



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

TESIS

**“SANIDAD INTERNA DE ÁRBOLES DE *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke
APLICANDO TÉCNICA NO DESTRUCTIVA EN EL CAMPO EXPERIMENTAL
EL DORADO-INIA, LORETO-PERÚ, 2022”**

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

PRESENTADO POR:

YOLY POLASTRIH MOZOMBITE YAY

ASESORES:

Ing. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.

Ing. ARTURO TOMÁS MACEDO RAMIREZ, MSc.

IQUITOS, PERÚ

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 057-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 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "SANIDAD INTERNA DE ÁRBOLES DE *Cedrelina cateniformis* (Ducke) Ducke APLICANDO TÉCNICA NO DESTRUCTIVA EN EL CAMPO EXPERIMENTAL EL DORADO-INIA, LORETO-PERÚ, 2022", aprobado con R.D. N° 0637-2022-FCF-UNAP, presentado por la bachiller YOLY POLASTRITH MOZOMBITE YAY, para optar el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0312-2023-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Jorge Luis Rodríguez Gómez, Dr.	: Presidente
Ing. Rildo Rojas Tuanama, Dr.	: Miembro
Ing. Segundo Córdova Horna, Dr.	: Miembro
Ing. Abraham Cabudivo Moena, Dr.	: Asesor
Ing. Arturo Tomas Macedo Ramirez, M.Sc.	: Coasesor

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

El jurado despues de las deliberaciones correspondientes, lleo a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis han sido: *Aprobado* con la calificación de *Buena*

Estando la bachiller apta para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales.

Siendo las *11:20* Se dio por terminado el acto *Académico*

Ing. JORGE LUIS RODRÍGUEZ GÓMEZ, Dr.
Presidente

Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.
Miembro

Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.
Miembro

Ing. ABRAHAM CABUDIVO MOENA, Dr.
Asesor

Ing. ARTURO TOMAS MACEDO RAMIREZ, M.Sc.
Coasesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!

Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú

www.unapiquitos.edu.pe

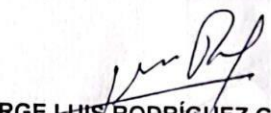
Teléfono: 065-225303

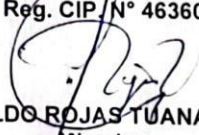
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES
TROPICALES

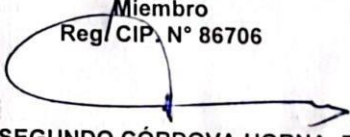
TESIS

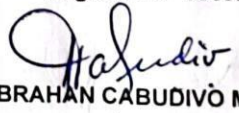
"SANIDAD INTERNA DE ÁRBOLES DE *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke
APLICANDO TÉCNICA NO DESTRUCTIVA EN EL CAMPO EXPERIMENTAL EL
DORADO-INIA, LORETO – Perú. 2022"


MIEMBROS DEL JURADO


Ing. JORGE LUIS RODRÍGUEZ GÓMEZ, Dr.
Presidente
Reg. CIP. N° 46360


Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.
Miembro
Reg. CIP. N° 86706


Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.
Miembro
Reg. CIP. N° 65032


Ing. ABRAHAN CABUDIVÓ MOENA, Dr.
Asesor
Reg. CIP. N° 40295


Ing. ARTURO TOMÁS MACEDO RAMÍREZ, MSc.
Asesor
Reg. CIP. N° 155040

NOMBRE DEL TRABAJO

FCF_TESIS_MOZOMBITE YAY.pdf

AUTOR

YOLY POLASTRIH MOZOMBITE YAY

RECUENTO DE PALABRAS

6823 Words

RECUENTO DE CARACTERES

33599 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

38 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.9MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 4, 2024 4:20 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 4, 2024 4:21 PM GMT-5**● 18% de similitud general**

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

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

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

DEDICATORIA

A Dios por que sin su sabiduría y fuerza no hubiera sido posible este paso realizado.

A mis padres Madinson, Jency por inculcar en mi la importancia de estudiar, mis hijas Mia y Alana mi principal motivación, mis hermanos Ekier y Pedro esperando ser motivación para que puedan culminar sus etapa académica, por ellos la inspiración para la finalización de esta etapa.

Para todos aquellas personas y familiares que acompañaron en el proceso, a todos ellos gracias de todo corazón.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme sabiduría y fuerza para poder culminar esta etapa en mi vida académica.
- Al proyecto de investigación Básica, PROCIENCIA-INIA, **CONVENIO N° PE501078898** por la oportunidad de contribución y financiamiento de tesis, proyecto titulado: " Sanidad interna de plantaciones de *Cedrerlinga cateniformis* (Ducke) Ducke de diferentes edades mediante tomografía acústica en Amazonia baja, Loreto-Perú, 2022".
- A mis padres Madinson Mozombite López, Jency Yay Núñez, por el apoyo incondicional en mi vida cotidiana, por su comprensión su paciencia y sus valiosos consejos, a mis hijas Mia y Alana por ser mi mayor motivación.
- Mis asesores: Ing. Abrahan Cabudivo Moena. Dr. Ing. Arturo Tomas Macedo Ramírez. M. Sc. Y mi grato agradecimiento a la. Ing. SARON VASQUEZ QUINTANA. Dra.
- Al equipo de investigación proyecto PROCIENCIA-INIA, Ing, EVELIN JUDITH SALAZAR HINOSTROZA, Ing, GLORIA PATRICIA CARDENAS RENGIFO, Ing JUAN RODRIGO BASELLO VILLANUEVA, Ing, BENJAMIN AURELIO MINAYA PILLCO, Ing. ANDRES FERNANDEZ SANDOVAL, quienes me ayudaron a realizar las labores de campo de esta tesis, de quienes recibí apoyo y aprendizajes.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



INDICE GENERAL

	Páginas
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 CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO.....	3
1.1 Antecedentes de estudio.....	3
1.2 Bases teóricas.....	6
1.3 Definición de términos básicos.....	9
CAPITULO II. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	11
2.1. Formulación de hipótesis.....	11
2.2. Variable y su operacionalización.....	12
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Diseño metodológico.....	13
3.2. Diseño muestral.....	13
3.3. Procedimiento y recolección de datos.....	13
3.3.1 Materiales y equipos.....	14
3.3.2 procedimiento.....	14
3.3.3. Procesamiento de recolección de datos.....	15
3.4. Procedimiento y análisis de datos.....	19
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Dasométria de árboles de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	20
4.2 Morfología de árboles de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	25
4.3. Sanidad interna de árboles <i>Cedrelinga cateniformis</i>	27

CAPITULO V. DISCUSIÓN.....	31
CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....	33
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES.....	34
CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	35
ANEXOS.....	40
1: Mapa de ubicación de la plantación de árboles de “Tornillo”	41
2: Volumen del fuste comercial y total-parcela 33 años-107 INIA.....	42
3: Volumen del fuste comercial y total-parcela 108 -26 años INIA.....	44
4: Volumen del fuste comercial y total-parcela 106-18 años INIA.....	47
5: Evaluación morfológica en porcentaje- parcela 106-18 años.....	48
6. Evaluación morfológica en porcentaje- parcela 108-26 años.....	50
7: Evaluación morfológica en porcentaje - parcela 107-33 años.....	52
8: Evaluación porcentaje datos tomográficos-parcela 106-18 años.....	55
9: Evaluación porcentaje datos tomográficos-parcela 107-33 años.....	57
10: Evaluación porcentaje datos tomográficos-parcela 108-26 años.....	58
11. Constancia de labor realizada con el proyecto PROCENCIA-INIA.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

N°	pág.
1. Dasométria de árboles de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en C.E Dorado	20
2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov de calificación de las muestras	22
3. Análisis de varianza de tratamientos de plantaciones <i>C. cateniformis</i>	23
4. Prueba de Tukey de las variables de plantaciones de <i>C. cateniformis</i>	24
5. Morfología de árboles de las plantaciones de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	26
6. Sanidad interna de Fuste de árboles por edades de <i>C. cateniformis</i>	27

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	pág.
1. Altura comercial y total de las plantaciones de <i>C. Cateniformis</i>	21
2. Área basal por plantaciones de <i>C. cateniformis</i>	21
3. Volumen comercial y total de las plantaciones de <i>C. cateniformis</i>	21
4. Sanidad del fuste <i>Cedrelinga Cateniformis</i> (Ducke) Ducke	28
5. Tomogramas del fuste arbóreo de 26 años de <i>C. cedrelinga</i>	29
6. Sanidad del fuste <i>Cedrelinga Cateniformis</i> (Ducke) Ducke	30

RESUMEN

El estudio se realizó en el Campo Experimental “El Dorado”, carretera Iquitos Nauta km.25, perteneciente a la estación experimental Agraria “San Roque” del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), en las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke de diferentes edades, con el objetivo de evaluar la dasometría, morfología y sanidad interna de árboles de *C. cateniformis* de 18, 26, 33 años y su aporte a las especies forestales comerciales en plantaciones, se realizó el inventario y georreferenciación de cada árbol a evaluar, para medir la sanidad interna del fuste de los árboles se utilizó el tomógrafo acústico con el programa ArbSonic-3D para obtener conocimiento del estado interno de las plantaciones. Los resultados indican que la plantación de *C. cateniformis* de 18 años su sanidad arbórea es de 98,33%, mostrando un estado interno en buenas condiciones con un porcentaje muy bajo en pudrición, de igual forma la plantación de 26 años es de 98,00% de sanidad Arborea y finalmente 80, 41% de sanidad arbórea en la plantación de 33 años de *C. Cateniformis*, mostrando existencia de pudrición y hueco en los árboles evaluados, realizada el análisis de varianza da como resultado significativo y lo confirma la prueba de Tukey, en cuanto a la evaluación en la prueba de Kolmogorov -Smirnov, en calificación es paramétrico en altura comercial y área basal.

Palabras claves: Sanidad interna, plantaciones, morfología, tomografía, calidad maderable.

ABSTRACT

The study was carried out in the "El Dorado" Experimental Field, Iquitos Nauta highway km25, belonging to the "San Roque" Agrarian Experimental Station of the National Institute of Agrarian Innovation (INIA), in Cedrelinga Cateniformis (Ducke) Ducke plantations of different ages, with the objective of evaluating the dasometry, morphology and internal health of *C. cateniformis* trees of 18, 26, 33 years and their contribution to commercial forest species in plantations, the inventory and

georeferencing of each tree to be evaluated was carried out, To measure the internal health of the stem of the trees, the acoustic tomograph with the ArbSonic3D program was used to obtain knowledge of the internal state of the plantations. The results indicate that the 18-year-old *C. cateniformis* plantation has a tree health of 98.33%, showing an internal state in good condition with a very low percentage of rot, likewise the 26-year-old plantation is 98, 00% Arborea health and finally 80, 41 tree health in the 33-year-old plantation of *C. Cateniformis*, showing the existence of rot and hollows in the evaluated trees, the analysis of variance carried out gives a significant result and is confirmed by the test of Tukey, regarding the evaluation in the Kolmogorov-Smirnov test, in qualification it is No parameters in commercial height and basal area.

Keywords: internal health, plantations, morphology, tomography, quality timber.

INTRODUCCIÓN

En el Perú la industria forestal tiende a consumir madera procedente de plantaciones forestales esto por escasez de especies comerciales de grandes diámetros procedentes de los bosques naturales. En la sociedad forestal es necesario conocer el estado actual de los árboles con la finalidad de poder realizar un buen manejo y evitar cambios poco favorables en la naturaleza. En las plantaciones instaladas de diferentes edades de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke no se conoce a qué edad el fuste empieza a ser atacado por hongos e insectos, por ello es necesario conocer la sanidad interna de estas plantaciones y determinar la calidad maderable para evitar la tala innecesaria y generar información de gran beneficio para los extractores y silvicultores. En este sentido, la tomografía acústica sirve para conocer el estado interno del fuste del árbol con gran ventaja ya que es una técnica no destructiva, que se realiza mediante la medición de la velocidad de las ondas acústicas, cuyo principio es que al encontrar una zona afectada las ondas la rodean y se genera un aumento del tiempo de recepción.

En la actualidad se promueve más el uso de madera proveniente de plantaciones forestales, por ello es necesario realizar pruebas con el fin de establecer las mejores opciones de manejo y con ello mejorar la productividad. Una de las técnicas no destructivas recientes más usadas es la tomografía acústica, que se realiza a través de ondas de impacto, sónicas o ultrasónicas **Espinosa, (2019, p. 142)**. Es necesario dar más relevancia a este tipo de investigación y generar conocimientos científicos sobre tecnologías modernas no destructivas para la evaluación de la madera, es conveniente mencionar que en la Amazonía peruana

existe una especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, “tornillo” que presenta una particularidad interna de la madera en la mayoría de árboles adultos presentan pudrición interna, y el no conocer el estado del árbol tiene como consecuencia pérdidas económicas y deterioro del ecosistema.

Este proyecto es importante y de gran utilidad realizar investigación ya que, falta conocer acerca de caracterización estructural en plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* “tornillo” y es de gran beneficio conocer acerca de esta especie y facilitar futuras investigaciones en los árboles instalados en el centro de investigación del INIA, los datos obtenidos servirán para conocer con certeza cuales es el mejor método de la toma de datos ya sea con instrumentos tradicionales y con instrumentos de tecnología actualizada para facilitar y servir de soporte a nuevas investigaciones. Teniendo como objetivo General la determinación de la sanidad interna de los árboles de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke de diferentes edades aplicando técnica no destructiva además de evaluar dasométricamente y morfológicamente los árboles de 18 años, 26 años y 33 años de edad aplicando técnica no destructiva.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de estudio

Existen estudios donde se ha aplicado la tomografía acústica, **Resende, (2011, p. 144)** en su estudio denominado “ Evaluación del perfil radial de la madera de los árboles de Teca (*Tectona Grandis* L. f a través de tomografía de impulso” usó el tomógrafo de impulso en 20 árboles de *Tectona grandis* donde se determinó la generación de ondas mecánicas a una velocidad media de 1,087 m/s, un coeficiente de variación de 19,81% de baja variabilidad que demuestra una eficacia de método y los defectos internos de la madera a través de la diferenciación de colores. **Barrios, S. (2016, p. 47)** en su tesis “Evaluación de la calidad de madera de árboles amazónicos mediante un método no destructivo de propagación de ondas: Tomografía de impulso y temporizador de ondas de refuerzos” evaluó especies forestales como alternativas en el mercado de madera, donde caracterizó madera amazónicas mediante técnicas no destructivas, evaluando su calidad interna, sus propiedades físicas y módulo de elasticidad dinámico (MOEd) y concluyó que las técnicas de propagación de onda de impulso mediante tomografía es la mejor debido a la cantidad de información obtenida. Así mismo esta información puede ser utilizada para distintos fines de acuerdo al objetivo del estudio. **Santos (2016, p. 32)** evaluó la calidad de la madera de *Cariniana legalis* (Mart) de plantaciones de restauración forestal a través de cuatro métodos no destructivos, los cuales fueron: extensométrica, resistografía, tomografía de impulsos y densitometría de rayos x. Las mediciones fueron tomadas a altura del DAP (1.30 m desde la base), los individuos presentaron una buena

salud, sin huecos internos y una densidad moderada, siendo una especie adecuada para la industria de muebles.

Entre otras aplicaciones del tomógrafo acústico, encontraremos el estudio realizado por **Falvai, D. (2020, p.12)** Titulado “estudio instrumental del estado de salud de *Picea abies* [L.] Karst y *Pinus mugo* (Turra) y su relación con parámetros ambientales en los Alpes orientales” donde detecta el estado de salud de las especies píceas (*Picea abies*) y el pino enano de montaña (*Pinus mugo*) a lo largo de un transecto altitudinal, donde analiza en qué medida el estado de los árboles depende de las variables ambientales estudiadas. En el caso del *P. abies*, los árboles más sanos se encontraron entre 1000 y 1500 m, y los más deteriorados son los que se encuentran cerca al límite inferior.

En Perú, para la identificación de defectos internos y evaluación de calidad de la madera de los árboles en pie, se viene utilizando las técnicas no destructivas con equipos de precisión como el tomógrafo (**INIA 2018, INIA 2019, Ángulo, 2021, p. 4**). **Ángulo, W. (2021, p. 6)** nos indica la importancia de la técnica no destructiva del tomógrafo acústico (ArboSoniC 3D) en identificación de defectos en árboles de marupa (*Simarouba amara Aubl*), donde se identificó que se presentaron daños en nivel basal a 0cm del suelo. Estos resultados nos mostraron su potencial en el empleo de la técnica en plantaciones forestales con fines comerciales.

Son . (2021, p. 110), en su investigación denominada ““Fiabilidad de la tomografía sónica destructiva para la detección de defectos en árboles viejos de *Zelkova serrata* (thumb) Makino” busca comparar la fiabilidad del método de tomografía sónica no destructiva (SoT) en estos árboles con el método destructivo de micro

perforación por resistencia, donde la prueba t demostró que las dos pruebas no mostraron diferencia significativa.

Otorola (1979, p. 22) en su experimento de plantación en campo abierto, examinó las siguientes particularidades: que en plantaciones de "*Cedrelinga Cateniformis*, *Simarouba amara*, pashaco y lupuna " resaltan de manera clara en campo abierto a diferencia de la Lupuna que se desarrolló como en su habitat, uno de los factores que probablemente repercute en el crecimiento adecuado de dichas plantaciones en campo abierto es la luz solar. De mismo modo, **Garcia (1978, p. 54)** en una valoración preliminar en plantaciones de especies forestales en las sábanas del Irel en Venezuela, resalta que las especies *Swietenia macrophylla* y *Cedrela mexicana*, dada la evaluación en plantación mixta presentan mortalidad por el estado del suelo (arcilla), por lo contrario el pashaco a las 15 años crece con una mortalidad de 60%. Mientras que **Angulo(1995,p 65)**, Describe que en una investigación básica de 12 años en la especie Bolaina Blanca (*Guazuma crinita*) y *Cedrelinga cateniformis* se estudio acerca del comportamiento silvicultural de estas especies : La Bolaina Blanca a los 12 años presente un crecimiento en altura y diámetro promedio 21,51m y 20,10cm con una altura máxima 28,03 y una mínima 15.57m. El tornillo con medidas en altura y diámetro promedio evaluación en campo abierto, de 19.98m 23.8.0cm, marupa *Simarouba amara* muestra un crecimiento de un comportamiento no favorable en campo abierto, asimismo, **Tello y Rojas (1989, p. 133)** se observó que en las especies forestales en campo abierto el en CIEFOR en la facultad de Ciencias forestales en puerto almendra, se evaluó: Huimba (*Ceiba pentandra*) en 7 años de estudio se obtuvo una mortalidad de 50% y Marupa (*Simarouba amara*) un estudio de 21 años se encontró una mortalidad de 34.2%.

1.2 Bases teóricas

-Sanidad Forestal

La expresión sanidad forestal se utilizó a partir de la década de los 80, en la actualidad se utiliza como una forma de expresión en la investigación forestal y la sociedad, Kolb. (1994, 1995, p. 35-41) uso una perspectiva funcional y de ecosistema al termino sanidad forestales. La sanidad forestal se evalúa en todo el mundo a través de monitoreo en la sociedad forestal, sin embargo la capacidad de dicho monitoreo en sanidad forestal es cuestionada ya que el muestreo se realiza con un malla de 16 x 16 km con más de 6.100 parcelas, y no es capaz de estudiar pequeñas parcelas y aquellos sometidos a tal grado de fragmentación **(Innes, 1988, 1993, Ferretti 1997, p. 98)**. Se utilizo la misma cantidad de muestreos en diferentes especies como sauce y eucalipto y diferentes tipos de bosque con protocolos para evaluar sanidad forestal, la variabilidad de daño en los árboles es menor. **Fisher. (2010, p. 17)**.

-Tomografía acústica

FAKOPP(2017, p. 72), indica que la aplicación ArboSoniC 3D para la evaluación de tomografía acústica, podemos utilizar la para la detección de daño, el tamaño y donde se ubica, zonas con daño con hueco o pudrición de manera no destructiva, esto se basa en las mediciones de como viajan las ondas hacia el receptor a través de ondas alrededor del tronco, su utilidad principal básica es la medición de velocidad de sonido.

Se realiza a través de ondas de impacto, sónicas o ultrasonidos. Es una de las técnicas más recientes usadas para la detección y localización de defectos en

árboles en pie, la cual te brinda una imagen transversal del parámetro interno del árbol **(Espinosa, 2019, p. 142)**. La tomografía acústica aplicada en la evaluación del fuste o tronco de los árboles permite determinar en su sección transversal el porcentaje de daño de la madera por medio del principio físico de emisión de ondas acústicas, en el cual los valores de velocidad de propagación de las ondas se ven afectados por la influencia de algunos factores; la densidad de la madera, daños o anomalías **(Costa, 2013, p. 75)**. La tomografía se caracteriza como una técnica poco invasiva, capaz de brindar información de la sección transversal de cada individuo con una medición. **(Nicolotti, 2003, p.34)**.

Dicho método consiste en la transformación de datos provenientes de rangos de velocidades en colores, mediante un software que lleva a cabo la interpolación de dichos datos obtenidos en la malla de difracción. El procedimiento empieza desde la medición de la difracción de la onda que parte desde el transductor emisor y es recepcionada por todos los puntos de la malla a través de los transductores receptores, es así cómo se generan las rutas de propagación de ondas, enmallando el disco o el área de medición del árbol. Asimismo, la interpretación de los resultados dependerá del significado de cada color, correspondiendo con cada rango de velocidades. **Basterrechea, (2016, p. 55)**.

La tomografía de árboles en la detección de defectos en troncos y enfermedades ha demostrado ser beneficiosa en muchos casos, ya que determina de forma precisa la salud y estado de seguridad de los árboles. La ventaja de dicha tomografía es la realización de un mínimo daño de los árboles vivos en comparación de los métodos invasivos con perforación de tronco. La dificultad de

la obtención se encuentra en el alto precio de compra del equipo y la medición laboriosa, donde requiere un personal cualificado. **Balas. (2020, p. 21)**

La evaluación de los individuos arbóreos como la estimación de la probabilidad de fracaso o la evaluación estática siguen siendo cuestiones sin resolver, en donde se utilizan métodos de evaluación visual y apoyados con dispositivos de evaluación, sin embargo, estos suelen tener un alto grado de simplificación y se suelen centrar en un punto específico de los árboles. Asimismo, es considerado al escaneo láser terrestre y la tomografía acústica como tecnología actualizada de alta precisión que te brindan datos para un mejor análisis. **Moravcik. (2021, p. 124).**

Asimismo, el tomógrafo acústico es usado para evaluar la solidez estructural de un árbol. Según **Dudkiewicz. (2021, p. 59)**, la tomografía acústica es un método de diagnóstico sustancial que se aplica a los árboles pertenecientes al patrimonio cultural, como a árboles antiguos, y es competente para la gestión preventiva de los árboles mediante el monitoreo de los cambios a mediano y largo plazo, de los defectos internos o las cavidades difíciles de diagnosticar a simple vista.

-Parámetros dasométricas

Malleux (2003, p. 87), declara a parámetros y cualidades a características o comportamiento, poseedores de cada individuo, en recopilación de datos, se considera como importantes a el volumen , la altura ,diámetro y calidad de fuste en la especie, la altura y el diámetro son variables continuas que poseen un tipo especial de distribución.

-Plantaciones forestales

Ley Forestal y de fauna silvestre n° 29763 en el artículo 11 nos presenta que las plantaciones forestales son ecosistemas forestales que se constituyen a través de la intervención humana, a través de instalaciones nativas o introducidas, con fines de producción forestal, de protección o restauración ecológica.

1.3 Definición de términos básicos

Altura comercial: Longitud de un tronco desde la parte superior hasta el extremo superior de la troza más alta **Velez. R. (2005,p. 1314).**

Altura total: Es la distancia vertical entre el nivel del suelo y la parte terminal del árbol **Velez. R. (2005, p. 1314).**

Dasometria: medición de sus bosques y lo que se pueda realizar estas medidas a través de dimensiones de elementos considerados como elementos de árboles, o los que serán aprovechables de alguna manera **Velez. R. (2005, p. 1314).**

Diámetro normal: Es la medición de 1.30m de altura con respecto a la base del árbol **Velez. R. (2005, p. 1314).**

Fuste: Es la longitud del tronco entre el nivel de terreno y la parte terminal del árbol **Velez. R. (2005, p. 1314).**

Morfología: Estudio de las formas de las plantas, tanto externas como internas **Velez. R. (2005, p. 1314).**

Pudrición: Descomposición de madera causada por ciertos hongos **Velez. R. (2005, p. 1314).**

Rama: Cada una de las partes que se divide el tronco o el tallo de una planta **Velez, R. (2005, p. 1314).**

Sanidad Forestal: Objetivo principal es el mantenimiento adecuado del estado del árbol en los sistemas forestales, para la contribución en su conservación, esto nos indica que está en constante seguimiento del control del árbol. **Agundez, Dolores (2005, p. 965)**

Técnica no destructiva: procedimientos que se realizan para no alterar la forma y propiedades de un objeto(árbol).

Tomógrafo forestal: Es una de las técnicas más recientes usadas para la detección y localización de defectos en árboles en pie **(Espinosa, 2019, p. 142).**

CAPITULO II. HIPOTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de hipótesis

Ha: La sanidad interna de árboles en *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke está influenciada por las diferentes edades de las plantaciones en el Campo Experimental El Dorado-INIA, Loreto - Perú, 2022

Ho: La sanidad interna de árboles de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke no está influenciada por las diferentes edades de las plantaciones en el Campo Experimental El Dorado-INIA, Loreto - Perú, 2022

2.2 Variable y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	indicador	Escala de medición	Medio de verificación
V. Independiente (X) árboles de diferentes edades de <i>Cedrelinga Cateniformis</i>	Constituido por árboles de diferentes tamaños plantados en diferentes años	Cuantitativa	Población arbórea. Edad de los arboles Diámetro a la altura del pecho (cm) altura(cm)	Nominal	Censo de población arbórea de los árboles de diferentes edades
V. Dependiente (Y) Sanidad interna de los árboles de <i>Cedrelinga Cateniformis</i> de diferentes edades	Es el estado de salud aparente al momento de la observación	Cuantitativo	Porcentaje de intensidad o incidencia: Intacto = Verde Pudrición= Amarillo y/o Rojo Hueco= Celeste	Nominal	Tomogramas por cada nivel de fuste del árbol por edades de la plantación

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El presente estudio es de tipo cuantitativo aplicado a los individuos presentes en la plantación de *Cedrelinga Cateniformis* “Tornillo” en el Campo experimental “El Dorado -INIA”

El lugar de estudio se ubica en las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke , ubicado en la región Loreto , provincia de Maynas, distrito de San Juan Bautista. En la Reserva Nacional Alpahuayo Mishana, campo experimental “El Dorado” perteneciente al instituto nacional de innovación Agraria (INIA), ubicado en el kilómetro 25 de la carretera Iquitos -Nauta.

3.2 Diseño muestral

Población y muestra

La población sujeta al estudio de sanidad forestal fue de 3 plantaciones de 18,26,33 años. La muestra fue de 15 árboles de *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke por cada plantación a investigar.

3.3 Procedimiento y recolección de datos

Para la recopilación de datos durante el inventario realizado para las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke se realizó un formato para la toma de datos.

3.3.1 Materiales y equipos

Materiales de campo

- Tomógrafo forestal ARBORSONIC 3D INIA(2022), (Cajas amplificadoras, sensores, martillo), Computador robusto tipo Tablet (Getac), Computador portátil (Toshiba, procesador i7), Cámara fotográfica digital, GPS, Brújula, Cinta diamétrica, Libreta de campo, Plumón indeleble, Lapiceros, Machete, Wincha de 30 m, Pintura, Formatos de evaluación, Pilas AA y Chinchas.(INIA).

Materiales de gabinete

- materiales y papelería en general, equipos de cómputo

3.3.2 procedimiento

El estudio se realizó en tres fases : fase pre campo, fase de campo y la fase de gabinete. Se describe a continuación:

a. Fase de pre campo

Se recopiló, revisó, analizó y se seleccionó información para el acopio de toda la documentación disponible y referida al área de plantación en el CE el DORADO-EEA SAN ROQUE- INIA

b. Fase de campo

Teniendo en cuenta que esta investigación tiene enfoque conservacionista, se utilizó método no destructivo usando el equipo forestal “tomógrafo”, con lo cual se determinó el estado interno de los árboles de *Cedrelinga Cateniformis* “tornillo” de tres plantaciones del CE EL DORADO – EEA SAN ROQUE – INIA. Además, se

evaluó dasométricamente (altura y diámetro) y morfológicamente (Forma del fuste, grosor de ramas, ángulo de ramificación, bifurcación y grano de inserción). **c. Fase de gabinete**

Se realizó el procedimiento de la información para la obtención de los resultados sobre el estado interno de los árboles de *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke mediante técnica no destructiva en el CE EL Dorado- INIA.

3.3.3. Procesamiento de recolección de datos

Evaluación del estado sanitario interno de los árboles de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke.

Para ello se utilizó el equipo tomógrafo acústico ArboSoniC 3D, que es un equipo que sirve para determinar la localización y porcentaje en zonas podridas o con hueco en el troco de forma no destructiva. Su funcionamiento se basa en la medición de la velocidad acústica entre sensores alrededor del tronco, de existir un agujero u otro defecto en su interior la velocidad disminuye entre los sensores y las ondas sonoras lo rodean, originando un aumento del tiempo de recepción (Fakopp Enterprise Bt. 2020; Basterrechea 2016, p. 145).

Se tomaron mediciones en 3 dimensiones o capas (30 cm, a 100 cm y a 160 cm), sin embargo; si los árboles presentan daños se va a ampliar la colecta a una capa más o según corresponda, la metodología será según lo establecido por Fakopp Enterprise Bt (2020, p. 68), la cual se detalla a continuación:

- a) Identificar el árbol a evaluar y establecer los puntos cardinales con ayuda de una brújula.

- b) Se toma la circunferencia del árbol a la altura deseada usando cinta métrica.
- c) El dato de circunferencia del árbol y altura a la cual se toma esta medida, se introduce en el programa ArboSoniC 3D, así como la cantidad de sensores que se emplearán. Este programa nos da la distancia a la cual se deben colocar los sensores.
- d) Los sensores se clavan en la madera, atravesando la corteza con un martillo de goma a espacios regulares alrededor del tronco. El primer sensor se coloca en el norte del árbol y se colocan los demás de acuerdo a su numeración y en sentido anti horario.
- e) Se conectan los sensores en las cajas amplificadoras y luego se conectan estos a la batería y se restablece la conexión a la Tablet .
- f) Una vez colocada todos los sensores , se retira la cinta métrica y se golpea a cada sensor tres veces con un martillo de acero para generar ondas sonoras, la fuerza del golpe debe ser uniforme.
- g) Al finalizar, se retiran los sensores con la herramienta diseñada para esta tarea.
- h) El programa en el que se ha registrado la evaluación, mide el tiempo entre sensores y diseña una gráfica.
- i) Si se toman distintas circunferencias a distintas alturas brinda una gráfica en 3D. Las alturas dependen del evaluador, para el presente proyecto se consideraron dos capas mínimas: a la base y altura del pecho.

**Evaluación dasométrica de los árboles de *Cedrelinga cateniformis*
(Ducke) Ducke.**

1. Altura total HT (m) de árboles.

Se determinó la altura total de los árboles haciendo uso de la siguiente fórmula propuesta por el manual de usuario del clinómetro óptico suunto (Cabudivo, 2017, p 17)

$$H = (Lc/10 \times d) + h_o$$

Donde: H = Altura comercial del árbol (m); Lc = Lectura de clinómetro % d= Distancia entre el operador y el árbol (m) y h_o = Altura hasta el ojo del operador (m)

2. Diámetro DAP (cm)

Para tal efecto se utilizó una cinta métrica graduada en cm y se midió la circunferencia del árbol a la altura delo pecho (1,30m) con este valor se determinó el DAP del árbol.

DAP= c/ π Donde:

DAP= Diámetro a la Altura del pecho (1,30 m) ;c = Medida de la circunferencia en metros ; **π = 3, 1416**

Evaluación morfológica de los árboles de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke)

Ducke

1. Forma del fuste

Se efectuó los siguientes caracteres:

1= Fuste Recto

2= Ligeramente torcido: árboles con ligeras desviaciones causadas por curvatura basal, sinuosidad, o torceduras.

3= Torcido: Árboles que se manifiestan de maneras más severas los defectos mencionados en la categoría 2.

4= Muy torcido: Árboles que presentan severas torceduras repetidas o combinación de los otros defectos mencionados. INIA (2017).

2. Grosor de ramas

Se efectuó los siguientes caracteres a partir de las copas vivas:

1= Ramas delgadas: menos de $\frac{1}{4}$ del grosor de fuste en el punto de inserción

2= Ramas medianas: entre un $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ del grosor de fuste en el punto de inserción

3= Ramas gruesas: más de la mitad del grosor de fuste en el punto de inserción INIA (2017).

3. Angulo de ramificación

1 = Recto Salida de las ramas más o menos horizontal, formando un ángulo recto o casi recto con respecto al fuste.

2 = Normal Angulo de salida ligeramente inclinado, menos de 30 grados.

3 = Agudo Angulo de salida agudo y fuertemente ascendente. INIA (2017)

1. Bifurcación

Presencia o ausencia. Se elimina cualquier árbol bifurcado. INIA (2017)

2. Grano de inserción

Presencia o ausencia. Se elimina el que tenga grano en espiral. INIA(2017)

3.4. Procedimiento y análisis de datos

Para la evaluación de los resultados de la sanidad interna de los árboles en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis*, se realizó mediante Tomogramas, la cual fueron interpretadas según el porcentaje de la intensidad de colores (Verde= Intacto; Rojo= Pudrición; Celeste=vacío). Además, para ordenar la información recolectada de campo, se utilizó el programa Excel del Windows 2019 para tabularlos de acuerdo a los objetivos establecidos, así como diseñar los gráficos, tablas y demás objetos de importancia para plasmar los resultados del proyecto de tesis. Se realizó la significancia de cada ensayo realizado por niveles y edades de la plantación. Luego se procedió al análisis e interpretación de estos datos según los objetivos planteados. **INIA (2017).**

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Dasometría de árboles de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en el C. E. El Dorado-INIA.

Se presenta la dasometría de árboles de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en el Campo Experimental El Dorado-INIA de las edades de 18 años, 26 años y 33 años de instalado. En el cuadro 1 y en las figura1, 2 y 3 se presenta la evaluación dasométrica de la plantación de *Cedrelinga cateniformis*, donde se observa que, en la plantación de 26 años de instalado, se obtiene una altura comercial de 12,66 m. seguido de 18 años y de 33 años con 8,41 m., 8,11 m. respectivamente. Mientras que la altura total también el más alto valor se encuentra en la plantación de 26 años con 33,19 m. seguido de 33 años y de 18 años con 31,04 m y 21,48 m respectivamente. La mayor área basal se ha determinado en la plantación de 33 años con 0,4437 m², seguido de 26 años y 18 años con 0,1485 m², y 0,0837 m² respectivamente. Referente al volumen comercial y total se ha determinado en la plantación de 33 años con 2,1371 m³ y 9,4039 m³.

Cuadro 1. Dasometría de árboles de *Cedrelinga cateniformis* en C.E Dorado

Edad (Años)	N ° árbol	DAP (cm)	Densidad básica	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m ²)	Volumen fuste comercial (m ³)	Volumen fuste Total (m ³)
18	66	31,02	423,02	8,41	21,48	0,0837	0,4729	1,2504
26	91	40,29	469,99	12,66	33,19	0,1485	1,3126	3,4750
33	17	73,33	470,00	8,11	31,04	0,4437	2,1371	9,4039

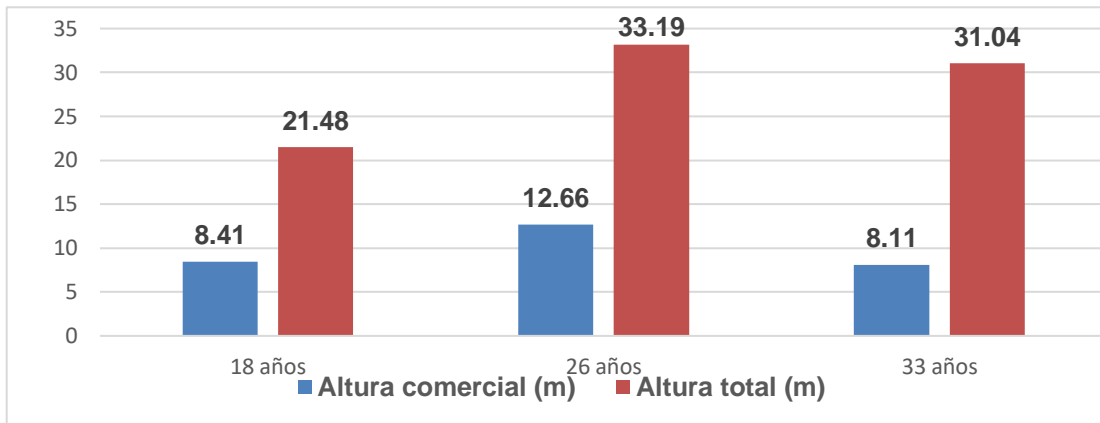


Figura 1. Altura comercial y total de las plantaciones de *C. Cateniformis*

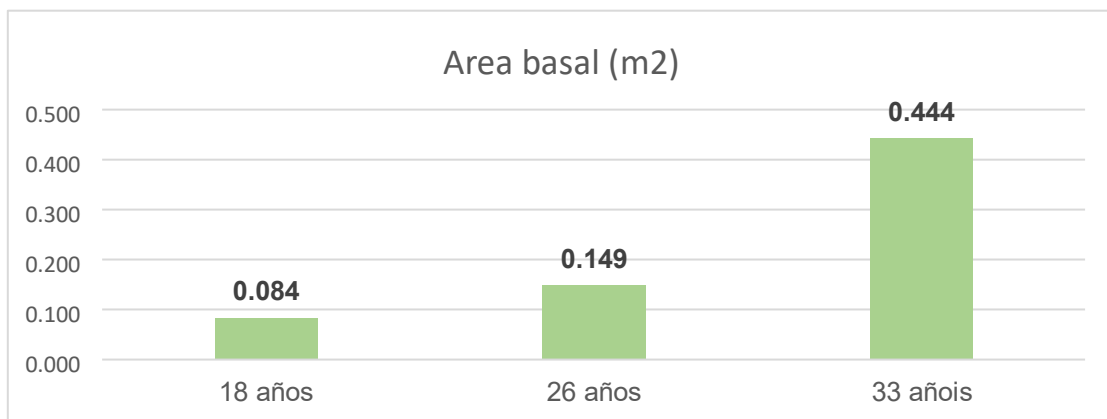


Figura 2. Área basal por plantaciones de *C. cateniformis*

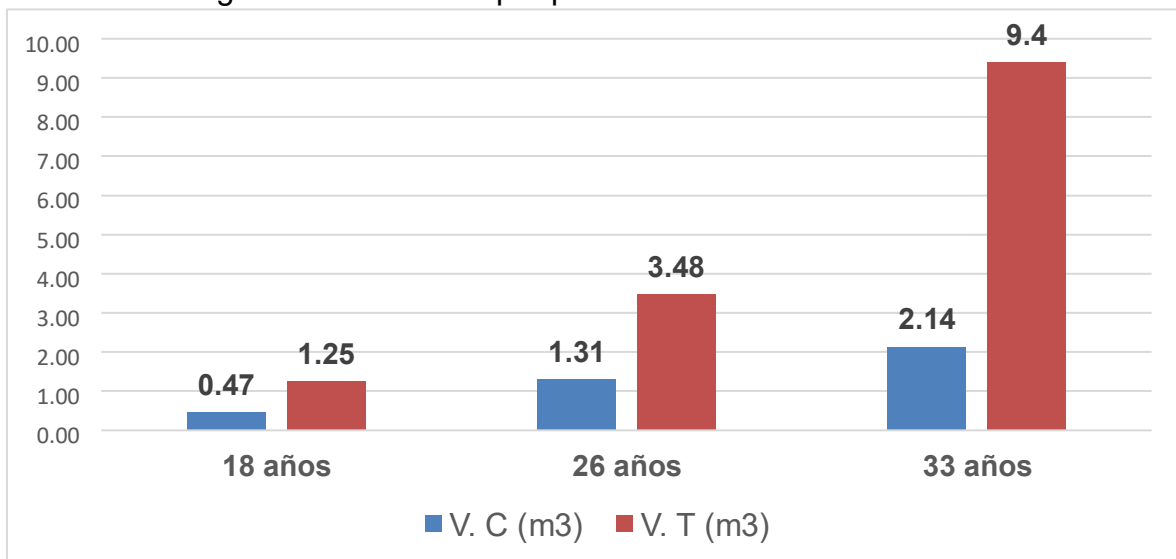


Figura 3. Volumen comercial y total de las plantaciones de *C. cateniformis*

El análisis estadístico del cuadro 2, se observa que las muestras evaluadas mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov son calificadas como paramétricos, exceptuando la altura comercial y el área basal que son no paramétricos. Mientras que en el cuadro 3 , el análisis de varianza es 0,05 muestra que las variables de altura comercial, total, área basal, volumen comercial y total de diferentes edades son significativas y estos datos son confirmados por el cuadro 4 mediante la prueba de Tukey solamente es no significativo en la altura total y comercial en 26 años con 33 años y 18 años 33 años.

Cuadro 2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov de calificación de las muestras

Parámetros estadísticos	Edad 18 años	26 años	33 años	Calificación
Tamaño de la muestra =	66	91	17	174
Altura comercial =p(valor)	> 0.05	> 0.05	> 0.05	Paramétrico
Altura total= p(valor)	< 0.01	< 0.05	> 0.05	No Paramétrico
Área basal = p(valor)	> 0.05	< 0.05	> 0.05	Paramétrico
Volumen comercial = p(valor)	< 0.01	< 0.05	> 0.05	No Paramétrico
Volumen total = p(valor)	> 0.05	< 0.05	< 0.05	No Paramétrico

Cuadro 3. Análisis de varianza de tratamientos de plantaciones *C. cateniformis*

F. DE VARIACIÓN	GL	SQ	QM	F	(p) =0:05	Significancia
Tratamientos (AT m.) (18-26-33 años)	2	5360.332	2680.166	61.7403	0.0000	Significativo
Tratamientos (AC, m.) 18-26-33 años	2	809.831	404.916	30.6813	0.0000	Significativo
Tratamientos (AB m ²)	2	1.757	0.878	61.6607	0.0000	Significativo
Tratamientos (VC m ³) 18-26-33 años	2	48.248	24.124	25.7437	0.0000	Significativo
Tratamientos (VT m ³) 18-26-33	2	912.037	456.018	45.1043	0.0000	Significativo

Cuadro 4. Prueba de Tukey de las variables de plantaciones de *C. cateniformis*

VARIABLES/EDADES	Tukey: altura total	Dif. Medias	Q	(p)	Significancia
Altura Total 18-26-33 años	Medias (1 y 2) =	11.7058	15.5405	< 0.01	Significativo
	Medias (1 y 3) =	9.5632	7.5471	< 0.01	Significativo
	Medias (2 y 3) =	2.1427	1.7406	> 0.05	No Significativo
Altura Comercial 18-26-33 años	Medias (1 y 2) =	4.2541	10.2429	< 0.01	Significativo
	Medias (1 y 3) =	0.3021	0.4324	> 0.05	No Significativo
	Medias (2 y 3) =	4.5562	6.7129	< 0.01	Significativo
Área basal 18-26-33 años	Medias (1 y 2) =	0.0648	4.7588	< 0.01	Significativo
	Medias (1 y 3) =	0.3601	15.7142	< 0.01	Significativo
	Medias (2 y 3) =	0.2953	13.264	< 0.01	Significativo
Volumen Comercial 18-26-33 años	Medias (1 y 2) =	0.8398	7.5882	< 0.01	Significativo
	Medias (1 y 3) =	1.6643	8.9394	< 0.01	Significativo
	Medias (2 y 3) =	0.8245	4.5587	< 0.01	Significativo
Volumen total 18-26-33 años	Medias (1 y 2) =	2.2246	6.1196	< 0.01	Significativo
	Medias (1 y 3) =	8.1535	13.3333	< 0.01	Significativo
	Medias (2 y 3) =	5.929	9.9803	< 0.01	Significativo

4.2 Morfología de árboles de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en el C. E. El Dorado-INIA.

En el cuadro 5 se presenta los resultados del estudio morfológico y sanidad de los árboles de *C. Cateniformis*, en porcentaje, sobresaliente al fuste ligeramente torcido la plantación de 18 años con 58% de rectitud de fuste seguido de la plantación de 26 años y 33 años con 46% y 26% respectivamente. Y la plantación de 33 años con 64,86% como torcido. La plantación de 33 años tiene 73,62 de ramas delgadas y la plantación de 26 años 50% con ramas medianas. Todas las plantaciones tienen ramas normales, es decir, ligeramente inclinadas hacia arriba. Referente a la bifurcación en la plantación de 33 años, referente al grano de inserción se observa un 98,90% de ausencia. Finalizando con un 88,23% de estado fitosanitario sano en la plantación de 18 años seguido de la plantación de 26 años con 78,79% y 33 años con 64,8%.

Cuadro 5. Morfología de los árboles de las plantaciones de *Cedrelinga cateniformis*

Edad (años)	Evaluación morfológica de los árboles de la plantación de <i>Cedrelinga cateniformis</i>					Arboles
18	FF	Fuste recto (1)-3	Ligeramente torcido (2)-30	Fuste torcido (3)-11	Muy torcido (4)-7	51
	GR	Ramas delgadas (1)-18	Ramas mediano (2)-27	Ramas Grueso (3)-6		51
	AR	Angulo recto (1)-0	Angulo normal (2)-51	Angulo agudo (3)-0		51
	B	Ausencia (0)-3	Presencia (1)-48			51
	GI	Ausencia (0)-38	Presencia (1)-13			51
	EF	Ausencia (0)-6	Presencia (1)-45			51
26	FF	Fuste recto (1)-0	Ligeramente torcido (2)-31	Fuste torcido (3)-25	Muy torcido (4)-10	66
	GR	Ramas delgadas (1)-22	Ramas mediano (2)-33	Ramas Grueso (3)-11		66
	AR	Angulo recto (1)-0	Angulo normal (2)-66	Angulo agudo (3)-0		66
	B	Ausencia (0)-22	Presencia (1)-44			66
	GI	Ausencia (0)-52	Presencia (1)-14			66
	EF	Ausencia (0)-14	Presencia (1)-52			66
33	FF	Fuste recto (1)-4	Ligeramente torcido (2)-24	Fuste torcido (3)-59	Muy torcido (4)-4	91
	GR	Ramas delgadas (1)-67	Ramas mediano (2)-22	Ramas Grueso (3)-2		91
	AR	Angulo recto (1)-0	Angulo normal (2)-91	Angulo agudo (3)-0		91
	B	Ausencia (0)-28	Presencia (1)-63			91
	GI	Ausencia (0)-90	Presencia (1)-1			91
	EF	Ausencia (0)-32	Presencia (1)-59			91

Leyenda:

FF= Forma de Fuste; GR= Grosor de ramas; AR= Angulo de ramificación; B= Bifurcación; GI=Grano de inserción; EF=Estado fitosanitario.

4.3. Sanidad interna de árboles de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en el C. E. El Dorado-INIA.

Cuadro 6. Sanidad interna de Fuste de árboles por edades de *C. cateniformis*

Edad (Años/árbol)	Altura fuste (cm)	Diámetro fuste (cm)	Nivel Fuste evaluado (%)	Afectación nivel fuste (%)	Nivel Fuste hueco (%)	Sanidad nivel arbórea (%)	Sanidad arbórea Prom
18/15	34.00	45.13	100.00	1.67	0.13	98.20	
	110.67	38.58	100.00	1.60	0.00	98.40	98.33
	164.00	36.05	100.00	1.60	0.00	98.40	
26/15	46.67	44.59	100.00	2.00	0.00	98.00	98.00
33/15	42.00	67.62	100.00	17.87	11.27	70.87	
	130.00	55.62	100.00	8.93	4.87	86.20	80.41
	180.00	56.23	100.00	11.17	4.67	84.16	

Al realizar las evaluaciones de la sanidad interna del fuste, se hizo la toma de datos a 15 árboles por plantación

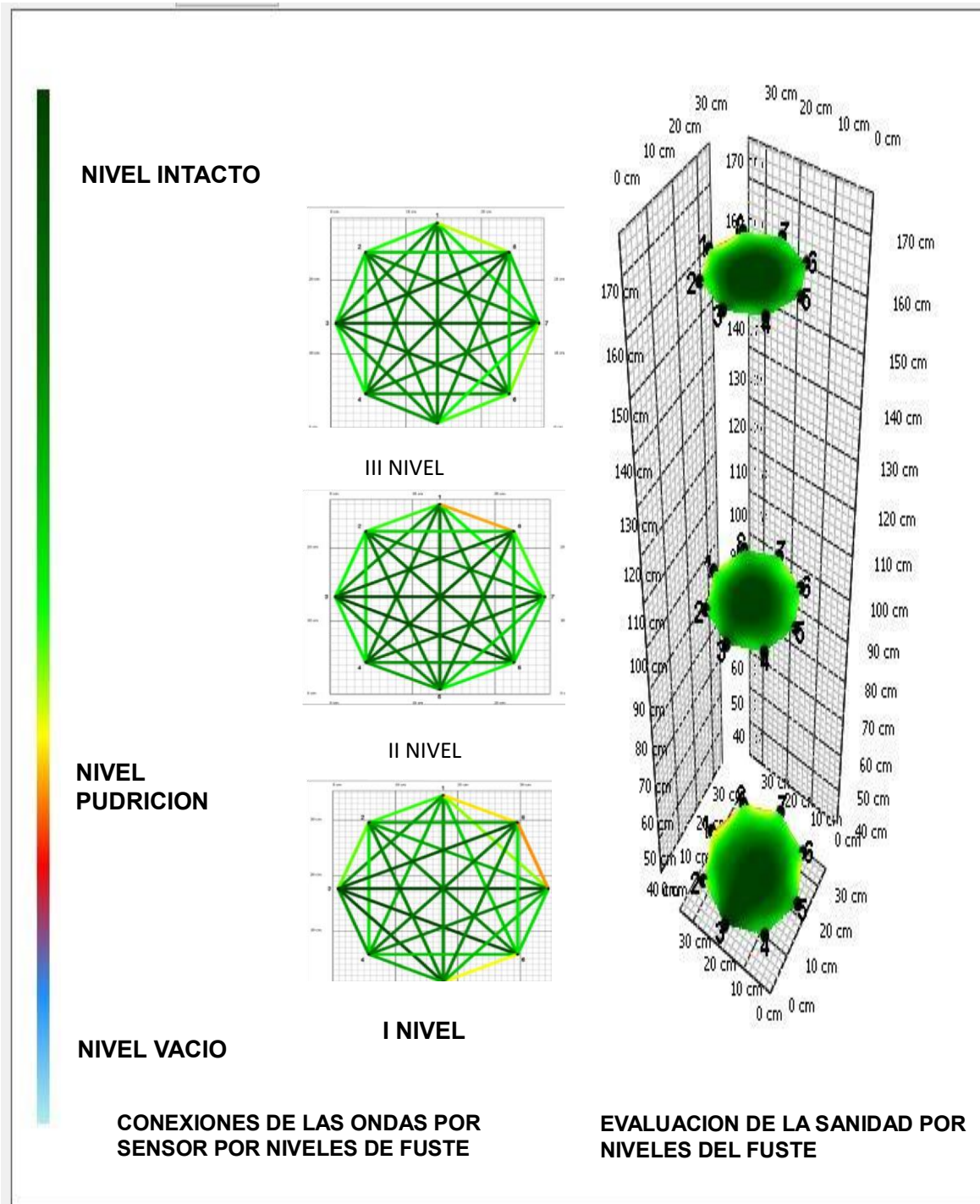
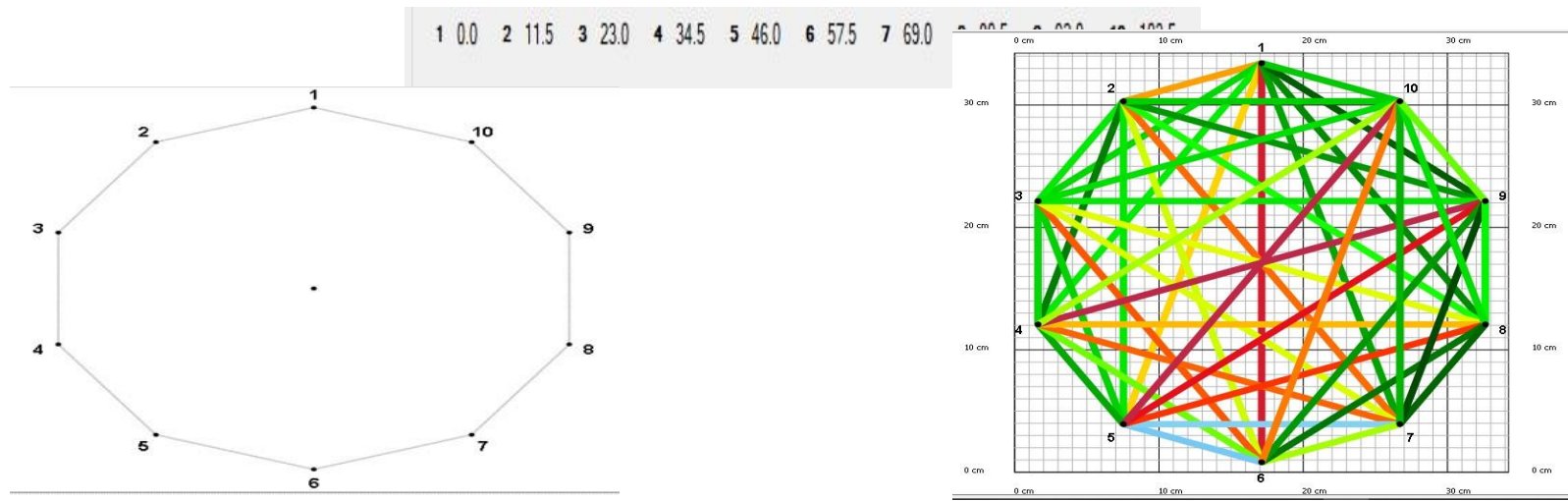
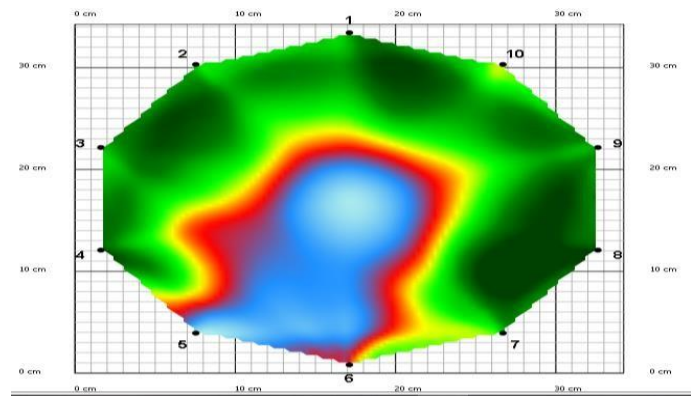


Figura 4. Sanidad del fuste *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke - 18 años

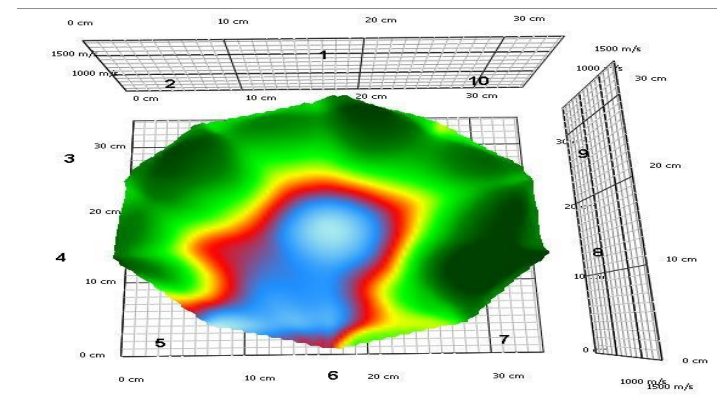


Distancia por cada sensor en la circunferencia del fuste arboreo

Conexiones de las ondas por cada sensor y nivel de sanidad del fuste



Tomograma en 2D indicando el nivel de sanidad interna del fuste



Tomograma en 3D indicando el que abarca los sensores

Figura 5. Tomogramas del fuste arboreo de 26 años de *C. cedrelinga*

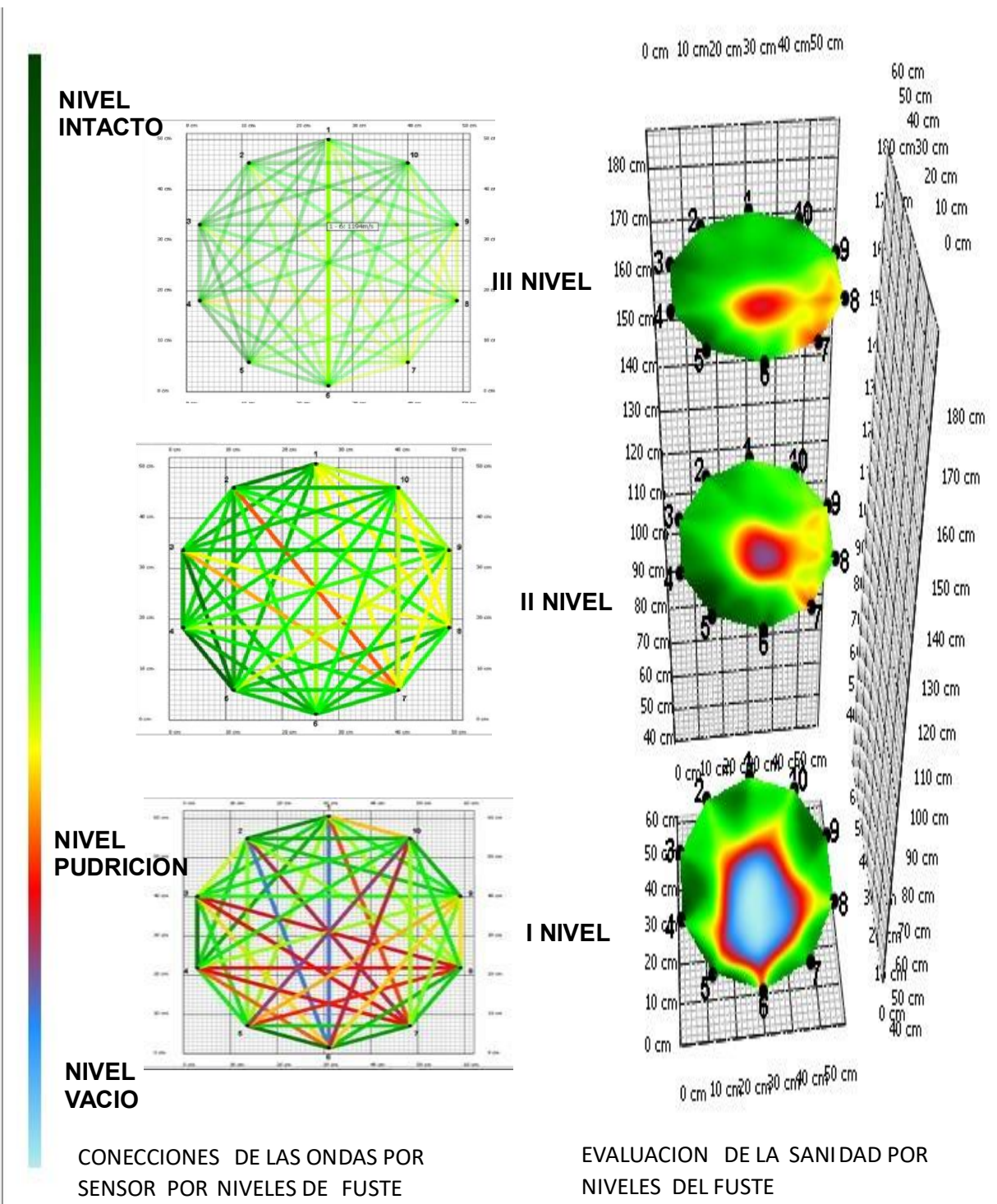


Figura 6. Sanidad del fuste *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke - 33 años

CAPITULO V. DISCUSIÓN

Dado los resultados en sanidad interna de árboles de *Cedrelinga Cateniformis*, de diferentes edades, se puede observar que en las plantaciones de 33 años se obtuvo 80,41% de sanidad en evaluación a nivel de fuste de árboles en pie, se realizó evaluación en árboles de 26 años 98,00% y 18 años 98,33 % de sanidad, comprobando así que a mayor edad mayor daño en calidad de fuste en sanidad interna, se confirma lo encontrado por (INIA 2018, p. 3 INIA 2019, **Ángulo, 2021, p.6**).

En Perú, para la identificación de defectos internos y evaluación de calidad de la madera de los árboles en pie, se viene utilizando las técnicas no destructivas con equipos de precisión como el tomógrafo. Se muestra que con la tomografía acústica es un método muy factible y preciso para obtener datos para apoyo a futuras investigaciones, ya que con adecuada capacitación del uso del programa ArboSoniC 3D, su uso resulta sencillo para la evaluación de árboles en pie evaluaciones para la altura que la investigación requiera lo confirma; **Balas. (2020, p. 21)**. La tomografía de árboles en la detección de defectos en troncos y enfermedades ha demostrado ser beneficiosa en muchos casos, ya que determina de forma precisa la salud y estado de seguridad de los árboles. La ventaja de la tomografía es la realización de un mínimo daño de los árboles vivos en comparación de los métodos invasivos con perforación de tronco. La dificultad de la obtención se encuentra en el alto precio de compra del equipo y la medición laboriosa, donde requiere un personal cualificado.

Esta Técnica es de gran importancia para la evaluación del estado de fuste de árboles en pie confirma; **Ángulo, W. (2021, p. 6)** nos indica la importancia de la técnica no destructiva del tomógrafo acústico (ArboSoniC 3D) en la identificación de defectos internos de árboles de *Simarouba amara* (Aubl), donde se identificó que solo se presentaron daños a nivel de la base a 0 cm de suelo. Estos resultados mostraron su potencial en el empleo de la técnica en plantaciones forestales con fines comerciales.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. La plantación de *Cedrelinga Cateniformis* de 18, 26 y 33 años, en Dasometria se obtuvo menor DAP en la plantación de 18 años con DAP promedio 31.02 26 años 40.29 33 años 73.33cm, con altura comercial de 8.11 de 33 años 8.41 de 18 años con mayor volumen en la plantación de 26 años con 12.66 m.
2. En el análisis estadístico de los tratamientos según las fuentes de varianza en significancia se obtuvo valor significativo se confirma con la prueba de Tukey, con relevancia de datos paramétricos en la prueba de Kolmogorov Smirnov.
3. En la plantación de *Cedrelinga Cateniformis* en morfología, se evaluó 51 árboles en la plantación de 18 años, 66 árboles en la plantación de 26 y 91 en la plantación de 33 años, la evaluación se dio de la siguiente forma: FF forma de fuste, GR grosor de ramas, AR ángulo de ramificación, B bifurcación, GI grado de inserción, EF estado fitosanitario.
4. En las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* en sanidad interna de 18, 26, 33 años de edad, se obtuvo un porcentaje de 98,33% de sanidad en la plantación de 18 años, con 98,00% de sanidad en la plantación de 26 años, en la plantación de 33 años con 80,41% de sanidad, se realizó tres evaluaciones a diferente altura evaluación 1. 34,00cm, 2. 110,67cm, 3. 164,00cm en la plantación de 18 años. Una sola capa de evaluación a la altura de fuste de 46,67cm, a la plantación de 33 años se logró realizar 3 evaluaciones a diferente nivel de fuste.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos que ayuden a promover investigación con instrumentos no destructivos para el sector forestal para que nuestros recursos puedan mantenerse, además que son de gran importancia para el medio ambiente.
2. Debe promoverse este tipo de estudios en sanidad interna ya que es de gran aporte al sector forestal y de gran valor económico dado que al saber el estado interno de cada árbol maderable se puede evitar pérdidas económicas a largo plazo, la evaluación de la tomografía acústica es una técnica no destructiva.
3. Este tipo de investigaciones son muy escasas en nuestra amazonia peruana, se debe realizar para disminuir la tala que conlleva a la deforestación, motivo de no conocer el estado interno de árbol, lo que le hace aún más favorable para el sector es que la evaluación se realiza al árbol en pie.

CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acuña, L; Díez, R; Casado, M; Llorente, A; Lázaro, T; Martín, L; Bastera, A; Relea, E; Cueto, G. (s.f). La Transmisión de Ultrasonidos aplicada a la madera Estructural.
- Acevedo, M; Kikata, (1994). Atlas de maderas del Perú. Lima, PE. Publifor. pp. 93. 202 p.
- Ángulo, W., H. Fasabi, C. Rengifo, y L. Valdivia. (2021). Técnica no destructiva basada en tomografía acústica para la identificación de defectos internos en árboles. *Scientia Agropecuaria*. 12(1):65-71. doi: <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.008>
- Arroyo, J. (1983). Propiedades físico mecánicas de la madera. Texto para estudiantes de Ingeniería Forestal. Universidad de los Andes, FCF. Mérida, VE. 186 p.
- Baláš M., Gallo J., Kuneš I. (2020): Work sampling and work process optimization in sonic and electrical resistance tree tomography. *J. For. Sci.*, 66: 9–21. DOI: <https://doi.org/10.17221/66/2019-JFS> Recuperado en: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/66_2019-JFS.pdf
- Barrios, S. (2016). “Avaliação da qualidade da madeira de árvores da amazônia por método não destrutivo de propagação de onda: tomógrafo de impulso e stress wave timer” . Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Programa de Pos-graduacao em ciencias florestas tropicais. Recuperado de: https://bdtd.inpa.gov.br/bitstream/tede/2472/5/Tese_versao%20final_Samia%20Barros.pdf

- Basterrechea, M. (2016, p. 55). Comparación de las técnicas no destructivas de tomografía ultrasónica y resistencia a la perforación en la evaluación de discos de madera. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: https://oa.upm.es/44444/1/PFC_MAR_AINHOA_BASTERRECHEA_AREVALO.pdf
- Benavides, D., L, Castillo., y D, Rueda. (2018, p. 65). Introducción a base de datos para inventarios forestales en Field-Map project manager. Boletín semillas ambientales. Bogotá, Colombia.
- Costa, R., T. Martins, y E. Mantilla. 2013. Influência da densidade na velocidade de propagação da onda em sete espécies de madeira tropicais. *Natural Resources*. 3(1):6-13. doi:.10.6008/ESS2237-9290.2013.001.0001
- Dudkiewicz, M. y Durlak, W. (2020, p. 59). Sustainable Management of Very Large Trees with the Use of Acoustic Tomography. *Sustainability* 2021, 13(21). 12315. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132112315> Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/21/12315/htm>
- Espinosa, F. (2019, p. 142). Ultrasound imaging for sustainable and rational management of standing trees in urban areas. Université de Montpellier. Francia. Recuperado de: <https://agritrop.cirad.fr/595199/1/ID595199.pdf>
- Fakopp Enterprise Bt. (2020, p. 68). Manual v 6.2 for the ArborSonic 3D acoustic tomograph. Available at <http://upload.fakopp.com/manuals/Manual.en-USv6.2.1.pdf> (Consultado 09 de marzo 2021)
- Falvai, D., Saláta, D., Baltazár, T., Czóbel, S. (2021). Instrumental Study of the Health Status of *Picea abies* [L.] Karst and *Pinus mugo* (Turra) and Their Relation to Environmental Parameters in the Eastern Alps. *Forests* 2021, 12, 716. <https://doi.org/10.3390/f12060716>. Recuperado de: [36](https://www.mdpi.com/1999-</p></div><div data-bbox=)

4907/12/6/716

Ferreira, D. (2017). Análise de risco de queda de árvores: a espécie *tilia tomentosa* moench no parque dr. manuel braga, Coimbra/Portugal. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade e Biotecnologia Vegetal realizada sob a orientação científica da professora Dr. Cristina Nabais, no Departamento de Ciências da Vida na Universidade de Coimbra, na Faculdade de Ciência e Tecnologia. Universidade de Coimbra. Recuperado de: https://eg.uc.pt/bitstream/10316/83043/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Danilly%20Ferreira_Final.pdf

Flores Bendezu, Ymber. Árboles nativos de la Región Ucayali. 1a Edición. Pucallpa, Perú. Editado por: Estación Experimental Agraria Pucallpa. Ministerio de Agricultura y Riego, Instituto Nacional de Innovación Agraria. Febrero. 2018. 375 p. (Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-03919)

Freitas, L.; Otarola, E.; Linares, C.; Baluarte, J. (2000). Crecimiento y productividad de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) en base a clases de sitio y clases de productividad en plantaciones Forestales de Jenaro Herrera, Loreto. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). 9 p.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2019). Caracterización radial de la densidad de la madera de *Cedrelinga cateniformis* y *Calycophyllum spruceanum* mediante el diseño de una red neuronal artificial utilizando imágenes tomográficas. Informe técnico N° 4. CG Andina S.A.C. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2018). Estudio de Sanidad Forestal mediante Técnicas Acústicas no Destructivas de una Plantación Forestal "Tornillo" proveniente de la Región Loreto. Imprenta del Oriente. Pucallpa,

Perú.

Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763

Malleux, J. 2003. Manual de Dasometria. Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de manejo forestal

Moravčík, L.; Vincúr, R.; Rózová, Z. (2021). Analysis of the Static Behavior of a Single Tree on a Finite Element Model. *Plants* 2021, 10, 1284. <https://doi.org/10.3390/plants10071284>. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/7/1284>

Nicolotti, G., Socco, L., Martinis, R., Godio, A. y Sambuelli, L. (2012). Application and comparison of three tomographic techniques for detection of decay in trees. DOI:10.48044/jauf.2003.009. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/242619380_Application_and_Comparison_of_Three_Tomographic_Techniques_for_Detection_of_Decay_in_Trees

Pérez González, Guadalupe, Domínguez-Domínguez, Marivel, Martínez-Zurimendi, Pablo, & Etchevers Barra, Jorge D.. (2012). Caracterización dasométrica e índice de sitio en plantaciones de caoba en Tabasco, México. *Madera y bosques*, 18(1), 7-24. Recuperado en 11 de marzo de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712012000100002&lng=es&tlng=es.

Resende, V., Tomazello, M., Arizapana, M., De Castro, J., Ferreira, D., Lordello, J. y Belini, U. (2011). Avaliação do Perfil Radial do Lenho de Árvores de Teca (*Tectona grandis* L.f.) Através da Tomografia de Impulso. *Floresta e Ambiente* 2011 abr./jun.; 18(2):144-152. DOI: 10.4322/floram.2011.032. Recuperado de:

<https://www.floram.org/article/10.4322/floram.2011.032/pdf/floram-18-2-144.pdf>

Reynel, C.; Pennington, R.; Pennington, T.; Flores, C.; Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía peruana. Lima, PE, Darwin Initiative, ICRAF. 509 p.

Santos, P. (2016, p. 32). Utilização de métodos não destrutivos na avaliação da qualidade da madeira de *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze proveniente de plantios de restauração florestal. 32p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. Recuperado de:

<https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/1793/2/2016%20-%20Pablo%20Vieira%20dos%20Santos.pdf>

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR. (2020). Anuario Forestal y de fauna silvestre 2019. Lima, Perú. 132 p.

Silveira, C. (2016). Análise não destrutiva da qualidade da madeira de *Cedrela fissilis* Vell. proveniente de restauração florestal no estado de São Paulo. Instituto de florestas programa de pós-graduação em ciências ambientais e florestais. Recuperado de:

<https://tede.ufrj.br/bitstream/jspui/1831/4/2016%20-%20Carlos%20Eduardo%20Silveira%20da%20Silva.pdf>

Son, J., Kim, S., Shin, J., Lee, G. y Kim, H. (2021). Reliability of non-destructive sonic tomography for detection of defects in old *Zelkova serrata* (Thunb.)

ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación de la plantación de árboles de *Cedrelinga cateniformis* "Tornillo" en CE "El Dorado".



Anexo 2. Volumen del fuste comercial y total-parcela 33 años-107 INIA

N ° árbol	DAP (cm)	Clase diamétrica (cm)	NH	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m ²)	Volumen fuste comercial (m ³)	Volumen fuste Total (m ³)
1	19,60	10	1	13,54	30,64	0,0302	0,2655	0,6009
2	23,70	20	1	13,42	24,71	0,0441	0,3848	0,7086
3	33,80	30	1	12,38	26,04	0,0897	0,7220	1,5187
4	24,10	20	1	8,61	26,51	0,0456	0,2553	0,7860
5	30,10	30	1	9,23	15,28	0,0712	0,4269	0,7067
6	30,70	30	1	10,05	24,54	0,0740	0,4836	1,1807
7	42,10	40	1	13,36	27,64	0,1392	1,2089	2,5010
8	30,40	30	1	16,22	26,66	0,0726	0,7652	1,2578
9	37,00	30	1	10,98	25,58	0,1075	0,7674	1,7878
10	31,20	30	1	11,72	23,23	0,0765	0,5824	1,1544
11	36,50	30	1	5,68	24,75	0,1046	0,3863	1,6833
12	26,10	20	1	8,23	20,54	0,0535	0,2862	0,7143
13	29,20	20	1	9,30	21,04	0,0670	0,4048	0,9158
14	33,60	30	1	8,04	27,60	0,0887	0,4634	1,5907
15	50,00	50	1	11,26	28,05	0,1964	1,4371	3,5800
16	27,40	20	1	7,74	22,50	0,0590	0,2967	0,8624
17	43,30	40	1	9,52	23,30	0,1473	0,9112	2,2302
18	33,00	30	1	8,14	20,98	0,0855	0,4525	1,1664
19	31,30	30	1	8,14	22,29	0,0769	0,4071	1,1148
20	23,80	20	1	8,97	24,72	0,0445	0,2594	0,7148
21	62,00	60	1	7,05	31,29	0,3019	1,3835	6,1404
22	36,70	30	1	11,22	22,04	0,1058	0,7715	1,5155
23	38,00	30	1	8,48	25,56	0,1134	0,6251	1,8842
24	44,70	40	1	6,95	21,52	0,1569	0,7089	2,1951
25	28,40	20	1	10,23	20,29	0,0633	0,4212	0,8355
26	42,70	40	1	13,95	25,07	0,1432	1,2985	2,3335
27	15,40	10	1	7,49	21,05	0,0186	0,0907	0,2549
28	21,50	20	1	6,72	15,24	0,0363	0,1586	0,3596
29	20,60	20	1	4,89	13,22	0,0333	0,1059	0,2864
30	32,70	30	1	8,19	16,00	0,0840	0,4471	0,8734
31	28,00	20	1	4,95	16,79	0,0616	0,1981	0,6720
32	16,70	10	1	5,65	12,73	0,0219	0,0804	0,1812

33	20,80	20	1	7,81	20,94	0,0340	0,1725	0,4625
34	53,60	50	1	9,63	27,31	0,2256	1,4124	4,0055
35	29,00	20	1	6,88	20,19	0,0661	0,2954	0,8668
36	16,00	10	1	4,15	12,24	0,0201	0,0542	0,1600
37	43,80	40	1	6,36	20,04	0,1507	0,6229	1,9627
38	38,70	30	1	4,91	20,20	0,1176	0,3754	1,5445
39	23,70	20	1	3,46	14,69	0,0441	0,0992	0,4212
40	18,10	10	1	10,44	22,74	0,0257	0,1746	0,3803
41	45,00	40	1	5,61	18,95	0,1590	0,5800	1,9590
42	24,80	20	1	5,57	14,74	0,0483	0,1749	0,4628
43	40,70	40	1	5,22	20,82	0,1301	0,4414	1,7607
44	41,80	40	1	7,30	21,96	0,1372	0,6511	1,9588
45	27,00	20	1	3,96	18,53	0,0573	0,1474	0,6896
46	15,70	10	1	4,63	13,08	0,0194	0,0583	0,1646
47	18,50	10	1	5,26	14,57	0,0269	0,0919	0,2546
48	31,40	30	1	7,58	21,24	0,0774	0,3815	1,0691
49	29,70	20	1	7,67	17,27	0,0693	0,3454	0,7777
50	43,40	40	1	9,25	21,82	0,1479	0,8895	2,0982
51	23,40	20	1	6,66	20,72	0,0430	0,1862	0,5792
52	40,60	40	1	4,15	21,60	0,1295	0,3492	1,8176
53	25,10	20	1	6,25	17,78	0,0495	0,2010	0,5719
54	26,20	20	1	12,57	26,49	0,0539	0,4405	0,9283
55	36,50	30	1	15,52	28,65	0,1046	1,0556	1,9486
56	19,80	10	1	7,69	23,92	0,0308	0,1539	0,4787
57	21,90	20	1	5,43	18,85	0,0377	0,1330	0,4615
58	39,00	30	1	8,92	26,77	0,1195	0,6926	2,0787
59	10,30	10	1	4,20	9,74	0,0083	0,0227	0,0528
60	31,50	30	1	12,27	19,51	0,0779	0,6215	0,9883
61	31,80	30	1	15,24	29,70	0,0794	0,7868	1,5333
62	19,30	10	1	5,23	18,25	0,0293	0,0995	0,3470
63	43,50	40	1	5,00	20,72	0,1486	0,4830	2,0016
64	30,10	30	1	6,54	23,34	0,0712	0,3025	1,0795
65	35,60	30	1	11,23	22,26	0,0995	0,7266	1,4402
66	29,40	20	1	12,00	20,75	0,0679	0,5295	0,9156

Anexo 3. Volumen del fuste comercial y total-parcela 108 -26 años INIA

N ° árbol	DAP (cm)	Clase diamétrica (cm)	NH	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m ²)	Volumen fuste comercial (m ³)	Volumen fuste Total (m ³)
1	32,10	30	1	18,41	44,19	0,0809	0,9684	2,3245
2	74,00	70	1	14,78	33,93	0,4301	4,1318	9,4853
3	45,20	40	1	17,89	42,13	0,1605	1,8659	4,3941
4	49,40	40	1	10,08	40,36	0,1917	1,2558	5,0282
5	44,40	40	1	11,00	38,00	0,1548	1,1070	3,8243
6	71,00	70	1	10,80	40,17	0,3959	2,7794	10,3377
7	76,90	70	1	10,30	40,67	0,4645	3,1095	12,2781
8	52,50	50	1	14,94	37,34	0,2165	2,1022	5,2541
9	48,20	40	1	15,05	39,24	0,1825	1,7850	4,6540
10	53,70	50	1	12,50	34,05	0,2265	1,8402	5,0127
11	38,50	30	1	12,01	37,21	0,1164	0,9088	2,8157
12	35,70	30	1	16,88	40,91	0,1001	1,0983	2,6618
13	53,00	50	1	14,86	45,10	0,2206	2,1310	6,4674
14	47,30	40	1	15,79	44,86	0,1757	1,8035	5,1237
15	32,00	30	1	9,65	27,41	0,0804	0,5045	1,4329
16	38,10	30	1	11,05	36,07	0,1140	0,8189	2,6730
17	42,50	40	1	17,79	31,81	0,1419	1,6404	2,9332
18	96,00	90	1	16,50	42,61	0,7238	7,7630	20,0474
19	44,10	40	1	16,87	27,57	0,1527	1,6749	2,7373
20	36,80	30	1	16,94	28,28	0,1064	1,1712	1,9551
21	54,00	50	1	9,31	32,67	0,2290	1,3859	4,8634
22	51,10	50	1	8,40	31,32	0,2051	1,1198	4,1751
23	11,40	10	1	4,26	17,88	0,0102	0,0283	0,1186
24	17,00	10	1	5,50	23,91	0,0227	0,0811	0,3528
25	23,70	20	1	7,05	27,24	0,0441	0,2022	0,7811
26	27,40	20	1	12,54	29,31	0,0590	0,4806	1,1234
27	33,80	30	1	9,69	19,14	0,0897	0,5651	1,1163
28	34,50	30	1	11,72	25,15	0,0935	0,7121	1,5282
29	28,00	20	1	11,57	24,57	0,0616	0,4631	0,9834
30	17,80	10	1	8,65	11,71	0,0249	0,1399	0,1894
31	51,60	50	1	18,88	44,57	0,2091	2,5663	6,0582
32	31,80	30	1	11,17	41,11	0,0794	0,5766	2,1223

33	26,20	20	1	6,02	24,86	0,0539	0,2110	0,8712
34	23,60	20	1	7,90	22,42	0,0437	0,2246	0,6375
35	32,10	30	1	13,97	31,42	0,0809	0,7349	1,6528
36	39,50	30	1	18,02	32,58	0,1225	1,4353	2,5951
37	26,20	20	1	10,53	26,94	0,0539	0,3690	0,9441
38	22,20	20	1	15,36	22,23	0,0387	0,3865	0,5593
39	32,50	30	1	10,84	45,65	0,0830	0,5845	2,4616
40	41,60	40	1	11,36	32,65	0,1359	1,0036	2,8845
41	61,90	60	1	13,83	35,57	0,3009	2,7053	6,9578
42	51,00	50	1	9,20	35,09	0,2043	1,2216	4,6594
43	21,10	20	1	6,16	23,33	0,0350	0,1400	0,5303
44	46,80	40	1	10,32	29,57	0,1720	1,1539	3,3063
45	13,80	10	1	4,77	14,97	0,0150	0,0464	0,1455
46	17,10	10	1	5,26	18,01	0,0230	0,0785	0,2689
47	40,40	40	1	13,72	37,73	0,1282	1,1432	3,1438
48	66,90	60	1	15,99	42,28	0,3515	3,6535	9,6603
49	23,10	20	1	8,94	26,80	0,0419	0,2435	0,7301
50	27,80	20	1	14,97	33,87	0,0607	0,5906	1,3363
51	22,00	20	1	7,46	31,94	0,0380	0,1843	0,7892
52	44,10	40	1	17,07	43,66	0,1527	1,6948	4,3348
53	34,90	30	1	19,69	48,32	0,0957	1,2243	3,0046
54	27,80	20	1	16,78	41,99	0,0607	0,6620	1,6567
55	39,80	30	1	12,58	43,38	0,1244	1,0173	3,5080
57	26,80	20	1	11,30	30,45	0,0564	0,4143	1,1165
56	28,20	20	1	11,37	41,21	0,0625	0,4616	1,6730
58	29,10	20	1	11,95	30,95	0,0665	0,5166	1,3380
59	21,50	20	1	7,90	35,25	0,0363	0,1864	0,8318
60	19,30	10	1	9,39	37,66	0,0293	0,1786	0,7161
61	24,70	20	1	8,45	24,17	0,0479	0,2632	0,7528
62	32,00	30	1	9,37	24,54	0,0804	0,4898	1,2829
63	49,30	40	1	6,99	29,74	0,1909	0,8673	3,6901

64	32,10	30	1	11,41	29,64	0,0809	0,6002	1,5592
65	45,30	40	1	9,66	32,77	0,1612	1,0120	3,4330
66	29,30	20	1	16,41	34,00	0,0674	0,7192	1,4901
67	27,70	20	1	18,65	34,50	0,0603	0,7305	1,3514
68	25,10	20	1	17,39	34,86	0,0495	0,5593	1,1212
69	73,30	70	1	13,64	34,00	0,4220	3,7424	9,3259
70	54,60	50	1	15,20	30,97	0,2341	2,3133	4,7134
71	67,40	60	1	18,13	47,35	0,3568	4,2046	10,9811
72	30,70	30	1	15,42	39,66	0,0740	0,7419	1,9082
73	40,10	40	1	16,87	41,45	0,1263	1,3849	3,4027
74	28,00	20	1	15,32	35,63	0,0616	0,6132	1,4261
75	67,50	60	1	12,64	36,36	0,3578	2,9401	8,4574
76	42,10	40	1	18,91	33,77	0,1392	1,7110	3,0556
77	40,80	40	1	16,98	31,51	0,1307	1,4430	2,6778
78	44,80	40	1	15,97	37,37	0,1576	1,6363	3,8290
79	76,60	70	1	12,10	40,44	0,4608	3,6245	12,1136
80	35,40	30	1	14,40	33,69	0,0984	0,9212	2,1553
81	44,00	40	1	17,47	36,98	0,1521	1,7266	3,6549
82	65,20	60	1	16,66	38,33	0,3339	3,6156	8,3184
83	37,40	30	1	6,63	31,31	0,1099	0,4734	2,2358
84	38,50	30	1	16,94	30,55	0,1164	1,2819	2,3117
85	45,60	40	1	17,75	28,71	0,1633	1,8842	3,0477
86	49,60	40	1	12,00	31,15	0,1932	1,5071	3,9122
87	63,20	60	1	16,55	31,85	0,3137	3,3747	6,4945
88	46,70	40	1	15,32	27,48	0,1713	1,7057	3,0595
89	35,20	30	1	9,14	29,13	0,0973	0,5781	1,8426
90	16,80	10	1	5,35	14,56	0,0222	0,0771	0,2098
91	56,40	50	1	9,00	32,31	0,2498	1,4615	5,2469

Anexo 4. Volumen del fuste comercial y total-parcela 106-18 años INIA

N ° árbol	DAP (cm)	Clase diamétrica (cm)	N H	Altura comercial (m)	Altura total (m)	Área basal (m ²)	Volumen fuste comercial (m ³)	Volumen fuste Total (m ³)
1	72,60	70	1	14,13	27,92	0,4139	3,8020	7,5126
2	75,60	70	1	5,57	35,81	0,4488	1,6251	10,4484
3	60,50	60	1	7,15	32,54	0,2874	1,3360	6,0804
4	66,00	60	1	7,21	23,57	0,3421	1,6033	5,2414
5	62,70	60	1	9,86	28,67	0,3087	1,9788	5,7539
6	66,10	60	1	8,94	27,51	0,3431	1,9940	6,1362
7	73,70	70	1	7,04	24,85	0,4266	1,9521	6,8907
8	62,50	60	1	12,66	31,55	0,3067	2,5246	6,2916
9	59,30	50	1	8,14	23,42	0,2761	1,4613	4,2044
10	57,00	50	1	8,49	27,26	0,2551	1,4082	4,5215
11	66,60	60	1	12,79	34,80	0,3483	2,8962	7,8801
12	79,00	70	1	2,33	23,43	0,4901	0,7424	7,4650
13	120,10	100	1	6,21	35,29	1,1328	4,5728	25,9861
14	97,60	90	1	2,48	45,67	0,7481	1,2060	22,2093
15	60,00	60	1	8,08	34,06	0,2827	1,4849	6,2596
16	98,30	90	1	6,72	38,48	0,7589	3,3149	18,9822
17	69,00	60	1	9,99	32,93	0,3739	2,4281	8,0038

Anexo 5. Evaluación morfológica en porcentaje- parcela 106 18 años

N° árbol	RF (%)	RF	GR (%)	GR	AR (%)	AR	B (%)	B	GI (%)	GI	EF (%)	EF
1	5,88	1	35,29	1	100	2	5,88	0	74,50	0	11,76	0
2	5,88	1	35,29	1	100	2	5,88	0	74,50	0	11,76	0
3	5,88	1	35,29	1	100	2	5,88	0	74,50	0	11,76	0
4	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	11,76	0
5	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	11,76	0
6	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	11,76	0
7	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
8	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
9	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
10	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
11	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
12	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
13	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
14	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
15	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
16	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
17	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
18	5,88	2	35,29	1	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
19	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
20	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
21	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
22	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
23	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
24	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
25	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
26	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
27	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
28	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
29	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1

30	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
31	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
32	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
33	5,88	2	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
34	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
35	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
36	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
37	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
38	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	0	88,23	1
39	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
40	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
41	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
42	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
43	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
44	21,56	3	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
45	13,72	4	52,94	2	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
46	13,72	4	11,76	3	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
47	13,72	4	11,76	3	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
48	13,72	4	11,76	3	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
49	13,72	4	11,76	3	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
50	13,72	4	11,76	3	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1
51	13,72	4	11,76	3	100	2	94,11	1	74,50	1	88,23	1

*RF: Rectitud del Fuste (1: Recto; 2: Ligeramente Torcido; 3: Torcido; 4: Muy Torcido)

*AR: Angulo de Ramificación (1: Recto; 2: Normal; 3: Agudo)

*GR: Grosor de Ramas (1: Delgado; 2: Mediano; 3: Grueso)

*B: Bifurcaciones (0; Ausencia, 1: Presencia)

*GI: Inserción de Granos (0; Ausencia, 1: Presencia)

*TA: Cantidad de Trozas Aprovechables x cada 10 pies (1:3.05 m; 2:6.1 m, 3:9.1 m, 4:12.2 m)

*EF: Estado Fitosanitario: (0; Ausencia, 1: Presencia)

Anexo 6. Evaluación morfológica en porcentaje- parcela 108 26 años

N° árbol	RF	RF (%)	GR	GR (%)	AR	AR (%)	B	B (%)	GI	GI (%)	EF	EF (%)
1	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
2	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
3	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
4	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
5	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
6	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
7	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
8	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
9	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
10	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
11	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
12	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
13	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
14	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	0	21,21
15	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	1	78,79
16	2	46,90	1	33,33	2	100	0	24,24	0	78,79	1	78,79
17	2	46,90	1	33,33	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
18	2	46,90	1	33,33	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
19	2	46,90	1	33,33	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
20	2	46,90	1	33,33	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
21	2	46,90	1	33,33	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
22	2	46,90	1	33,33	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
23	2	46,90	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
24	2	46,90	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
25	2	46,90	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
26	2	46,90	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
27	2	46,90	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
28	2	46,90	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
29	2	46,90	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
30	2	46,90	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
31	2	46,90	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
32	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
33	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
34	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
35	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
36	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
37	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79

38	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
39	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
40	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
41	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
42	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
43	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
44	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
45	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
46	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
47	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
48	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
49	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
50	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
51	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
52	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	0	78,79	1	78,79
53	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
54	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
55	3	37,80	2	50,00	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
56	3	37,80	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
57	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
58	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
59	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
60	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
61	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
62	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
63	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
64	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
65	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79
66	4	15,00	3	16,67	2	100	1	75,76	1	21,21	1	78,79

*RF: Rectitud del Fuste (1: Recto; 2: Ligeramente Torcido; 3: Torcido; 4: Muy Torcido)

*AR: Angulo de Ramificación (1: Recto; 2: Normal; 3: Agudo)

*GR: Grosor de Ramas (1: Delgado; 2: Mediano; 3: Grueso)

*B: Bifurcaciones (0; Ausencia, 1: Presencia)

*GI: Inserción de Granos (0; Ausencia, 1: Presencia)

*TA: Cantidad de Trozas Aprovechables x cada 10 pies (1:3.05 m; 2:6.1 m, 3:9.1 m, 4:12.2 m)

*EF: Estado Fitosanitario: (0; Ausencia, 1: Presencia)

Anexo 7. Evaluación morfológica en porcentaje - parcela 107-33 años

N° árbol	RF (%)	RF	GR (%)	GR	AR (%)	AR	B (%)	B	GI (%)	GI	EF (%)	EF
1	4,39	1	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
2	4,39	1	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
3	4,39	1	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
4	4,39	1	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
5	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
6	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
7	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
8	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
9	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
10	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
11	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
12	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
13	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
14	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
15	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
16	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
17	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
18	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
19	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
20	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
21	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
22	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
23	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
24	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
25	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
26	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
27	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
28	26,37	2	73,62	1	100	2	30,76	0	98,90	0	35,16	0
29	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	35,16	0
30	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	35,16	0
31	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	35,16	0
32	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	35,16	0
33	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
34	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
35	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
36	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
37	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
38	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
39	64,83	3	73,62	1	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1

83	64,83	3	24,17	2	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
84	64,83	3	24,17	2	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
85	64,83	3	24,17	2	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
86	64,83	3	24,17	2	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
87	64,83	3	24,17	2	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
88	4,39	4	24,17	2	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
89	4,39	4	24,17	2	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
90	4,39	4	2,19	3	100	2	69,23	1	98,90	0	64,83	1
91	4,39	4	2,19	3	100	2	69,23	1	1,09	1	64,83	1

*RF: Rectitud del Fuste (**1**: Recto; **2**: Ligeramente Torcido; **3**: Torcido; **4**: Muy Torcido)

*AR: Angulo de Ramificación (**1**: Recto; **2**: Normal; **3**: Agudo)

*GR: Grosor de Ramas (**1**: Delgado; **2**: Mediano; **3**: Grueso)

*B: Bifurcaciones (**0**: Ausencia, **1**: Presencia)

*Gl: Inserción de Granos (**0**: Ausencia, **1**: Presencia)

*TA: Cantidad trozas aprovechables x cada 10 pies (**1**:3.05 m; **2**:6.1 m, **3**:9.1 m, **4**:12.2 m)

*EF: Estado Fitosanitario: (**0**: Ausencia, **1**: Presencia)

Anexo 8. Evaluación porcentaje datos tomográficos-parcela 106-18 años

Nº de árbol	Nivel fuste	Altura fuste evaluado (cm)	Diámetro fuste (cm)	Porcentaje de incidencia			Sanidad Árbol (%)
				Nivel fuste evaluado (%)	Afectación nivel fuste (%)	Hueco fuste (%)	
3	1	50,00	60,64	100,00	0,00	0,00	100,00
	2	120,00	53,79	100,00	0,00	0,00	100,00
	3	180,00	50,93	100,00	0,00	0,00	100,00
26	1	40,00	59,52	100,00	0,00	0,00	100,00
	2	110,00	51,57	100,00	0,00	0,00	100,00
	3	170,00	48,70	100,00	0,00	0,00	100,00
	1	30,00	38,52	100,00	0,00	0,00	100,00
27	2	100,00	33,10	100,00	0,00	0,00	100,00
	3	160,00	29,92	100,00	0,00	0,00	100,00
	1	30,00	60,80	100,00	0,00	0,00	100,00
30	2	100,00	51,57	100,00	0,00	0,00	100,00
	3	160,00	48,70	100,00	0,00	0,00	100,00
	1	40,00	74,17	100,00	2,00	3,00	95,00
32	2	110,00	63,03	100,00	1,00	0,00	99,00
	3	170,00	57,93	100,00	0,00	0,00	100,00
	1	30,00	32,15	100,00	1,00	0,00	99,00
37	2	100,00	28,33	100,00	0,00	0,00	100,00
	3	160,00	27,37	100,00	5,00	0,00	95,00
	1	40,00	46,15	100,00	4,00	0,00	96,00
40	2	110,00	36,61	100,00	3,00	0,00	97,00
	3	170,00	34,38	100,00	5,00	0,00	95,00
	1	40,00	71,30	100,00	3,00	0,00	97,00
41	2	110,00	57,61	100,00	1,00	0,00	99,00
	3	170,00	52,20	100,00	0,00	0,00	100,00
	1	30,00	32,15	100,00	6,00	0,00	94,00
42	2	100,00	28,01	100,00	9,00	0,00	91,00
	3	160,00	26,10	100,00	7,00	0,00	93,00
	1	30,00	45,52	100,00	3,00	0,00	97,00
44	2	100,00	39,47	100,00	1,00	0,00	99,00
	3	160,00	36,61	100,00	0,00	0,00	100,00
	1	30,00	56,02	100,00	2,00	0,00	98,00
46	2	100,00	47,11	100,00	0,00	0,00	100,00
	3	160,00	44,56	100,00	0,00	0,00	100,00
	1	30,00	23,55	100,00	2,00	0,00	98,00

47	2	100,00	22,28	100,00	0,00	0,00	100,00
	3	160,00	21,96	100,00	0,00	0,00	100,00
	1	30,00	21,01	100,00	0,00	0,00	100,00
48	2	100,00	18,14	100,00	1,00	0,00	99,00
	3	160,00	16,87	100,00	5,00	0,00	95,00
	1	30,00	26,10	100,00	0,00	0,00	100,00
49	2	100,00	22,60	100,00	0,00	0,00	100,00
	3	160,00	21,01	100,00	0,00	0,00	100,00
	1	30,00	29,28	100,00	1,00	0,00	99,00
50	2	100,00	25,46	100,00	8,00	0,00	92,00
	3	160,00	23,55	100,00	2,00	0,00	98,00

Anexo 9. Evaluación porcentaje datos tomográficos-parcela 107-33 años

Nivel fuste evaluado	Altura fuste evaluado (cm)	Diámetro fuste (cm)	Porcentaje de incidencia (%)			Sanidad Árbol (%)
			Nivel fuste evaluado (%)	Afectación nivel fuste (%)	Hueco fuste (%)	
1	40,00	81,49	100,00	18,00	38,00	44,00
2	130,00	70,03	100,00	0,00	0,00	100,00
1	40,00	62,71	100,00	12,00	2,00	86,00
2	130,00	46,19	100,00	10,00	6,00	84,00
3	180,00	43,93	100,00	12,00	2,00	86,00
1	40,00	63,98	100,00	4,00	2,00	94,00
2	130,00	50,29	100,00	3,00	0,00	97,00
1	40,00	51,38	100,00	15,00	26,00	59,00
2	130,00	43,93	100,00	10,00	0,00	90,00
1	40,00	64,78	100,00	9,00	34,00	57,00
2	130,00	52,52	100,00	11,00	21,00	68,00
3	180,00	50,93	100,00	13,00	19,00	68,00
1	40,00	53,54	100,00	8,00	14,00	78,00
2	130,00	47,75	100,00	11,00	2,00	87,00
1	40,00	63,09	100,00	17,00	25,00	58,00
2	130,00	53,48	100,00	15,00	7,00	78,00
3	180,00	52,84	100,00	17,00	2,00	81,00
1	40,00	40,74	100,00	8,00	17,00	75,00
2	130,00	38,20	100,00	1,00	0,00	99,00
1	70,00	105,04	100,00	11,00	27,00	62,00
2	130,00	89,76	100,00	10,00	8,00	82,00
3	180,00	85,63	100,00	13,00	5,00	82,00
1	40,00	38,20	100,00	10,00	31,00	59,00
2	130,00	34,70	100,00	29,00	5,00	66,00
3	180,00	34,06	100,00	1,00	0,00	99,00
1	40,00	55,39	100,00	10,00	3,00	87,00
2	130,00	43,93	100,00	0,00	0,00	100,00
1	40,00	68,44	100,00	8,00	5,00	87,00
2	130,00	54,75	100,00	2,00	0,00	98,00
1	40,00	84,67	100,00	12,00	0,00	88,00
2	130,00	67,48	100,00	1,00	0,00	99,00
1	40,00	98,04	100,00	16,00	4,00	80,00
2	130,00	75,44	100,00	13,00	0,00	87,00
3	180,00	70,03	100,00	11,00	0,00	89,00
1	40,00	82,76	100,00	11,00	40,00	49,00
2	130,00	65,89	100,00	18,00	24,00	58,00

Anexo 10. Evaluación porcentaje datos tomográficos-parcela 108-26 años

Nivel fuste evaluado	Altura fuste evaluado (cm)	Diámetro fuste (cm)	Porcentaje de incidencia			Sanidad Árbol (%)
			Nivel fuste evaluado (%)	Afectación nivel fuste (%)	Hueco fuste (%)	
1	40,00	49,02	100,00	4,00	0,00	96,00
1	40,00	34,60	100,00	0,00	0,00	100,00
1	40,00	42,34	100,00	0,00	0,00	100,00
1	40,00	35,49	100,00	0,00	0,00	100,00
1	40,00	38,01	100,00	1,00	0,00	99,00
1	50,00	32,50	100,00	2,00	0,00	98,00
1	60,00	49,02	100,00	3,00	0,00	97,00
1	60,00	70,79	100,00	0,00	0,00	100,00
1	60,00	50,93	100,00	2,00	0,00	98,00
1	50,00	49,66	100,00	3,00	0,00	97,00
1	50,00	51,22	100,00	5,00	0,00	95,00
1	40,00	46,31	100,00	3,00	0,00	97,00
1	40,00	36,19	100,00	2,00	0,00	98,00
1	40,00	29,60	100,00	0,00	0,00	100,00
1	50,00	53,16	100,00	5,00	0,00	95,00

Anexo 11. Constancia de labor realizada con el proyecto PROCENCIA-INIA, Loreto-Perú.



CONSTANCIA

A YOLY POLASTRICH MOZOMBITE YAY, identificada con DNI N°71143196, quien ha realizado sus labores profesionales como Tesista en el marco del Proyecto de Investigación Básica y CONTRATO N° PE501078898-2022-PROCENCIA "Sanidad interna de plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke de diferentes edades mediante tomografía acústica en Amazonía baja, Loreto-Perú, 2022", del 05 de agosto del 2022 hasta el 30 de Diciembre del 2023.

Demostrando responsabilidad y eficiencia en las labores encomendadas.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Lima, 30 de Diciembre del 2023

FINANCIADO POR EL CONTRATO
N° PE501078898 - 2022 - PROCENCIA

M. Sc Jimmy A. Ocaña Reyes
RESPONSABLE TÉCNICO

Av. La Molina 1981, La Molina
Central Telefónica: 240-2100 Anexo 260
www.gob.pe/inia
www.gob.pe/midagri

