023".

Aprobada el día 20/09/2023, según Acta de sustentación de tesis N°058-CGT-FCF-UNAP-2023

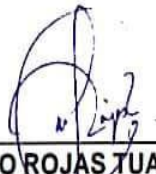
**MIEMBROS DEL JURADO**



---

**Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.**

Presidente  
REGISTRO CIP N° 65032



---

**Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.**

Miembro  
REGISTRO CIP N° 86706



---

**Ing. JUAN DE LA CRUZ BARDALES MELÉNDEZ, Dr.**

Miembro  
REGISTRO CIP N° 45893



---

**Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, Dr.**

Asesor  
REGISTRO CIP N° 19630

NOMBRE DEL TRABAJO

FCF\_TESIS\_SEVILLANO MONTOYA.pdf

AUTOR

MARCIO PAOLO SEVILLANO MONTOYA

RECuento DE PALABRAS

6501 Words

RECuento DE CARACTERES

33766 Characters

RECuento DE PÁGINAS

33 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

210.8KB

FECHA DE ENTREGA

Oct 30, 2023 1:30 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 30, 2023 1:30 PM GMT-5

● **31% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 29% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

## DEDICATORIA

A Dios, por su bendición incondicional y ser luz  
en mi camino.

A mis padres: Luzmila Montoya Gutiérrez y  
Arturo Sevillano Salas, por su infinito amor y  
compañía.

A mis hermanos: David Sevillano Montoya y  
Katherine Sevillano Montoya.

## **AGRADECIMIENTO**

El autor expresa su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

- Al Ing. William Pinedo Cruz, por su asesoramiento para concluir satisfactoriamente este trabajo de investigación.
- A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana que fueron mis profesores durante mis estudios de pregrado.
- A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), a la gloriosa Facultad de Ciencias Forestales (FCF) y la Escuela Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales.
- Al Centro de Procedencias de especies forestales y agrícolas de la Amazonía Peruana, instancia adscrita a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

## ÍNDICE GENERAL

Pág.

---

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	7
1.2.1. Descripción dendrológica de <i>Cedrelinga cateniformis</i> D. Ducke	7
1.2.2. Importancia de las plantaciones de tornillo	10
1.2.3. Evaluación de plantaciones forestales	10
1.3. Definición de términos básicos	11
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	13
2.1. Formulación de la hipótesis	13

2.2. Variables y su operacionalización	13
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	14
3.1. Diseño metodológico	14
3.2. Diseño muestral	14
3.3. Procedimientos de recolección de datos	15
3.3.1. Fase de pre campo	15
3.3.2. Fase de campo	15
3.3.3. Fase de gabinete	19
3.4. Procesamiento y análisis de los datos	19
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	20
4.1. Incremento en diámetro	20
4.2. Incremento en altura	22
4.3. Supervivencia y mortalidad	24
4.4. Calidad de la plantación	26
CAPITULO V: DISCUSIÓN	27
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	30
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	31
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	32
ANEXOS	38
Anexo 1. Ubicación del área de estudio	39
Anexo 2. Ejemplares de tornillo evaluados en la plantación	40
Anexo 3. Formato de recolección de datos	41
Anexo 4. Base de datos	42
Anexo 5. Registro de datos biométricos	43



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Clasificación de las plantas en concordancia al porcentaje de sobrevivencia.	18
2.	Clasificación de la calidad de la plantación.	19
3.	Incremento en diámetro	21
4.	Incremento en altura	23
5.	Sobrevivencia y mortalidad de la plantación.	25
6.	Clasificación de la calidad de la plantación.	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Árbol de “tornillo” (Puerto Almendra, Iquitos, Perú).	8
2.	Fruto y semilla de “tornillo”.	9
3.	Incremento en diámetro en plantas de "tornillo".	20
4.	Dinámica del crecimiento en diámetro de plantas de "tornillo".	22
5.	Incremento en altura en plantas de "tornillo".	23
6.	Dinámica del crecimiento en altura de plantas de "tornillo".	24
7.	Sobrevivencia y mortalidad de las plantas de “tornillo”.	25

## RESUMEN

El estudio fue realizado en las instalaciones del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal CIEFOR “Puerto Almendra” y del proyecto “Ensayos de procedencias de especies forestales y agrícolas de la Amazonía Peruana” adscritos a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) a través de la Facultad de Ciencias Forestales, ubicada en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, región Loreto. El objetivo principal fue conocer la dinámica del crecimiento, sobrevivencia y conocer la calidad de una plantación de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke (Fabaceae) en un área degradada del CIEFOR “Puerto Almendra”. Los resultados reportan que el mayor incremento en diámetro se registró en la subparcela 3, con un valor de 2,79 cm de incremento al término del periodo de evaluación. Por otro lado, el mayor incremento en altura se presentó en la subparcela 1, con un valor de 104,58 cm de incremento al final del periodo de evaluación. Así mismo, se registró un 73% de sobrevivencia de plantas de “tornillo” al término del periodo de evaluación, mientras que la mortalidad alcanzó un 27% respectivamente. Finalmente, de acuerdo con el coeficiente de variación del número de plantas por hectárea, el valor de 13,66% indica que la plantación tiene una calidad “aceptable”.

**Palabras clave:** crecimiento, sobrevivencia, plantación forestal, tornillo.

## ABSTRACT

The study was conducted at the facilities of the Forestry Research and Teaching Center CIEFOR "Puerto Almendra" and the project "Provenance trials of forest and agricultural species of the Peruvian Amazon" attached to the National University of the Peruvian Amazon (UNAP) through the Faculty of Forestry Sciences, located in the district of San Juan Bautista, province of Maynas, Loreto region. The main objective was to know the dynamics of growth, survival and quality of a plantation of *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke (Fabaceae) in a degraded area of CIEFOR "Puerto Almendra". The results report that the greatest increase in diameter was recorded in subplot 3, with a value of 2.79 cm increase at the end of the evaluation period. On the other hand, the greatest increase in height occurred in subplot 1, with a value of 104.58 cm increase at the end of the evaluation period. Likewise, there was a 73% survival rate of "tornillo" plants at the end of the evaluation period, while mortality reached 27% respectively. Finally, according to the coefficient of variation of the number of plants per hectare, the value of 13.66% indicates that the plantation has an acceptable quality.

**Keywords:** growth, survival, forest plantation, "tornillo".

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen muchas oportunidades para promover la conservación de los ecosistemas forestales y asegurar su permanencia en el tiempo para las próximas generaciones. Sin embargo, así como existen oportunidades de conservación, también existen amenazas que están ocasionando que los ecosistemas forestales sean degradados. En las regiones tropicales, los bosques enfrentan serias amenazas, por lo que ante la degradación de los mismos es necesario pensar en estrategias para recuperarlos. Es así que las plantaciones forestales adquieren un rol protagónico en este esfuerzo. De acuerdo con el Diccionario Forestal Multilingüe (Metro, 1975, citado por Cabrera, 2003, p. 6) una plantación forestal es definida como la acción de plantar árboles con el propósito de crear un bosque; además, como el acto de crear un bosque en base a la siembra de plántulas; o el conjunto de un terreno y los árboles que crecen luego de haber sido plantado. Una plantación forestal es considerada un bosque especial. Con respecto a muchos bosques naturales, en especial los tropicales, una plantación forestal es uniforme y simple con respecto a su estructura, su capacidad para aprovechar la energía luminosa, la composición de especies y el reciclaje del agua y de los nutrientes. Bajo estas circunstancias, los seres humanos pueden controlar la fertilidad, la genética, las relaciones hídricas, el crecimiento y el desarrollo de los árboles en general (Richter y Calvo, 1995, citados por Cabrera, 2003, p. 6).

En la Amazonía peruana existe una amplia difusión de las plantaciones forestales por los servicios ecosistémicos que pueden proveer. En ese sentido, en el Fundo Almendra existen distintas plantaciones forestales con propósitos de investigación principalmente. Esta investigación se enfoca en una plantación de *Cedrelinga*

*cateniformis* D. Ducke (Fabaceae), que desde el momento de su instalación ha tenido como objetivo la contribución de recuperar áreas degradadas del Fundo Almendra. La especie *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke (Fabaceae) es bastante apreciada en la Amazonía peruana debido a sus múltiples usos en la industria forestal y por los servicios ecosistémicos que provee. Por lo tanto, resulta necesario evaluar el comportamiento del diámetro y altura de las plantas que conforman esta plantación, y conocer el nivel de sobrevivencia de la misma, para conocer fehacientemente la dinámica del crecimiento de esta especie en un área degradada ubicada en un terreno de arena blanca.

En tal sentido, este estudio tuvo como objetivo principal conocer la dinámica del crecimiento y el nivel de sobrevivencia de una plantación de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke (Fabaceae), Puerto Almendra, Loreto; que forma parte del Centro de Procedencias de especies forestales y agrícolas de la Amazonía Peruana.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

En el año 2022, se realizó un estudio sobre la dinámica de crecimiento, mortalidad y supervivencia de la especie *Cedrela odorata* L. “cedro” de la plantación N° 06 del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal CIEFOR “Puerto Almendra” en la región Loreto. En la investigación se incluyó como población a todas las especies forestales de las plantaciones del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal “Puerto Almendra”. Por su parte, la muestra estuvo representada por 200 individuos de la especie *Cedrela odorata* L. “cedro” instaladas en una plantación de una hectárea, cuya denominación es Parcela N° 06 del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal “Puerto Almendra” que fue instalada en campo definitivo en el año 2020. Los resultados muestran que el mayor nivel de incremento en diámetro lo presentó la faja 9, con un valor de 0,35 mm. Por su parte, el mayor incremento en altura lo presentó la faja 1, con un valor de 28,81 cm. Finalmente, la evaluación de la sobrevivencia varía entre 70% a 100%, mientras que la mortalidad varía entre 5 y 30% (Gallardo, 2022, p. 29).

En el año 2022, se realizó una investigación con enfoque cuantitativo, transversal, con diseño de investigación no experimental, de nivel descriptivo, que tuvo como propósito caracterizar el sistema agroforestal de *Caryodendron orinocense* "metohuayo" y *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" en Puerto Almendra. Los resultados indican que la fertilidad natural de los suelos donde se estableció el sistema agroforestal es baja. A pesar de esto, indican que el sistema propuesto es aplicable, tomando con precaución los resultados del componente forestal. El metohuayo obtuvo una sobrevivencia de 68,50% y el tornillo 35,00%. Por su parte,

en el componente agrícola, el plátano logró una sobrevivencia de 75,89%, la yuca 96,09%, la piña 64,58%, el copoazú 81,25% y, por último, la mandarina 62,50% (Chung, 2023, p. xi)

En el año 2022, se realizó un estudio relacionado al crecimiento y desarrollo de la especie *Caryocar glabrum* "almendra" utilizando diferentes dosis de NPK en la parcela N°15 del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal CIEFOR "Puerto Almendra" en la región Loreto. La investigación fue de tipo descriptivo-cuantitativo y de nivel básico. Se incluyó como población de estudio a todas las especies forestales de las plantaciones del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal CIEFOR "Puerto Almendra". La muestra estuvo representada por 200 individuos plantados de *Caryocar glabrum* "almendra" en una plantación de una hectárea, cuya denominación es Parcela N° 15 del CIEFOR "Puerto Almendra", instalada en campo definitivo en el año 2020. Los resultados mostraron que el mayor incremento en diámetro fue presentado por el Tratamiento E (80% de dosis de NPK) con un valor de 0,39 mm. También, se reporta que existe diferencia estadística entre los promedios del incremento en diámetro de las plantas, donde el tratamiento E (80% de dosis de NPK) presenta el mayor promedio con 33,95 mm. Por su parte, el mayor incremento en altura lo presentó el tratamiento D (60% de dosis de NPK) con un valor de 21,73 cm. La mayor sobrevivencia la presentó el "tratamiento D" con 13 plantas vivas. Se registraron 149 plantas muertas en la plantación (Loja, 2022, p. 29).

En el año 2022, se realizó un estudio sobre la influencia de fertilizantes biorgánicos y químicos en el crecimiento inicial de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke." tornillo" en Puerto Almendra, Loreto. Se consideraron como tratamientos de estudio a T1 =



SO (gallinaza+tierra negra+arena), T2 = SO + 100 g de NPK (20-20-20), T3 = SO + 100 g de roca fosfórica y T4 = SO + FBO (Fertilización Bio-Orgánica). Los resultados muestran que en el caso del “tornillo” no existe diferencia estadística significativa para tratamientos sobre las variables estudiadas. Sin embargo, tomando en cuenta el orden de mérito de los incrementos, para la variable altura de la planta, el T3 ocupa el primer lugar, para las variables diámetro del tallo y número de hojas el primer lugar lo ocupó el T2. Por otro lado, los últimos lugares en las tres variables evaluadas se registran con el T1 y T4 (Díaz, 2022, p. 51).

En el año 2022, se realizó una investigación sobre el crecimiento, mortalidad y estado fitosanitario de la especie *Copaifera paupera* “copaiba” de la plantación N° 33 del CIEFOR “Puerto Almendra” en la región Loreto. El mayor incremento en diámetro fue registrado en las fajas 8 y 9 con un valor de 0,20 cm. De la misma forma, para la variable altura, el mayor incremento lo presentó la faja 2 con un valor de 4,15 cm. La sobrevivencia de las plantas oscila entre 65% a 100%, mientras que la mortalidad oscila entre 5 a 35%. La mayoría de las plantas presentaron calidad en la categoría “bueno” 156 plantas que representa el 78,39% del total de plantas evaluadas (Shapiama, 2022, p. 32).

En el año 2019, se realizó un estudio sobre desarrollo silvicultural de dos subparcelas de la especie *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” con distintos distanciamientos en el CIEFOR “Puerto Almendra”, en la región Loreto. En este estudio se tuvo en cuenta dos distanciamientos: 1,5 m x 1,5 m y 3,5 m x 3,5 m. Así mismo, se evaluaron los aspectos silviculturales como el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y altura comercial, forma de copa, tipo de fuste; y condiciones fitosanitarias (sobrevivencia, mortalidad, vigorosidad, síntomas y

signos de enfermedades). Este estudio concluyó que ambas subparcelas evidencian una situación regular con tendencia a mala, tanto desde el punto de vista silvicultural como desde el punto de vista fitosanitario, por lo que se recomienda realizar un manejo silvicultural y mantenimiento permanente (Gatica, 2019, p. 51).

En el año 2013, se realizó una investigación sobre el comportamiento silvicultural de cinco especies forestales en linderos del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria y Puerto Sungaro, en Aucayacu, región Huánuco. La plantación se instaló teniendo en cuenta un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) considerando como tratamientos a las especies “caoba” (*Swietenia macrophylla* King), “cedro lila” (*Cedrela lilloi* C.DC.), “pino chuncho” (*Schizolobium parahyba* Huber), “capirona” (*Callycophyllum spruceanum* Benth) y “bolaina blanca” (*Guazuma crinita* Mart.). Las variables evaluadas fueron altura, diámetro basal del fuste y diámetro de copa, calidad de fuste, forma de copa e iluminación de copa. Con respecto a la mortalidad en la plantación de las cinco especies forestales, el promedio alcanzado fue de 1% (Minaya, 2013, p. 80).

En el año 2013, se realizó una valoración económica del volumen maderable de árboles en pie en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) "tornillo" de cinco edades diferentes en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal CIEFOR “Puerto Almendra”, en la ciudad de Iquitos, región Loreto. Se empleó el inventario de plantaciones de 6, 17, 27, 34 y 43 años a la fecha en la que se realizó la evaluación, considerando las variables: altura comercial, diámetro a la altura del pecho, calidad de fuste y el distanciamiento de los árboles. La investigación concluyó que existe una relación directa en cuanto a la valoración económica de la

madera en pie por edad de la plantación, por lo que se puede indicar que el valor económico depende principalmente del volumen, la edad, calidad de fuste y sus condiciones de aprovechamiento y transporte (Ruiz, 2013, p. 33).

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. Descripción dendrológica de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke**

*Cedrelinga cateniformis* D. Ducke es una especie perteneciente a la familia Fabaceae, comúnmente conocida como “tornillo”, “cedrorana”, “pino peruano” y “cedro blanco” (Tropicaltimber, 2022, <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/cedrorana-cedrelinga-cateniformis/>).

El “tornillo” es un árbol originario de la cuenca amazónica. Adicionalmente, Rojas (2015, p. 5) indica que los registros bibliográficos reportan que esta especie está distribuida naturalmente en la Amazonía peruana, colombiana, brasileña, ecuatoriana y en Surinam. Su distribución geográfica en el Perú varía entre los 120 msnm hasta 800 msnm, puede desarrollarse en espacios con temperaturas que varían entre 15 °C hasta 38 °C y precipitaciones que van desde 2500 mm hasta 3800 mm. Así mismo, Armancio (1990, citado por Rojas, 2015, p. 10) indica que esta especie oscila entre 30 a 48 metros de altura, con un tronco que puede alcanzar entre 0.65 y 1.5 metros de diámetro. El tronco desarrolla un fuste recto compuesto por ramificaciones tempranas. Es preciso mencionar que esta especie tiene un gran poder de rebrote. En su estadio juvenil, el tornillo tiene una copa pequeña que permite distanciamientos cortos entre los individuos. Además, el tornillo presenta una gran cantidad de raíces secundarias cerca de la superficie.

El “tornillo” presenta una copa irregular y una corteza gruesa. Las hojas de esta especie son compuestas pinnadas dobles con pecíolos largos. Los folíolos poseen

hasta cuatro pares y poseen peciolos cortos en lados opuestos (Tropicaltimber, 2022, <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/cedrorana-cedrelinga-cateniformis/>).



**Figura 1.** Árbol de “tornillo” (Puerto Almendra, Iquitos, Perú).

La inflorescencia apical se encuentra en la axila superior, y las espigas se alternan entre entrenudos y poseen pelos tubulares. Las flores se encuentran sobre estigmas bulbosos, de 8 mm de diámetro, sésiles, con sépalos expuestos. La corola es de color marrón con tendencia de verde a amarillenta (Tropicaltimber, 2022, <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/cedrorana-cedrelinga-cateniformis/>).

El tornillo se puede encontrar en humedales e incluso pantanos con contenido de materia orgánica fuerte, bosques con suelos estables, preferentemente en cuerpos de agua y cabeceras de arroyos, y fondos de arroyos en suelos arcillosos (Tropicaltimber, 2022, <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/cedrorana-cedrelinga-cateniformis/>).

El fruto se presenta en vainas caídas, base del pedúnculo no dividida, formando largas cadenas aplanadas, ovales a ovoides pero torcidas en las articulaciones, la parte terminal casi siempre rota en venas reticulares. Al madurar, se separan en las juntas y el viento las transporta largas distancias (Tropicaltimber, 2022, <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/cedrorana-cedrelinga-cateniformis/>).

Con respecto a sus semillas, Rojas (2015, p. 5), indica que en un kilogramo se encuentran de 1700 a 1900 semillas, estas son grandes, elípticas, y pueden medir entre 1.8 a 3.5 cm de largo y de 1 a 2.5 cm. de ancho y muy comprimidas lateralmente, (entre 0.2 a 0.3 cm). La conservación se hace con polvos que se pueden dispersar en agua.



**Figura 2.** Fruto y semilla de “tornillo”.

La madera se utiliza en la construcción (marcos, puertas, postigos, listones, cantos, listones, guardaescobas, andamios y encofrados de hormigón, paneles contrachapados, paneles decorativos, embalajes. Muebles (partes interiores de muebles), paneles decorativos, madera contrachapada, embalaje (Tropicaltimber, 2022). La madera del “tornillo” es considerada de buena calidad y posee gran durabilidad, es semidura y semipesada. Es bastante trabajable y tiene un mercado amplio en el Perú destinado para construcción, trabajos en carpintería y también en ebanistería. (Reynel, et al. 2003).

### **1.2.2. Importancia de las plantaciones de tornillo**

El tornillo es una especie muy apreciada por ser un excelente fijador de nitrógeno en el suelo, por lo que la promoción de las plantaciones con esta especie es viable. Adicionalmente, es posible hablar de asociaciones con otras especies. Al respecto, Onern (1976; citado por Vidaurre, 1993 y Rojas, 2015), indica que, *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke, es una especie gregaria, es decir, se le encuentra en concentraciones (localmente conocida como manchales). En reportes hechos en la Amazonía peruana, se indica que las principales especies que se encuentran asociadas con esta especie son “moena”, “nogal”, “manchinga”, “mashonaste”, “almendro”, “quinilla”, “sapote”, “cedro de altura”. En menor proporción, esta especie también puede estar asociada a “requia”, “bolaina blanca”, “capirona”, “cumala”, “estoraque”, “cedro” y “metohuayo”.

### **1.2.3. Evaluación de plantaciones forestales**

Las plantaciones forestales necesitan de evaluaciones permanentes para poder realizar un seguimiento y monitoreo apropiado en pro de la buena toma de decisiones. En ese sentido, Madrigal (2021) indica que un aspecto relevante asociado a la instalación de plantaciones forestales comerciales es la de generar información relacionada al manejo y desarrollo de las mismas. Esto se puede conseguir mediante diferentes tipos de evaluaciones, que, en términos generales, buscan conocer el comportamiento con respecto a la adaptación, crecimiento y desarrollo de las diferentes especies forestales que sean elegidas con ese objetivo.

### **1.3. Definición de términos básicos**

**Altura:** Distancia vertical que se registra entre un objeto o punto determinado en el espacio y la superficie del nivel del mar, la superficie terrestre u otro punto establecido como referencia (Oxford, 2020, p. 6, citado por Maca, 2021, p.10)

**Área degradada:** Hace referencia a un área que presenta un aminoramiento de la capacidad del ecosistema para poder prestar servicios o producir bienes (Sinia, 2019, <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/superficie-ecosistemas-degradados>)

**Campo abierto:** Este método consta de instalar un nuevo dosel arbóreo sobre la base un terreno libre de vegetación arbórea con fines comerciales y con un nivel de desarrollo intenso (Minaya, 2013, p. 15)

**Crecimiento:** Hace referencia al incremento irreversible en el tamaño de las plantas, el cual, generalmente es acompañado por cambios en la morfología (Romero, 2016, p. 26, citado por Diaz, 2022, p. 15).

**Diámetro:** Es una línea recta que une dos puntos de una circunferencia, de una curva cerrada o de la superficie de una esfera al pasar por su centro (Oxford, 2020, p. 4, citado por Maca, 2021, p.10)

**Plantación:** Hace referencia al conjunto de árboles o plantas cultivadas instaladas en un área determinada (Cabrera, 2003, p. 6)

**Plantación forestal:** conjunto de un terreno y los árboles que crecen después de haber sido plantado (Metro, 1975, citado por Cabrera, 2003, p. 6)

**Sobrevivencia:** Es el número de individuos que se registran como vivos al final de un tiempo de evaluación (Tello, 1984, citado por Vargas, 2015, p. 24 y Diaz, 2022, p. 17).



## CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

La dinámica del crecimiento y sobrevivencia de una plantación de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke (Fabaceae) en un área degradada del CIEFOR “Puerto Almendra”, Loreto, indican que la plantación tiene una calidad aceptable.

### 2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición conceptual	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Dinámica del crecimiento	Hace referencia al incremento de la altura de planta y el diámetro de tallos de los individuos que conforman una plantación forestal.	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura de planta (cm)</li> <li>• Diámetro de tallo (cm)</li> </ul>	De razón	Ficha de evaluación de campo
Sobrevivencia	Número de individuos vivos de una plantación forestal al final del periodo de evaluación.	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrevivencia y mortalidad (%)</li> </ul>	De razón	Ficha de evaluación de campo
Calidad	Conjunto de propiedades connaturales a una cosa, que permite establecer sus características y valorarla con respecto a las restantes de su especie.	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coeficiente de variación del número de plantas/ha (%)</li> </ul>	De razón	Ficha de evaluación de campo

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño metodológico

El tipo de investigación fue analítico, porque los datos biométricos fueron analizados e interpretados estadísticamente; transversal, porque los datos fueron evaluados una sola vez; y prospectivo, porque la evaluación se realizó solo en un periodo de tiempo. Este estudio tuvo un enfoque eminentemente cuantitativo, el diseño fue no experimental.

### Ubicación y accesibilidad

El estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal “Puerto Almendra”, donde se desarrolla el proyecto permanente “Ensayos procedencias de especies forestales y agrícolas de la Amazonía Peruana”, que está ubicado en la jurisdicción del distrito de San Juan Bautista, en la provincia de Maynas, región Loreto. Las coordenadas del área de estudio son las siguientes:

Código	Este (X)	Norte (Y)
1	680125	9576031
2	680172	9576012
3	680178	9576171
4	680225	9576154

### 3.2. Diseño muestral

La población del estudio estuvo constituida por todas las plantas de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke “tornillo” instaladas en el CIEFOR – Puerto Almendra. La muestra fue de 100 individuos de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke “tornillo” en una plantación de 0,75 hectáreas, instalada el año 2021.

### **3.3. Procedimientos de recolección de datos**

#### **3.3.1. Fase de pre campo**

Se identificaron los límites del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) “Puerto Almendra” y del proyecto permanente “Ensayos de procedencias de especies forestales y agrícolas de la Amazonía Peruana” de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y partir de ese análisis y de acuerdo con las características, se seleccionó un área determinada para la evaluación de las variables biométricas de la especie *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke. Luego de identificar el área se procedió a planificar los inicios de los trabajos de evaluación. Se realizó un mapa de ubicación y delimitación de la parcela de investigación en gabinete.

Adicionalmente, se registraron los antecedentes de la plantación en estudio, que forma parte del proyecto “Ensayos de procedencias de especies forestales y agrícolas de las Amazonía Peruana” de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. La plantación de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke “tornillo” fue instalada en julio del 2021. La dinámica del crecimiento de esta plantación fue evaluada hasta el mes de mayo del 2023.

#### **3.3.2. Fase de campo**

El siguiente paso constó en realizar un recorrido por los terrenos del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal “Puerto Almendra” y del área de influencia del proyecto “Ensayos de procedencias de especies forestales y agrícolas de las Amazonía Peruana” de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana para ubicar el área donde se encuentra establecida la plantación de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke (Fabaceae).

Una vez reconocida el área de estudio se procedió a la identificación de las subparcelas que conformaron la plantación, para su monitoreo y evaluación durante el tiempo de estudio que consistió en cinco evaluaciones para el registro de datos, entre los meses de enero y mayo del 2023. Cabe mencionar, que los datos de la primera evaluación (octubre del 2021) que se presenta en este trabajo de investigación fueron cedidos por el Centro de Procedencias de especies forestales y agrícolas de las Amazonía Peruana, que se encuentra a cargo del Ing. Tedi Pacheco Gómez, M.Sc.; y que formaron parte de otras investigaciones que fueron publicadas anteriormente, con lo cual se confirma la validez y confiabilidad de los datos cedidos.

### **VARIABLES A SER EVALUADAS**

#### **Dinámica del crecimiento de diámetro de tallo**

El crecimiento en diámetro fue determinado mediante la resta del diámetro de las plantas de *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke al final del periodo de evaluación menos el diámetro de la planta registrado en su primera evaluación.

Para obtener los datos de diámetro se usó un calibrador Vernier graduado en milímetros, ubicando horizontalmente el instrumento a la base de cada planta. Luego de la toma de datos, los mismos fueron convertidos a centímetros para su análisis correspondiente. Para determinar la dinámica del crecimiento se utilizó la siguiente fórmula descrita por Shapiama (2022, p. 16):

$$\mathbf{ID = Df - Di}$$

Donde:

ID = Incremento en diámetro de tallo en cm.

Df = Medida del diámetro al final del periodo de evaluación en cm.

Di = Medida del diámetro de la primera evaluación en cm.

## **Dinámica del crecimiento de altura de planta**

El crecimiento en altura fue determinado a través de la resta de la altura de la planta al final del periodo de evaluación menos la altura de la planta registrada en la primera evaluación. Ambas alturas fueron medidas con una cinta métrica graduada en centímetros (cm).

La medición se realizó desde la base de la planta hasta el ápice de la planta. Para encontrar este dato se utilizó la fórmula descrita por Peng (2000, p. 22, citado por Shapiama 2022, p. 16):

$$\mathbf{IH=Af - Ai}$$

Donde:

IH = Incremento en altura de planta en cm.

Af = Medida de la altura al final del periodo de evaluación en cm.

Ai = Medida de la altura de la primera evaluación en cm.

## **Sobrevivencia y mortalidad de plantas instaladas**

Esta variable fue determinada al final del periodo de evaluación, para lo cual fue necesario registrar las plantas vivas antes y después de la siembra en campo definitivo. Para calcular el nivel de sobrevivencia se utilizó la fórmula propuesta por POSAF II / MARENA (2007, citados por Sobalvarro y Picado, 2012, p. 8):

$$\mathbf{S(\%) = \frac{PI - PF}{PI} * 100}$$

Donde:

S = Sobrevivencia en porcentaje

PI = Número de plantas al inicio de la evaluación.

PF = Número de plantas al final de la evaluación

TP = Total plantas establecidas

El porcentaje de mortalidad se determinó de acuerdo con la relación siguiente:

$$M(\%) = 100 - S$$

Donde:

M = Mortalidad en porcentaje

S = Sobrevivencia

De acuerdo con Centeno (1993, citado por Sobalvarro y Picado, 2012, p. 8) se hizo la clasificación de las plantas en concordancia al porcentaje de sobrevivencia al final del periodo de evaluación. Para ello, se utilizó la escala descrita en la tabla 1.

**Tabla 1.** Clasificación de las plantas en concordancia al porcentaje de sobrevivencia.

<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>	<b>Clasificación en cuanto a sobrevivencia</b>
80 a 100	Muy bueno
70 a 80	Bueno
40 a 70	Regular
Menos de 40	Mala calidad

### **Evaluación de la calidad de la plantación**

Se tuvo en cuenta la variable número de plantas/ha al final del periodo de evaluación. Para establecer el criterio de calificación de la calidad se tuvo en cuenta la escala descrita por Murillo y Camacho (1997, p. 203):

**Tabla 2.** Clasificación de la calidad de la plantación.

<b>Coeficiente de variación</b>	<b>Clasificación de la plantación</b>
Menor a 10%	Excelente
10 a 20%	Aceptable
Mayor a 20%	No aceptable

### **3.3.3. Fase de gabinete**

Esta fase correspondió a los procesos de tabulación de los datos obtenidos en el campo sobre del crecimiento en diámetro y altura de plantas, de la sobrevivencia y mortalidad con una frecuencia mensual durante el desarrollo del proyecto. Los datos serán colocados en las hojas de cálculo de Microsoft Excel y el programa SPSS versión libre 24 (2019).

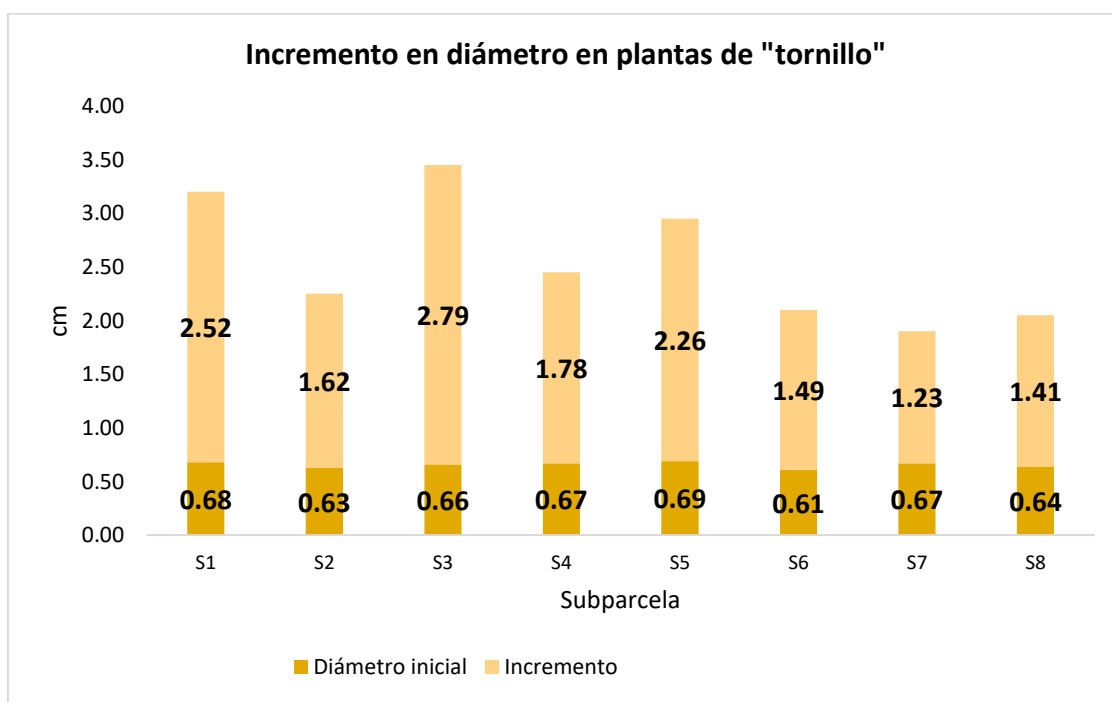
### **3.4. Procesamiento y análisis de datos**

En el procesamiento de la información, se utilizó la estadística descriptiva e inferencial. Se hizo el cálculo de los totales, medias aritméticas, frecuencia y porcentaje de los valores relacionados al diámetro de tallo, altura de planta, calidad, sobrevivencia y mortalidad.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Incremento en diámetro

En la figura 3 y en la tabla 3 se muestran los incrementos en diámetro de las plantas de tornillo en las 8 subparcelas evaluadas de la plantación. Se observa que el mayor incremento lo presentó la subparcela 3 con un valor de 2,79 cm al final del periodo de evaluación. Por otro lado, se observa que el menor incremento lo presentó la subparcela 7 con un valor de 1,23 cm al final del periodo de evaluación. Además, se observa que el punto de partida para la evaluación del incremento en diámetro de las plantas de tornillo fue menor a 0,70 cm, que sobrepasó posteriormente como lo demuestran los registros biométricos.



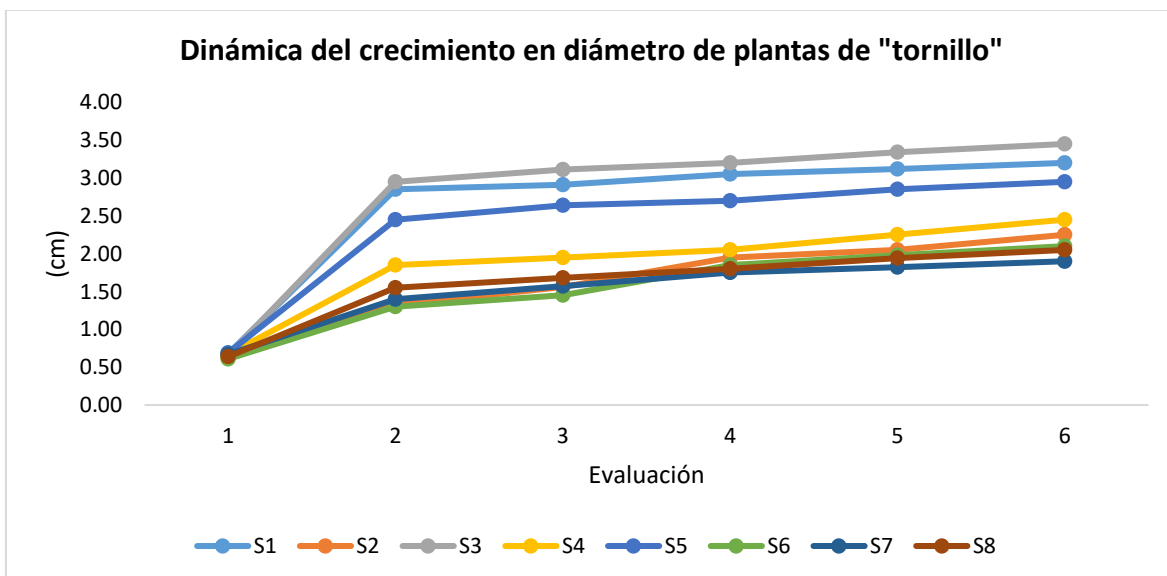
**Figura 3:** Incremento en diámetro en plantas de "tornillo".



**Tabla 3.** Incremento en diámetro

<b>Subparcela</b>	<b>Primera evaluación</b>	<b>Última evaluación</b>	<b>Incremento</b>
1	0,68	3,20	2,52
2	0,63	2,25	1,62
3	0,66	3,45	2,79
4	0,67	2,45	1,78
5	0,69	2,95	2,26
6	0,61	2,10	1,49
7	0,67	1,90	1,23
8	0,64	2,05	1,41
<b>Promedio</b>	<b>0,66</b>	<b>2,54</b>	<b>1,89</b>

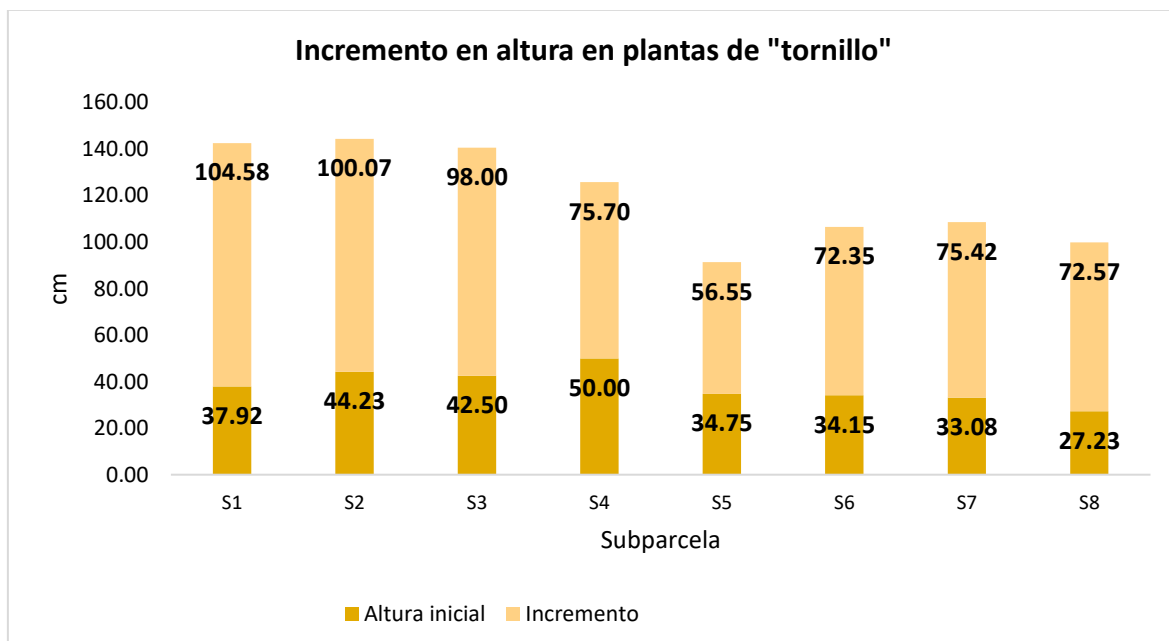
En la figura 4, se muestra la dinámica del crecimiento en diámetro de las plantas de tornillo desde su instalación en el año 2021. Se puede apreciar que todas las subparcelas tienen una tendencia lineal ascendente, resaltando ligeramente la subparcela 3, seguida de la subparcela 1 y la subparcela 5. Las demás subparcelas se encuentran por debajo de las ya mencionadas, manteniendo una tendencia lineal ascendente de incremento.



**Figura 4:** Dinámica del crecimiento en diámetro de plantas de "tornillo".

#### 4.2. Incremento en altura

En la figura 5 y la tabla 4, se muestran los incrementos en altura de las plantas de tornillo en las 8 subparcelas evaluadas de la plantación. Se observa que el mayor incremento lo presentó la subparcela 1 con un valor de 104,58 cm al final del periodo de evaluación. Por otro lado, se observa que el menor incremento lo presentó la subparcela 5 con un valor de 56,55 cm al final del periodo de evaluación. Además, se observa que el punto de partida para la evaluación del incremento en altura de las plantas de tornillo fue menor a 50 cm, que sobrepasó posteriormente como lo demuestran los registros biométricos.

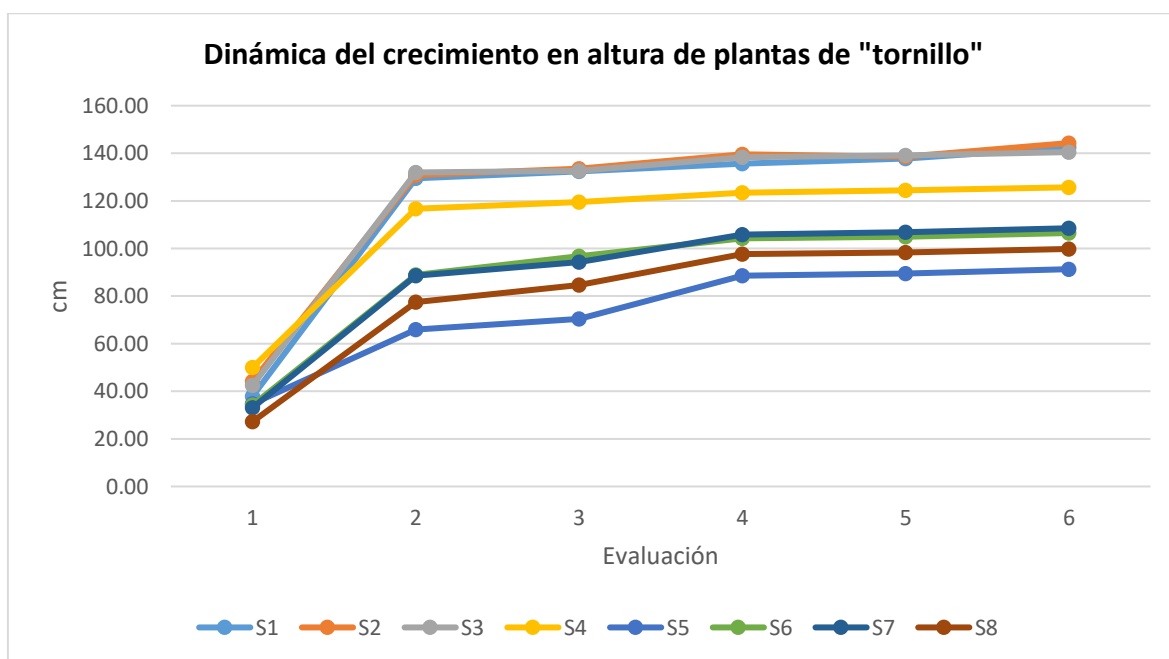


**Figura 5:** Incremento en altura en plantas de "tornillo".

**Tabla 4.** Incremento en altura.

Subparcela	Primera evaluación	Última evaluación	Incremento
1	37,92	142,50	104,58
2	44,23	144,30	100,07
3	42,50	140,50	98,00
4	50,00	125,70	75,70
5	34,75	91,30	56,55
6	34,15	106,50	72,35
7	33,08	108,50	75,42
8	27,23	99,80	72,57
<b>Promedio</b>	<b>37,98</b>	<b>119,89</b>	<b>81,91</b>

En la figura 6, se muestra se muestra la dinámica del crecimiento en altura de las plantas de tornillo desde su instalación en el año 2021. Se puede apreciar que todas las subparcelas tienen una tendencia lineal ascendente, resaltando ligeramente la subparcela 1, seguida de la subparcela 2 y la subparcela 3. Las demás subparcelas se encuentran por debajo de las ya mencionadas, manteniendo una tendencia lineal ascendente de incremento.



**Figura 6:** Dinámica del crecimiento en altura de plantas de "tornillo".

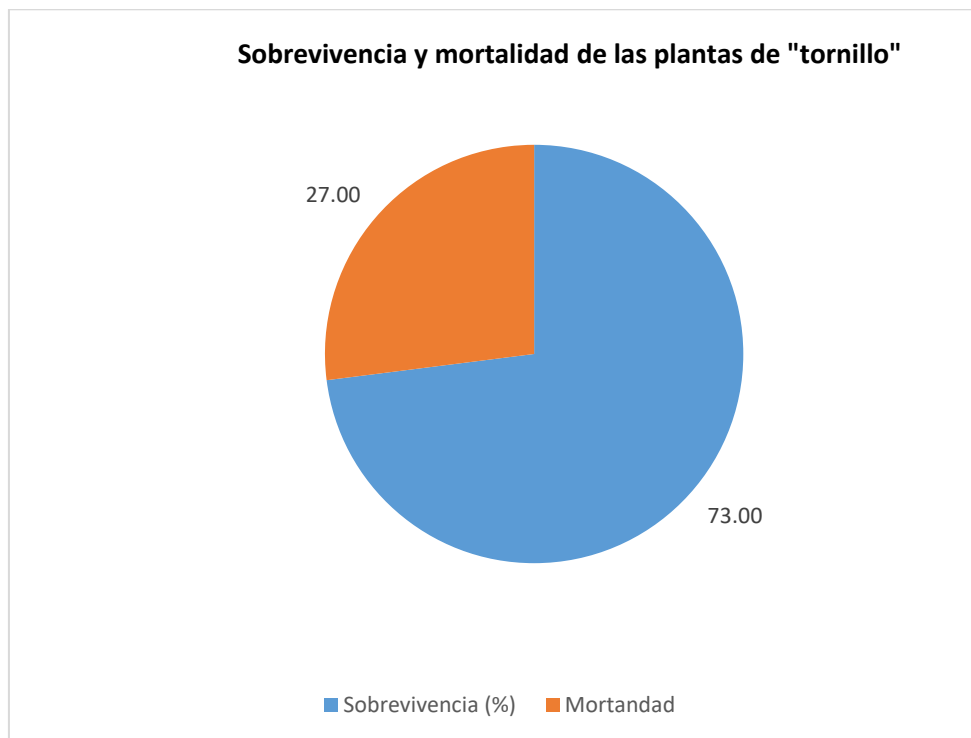
### 4.3. Supervivencia y mortalidad

La plantación estuvo constituida por 100 plantas de tornillo al inicio. Sin embargo, en todas las subparcelas hubo por lo menos una planta muerta. En la tabla 5, se indica la supervivencia y mortalidad que presentó la plantación al final del periodo de evaluación, registrándose un porcentaje de supervivencia elevado (73%).

**Tabla 5.** Supervivencia y mortalidad de la plantación.

<b>Supervivencia y mortalidad (%)</b>			
<b>Plantas sembradas al inicio</b>	<b>Plantas muertas</b>	<b>Supervivencia (%)</b>	<b>Mortalidad (%)</b>
100	27	73,00	27,00

En la figura 7, se observa que las plantas de tornillo registraron una supervivencia es de 73% con una mortalidad de 27%. De acuerdo con la escala propuesta por Centeno (1993, citado por Sobalvarro y Picado, 2012, p. 8 y Bardales, 2021, p. 19), las plantas tienen una clasificación de "Bueno" en función al porcentaje de supervivencia.



**Figura 7:** Supervivencia y mortalidad de las plantas de "tornillo".

#### 4.4. Calidad de la plantación

En la tabla 6, se indica la calidad de la plantación de acuerdo con lo establecido por Murillo y Camacho (1997, p. 203). De acuerdo con el coeficiente de variación de la variable “número de plantas por hectárea” (13,66%), se indica que la plantación de tornillo tiene una calidad “aceptable”.

**Tabla 6.** Clasificación de la calidad de la plantación.

<b>Subparcela</b>	<b>Plantas/ha</b>
1	10
2	11
3	10
4	10
5	8
6	8
7	8
8	8
Media	9,125
Varianza	1,55357
Desviación estándar	1,24642
<b>Coeficiente de variación</b>	<b>13,65944</b>

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La especie *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke “tornillo” tiene una gran importancia en la Amazonía peruana, debido a sus características ecológicas y económicas principalmente, lo que la convierte en una especie promisoría. En ese sentido, Envolvert (2021) indica que debido a que el “tornillo” pertenece a la familia Fabácea, fija el nitrógeno atmosférico en simbiosis con las rizobacterias, y con esto logra mantener y recuperar la fertilidad de los suelos degradados o suelos con poca materia orgánica. Adicionalmente, el “tornillo” se adapta a sistemas agroforestales en combinaciones con cacao y café, pero también se puede adaptar con cultivos anuales como el arroz y yuca, que son bastante comercializados en la selva peruana. Otro beneficio de esta especie son sus semillas, que representan una alternativa de alimentación ante la escasez de frutos del bosque para las aves, como es el caso de los loros principalmente.

Con respecto al crecimiento en diámetro, la especie “tornillo” registra sus mayores niveles en la subparcela 3, mientras que los menores niveles se registran en la subparcela 7. Por su parte, la dinámica de la variable altura reporta un mayor incremento en las subparcelas 1 y un menor incremento en la subparcela 5. Es importante considerar que esta plantación fue instalada a campo abierto, por lo que es válido mencionar que bajo este sistema es más factible sufrir por la radiación solar que provoca altas temperaturas (IAUSA, 2020) o por las precipitaciones que suceden en la selva baja, que es la zona donde se encuentra ubicada la plantación, 1800 mm anuales, que se distribuyen más o menos de manera regular durante todo el año (Brack y Mendiola, 2010, p. 220), lo cual forma parte de los factores ambientales que influyen en las plantaciones forestales.

Esta plantación presenta una calidad aceptable, lo que significa que es posible continuar trabajando con esta especie en la zona, además que, experiencias anteriores evidencian el buen desarrollo de árboles de “tornillo” en los terrenos del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal “Puerto Almendra”, en donde se han establecido plantaciones de “tornillo” en distintas épocas desde el inicio del funcionamiento de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Estas iniciativas se encuentran en la línea de recuperación de áreas degradadas que han aparecido en la última década. Es importante destacar las palabras de Angulo (2014), al mencionar que en el trópico amazónico se necesita mayor información para instalar plantaciones en distintas condiciones edáficas y topográficas, debido a que permitirá garantizar a los técnicos en reforestación el crecimiento y productividad maderera. La reforestación es un proceso de gran trascendencia porque alrededor del mundo existen muchas áreas que merecen ser atendidas para garantizar su recuperación y restauración. Si se tiene en cuenta lo descrito por Bastin (2019) al indicar que alrededor del mundo hay espacio para 900 millones de hectáreas adicionales de cubierta vegetal, lo que podría almacenar 205 gigatoneladas de carbono en zonas que albergarían bosques y selvas de forma natural. Esto nos indica que las plantaciones forestales resultan viables, debido a que en el mundo existen millones de hectáreas que pueden ser ocupadas por distintos tipos de plantas y con distintos propósitos, lo que podría significar una buena oportunidad para la industria forestal, que podría promover y establecer plantaciones forestales con fines comerciales, pero también representa una oportunidad para nuevas investigaciones relacionadas a silvicultura, secuestro de carbono, restauración ecológica, cambio climático, dasimetría, ecología aplicada y otros aspectos relacionados a las ciencias forestales.



Pero, también resulta necesario mencionar que no se puede elegir cualquier especie para propósitos de reforestación o recuperación de áreas degradadas a través de plantaciones forestales. Es necesario evaluar su potencial ecológico, económico y su impacto social para que se encuentre en la línea del desarrollo sostenible, que podría beneficiar a la industria forestal, las comunidades de la selva peruana y a la academia. Es necesaria una articulación entre todos estos actores, porque el desarrollo de plantaciones forestales puede significar una gran oportunidad de intercambio de experiencias, y con mayor razón si se utiliza especies promisorias como es el caso del tornillo.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. El mayor incremento en diámetro se presentó en la subparcela 3, registrando 2,79 cm de incremento al final del periodo de evaluación. Por su parte, el menor incremento se registró en la subparcela 7, con 1,23 cm respectivamente.
2. El mayor incremento en altura se presentó en la subparcela 1, registrando 104, 58 cm de incremento al final del periodo de evaluación. Por su parte, el menor incremento se registró en la subparcela 5, con 56,55 cm respectivamente.
3. Se registró un 73% de sobrevivencia de plantas de tornillo al final del periodo de evaluación, mientras que la mortalidad alcanzó un 27% respectivamente; lo que indica que las plantas tienen una clasificación de “Bueno” en función al porcentaje de sobrevivencia.
4. De acuerdo con el coeficiente de variación del número de plantas por hectárea, el valor de 13,66% indica que la plantación tiene una calidad “aceptable”.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

1. Promover y establecer más plantaciones forestales en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) “Puerto Almendra” y en el área de influencia del Centro de procedencias de especies forestales y agrícolas de la Amazonía Peruana teniendo en cuenta las especies más promisorias de la Amazonía peruana, que tengan la importancia ambiental, económica y social.
2. Extender a la sociedad las características del tornillo como especie forestal, su importancia para el ecosistema y para los mercados regional, nacional e internacional.
3. Promover viveros que contengan distintas procedencias de la especie tornillo, con el propósito de emprender futuras investigaciones.

## CAPÍTULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alva, E. (2018). Restauración ecológica inicial de áreas degradadas de la Comunidad Nativa Tayuntsa, distrito de Nieva – Amazonas con especies nativas "tornillo" (*Cedrelinga catenaeformis*) y "moena" (*Aniba amazonica*). [tesis de pregrado, Universidad de Lambayeque]. Repositorio Dspace. <http://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/129>
- Angulo, W. (2014). Crecimiento y productividad de la plantación de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, establecida en diferentes condiciones de sitio, en suelo inceptisol en el bosque Alexander Von Humboldt. [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/578/1/Angulo-crecimiento\\_productividad.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/578/1/Angulo-crecimiento_productividad.pdf)
- Armancio, O. (1990). Formas de trasplante y tamaño óptimo de brinzales de regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke. (tornillo) en plantaciones en la zona de Tingo María. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Bastin, J. F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., ... y Crowther, T. W. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365(6448), 76-79.
- Brack, A. y Mendiola, C. (2010). Ecología del Perú. Lima, Perú. 496 p.
- Cabrera, C. (2003). Plantaciones Forestales: Oportunidades para el desarrollo sostenible. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, Ciudad de Guatemala.
- Centeno, M. (1993). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/877/>

- Chung, L. (2023). Caracterización del sistema agroforestal de *Caryodendron orinocense* "metohuayo" y *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" en Puerto Almendra, Loreto. 2022. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/9282>
- Díaz, P. (2022). Tipos de fertilizantes biorgánicos y químicos en el crecimiento inicial de *Caryodendron orinocense* H. Karst. "metohuayo" y *Cedrelinga cateniformis* D. Ducke." tornillo". Puerto Almendra, Loreto. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8535>
- Envolvert. (2021). El Tornillo: un árbol de alta importancia para los grupos de Tingo María. <https://envol-vert.org/es/act/el-tornillo-un-arbol-de-alta-importancia-para-los-grupos-de-tingo-maria/>
- Gallardo, R. (2022). Dinámica de crecimiento, mortandad y supervivencia de la especie *Cedrela odorata* L. "cedro" de la plantación N° 06 del Ciefor - Puerto Almendra, Loreto – Perú. 2021. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7890>
- Gatica, L. (2019). Desarrollo silvicultural de dos sub parcelas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke "tornillo" con diferentes distanciamientos en el CIEFOR- Puerto Almendra. Loreto, Perú. 2017. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5719>

- IAUSA. (2020). Principales ventajas de los invernaderos.  
<https://iausa.com.mx/principales-ventajas-y-desventajas-de-los-invernaderos/>
- Loja, E. (2022). Crecimiento y desarrollo de *Caryocar glabrum* “almendra” utilizando diferentes dosis de NPK en la parcela 15 del Ciefor - Puerto Almendra, Loreto – Perú. 2021. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP.  
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8529>
- Londoño, A., y Jiménez, E. (1999). Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento de árboles (periodos de 1, 4 y 5 años). *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* (14), p 41-58.
- Maca, P. (2021). Dinámica de crecimiento, mortandad y supervivencia de la especie *aspidosperma schultesii* Woodson “quillobordon”, en la plantación 13 del Ciefor - Puerto Almendra, Loreto – Perú. 2021. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/8513>
- Madrigal, R. (2021). Evaluaciones de Plantaciones Forestales comerciales (PFC).  
<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1512-evaluaciones-de-plantaciones-forestales-comerciales>
- Minaya, F. (2013). Comportamiento silvicultural de cinco especies forestales en linderos del CIPTALD, Aucayacu. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS.  
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/583>

- Murillo, O y Camacho, P. (1997). Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. *Agronomía Costarricense* 21(2): 189-206.
- Oxford. (2020). Términos conceptuales de evaluaciones forestales. <https://languages.oup.com/google-dictionaryes/>
- Proyecto Socioambiental y forestal (POSAF) y Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). (2007). Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales. Managua, Nicaragua .66 p.
- Quesada, R., Acosta, L., Garro, M., y Castillo, M. (2012). Dinámica del crecimiento del bosque húmedo. *Tecnología en Marcha*, 25(5), 56-66.
- Quesada, R. (2002). Recuperación de áreas degradadas por medio de un proceso natural: el bosque secundario. *Tecnología en Marcha*. Vol. 15 N° 4. 2002.
- Quezada, N. (2019). Dinámica de crecimiento de las especies forestales del bosque nublado en la Reserva Natural Tapichalaca, Palanda, Zamora Chinchipe. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22799>
- Reynel, C., Pennington, R. T., Flores, C., y Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos; un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies (No. F70 R4a). Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería, Lima, Perú.

- Rojas, N. (2015). Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke), en Tingo María. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional Digital UNAS.  
[https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1050/TS\\_PRN\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1050/TS_PRN_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Romero, A. (2016). Influencia del tamaño de envase y edad de plantón sobre el crecimiento inicial de *Swietenia macrophylla* King, Huánuco. [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3484>
- Ruiz, J. (2013). Valoración económica del volumen maderable de árboles en pie en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) "tornillo" de cinco edades diferentes en el CIEFOR Puerto Almendra, Iquitos-Perú. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP.  
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/1922>
- Shapiama, I. (2022). Crecimiento, mortandad y estado fitosanitario de la especie *Copaifera paupera* "copaiba" de la plantación N° 33 del Ciefor, Puerto Almendra, Loreto-Perú. 2021. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP.  
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8593>



Sistema Nacional de Información Ambiental. (2019). Hectáreas de áreas degradadas identificadas, categorizadas y caracterizadas difundidas a través del Geoservidor dirigido a las entidades públicas y privadas para la toma de decisiones. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/hectareas-areas-degradadas-identificadas-categorizadas>

Sobalvarro, J., Picado, A. (2012). Evaluación inicial de *Hymenaea courbaril* (Guapinol) en una plantación en la Unidad de Experimentación y Validación en la finca El Plantel-UNA. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.pe/1169/>

Tello, R. (1984). Comportamiento del trasplante a raíz desnuda de *Cedrela odorata* L. (cedro), bajo diferentes tratamientos en Iquitos – Perú. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].

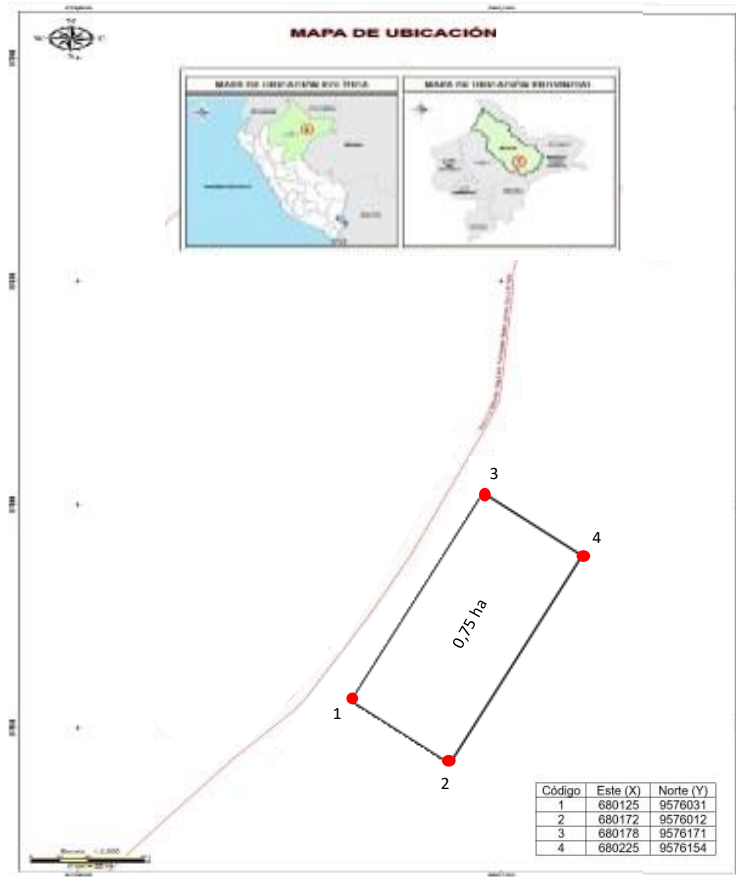
Tropicaltimber. (2022). Cedrorana, tornillo (*Cedrelinga cateniformis*). Disponible en línea en: <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/cedrorana-cedrelinga-cateniformis/>

Vargas, S. (2015). Propagación sexual de cinco especies forestales comerciales y crecimiento inicial de las plántulas, en vivero. Pucallpa, Ucayali, Perú. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4281>

Vidaurre, H. (1993). Análisis de características de sitio que prefiere la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke. 54 p.

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Ubicación del área de estudio.



**Anexo 2. Ejemplares de tornillo evaluados en la plantación**



**Anexo 3. Formato de recolección de datos**

Subparcela	N° de planta	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Sobrevivencia		Observaciones
				Vivo	Muerto	
1						
2						
3						
4						

## Anexo 4. Base de datos

### Incremento de la altura de tornillo

Promedios de altura de planta por evaluación (cm)						
Subparcela	1° evaluación octubre 2021	2° evaluación enero 2023	3° evaluación febrero 2023	4° evaluación marzo 2023	5° evaluación abril 2023	6° evaluación mayo 2023
1	37,92	129,50	132,4	135,60	137,80	142,50
2	44,23	130,80	133,5	139,60	138,60	144,30
3	42,50	131,90	132,6	138,40	139,10	140,50
4	50,00	116,70	119,5	123,40	124,50	125,70
5	34,75	65,90	70,4	88,60	89,50	91,30
6	34,15	88,90	96,7	104,30	104,90	106,50
7	33,08	88,60	94,3	105,80	106,80	108,50
8	27,23	77,50	84,6	97,60	98,30	99,80
<b>Promedio</b>	<b>37,98</b>	<b>103,73</b>	<b>108,00</b>	<b>116,66</b>	<b>117,44</b>	<b>119,89</b>

### Incremento del diámetro de tornillo

#### Promedios de diámetro de tallo por evaluación (cm)

Subparcela	1° evaluación octubre 2021	2° evaluación enero 2023	3° evaluación febrero 2023	4° evaluación marzo 2023	5° evaluación abril 2023	6° evaluación mayo 2023
1	0,68	2,85	2,91	3,05	3,12	3,20
2	0,63	1,32	1,56	1,95	2,05	2,25
3	0,66	2,95	3,11	3,20	3,34	3,45
4	0,67	1,85	1,95	2,05	2,25	2,45
5	0,69	2,45	2,64	2,70	2,85	2,95
6	0,61	1,30	1,45	1,85	1,98	2,10
7	0,67	1,40	1,57	1,75	1,82	1,90
8	0,64	1,55	1,68	1,80	1,94	2,05
<b>Promedio</b>	<b>0,66</b>	<b>1,96</b>	<b>2,11</b>	<b>2,29</b>	<b>2,42</b>	<b>2,54</b>

### Sobrevivencia y mortalidad

Subparcela	Siembra inicial	Muertos	Plantas vivas
1	12	2	10
2	13	2	11
3	12	2	10
4	13	3	10
5	12	4	8
6	13	5	8
7	12	4	8
8	13	5	8
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>73</b>



## Anexo 5. Registro de datos biométricos

