



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE *Cedrela odorata* L. EN  
DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL  
RECINTO EL CARMEN, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:**

**JHONATHAN FERNANDO TORRES MORALES**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE *Cedrela odorata* L. EN  
DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL  
RECINTO EL CARMEN, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR: JHONATHAN FERNANDO TORRES MORALES**

**DIRECTOR: Ing. MIGUEL ANGEL GUALLPA CALVA MSc.**

Riobamba – Ecuador

2022

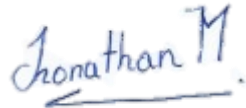
© 2022, Jhonathan Fernando Torres Morales

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jhonathan Fernando Torres Morales, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de enero del 2022.




A handwritten signature in blue ink that reads "Jonathan M." with a horizontal line underneath the name.

**Jhonathan Fernando Torres Morales**

**175056825-3**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, “**EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE *Cedrela odorata* L. EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO EL CARMEN, CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS**”, realizado por la señor: **JHONATHAN FERNANDO TORRES MORALES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>VILMA FERNANDA NOBOA SILVA</b>	2022-01-20
Ing. Miguel Ángel Gualpa Calva MSc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>MIGUEL ANGEL GUALPA CALVA</b>	2022-01-20
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA</b>	2022-01-20

## **DEDICATORIA**

Al forjador de mi camino, a mi padre celestial el que me acompaña y siempre me levanta de mis continuas caídas a Dios. Con mucho amor y cariño, a Marjorie de Lourdes Morales Naranjo, mi madre quien fue el pilar fundamental de mi vida, que con sus consejos me ha enseñado que todo en esta vida se puede lograr con ahínco y perseverancia, gracias por confiar en mí y darme ánimos para lograr mis sueños. A mis maestros que formaron parte de mi vida estudiantil, y que aportaron con sus conocimientos para poder cumplir una etapa de mi vida.

Jhonathan

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, por medio de Jesucristo doy gracias a mi Dios por cada uno de ustedes, porque en todas partes se habla de su fe. Ro 1:8.

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, principalmente a la Escuela de Ingeniería Forestal por darme la oportunidad de obtener una profesión y ser una ayuda para la sociedad.

Al Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva como director de tesis y al Ing. Carlos Francisco Carpio Coba como miembro del trabajo de titulación, por su tiempo, su paciencia y por las ganas de ayudarme a formarme como profesional.

A cada uno de los docentes y autoridades de la facultad por brindarme sus enseñanzas y compartir cada uno de sus conocimientos a lo largo de esta etapa estudiantil.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Consejo de Gobierno de Galápagos por permitirme el ingreso a Galápagos para realizar esta investigación, al Ministerio de Agricultura/Galápagos por brindarme toda la información y tiempo para la realización de esta investigación en especial a la Ingeniera Normania Coello. Gracias a todos los empleados que supieron darme su ayuda.

Jhonathan

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>5</b>
1.1. Cedrela odorata L.....	5
1.2. Modelos de plantaciones.....	6
1.3. Descripción botánica.....	7
1.4. Descripción Dendrológica.....	9
1.5. Cedrela odorata Linnaeus en Galápagos.....	9
1.6. Importancia económica de Cedrela odorata L.....	10
1.7. Parámetros genéticos en las plantaciones.....	11
1.8. Plantación.....	11
1.9. Evaluación de plantaciones forestales.....	11
1.10. Tipos de muestreo.....	12
1.10.1 Formas de las parcelas de muestreo.....	12
1.10.1.1. Parcelas cuadradas y rectangulares.....	12
1.10.1.2. Parcelas circulares.....	12
1.10.2. Distribución de la muestra.....	12
1.10.2.1. Muestreo selectivo.....	13
1.10.2.2. Muestreo aleatorio.....	13
1.10.2.3. Muestreo sistemático.....	13
1.11. Variables dasométricas.....	13
1.11.1. Área basal.....	13
1.11.2. Altura dominante.....	14
1.11.3. Altura comercial.....	14
1.11.4. Altura total.....	14
1.11.5. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).....	14
1.12. Factor de forma o coeficiente mórfico (F).....	15



1.13.	<b>Cálculo rendimiento de madera</b> .....	16
1.13.1.	<i>Volumen total</i> .....	16
1.13.2.	<i>Volumen comercial</i> .....	17
1.13.3.	<i>Rendimiento volumétrico</i> .....	17
1.13.4.	<i>Instrumentos para obtener las variables dasométricas</i> .....	18
1.14.	<b>Características morfológicas</b> .....	20
1.14.1.	<i>Forma de la copa del árbol</i> .....	20
1.14.2.	<i>Tipo de ramificaciones</i> .....	20
1.14.3.	<i>Tipo de fuste</i> .....	21
1.15.	<b>Manejo silvicultural</b> .....	22
1.15.1.	<i>Manejo</i> .....	22
1.15.2.	<i>Poda</i> .....	22
1.15.3.	<i>Raleo</i> .....	23
1.16.	<b>Calidad de Plantaciones</b> .....	23

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	24
2.1.	<b>Caracterización del lugar</b> .....	24
2.1.1.	<i>Localización</i> .....	24
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	24
2.1.3.	<i>Condiciones climáticas</i> .....	24
2.1.4	<i>Zona de vida</i> .....	25
2.1.5	<i>Características topográficas</i> .....	25
2.1.6	<i>Características y uso del suelo</i> .....	25
2.2.	<b>Materiales y equipos</b> .....	26
2.2.1.	<i>Materiales de campo</i> .....	26
2.2.2.	<i>Equipos y Software</i> .....	26
2.3.	<b>Metodología</b> .....	27
2.3.1.	<i>Estimación de crecimiento y productividad</i> .....	27
2.3.2.	<i>Levantamiento planimétrico</i> .....	27
2.3.3.	<i>Sistema de muestreo</i> .....	27
2.3.4.	<i>Ubicación de las parcelas</i> .....	28
2.3.4.1.	<i>Toma de datos de las variables cuantitativas</i> .....	29
2.3.5.	<i>Evaluación de la calidad de madera en pie dentro de cada plantación</i> .....	29
2.3.5.1.	<i>Toma de datos de variables cualitativas</i> .....	30
2.3.4.	<i>Tabulación de datos de las variables cuantitativas y cualitativas</i> .....	31

2.4.	<b>Plan de manejo forestal sostenible</b> .....	34
2.4.1.	<i>Objetivo</i> .....	34
2.4.2.	<i>Actividades</i> .....	34
2.4.3.	<i>Planteamiento de recurso material y financiero</i> .....	35

### CAPÍTULO III

3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	36
3.1.	<b>Estimación del crecimiento y productividad en los diferentes modelos de plantación de <i>Cedrela odorata</i> L.</b> .....	36
3.1.1.	<i>Comparación descriptiva a través de la estimación estadística de las variables de crecimiento</i> .....	36
3.1.1.1.	<i>Estimación estadística para el diámetro a la altura del pecho promedio/árbol de las 7 plantaciones</i> .....	36
3.1.1.2.	<i>Estimación estadística para la altura comercial promedio/árbol de las 7 plantaciones</i> .....	37
3.1.1.3.	<i>Estimación estadística para la altura total promedio/árbol de las 7 plantaciones</i> ...	38
3.1.2.	<i>Comparación descriptiva de la estimación estadística de las variables de productividad</i> .....	38
3.1.2.1.	<i>Estimación estadística para el área basal promedio por árbol de las 7 plantaciones</i> .....	38
3.1.2.2.	<i>Estimación estadística para el volumen comercial promedio/árbol de las 7 plantaciones</i> .....	39
3.1.2.3.	<i>Estimación estadística para el volumen total promedio/árbol de las 7 plantaciones</i>	40
3.1.3.	<i>Resumen de variables de productividad</i> .....	41
3.2.	<b>Valorar la calidad de madera en pie, de la especie en estudio</b> .....	42
3.2.1.	<i>Análisis de las variables cualitativas evaluadas</i> .....	45
3.2.1.1.	<i>Rectitud</i> .....	45
3.2.1.2.	<i>Estado fitosanitario</i> .....	45
3.2.1.3.	<i>Grosor de ramas</i> .....	46
3.2.1.4.	<i>Bifurcación</i> .....	47
3.2.2.	<i>Calidad de trozas según la plantación</i> .....	47
3.2.3.	<i>Índice de calidad general en las plantaciones de Cedro</i> .....	49
3.3.	<b>Elaborar una propuesta de manejo forestal para cada modelo de plantación</b> ...	51
3.3.1.	<i>Alternativa de aprovechamiento y manejo de las plantaciones</i> .....	52
3.3.2.	<i>Plan de trabajo</i> .....	54
3.3.3.	<i>Actividades</i> .....	54

3.3.3.1.	<i>Mantenimiento (control de competencia y fitosanitario)</i> .....	54
3.3.3.2.	<i>Manejo de la plantación</i> .....	55
3.3.4.	<i>Recurso material y financiero</i> .....	55
3.4.	<b>Comprobación de Hipótesis</b> .....	57
3.5.	<b>Discusión</b> .....	57
<b>CONCLUSIONES</b> .....		61
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		62
<b>GLOSARIO</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Coefficientes mórficos.....	15
<b>Tabla 1-3:</b>	Estimadores estadísticas el diámetro de altura del pecho por árbol de las 7 plantaciones.....	36
<b>Tabla 2-3:</b>	Estimadores estadísticos de la altura comercial por árbol de las 7 plantaciones.....	37
<b>Tabla 3-3:</b>	Estimadores estadísticas, altura total promedio por cada plantación.....	38
<b>Tabla 4-3:</b>	Estimadores estadísticas, área basal promedio por cada plantación (m <sup>2</sup> ).....	39
<b>Tabla 5-3:</b>	Estimadores estadísticos del volumen comercial por cada plantación (m <sup>3</sup> ).....	39
<b>Tabla 6-3:</b>	Estimadores estadísticos del volumen total por cada plantación (m <sup>3</sup> ).....	40
<b>Tabla 7-3:</b>	Variables de productividad.....	41
<b>Tabla 8-3:</b>	Variables cualitativas de las plantaciones de estudio.....	43
<b>Tabla 9-3:</b>	Calidad de las plantaciones por trozas.....	48
<b>Tabla 10-3:</b>	Índice de calidad general por plantación.....	50
<b>Tabla 11-3:</b>	Análisis estadístico del ICG de las 7 plantaciones.....	50
<b>Tabla 12-3:</b>	Esquema general del manejo de las plantaciones en el Recinto el Carmen.....	51
<b>Tabla 13-3:</b>	Distribución de superficie de manejo según alternativas de aprovechamiento y manejo.....	52
<b>Tabla 14-3:</b>	Calidad en trozas de plantaciones seleccionadas para el aprovechamiento.....	53
<b>Tabla 15-3:</b>	Plan de trabajo determinado para la propuesta.....	54
<b>Tabla 16-3:</b>	Raleo.....	55
<b>Tabla 17-3:</b>	Presupuesto por hectárea.....	56
<b>Tabla 18-3:</b>	Hipótesis.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Cedro rojo .....	5
<b>Figura 2-1:</b> Cinta diamétrica .....	18
<b>Figura 3-1:</b> Forcípula .....	19
<b>Figura 4-1:</b> Regla de biltmore .....	19
<b>Figura 5-1:</b> Forma de la copa .....	20
<b>Figura 6-1:</b> Forma de las ramificaciones .....	20
<b>Figura 7-1:</b> Copa de cedro .....	21
<b>Figura 8-1:</b> Tipo de tronco .....	21

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Rectitud .....	45
<b>Gráfico 2-3:</b>	Estado fitosanitario.....	46
<b>Gráfico 3-3:</b>	Grosor de ramas.....	46
<b>Gráfico 4-3:</b>	Bifurcación .....	47
<b>Gráfico 5-3:</b>	Calidad por plantación.....	48
<b>Gráfico 6-3:</b>	Calidad total de las plantaciones .....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FORMULARIO DE CAMPO
- ANEXO B:** ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN A
- ANEXO C:** ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN B
- ANEXO D:** ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN C
- ANEXO E:** ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN D
- ANEXO F:** ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN E
- ANEXO G:** ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN F
- ANEXO H:** ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN G
- ANEXO I:** MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN A
- ANEXO J:** MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN B
- ANEXO K:** MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN C
- ANEXO L:** MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN D
- ANEXO M:** MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN E
- ANEXO N:** MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN F
- ANEXO O:** MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN G
- ANEXO P:** SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO DE CEDRELA ODORATA L CON EL  
MINISTERIO DE AGRICULTURA EN EL CANTÓN SANTA CRUZ,  
GALÁPAGOS
- ANEXO Q:** CAPACITACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO
- ANEXO R:** GEORREFERENCIACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO S:** RECONOCIMIENTO DE MODELOS DE PLANTACIÓN
- ANEXO T:** ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS
- ANEXO U:** UNIDADES DE MUESTREO MARCADAS Y REGISTRADAS
- ANEXO V:** LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

## RESUMEN

La presente investigación propuso: evaluar la productividad, calidad de madera y elaborar una propuesta de manejo forestal de 4 de plantaciones y 3 cortinas rompevientos de *Cedrela odorata*, con fines de manejo en las Islas Galápagos. Mediante el inventario por muestreo sistemático con parcelas circulares de un radio de 8,92 m y 12,62 m, se instalaron 26 parcelas en las plantaciones y se realizaron censos en el sistema de cortinas. Dentro de cada unidad de muestreo se tomaron los datos de las variables cuantitativas tales como el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, altura comercial. Así mismo, se registró parámetros cualitativos como rectitud del fuste, estado fitosanitario, ramas gruesas, bifurcación y calidad de trozas. Se elaboró un plan de manejo forestal sostenible que integra recursos materiales y financieros. Para el procesamiento de datos de variables cuantitativas, se aplicó el cálculo de estimadores estadísticos y la frecuencia para las variables cualitativas. Los resultados, reflejan que la plantación “A” reportó el mejor promedio por árbol con 0,61 m de DAP, 7,35 m de altura comercial mientras que, en el sistema de cortinas la plantación “F” obtuvo el mejor promedio por árbol con 0,87 m de DAP, 12,49 m de altura comercial. Para el índice de calidad general de la plantación “A”, obtuvo el valor de 1,47 y el sistema “F” con un valor de 1,81. Se realizó una propuesta enfocada en la conservación y aprovechamiento sostenible de las 11 plantaciones. Finalmente se determinó que la plantación “A” es la que presenta mejores características dasométricas de crecimiento y productividad, a su vez encaja en la calidad 1. Por esta razón se recomienda, evaluar la calidad de la misma especie en localizaciones aledañas con la finalidad de obtener datos comparativos en el índice de calidad general en pie y aserrada.

**Palabras clave:** <CALIDAD MADERA>, <MANEJO FORESTAL>, <PLANTACIONES FORESTALES >, <SISTEMAS FORESTALES >, <VARIABLES CUALITATIVAS>.

CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO  
RUIZ

Firmado digitalmente por  
CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ  
Fecha: 2022.01.27  
10:26:35 -05'00'



0138-DBRA-UTP-2022



## ABSTRACT

The present research proposed to evaluate the productivity, timber quality and elaborate a forest management proposal for 4 plantations and 3 windbreaks of *Cedrela odorata* for management purposes in the Galapagos Islands. By means of a systematic sampling inventory with circular plots with a radius of 8.92 m and 12.62 m, 26 plots were installed in the plantations and censuses were carried out in the windbreak system. Within each sampling unit, data was collected on quantitative variables such as diameter at breast height (DBH), total height and commercial height. Qualitative parameters such as stem straightness, phytosanitary condition, thick branches, bifurcation and log quality were also recorded. A sustainable forest management plan was developed that integrates material and financial resources. For data processing of quantitative variables, were used to calculate statistical estimators and frequency for qualitative variables. The results showed that plantation "A" reported the best average per tree with 0.61 m DBH, 7.35 m commercial height, while in the curtain system, plantation "F" obtained the best average per tree with 0.87 m DBH, 12.49 m commercial height. For the general quality index of the "A" plantation, it obtained a value of 1.47 and the "F" system a value of 1.81. A proposal was focused on the conservation and sustainable use of the 11 plantations. Finally, it was determined that plantation "A" is the one with the best growth and productivity values, and at the same time it fits in quality 1. For this reason, it is recommended to evaluate the productivity and quality of the species under study in other located plantations into the same canton, in order to get data to support the management plan.

**Key words:** <WOOD QUALITY>, <FOREST MANAGEMENT>, <FOREST PLANTATIONS>, <FOREST SYSTEMS>, <QUALITATIVE VARIABLES>.



Firmado electrónicamente por:  
**ELSA AMALIA  
BASANTES  
ARIAS**

## INTRODUCCIÓN

Las Islas Galápagos forman uno de los archipiélagos oceánicos más magnos, complejos, diversos y mejor conservados en términos ecológicos que existen en el planeta. Por su localización geográfica, la influencia de diferentes corrientes marinas y la intersección entre varias placas tectónicas en movimiento cuenta con una gran diversidad biológica terrestre y marina, con niveles importantes de endemismo de su flora y fauna (GAD Municipal San Cristóbal, 2014, p.23).

(Domínguez, 2016, pp. 17-19) asegura que actualmente en las Islas Galápagos se presenta una invasión de *Cedrela odorata* L que se caracteriza por ser una especie arbórea que se aclimata rápidamente a las características climáticas del archipiélago, el crecimiento poblacional congruentemente rápido observado en las últimas décadas principalmente en la isla Santa Cruz, por lo que se han realizado estudios rigurosos mediante investigaciones experimentales para determinar los efectos de *Cedrela* sobre la flora nativa e invasora asegura.

Ahora bien, en el Ecuador continental, la *Cedrela odorata* es una especie de uso condicionado y está incluida en CITES (Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre). Además, se encuentra dentro de la lista roja de la UICN. por lo que es considerada como una especie vulnerable.

Sin embargo, en Galápagos es una especie introducida e invasiva, presente en las islas Santa Cruz, se conoce que *Cedrela odorata*, fue introducida en Bellavista y Santa Cruz en los años 40 llevada desde el continente por los nuevos colonos y usada a mediados de los años 60, con la finalidad de crear una cerca que divida los límites del PNG y la zona de agricultura en el área de El Chato y Santa Rosa. En la actualidad, se considera que tiene una distribución dentro del Parque Nacional Galápagos de 860 ha, lo que creo un mercado local con la Cedrela incrementando el área de plantación y los ingresos por cada finca cercana a los límites del PNG (Domínguez, 2016. p.21).

## **IMPORTANCIA**

Actualmente debido a la emergencia sanitaria provocada por el COVID 19 y en vista que los pobladores dependen económicamente del turismo se ha visto en la necesidad de elaborar una evaluación dasométrica de *Cedrela odorata* L. para su aprovechamiento forestal y obtener ingresos económicos para reactivar la economía de las islas.

Conocer la calidad y valor comercial de plantaciones se convierte en una necesidad para tomar decisiones acertadas y oportunas sobre su futuro debido a la sostenibilidad de la operación forestal, la rentabilidad económica y la economía esperada (Merino, 2010: pp.12-13).

## **PROBLEMA**

Las Islas Galápagos son un archipiélago formado por un grupo de islas de origen volcánico, ubicadas a unos 1000 km al oeste de la costa del Pacífico de Ecuador. La dirección del Parque Nacional Galápagos controla y monitorea las plantas introducidas en el área protegida, que consiste en aproximadamente el 97% del archipiélago. Los asentamientos humanos están ubicados en el 3% restante de la tierra, que también está destinada a la agricultura y la ganadería. Los organismos nativos que viven en Galápagos, como ocurre en otras islas oceánicas, están siendo afectados por la introducción intencional o accidental de especies no nativas. Los estudios actualizados sobre este tema informan que aproximadamente 880 especies de plantas se han introducido en el archipiélago, lo que es casi el doble del número de nativos. Para el año 2011 se determinó que alrededor del 15% de las especies exóticas introducidas fueron categorizadas como invasoras para el archipiélago.

A pesar de los muchos ejemplos de impactos ecológicos, sociales y económicos negativos de las especies invasoras, su manejo puede no ser beneficioso para todas las partes interesadas o afectadas. Algunas especies invasoras claramente causan un gran daño y generalmente no se consideran beneficiosas. Sin embargo, se han introducido intencionalmente un subconjunto de especies invasoras para obtener beneficios sociales y económicos, siendo así la *Cedrela odorata* se busca que el problema se vuelva en un beneficio, aprovechando la madera que se puede obtener de esta especie.

La *Cedrela odorata* se introdujo en Santa Cruz desde 1940 por su valor maderable. Hoy, este árbol se encuentra en las cuatro islas habitadas de Galápagos: Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana. Al mismo tiempo donde se encuentre la especie crecen plántulas bajo la sombra que

este brinda para enfatizar el problema los químicos que se producen en las raíces de la especie impiden el crecimiento de otras plantas alrededor. (Domínguez, 2016. p.21).

## **JUSTIFICACIÓN**

Dada la cantidad de impactos perjudiciales que causan a la biota nativa en Galápagos, se han creado un número considerable de programas para erradicar o al menos contener estas especies invasoras, presentando resultados mixtos. Entre los sitios perturbados, las áreas habitadas en el archipiélago que han sido históricamente degradadas debido a actividades antropogénicas contienen la mayoría de las especies de plantas invasoras y no nativas registradas, que ocupan principalmente las tierras altas húmedas.

Las tierras altas de Santa Cruz la isla con la mayor población humana de Galápagos se han visto particularmente impactadas por especies invasoras y desmonte, debido a las condiciones climáticas benignas para las prácticas agroforestales que se registran en elevaciones más altas. Esto ha resultado en la transformación radical de alrededor del 86% de la cobertura terrestre original de las tierras altas de Santa Cruz. A pesar del alto número de plantas exóticas y los impactos negativos que causan, particularmente en las islas habitadas de Galápagos, existen muy pocos estudios forestales sobre estos organismos que brinden información de línea de base, la cual podría ser útil para tomar decisiones adecuadas y reducir la incertidumbre en los proyectos gerenciales dedicados al control y erradicación de plantas invasoras.

Por ello, las evaluaciones dasométricas de *Cedrela odorata* en zonas agropecuarias de las Islas Galápagos son de vital importancia ya que, como especie introducida, su población va en aumento y no existe estudios que permitan disponer de información necesaria para ejecutar un aprovechamiento y manejo adecuado de la sobrepoblación de esta especie, la cual ha venido afectando a varios sistemas de uso del suelo del Parque Natural Galápagos a lo largo de los años.

Para un futuro aprovechamiento y extracción de la madera se deberá tener en cuenta el estudio los parámetros dasométricos de crecimiento y productividad más la calidad de la madera, esto es de vital importancia ya que al obtener y recopilar esta información se podrá ayudar a los administradores del Parque y propietarios para que puedan ejecutar un aprovechamiento a futuro de *C. odorata* en toda la zona agropecuaria de las Islas Galápagos.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Evaluar la dasometría de *Cedrela odorata* L. en diferentes modelos de plantación forestal en el recinto El Carmen parroquia Santa Rosa cantón Santa Cruz, Galápagos.

### **ESPECÍFICOS**

- Estimar el crecimiento y la productividad de los árboles de *Cedrela odorata* L. en los diferentes modelos de plantación en estudio.
- Valorar la calidad de madera en pie, de la especie en estudio
- Elaborar una propuesta de manejo forestal para cada modelo de plantación.

## **HIPÓTESIS**

### **HIPÓTESIS NULA**

La productividad de *Cedrela odorata* L. es similar en los diferentes modelos de plantación forestal del recinto El Carmen.

### **HIPÓTESIS ALTERNANTE**

La productividad de *Cedrela odorata* L. es variable en los diferentes modelos de plantación forestal del recinto El Carmen.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. *Cedrela odorata* L

*Cedrela odorata* Linnaeus es un cedro rojo español siendo una especie de madera tropical con una distribución natural desde el sur de México hasta el norte de Argentina. Su madera dura y aromática es muy apreciada en todo el mundo, siendo ampliamente utilizada por las industrias del mueble fino y la construcción. La demanda de este recurso forestal, que alcanza precios elevados en el mercado mundial, es superada solo por la caoba. Esta demanda y la sobre extracción incontrolada de las poblaciones naturales durante los últimos 200 años ha llevado a que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) determine el alto riesgo de extinción en el medio silvestre en el futuro a mediano plazo. Además, la tala selectiva de individuos con propiedades de élite puede haber resultado en la pérdida de algunas de las características genéticas deseables en la población natural, posiblemente también explicando por qué la mayoría de los materiales disponibles para la restauración o plantaciones comerciales son altamente susceptibles al ataque de plagas. La gran susceptibilidad de los materiales disponibles al barrenador de Meliaceae *Hypsipyla grandella* Zeller ha frustrado prácticamente todos los esfuerzos para establecer plantaciones comerciales a gran escala (Rivas, 2018, p.14).



**Figura 1-1.** Cedro rojo

**Fuente:** (Murillo et al., 2017: pp.15-31).

Sin embargo, se han investigado mecanismos naturales de resistencia y sugirieron la existencia de *C. odorata* individuos con un grado de tolerancia contra *H. grandella* attack, planteando la posibilidad de que individuos tolerantes puedan ser clonados. El mejoramiento genético de especies forestales utilizando enfoques tradicionales es un proceso muy lento debido a su larga vida útil, el tamaño de los árboles, semillas recalcitrantes, diversidad genética e incompatibilidad

sexual. La forestería clonal ha demostrado ser la mejor opción para lograr ganancias genéticas en un corto período de tiempo (Villafuerte, 2017, p.34). En las especies maderables, la embriogénesis somática ofrece ventajas únicas, como tasas más altas de producción de propágulos por evento de inducción único, criopreservación de callos embriogénicos, rejuvenecimiento, la capacidad de producir semillas artificiales y, notablemente, una baja tasa de producción de plantas quiméricas derivadas de experimentos de transformación genética (Tualombo, 2019, pp.23-24).

## **1.2. Modelos de plantaciones**

El rendimiento de los bosques plantados depende en gran medida de la capacidad de producción de la tierra forestal seleccionada, la preparación de la tierra forestal y el manejo de la tierra forestal. En algunos bosques, los árboles crecerán rápidamente y crecerán en grandes cantidades en un corto período de tiempo. Y en otros países, la tasa de crecimiento será lenta o pobre. La capacidad de producción de una especie en particular en un lugar determinado se denomina calidad de sitio, que se define por el complejo de factores biológicos y no biológicos, y el resultado de la interacción entre factores ambientales y factores biológicos. Vegetación existente, también incluida en la gestión forestal aplicada (Murillo et al., 2017: pp.15-37).

Esta es una especie que requiere luz solar y debe plantarse en hileras en el espacio abierto o en una plantación. Crece mejor cuando se mezcla con otras especies de árboles o cultivos perennes, lo que también reduce el riesgo de infestación por barrenadores. El espacio recomendado varía según la ubicación y los cultivos relacionados. En las plantaciones enriquecidas, las hileras están separadas por 10m, con 5m entre los árboles (Villafuerte, 2017, p.34).

En combinaciones o plantaciones agroforestales: En el caso de plantaciones mixtas, se han probado las asociaciones entre diferentes especies y familias, encontrándose que algunas plantaciones están asociadas con pardas (esporas) como única especie. Hay otras especies con menor valor comercial grande (Rivas, 2018, p.12).

La calidad del sitio está representada por el índice de crecimiento en el mismo, el cual es una expresión cuantitativa de la calidad en el lugar. El índice se define como la altura principal que puede alcanzar el bosque en base a una edad de referencia. Sobre la base de la relación de datos dominante altura-edad, el método más comúnmente utilizado expresa indirectamente la calidad de los sitios en grupos contemporáneos. Bajo este contexto en esta especie, se han desarrollado índices en sitios de diferentes países, que se han reflejado en una tabla de producción generalizada, entre los cuales, trabajadores forestales de América Latina y el Caribe han establecido una conexión básica, que ayuda a simular la decisión de forestación (edad e intensidad apropiadas, la

elección de transferencia, entre otras) aunque el cedro crece en diferentes entornos, las exigencias del suelo pueden ser muy diferentes en cada localidad (Sarzoza, 2017, p.34).

La fertilidad del suelo también puede ser importante porque se ha descubierto que crece mejor en suelos ricos en residuos de combustión de bosques. Cada sitio tiene un potencial productivo diferente, según el clima y el suelo; en resumen, en el ambiente estudiado, la plantación de cedro muestra un crecimiento acorde a la calidad del bosque, lo que propicia la construcción de la curva índice de bosque. Al elegir una plantación de citronela (*Cedrela odorata* L), se intenta obtener una muestra representativa de la edad, densidad y calidad del sitio. Para ello, se analiza la red de parcelas permanentes, que crecen en suelos arcillosos, arcillosos y francos arcillosos arenosos (Rivas, 2018, pp.23-25).

### **1.3. Descripción botánica**

Según lo explicado por (Systema Naturae, 2015, p.24), la descripción botánica se detalla a continuación.

- **Forma**

Árbol caducifolio, de 20 a 35 m (hasta 45 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.7 m. Se han encontrado individuos de más 60 m de altura.

- **Copa**

Copa grande, redondeada, robusta y extendida o copa achatada.

- **Hojas**

Alternas, paripinnadas o imparipinnadas, de 15 a 50 cm, incluyendo el pecíolo, compuestas por 10 a 22 folíolos opuestos o alternos; de 4,5 a 14 cm de largo por 2 a 4,5cm de ancho, lanceolados u oblongos.

- **Tronco**

Tronco recto, robusto, formando a veces pequeños contrafuertes poco prominentes (1 m de alto).

- **Ramas**

Ascendentes o arqueadas y gruesas.

- **Corteza Externa**

Ampliamente fisurada con las costillas escamosas, pardo grisáceo a moreno.



- **Corteza Interna**

Rosada cambiando a pardo amarillenta, fibrosa y amarga. Grosor total 20 mm.

- **Flor**

En panículas terminales largas y sueltas, de 15 a 30 cm de largo; muchas flores angostas aparentemente tubulares, pero con 5 pétalos, suavemente perfumadas, actino mórficas; cáliz en forma de copa, corola crema verdosa.

- **Fruto**

En infrutescencias hasta de 30 cm de largo, péndulas. Cápsulas leñosas dehiscentes (parecidas a nueces), de 2.5 a 5 cm de largo, 4 a 5 ovaladas, elipsoides a oblongas, pardo verdosas a morenas, con un fuerte olor a ajo y produciendo un exudado blanquecino y acuoso cuando están inmaduras. El Fruto contiene alrededor de 20 a 40 semillas y permanece adherido al árbol por algún tiempo.

- **Semilla**

Semillas aladas de 2 a 3 cm de largo, incluyendo el ala, morenas, adheridas al eje y sexualidad monoica.

- **Hábitat**

Laderas y planicies costeras. Prospera igualmente en suelos de origen volcánico o calizo, siempre que tengan buen drenaje y que sean porosos en toda su profundidad. Parece preferir tierras calcáreas. Clima húmedo, rango de precipitación entre 2,500 y 4,000 mm anuales; cultivada aún con 5,000 mm de lluvia. La temperatura media es de 25 °C, pero tolera una máxima de 35 °C. En zonas con precipitaciones notablemente menores a 2,500 mm no desarrollan tan bien y presenta fustes cortos y frecuentemente torcidos. Desarrolla bien en litosoles y rendzinas. Suelos: calcáreo, arcilloso, profundo, arenoso, negro-pedregoso, negro-arenoso, rojo-arcilloso, café-calizo.

- **Distribución natural**

Se ha encontrado desde el norte de México hasta Bolivia y el norte de Argentina, así como en islas del Caribe. Debido a su amplia distribución en América tropical, es parte de la flora nativa de la mayoría de los países latinoamericanos excepto Chile. La especie ha sido introducida en diversas regiones de África (Nigeria, Tanzania, Ghana, Sierra Leona), en el sur de Florida y en las islas Fiji. También ha tenido éxito en Trinidad como sombra de café y de cacao (INAB, 2017, p.12).

En Ecuador la especie se distribuye en las Regiones de la Costa Centro e Insular y Regiones Costa Norte y Amazonía en alturas entre 214 a 825 msnm, incluyéndose las islas galápagos (Llerena et al., 2017: p.13).

#### **1.4. Descripción Démonológica**

La *Cedrela odorata* es conocida por nombres populares como cedro-rosa, cedro-amargoso, cedro-cheiroso, cedro-femea, cedro-mogno y cedro-vermelho. Los árboles alcanzan hasta 25-35 m de altura, con un tronco recto, de 90-150 cm de diámetro, en regiones tropicales donde la precipitación alcanza de 2500 a 4000 mm / año, y tienen menor crecimiento en áreas más secas. Los tallos jóvenes desprenden un olor característico cuando se rompen, tiene hojas compuestas, paripinadas, con folíolos opuestos (10 a 16 folíolos), hojas sésiles de 8 a 15 cm de largo e inflorescencias terminales, colgantes, de 20 a 40 cm de largo. La cápsula del fruto de 2–3,5 cm de largo es la principal característica diferencial de esta especie de *Cedrela fissilis* que tiene un fruto más grande con 4,5–8,5 cm. Florece durante los meses de diciembre a febrero y los frutos maduran a partir de mayo, cuando la planta está sin hojas. El déficit hídrico provoca la latencia cambial, lo que hace que el incremento en la circunferencia del árbol sea mínimo o ausente, formando los límites de los anillos de crecimiento, los cuales son caducifolios, heliófitos o capaces de crecer bajo luz difusa, y se encuentran en bosques de sucesión secundaria, generalmente en bordes o en claros. La densidad de la madera es de 0,66 g/cm<sup>3</sup>, es blanda y fácil de cortar, y se utiliza para laminados, muebles, contrachapados, entre otras, por tanto, ha sido explotada, reduciendo las reservas naturales (Lisi et al., 2020: p.42).

#### **1.5. *Cedrela odorata* Linnaeus en Galápagos**

En las Islas Galápagos, se denota la existencia de especies invasoras las cuales son hoy en día uno de los principales problemas para la biota nativa, y algunos de los bosques únicos de las islas habitadas de este archipiélago están dominados actualmente por plantas invasoras. Un ejemplo de árbol altamente invasivo, que tiende a dominar el dosel de las áreas infestadas es *Cedrela*. Debido al crecimiento poblacional relativamente rápido observado en las últimas décadas en las Galápagos, los efectos de *Cedrela* sobre la flora nativa e invasora están bajo un estudio riguroso mediante investigaciones experimentales paralelas. Una condición particularmente interesante observada como resultado de tales estudios es el hecho de que esta especie de árbol arroja hojas en mayor proporción que los árboles nativos que dominan otras áreas. Las hojas y raíces de *Cedrela*, que junto con todo el árbol presentan un olor muy acre que caracteriza a la especie, no solo están agregando excesivamente biomasa en el sitio sino que también están en contacto directo (junto con compuestos potenciales) con otras semillas y plántulas nativas y no nativas presentes

en las áreas inmediatas, a pesar del hecho de que este árbol ahora cubre sistemas previamente dominados por nativos y virtualmente mono-domina los rodales forestales en Galápagos ningún estudio ha probado directamente si *Cedrela* presenta características alelopáticas que podrían explicar esta invasión de gran éxito (Domínguez, 2016, p.36).

La *Cedrela Odorata* es un árbol tolerante a la sombra que se introdujo en Santa Cruz a fines de la década de 1940 por su valor maderable. Hoy, este árbol está registrado en las cuatro islas habitadas de Galápagos: Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana. La población más grande de *Cedrela* se registra actualmente en Santa Cruz, donde prácticamente domina un área de 1000 hectáreas que se extienden hacia la parte suroeste de esta isla, dentro de la “zona de amortiguamiento” y las tierras agrícolas. Se supone que el sitio estaba previamente compuesto por especies de las tierras bajas y altas, entre las cuales el árbol endémico *Scalesia* dominaba el dosel nativo. *Scalesia* es uno de los pocos árboles endémicos reportados para la isla y ha estado creciendo sin mucha competencia durante muchos siglos hasta hace algunas décadas, cuando proliferó el número de árboles no nativos e invasores en las tierras altas de Santa Cruz (Darwin Foundation, 2010, p.11).

Hoy en día, la población de *Scalesia* para esta isla se reduce a solo el 1% de su extensión original, y su extirpación local se ha atribuido a especies invasoras como *Cedrela* y el desmonte de tierras. *Cedrela* es una de las especies invasoras con las que *Scalesia* tiene que competir, y este árbol invasor ha tenido un gran éxito en la colonización de áreas anteriormente ocupadas por la endémica *Scalesia*, pero los mecanismos que explican tal reemplazo aún no están claros. Galápagos, *Cedrela* puede crecer hasta 30 m de altura y producir un promedio de 40-50 semillas aladas dispersadas por el viento por fruto. Cuando este árbol no nativo fructifica durante la temporada de lluvias (diciembre a marzo), generalmente arroja sus hojas antes de que comience el proceso, aunque algunos individuos también pierden sus hojas en otras temporadas efecto alelopático de *Cedrela* en Galápagos (Rivas, 2018, pp.45-47).

### **1.6. Importancia económica de *Cedrela odorata* L**

Su importancia económica recae al ser una especie maderable que cuenta con una demanda amplia después del cedro y la caoba, ya que su madera cuenta con características excelentes llegando a obtener un valor hasta cinco veces más que el valor de la madera de las coníferas gracias a sus características, la cual es usada para tener madera aserrada y chapa para madera terciada, además que otros usos de esta madera es la realización de muebles finos, productos aromatizantes, instrumentos musicales y medicinas en infusiones para distintos padecimientos a partir de las hojas, semilla, raíz, tallo y exudado (Romo et al., 2017: pp.111-120).

Por otro lado, la madera y los frutos tienen una importancia artesanal debido a que a partir de estos se puede realizar artículos esculturales y torneados. El fruto seco es considerado como un artículo de potencia artesanal de acuerdo de la creatividad de la persona que lo trabaje, llegando a obtener cortinas, arreglos florales, instrumentos musicales y varios otros artículos (Segura, 2015, p.4).

### **1.7. Parámetros genéticos en las plantaciones**

El cedro rojo pertenece a especie meliáceas, el cual posee un alto y variable número de cromosomas, es así que algunos miembros esta especie poseen un número diploide más de dos veces mayor. Se identificaron dos citotipos para el *Cedrela odorata*:  $2n=50$  y  $56$ , y siendo la que menor número cromosómico se ubica en América central y mientras que las de mayor número en México y Sudamérica destacando que el factor geográfico influye y estimaron una longitud cromosómica de  $2,0$  a  $5,0\mu\text{m}$  y un  $60\mu\text{m}$  para el tamaño total de la cromatina (Gálvez et al., 2020: p.56).

Se desconoce la secuencia del genoma nuclear del cedro rojo, la única meliácea caracterizada es *Azadirachta indica* A. cuyo tamaño es de  $364\text{ Mpb}$  con poco más de  $20000$  genes, por lo que se esperaría que el tamaño del genoma de Cedro rojo sea alrededor de  $500\text{Mpb}$  (Krishnan et al, 2026: p.8).

Por otra parte, al describir el plastoma (genoma del cloroplasto) del cedro rojo por medio de la plataforma de secuencia *Illimina*, la lista de genes anotadas es aquellas de funciones putativas identificadas, las cuales muestran un total de  $112$  genes diferentes de los cuales  $78$  codifican para proteínas,  $30$  para ARNt y  $4$  para ARNr (Gálvez et al., 2020: p.56).

### **1.8. Plantación**

*Cedrela odorata* L al ser una especie que demanda luz y que debe plantarse en lugares abiertos o en brechas de enriquecimiento donde se tiende a realizar la mezcla de otras especies de árboles, reduciendo el ataque del barrenador. Se usan brechas separadas  $10\text{ m}$  y se dejan  $5\text{ m}$  entre árboles (Novelo, 2009, pp. 3-23).

### **1.9. Evaluación de plantaciones forestales**

Se define como el resultado de la plantación de árboles forestales, el objetivo es comercializar madera, mediante planificación y manejo silvícola, obteniendo un rendimiento sostenible (Vinueza, 2015: pp. 28-30).

## **1.10. Tipos de muestreo**

La configuración de la parcela viene definida por el tamaño y la forma y determina las variables que se van a medir en cada ubicación de la parcela de muestra. Entre las configuraciones para tener en consideración se incluye las parcelas de área variable, las parcelas de área fija, si existe subdivisiones de parcelas y las parcelas agrupadas (McRoberts et al., 2016: pp. 2-10).

El muestreo consiste en establecer parcela de dimensiones y formas fija en las plantaciones a estudiar, entre las diferentes formas que se pueden usar son rectangulares, cuadradas y circulares. Esto debido a que en primer lugar se debe definir la forma de utilizar en el muestreo para definir los recursos a implementar FAO (2004: pp. 5-7).

### ***1.10.1 Formas de las parcelas de muestreo***

Este es el lugar físico donde se va a llevar el estudio y se van a definir las variables (McRoberts et al., 2016: pp. 2-10).

#### ***1.10.1.1. Parcelas cuadradas y rectangulares***

Estas se emplean en inventario de bosque natural, según su forma es entendible que sus dimensiones son delimitadas tanto a lo largo y ancho, el ancho de las fajas varía entre 5 y 20 metros, estas permiten delimitar las unidades con facilidad, además que captan una alta proporción de la variabilidad del bosque.

#### ***1.10.1.2. Parcelas circulares***

Estas parcelas son las más usadas en las plantaciones, ya que son fáciles de delimitar, ya que solo requieren fijar un punto y saber cuántos árboles se ubican dentro del círculo. Se usa en inventarios en bosques naturales latifoliados, es recomendable establecer parcelas angostas y largas para cubrir la mayor cantidad de terreno.

### ***1.10.2. Distribución de la muestra***

Para lograr obtener resultados fidedignos se debe tener una distribución de la muestra. Siendo así, una muestra pequeña bien distribuida es mucho más eficiente a diferencia de muestras grandes, pero mal distribuidas. Las unidades que van a formar parte del muestreo pueden ser selectivas, aleatorias o sistemáticas. Para llegar a establecer qué tipo de muestreo es el adecuado se debe

tener en consideración las desventajas y ventajas de cada una de ellas, teniendo en mentalidad que se debe recolectar información de manera precisa y de menor costo.

#### *1.10.2.1. Muestreo selectivo*

En los inventarios forestales la selectividad del muestreo es poco frecuente, pero puede llegar a darse cuando el bosque tenga una forma irregular, haciendo que se deba tener en cuenta las unidades de muestreo que mediante criterios presionales son los que representan a la población.

El muestreo selectivo es subjetivo, cuando se trata de conocer rápidamente la población, el grado de variación y su posición es recomendado, aunque puede llegar a dar información sesgada.

#### *1.10.2.2. Muestreo aleatorio*

Cada uno de los elementos tiene igual probabilidad de presentarse o que cada muestra tiene igual probabilidad de selección.

#### *1.10.2.3. Muestreo sistemático*

Los muestreos en forma sistemática ubican a las parcelas sobre hileras, a distancias fijas previamente definidas.

### **1.11. Variables dasométricas**

Estas variables tratan de determinar o estimar las dimensiones de variables de medida en individuos arbóreos, ya que es tratado como un ente numérico y como tal una unidad de cálculo.

#### *1.11.1. Área basal*

Se estima a partir del diámetro normal. El área basal del árbol se expresa en m<sup>2</sup> esta se llega a obtener mediante la fórmula del área de un círculo o de un corte trasversal del árbol (Reyes Reyes, 2011, p.12).

$$A = \pi * \frac{d^2}{4}$$

Donde:

A= Área del corte trasversal del árbol o área basal

d= Diámetro del corte circular del tronco

Una superficie determinada es la suma de las secciones transversales de los árboles, medida a partir del diámetro del tronco de dicho árbol a una altura de 1,3 m sobre el suelo. Llegando a expresarse como m<sup>2</sup>/ha.

### ***1.11.2. Altura dominante***

Es la altura de los pies más altos de la masa, el cálculo de la altura dominante se lleva a cabo mediante la siguiente ecuación (Reyes Reyes, 2011, p.12).

$$H_o = \frac{\sum_{\theta} ht_i \cdot n_i}{\sum n_i}$$

Donde:

$\theta$ : Conjunto de árboles equivalentes a los cien más altos por hectárea dependiendo de la superficie de la parcela

$ht_i$ : Altura total del árbol -i-ésimo, considerando solo  $\theta$

$n_i$ : Número de árboles con altura  $ht_i$ , considerando solo los 100 más altos por hectárea.

### ***1.11.3. Altura comercial***

Distancia en el tronco de un árbol, desde el suelo hasta la primera bifurcación o hasta el lugar en el tronco donde se efectuará un corte para eliminar la parte superior del árbol que quedará en el bosque (Reyes, 2011, p.12).

### ***1.11.4. Altura total***

Distancia vertical entre el nivel del suelo y la punta más alta del árbol. Cuando se trata de árboles plantados o establecidos en ladera se mide a partir del punto más elevado del terreno, aunque algunas veces este concepto se modifica, por ejemplo, si se toma el nivel medio del suelo INAB, (1999, p.34).

### ***1.11.5. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)***

Esta se mide en cm desde la base del árbol hasta 1,30 m. El instrumento para realizar este proceso es una cinta métrica graduada en unidades pi ( $\pi$ ) (Reyes, 2011, p.45).

Pero si los árboles presentan deformaciones a esta altura, entonces se mide el diámetro donde termina la deformación, Instituto Nacional de Bosques (INAB, 1999, p.35).

### 1.12. Factor de forma o coeficiente mórfico (F)

Está ligada a grandes grupos de árboles, de los cuales tienen un tronco principal recto y en otro cuyo tronco se ramifica y se pierde en direcciones. Pero existen factores que afectan la forma de los árboles, tal como las condiciones ambientales, la conducción de agua por el tronco, los elementos nutrientes, factores hereditarios y la mecánica que está sometido el tronco por el peso de la copa. (Estremadoyro, 2014, p.23).

Los factores de forma se determinan a partir de la siguiente fórmula

$$F = \frac{\text{Volumen del árbol}}{\text{Volúmen del cilindro}}$$

Es así como el coeficiente de forma se define como la relación numérica entre un diámetro menor del fuste o sección y un diámetro mayor, que normalmente es el diámetro a la altura de pecho, a continuación, se presentan algunos coeficientes mórficos (Tabla 1-1).

**Tabla 1-1:** Coeficientes mórficos

Schiffel (1899)	$K_s = \frac{d_{0,5}}{d}$
Jonson (1910)	$K_j = \frac{d_{0,5(h-1,3)}}{d}$
Girard (1939)	$K_G = \frac{d_{u\ 17,3}}{d}$
Gieruszinski (1959)	$K_{GIG} = \frac{(d_{0,5})^2}{d}$
Zimmerle (1950)	$K_Z = \frac{d_5}{d}$
Pollanschutz (1961)	$K_p = \frac{d_{0,3}}{d}$

Fuente: (Estremadoyro, 2014, p.23).

#### Donde:

$d_{0,5}$ : Diámetro en la mitad del fuste, cm

$d_{0,5(h-1,3)}$ : Diámetro a la mitad, entre 1,3m y la altura total del árbol, cm

$d_{u\ 17,3}$ : Diámetro sin corteza, a 17,3 pies (equivalente al final de una troza de 16 pies mas tocón, cm)

$d_5$ : Diámetro a cinco metros de la altura



$d_{0,3}$ : Diámetro a tres decimos de la altura desde el suelo, cm.

Según (Estremadoyro Troncoso, 2014, p.23),  $K$ = (coeficiente mórfico), se puede llegar a determinar el volumen de ese árbol midiendo el volumen de un cilindro de diámetro igual (con corteza), la altura del árbol y conociendo su factor de forma, pero sin embargo existe un problema es que el factor de forma de un árbol recién se conoce cuando se obtiene su volumen. Pero no fuera muy factible el obtener el volumen del árbol para obtener el factor de forma para posteriormente determinar el mismo volumen conocido, por lo que es necesario determinar un valor promedio del coeficiente aplicable a todos los árboles de interés. Es así que para la realización del cálculo se selecciona una muestra de interés (número de árboles) a los cuales a cada uno se les mide el volumen de un cilindro de diámetro igual, la altura y con esos datos se estima el factor de forma promedio, mismo que se aplica posteriormente a todos los árboles de interés. Y una vez conocido el factor de forma se aplica la siguiente ecuación.

$$V = G * H * F$$

**Donde:**

V: Volumen

H: Altura

F: Factor de forma

Además, se debe tener en consideración si el diámetro del cilindro de referencia se mide a la altura relativa, el factor de forma se denomina real o verdadero y en el caso de que se mida a la altura absoluta se denomina factor falso o artificial el cual no permite una representación directa de la forma geométrica del fuste debidos a que su referencia del diámetro contiene un elemento distorsionante.

### **1.13. Cálculo rendimiento de madera**

Según lo explicado por Larrea De los Santos Posadas y Hernández, (2018), el cálculo de rendimiento de la madera se obtiene a continuación:

#### **1.13.1. Volumen total**

Se considera la estructura de los datos, en un modelo lineal usualmente el de Schumacher, este modelo abarca las variables de diámetro y altura, de la siguiente manera

$$Vt = \alpha_0 x D^{\alpha_1} x H^{\alpha_2}$$

Donde:

$V_t =$  es el volumen total de fuste en  $m^3$

$D =$  es el diámetro normal o a la altura del pecho (DAP) en cm

$H =$  es la altura en m

### 1.13.2. Volumen comercial

Los volúmenes comerciales asociado a la cantidad de madera en la especie se puede calcular en base a modelos matemáticos ajustados, que evidenciaran el volumen total y comercial).

$$V_t = V_c \times \left[ 1 - \beta_0 \times \frac{d^{\beta_1}}{D^{\beta_2}} \right]$$

$$V_c = V_t - \beta_0 \times d^2 \times (H - h)$$

$$V_c = V_t - \beta_0 \times \left[ \frac{d^{\beta_1}}{D^{\beta_1-2}} \right] \times (H - 1,3)$$

Donde:

$V_c =$  es el volumen comercial en  $m^3$

$d =$  es el diámetro en cm depunta comercial a la altura que  $h$

$h =$  altura comercial en m a partir del tocón

$\beta_0, \beta_1, \beta_2 =$  parámetros a estimar para la punta no comercial

### 1.13.3. Rendimiento volumétrico

Se determina el volumen por hectárea, además del rendimiento total de la superficie plantada en el predio aplicando la siguiente ecuación

$$V_t = AB * H_t * ff$$

Donde:

$V_t$ : Volumen total de madera, ( $m^3$ )

$AB$ : Área basal, ( $m^2$ )

$H_t$ : Altura total, (m)

$ff$ : Factor de forma del cedro (0,7)

#### ***1.13.4. Instrumentos para obtener las variables dasométricas***

Existe varios instrumentos con los cuales se puede llegar a medir el tronco de los árboles, de manera directa o indirecta a continuación se presenta los más conocidos en trabajos dasométricos.

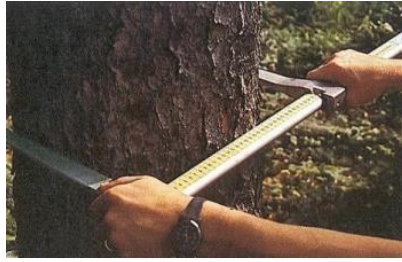
- **Cinta métrica:** Se puede usar cualquier cinta graduada, pero es recomendable usar en medidas divididas en centímetros (Figura 2-1).
- **Cinta diamétrica:** Es un instrumento usado para medir diámetros grandes, ya que se encuentra construido con un tejido reforzado, sus medidas están graduadas en intervalos  $\pi$ , generalmente tienen una longitud de 5m o 10m. Se la llama diamétrica ya que en una de sus caras lleva la escala normal (métrica) que permite el diámetro del perímetro y en la otra la graduación correspondiente a la lectura directa del diámetro (Imaña, 2011, p.45).



**Figura 2-1.** Cinta diamétrica

**Fuente:** (Imaña, 2011, p.1).

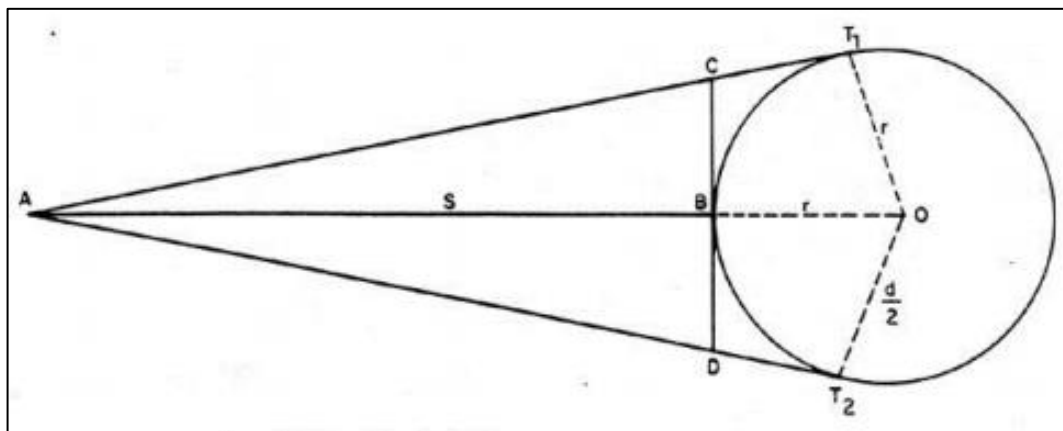
- **Forcípula:** También denominada de compas o calibre forestal es el más usado en inventarios forestales. Generalmente está construido de un metal leve o de madera, consta de una regla graduada y de dos brazos paralelos entre sí y perpendiculares a la regla. Un brazo es móvil deslizable y el otro fijo. El tamaño debe ser inferior a 120 cm por lo cual debe ser de fácil uso y manipulación. La lectura de la medida es directa (Figura 3-1).



**Figura 3-1.** Forcípula

**Fuente:** (Imaña Encinas, 2011, p.23).

- Regla de biltmore:** Usualmente está construido de metal leve o madera, tiene una longitud aproximada de 70cm que permite que la lectura de la medida sea directa, la cual se le apoya en el árbol en una distancia constante pre establecida (brazo extendido). La graduación de la regla (CD= Intervalo del cero hasta un cilindro de diámetro patrón) que correspondiera a la lectura directa de los diámetros, Aquí también interviene la distancia constante (S= longitud del brazo o distancia fija del ojo del observador con respecto al árbol) y el diámetro real o de construcción. La regla de Biltmore ofrece medidas menos exactas que los instrumentos anteriormente mencionados por lo que se usa en trabajos rápidos que no necesitan mucha precisión, da continuación se muestra cómo funciona (Figura 4-1).



**Figura 4-1.** Regla de biltmore

**Fuente:** (Imaña, 2011, p.2)

## 1.14. Características morfológicas

### 1.14.1. Forma de la copa del árbol

Se la realiza mediante la observación directa, ya que se observa e y se compara la forma de la copa formada, un claro ejemplo de esto son los árboles ornamentales como se puede ver en la (Figura 5-1) (Sarzos, 2017, p.29).



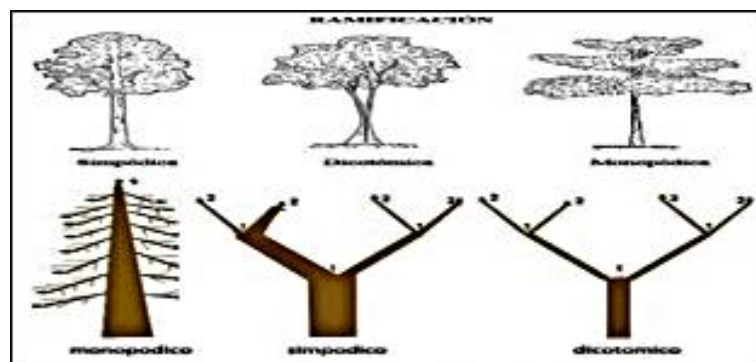
**Figura 5-1.** Forma de la copa

Fuente: (Sarzos, 2017, p.3).

Como se muestra en la (Figura 5-1), se tiene tres tipos de copas donde: 1. Globosa; 2. Aparasolada; 3. Estratificada

### 1.14.2. Tipo de ramificaciones

Se realiza mediante la observación directa y se compara con la tabla gráfica de la ramificación como se puede ver a continuación como ejemplo los árboles ornamentales



**Figura 6-1.** Forma de las ramificaciones

Fuente: (Sarzos, 2017, p.12).

En la (Figura 6-1) se observa la forma de las ramificaciones donde se tiene:

1. Simpódica
- 1.1. Monocasio

- 1.2. Dicasio
2. Dicotomica
3. Monosimpodica

Se debe empezar mencionando que es un árbol que puede llegar a tener una altura de 40m y en ocasiones más y cuenta con un diámetro de hasta 2,5 m. La copa del árbol es ancha y redonda, y sus ramificaciones gruesas con lenticelas redondas en ramas jóvenes. A continuación, se puede ver la copa del cedro (Figura 7-1).

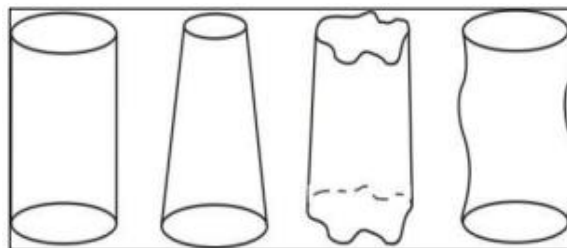


**Figura 7-1.** Copa de cedro

Fuente: (Sarzoza, 2017, p.11).

### ***1.14.3. Tipo de fuste***

Se aplica la observación directa y se compara al tipo de tronco que corresponde según la (Figura 8-1).



**Figura 8-1.** Tipo de tronco

Fuente: (Sarzoza, 2017, p.12).

En la Figura 8-1 se puede observar el tipo de tronco donde se tiene: 1. Recto; 2. Cónico; 3. Acanalado; 4. Torcido.

La corteza se distingue por observación directa y comparación con los tipos de corteza que se muestra en la (Figura 9-1).



**Figura 9-1.** Fuste de cedro

**Fuente:** (Sarzoza, 2017, p.11).

## **1.15. Manejo silvicultural**

### ***1.15.1. Manejo***

Es necesario realizar limpiezas con regulación durante los primeros dos años. En las etapas iniciales de desarrollo se genera la mayor incidencia del barrenador. En lugares favorables es posible que el ataque del barrenador cese después de 3-4 años. Después de superar esta etapa el cedro tiende a crecer muy rápido, es decir, crece 2,4 cm o más en diámetros y 2 m de altura al año (INAB, 2017, p.22).

### ***1.15.2. Poda***

En caso de que se produzca un ataque provocado por *H. grandella* se recomienda que se realice una poda de la parte que cuente con el daño. Una vez que se produzca los nuevos rebrotes se selecciona el mejor y los restantes se eliminan mediante el uso de tijeras podadoras. Esto se realiza con finalidad de evitar la formación de bifurcaciones en la parte baja del árbol que suele ser la parte más valiosa como madera. El procedimiento de poda se repite las ocasiones que sean necesarias hasta lograr una buena sección de fuste recto o que el ataque se diluya en ocasiones secundarias, ya que si se produce en estas no repercute su efecto (Palomeque, 2011, p.16).

### ***1.15.3. Raleo***

Generalmente se realiza la plantación a espacios amplios, no se necesita un intenso régimen de raleos. Solo se genera la eliminación de árboles cuando se encuentran de mala forma, dejando así una densidad final de 100-200 árboles/ha al final del turno de corta. Para el raleo se debe tener en consideración que se debe asegurar que las copas de los árboles restantes queden a plena luz (Palomeque, 2011, p.16).

### **1.16. Calidad de Plantaciones**

En forestación el concepto de calidad es un término que no ha cambiado a lo largo de tiempo y aún no se ha incorporado a la práctica actual de manejo de este recurso por lo que define el control de calidad en el caso de bosque plantado. Para fines como el proceso de evaluación del volumen forestal para determinar si cumple con las metas de producción para las que ha sido establecido Murillo (1991: pp. 19-30).



## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Caracterización del lugar

##### 2.1.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en la Provincia de las Galápagos, Cantón Santa Cruz, Parroquia Santa Rosa, Recinto El Carmen.

El recinto “El Carmen” es un centro poblado rural del poblado de Santa Rosa, cantón e Isla Santa Cruz. El recinto se encuentra ubicado en la zona centro sur de la isla, constituyó una zona de los 27,31 Km<sup>2</sup> de extensión de su cabecera cantonal Santa Rosa que se limita al norte por Bahía Borrero, canal de Itabaca y Canal del norte; al sur por Puerto Ayora; al este por Bellavista y cascajo; al oeste por Edén y Guy Fawkes. Santa Rosa contó con 394 habitantes hasta el 2011 (GAD Municipal San Cristóbal, 2014, p.23).

##### 2.1.2. Ubicación geográfica

PRO-SAM: WGS-84

Latitud: 9927625.400 m

Longitud: 791910.237 m

Altitud: 250 a 450 msnm

##### 2.1.3. Condiciones climáticas

Según (INAMHI Galápagos, 2020) las condiciones climáticas son las siguientes:

**Precipitación:** 500 – 1000 mm/año

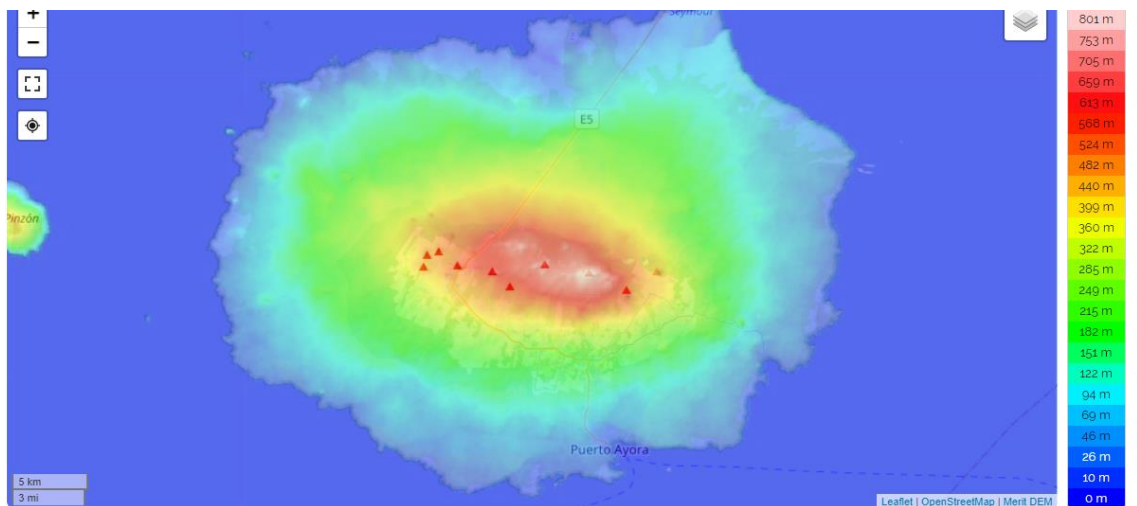
**Temperatura:** 16 - 17°C

### 2.1.4 Zona de vida

La isla forma parte del Parque Nacional Galápagos y constituye la quinta zona de vida que refleja un patrón de diversidad. El área de estudio Corresponde a una zona de conservación de flora y fauna ya que constituye uno de los puntos verdes de la isla por su microclima temperado- lluvioso. Alberga ecosistema ecosistemas herbazales y bosques primarios, zonas de transición y zona de miconia en donde predominan las especies endémicas como: *Pisonia Floribunda* (pega pega), *Uncaria tomentosa* (uña de gato), *Psidium Galapageium* (Guayabillo) y *Cedrela Odorata* (Cedro) especie de interés en este estudio. A pesar de mantenerse en una zona de alta conservación también se ha visto afectada por el turismo y actividades antropogénicas como la agricultura para la mantención de la población (Danualt, 2002, p.484).

### 2.1.5 Características topográficas

La cabecera cantonal Santa Rosa se encuentra dentro de los 250 a 450 msnm, se compone de terrenos rocosos sin sistemas montañosos ni valles marcados, solamente una cavidad llamada “Los gemelos” y una prominencia de origen volcánica en el sector centro de la isla que alcanza los 753 msnm (Figura 1-2) (GAD Municipal San Cristóbal, 2014, p.23).



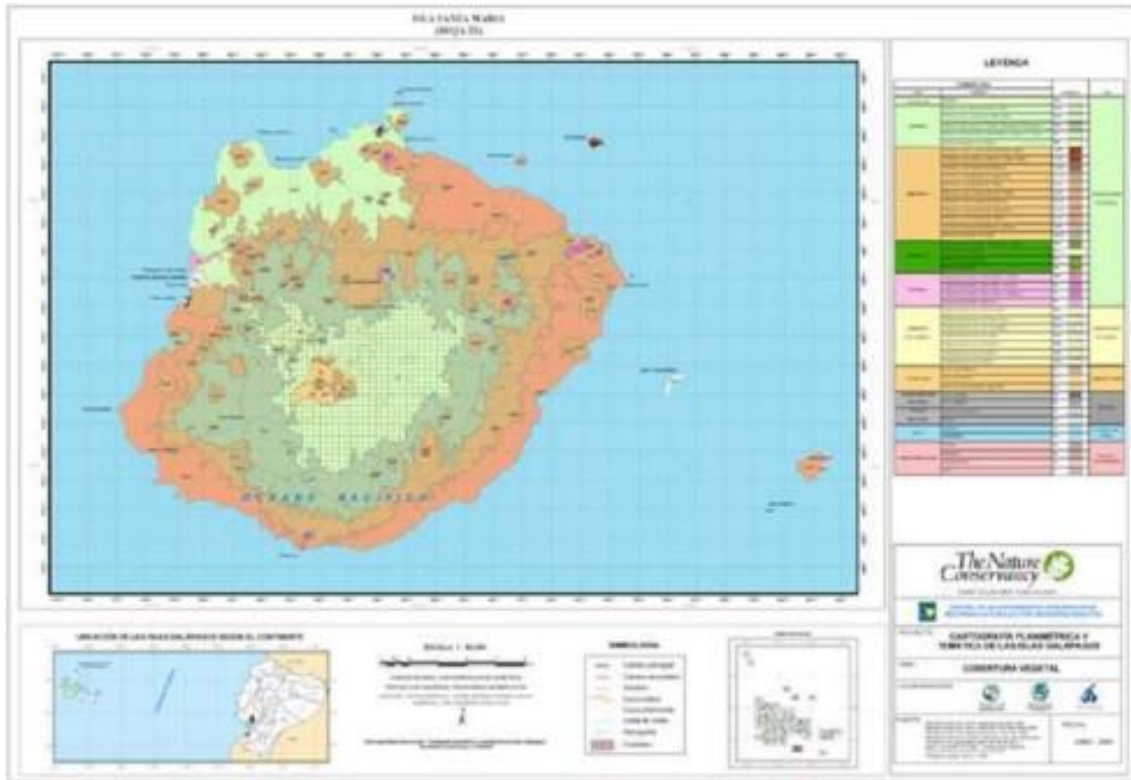
**Figura 1-2.** Mapa topográfico de la Isla Santa Cruz

**Fuente:** (GAD Municipal San Cristóbal, 2014, p.23).

### 2.1.6 Características y uso del suelo

El suelo de la Isla Santa Cruz y por ende del recinto El Carmen al ser del mismo origen volcánico con restos de materiales piroclásticos, haciendo un suelo rico en minerales que ha propiciado el crecimiento de vegetación natural que constituye el 16,50% de la Isla San Cristóbal. Sin embargo,

por los asentamientos humanos han modificado el uso del suelo, ahora el 2,47% de territorio es dominada por vegetación invasora (mora, quinita y guayaba) y 1,47% dedicado a la actividad agropecuaria (Figura 2-2) (Fundación Charles Darwin, 2020, párr.1).



**Figura 2-2.** Mapa de las características y uso del suelo de la Isla Santa Cruz

Fuente: (Fundación Charles Darwin, 2020, párr.1).

## 2.2. Materiales y equipos

### 2.2.1. *Materiales de campo*

Lápiz, libreta de campo, cinta diamétrica, clinómetro de Suunto, croquis, cinta, spray de pintura.

### 2.2.2. *Equipos y Software*

Computadora, impresora, cámara fotográfica, GPS portátil Garmin Etrex 22X, Programa (ArcMap 10.5), (InfoStat), Excel.

### **2.3. Metodología**

Para el presente estudio se realizó una evaluación previa con el fin de levantar datos que ayuden a conocer el estado actual del sitio de estudio mediante levantamientos planimétricos y se determinó el crecimiento y productividad de las plantaciones de *Cedrela odorata*.

#### ***2.3.1. Estimación de crecimiento y productividad***

Previo a iniciar los trabajos de evaluación, se hizo una recopilación de información del área de estudio y el número de plantaciones, datos encontrados en los archivos del Ministerio de Agricultura de Santa Cruz.

#### ***2.3.2. Levantamiento planimétrico***

Con ayuda del Mapa de uso de suelo del Cantón Santa Cruz, se identificaron 7 plantaciones con coordenadas geográficas UTM (latitud y longitud) de todo el perímetro de la plantación, posteriormente, utilizando el programa ArcMap 10.5, se procesaron los datos y se calculó la superficie de área plantada y se definió el número de parcelas e intensidad de muestreo para cada plantación.

#### ***2.3.3. Sistema de muestreo***

El inventario forestal fue hecho mediante muestreo sistemático utilizando la metodología propuesta por el Ministerio de Agricultura (MAG, 2016, pp.1-52). que permite evaluar la sobrevivencia de plantaciones.

Los tipos de inventario se aplicó en base al muestreo sistemático por lotes y censo forestal en el primero con asignación del tamaño de la muestra proporcional a la superficie, para superficies mayores a 1,0 hectáreas mientras que el censo se realizó con el conteo total de individuos (árboles) vivos y muertos, para superficies iguales o menores a 1,0 hectárea (Tabla 1-2).

**Tabla 1-2:** Intensidad de muestreo según el tamaño de plantación en *Cedrela odorata*.

Tamaño de plantación (ha)	Intensidad de muestreo (%)
≤ 1,0	Censo
1,01 a 5,0	5,00
5,01 a 10,0	4,00
10,01 a 20,0	3,50
20,01 a 50,0	2,00
50,01 a 100,0	1,00
100,01 - 200,0	0,75
> 200,0	0,50

Fuente: Ministerio de Agricultura (MAG, 2016, pp.1-52).

#### 2.3.4. Ubicación de las parcelas.

Se establecieron parcelas circulares como unidades de muestreo, el número de parcelas está relacionado con la intensidad de muestreo (%) y su tamaño se determinó en función de la superficie a muestrearse. Para ello se utilizó la (Tabla 2-2).

**Tabla 2-2:** Intensidad de muestreo según el tamaño de la plantación en *Cedrela odorata* L.

Tamaño plantación (ha)	Tamaño de la parcela (m2)	Radio de parcela (m)
≤10	250,00	8,92
>10	500,00	12,62

Fuente: Ministerio de Agricultura (MAG, 2016, pp.1-52).

- Se utilizaron las siguientes fórmulas para determinar el número de parcelas por cada plantación y el distanciamiento entre las mismas.

Número de parcelas

$$N = \frac{A * I}{Ap}$$

N: Número de parcelas

A: Área de plantación en (m2)

I: Intensidad de muestreo

Ap: Área de la parcela en (m2)

- Distanciamiento entre parcelas

$$d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}}$$

d: Distanciamiento entre parcelas

A: Área de la plantación en (m<sup>2</sup>)

n: Número de parcelas

Para llevar a cabo un adecuado manejo de las plantaciones ubicadas en el Recinto El Carmen, ubicado en el Cantón Santa Cruz perteneciente a la Provincia de las Galápagos, se levantó previamente características generales de las mismas, tales como se puede observar en la (Tabla 3-2).

**Tabla 3-2:** Datos de características generales de las plantaciones

<b>Plantaciones</b>	<b>Área Neta (ha)</b>	<b>Intensidad (%)</b>	<b>Número de Parcelas</b>	<b>Área de parcela (m<sup>2</sup>)</b>
Plantación A	1,12	5	2	250
Plantación B	2,56	5	5	250
Plantación C	2,86	5	6	250
Plantación D	31,4	2	13	500
Plantación E	Censo	Censo	Censo	Censo
Plantación F	Censo	Censo	Censo	Censo
Plantación G	Censo	Censo	Censo	Censo

**Fuente:** Levantamiento de información de campo.

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

Se tiene en consideración que la plantación “D” cuenta con la mayor área de plantación con un área neta de 31,4 ha y por ende un número mayor de parcelas. Finalmente, las plantaciones “B”, “A” y “E” cuentan con un área neta de 2,56 ha; 1,12 ha y menor de 1 ha respectivamente. Todos estos dichos valores se obtuvieron de los archivos del Ministerio de Agricultura de Santa Cruz.

#### *2.3.4.1. Toma de datos de las variables cuantitativas*

El DAP se lo midió desde la base del árbol a 1,30 m de altura, el valor se registró en metros. Se tomaron en cuenta todos los árboles dentro de cada parcela, por ser árboles que pueden proveernos de madera aserrable y con ayuda del clinómetro de Suunto, se estimó la altura comercial hasta donde el fuste puede ser aprovechado como madera para el aserrío.

#### *2.3.5. Evaluación de la calidad de madera en pie dentro de cada plantación*

La metodología aplicada para realizar esta investigación fue la establecida por Olman Murillo denominada, “Evaluación de Calidad y Valoración de Plantaciones Forestales”

Para tomar esta información, fue necesario elaborar un formulario en el cual se registró dos tipos de información: general y específico.

- La información general se registró los datos como, ubicación de la plantación, nombre del propietario de la plantación, edad de la plantación, tipo de plantación.
- La información específica comprende DAP y altura comercial, de los árboles, y se calificó con el valor de 1 y 2, según correspondía a cada variable cualitativa (completamente recta, ausencia de plagas, fuste aceptablemente recto, ramas gruesas, árbol muy inclinado y presencia de bifurcaciones).

#### *2.3.5.1. Toma de datos de variables cualitativas*

Estas se calificaron de acuerdo con la metodología de evaluación de calidad propuesta por (Murillo y Rojas, 2000, pp.65-75).

- **Rectitud del fuste**

Para medir esta variable, se observó desde la parte inferior del árbol haciendo un recorrido a su alrededor y fijándose si el fuste comercial va en forma perpendicular y uniforme hacia arriba o tiene algún defecto de curvatura. Para esto, se calificó de la siguiente manera.

Completamente recta “1”, aquel cuyo fuste es recto (parecía poste eléctrico).

Fuste aceptablemente recto “2”, el que presentaba torceduras o alabeos leves a lo largo del fuste.

Árbol muy inclinado “3”, aquel que presento torceduras tan severas, que no permitiría obtener ninguna pieza de madera a partir de un corte longitudinal de una sierra.

- **Estado fitosanitario**

A cada árbol se evaluó, si tenía ataque de plagas o deficiencia de nutrientes, los mismos que se reflejaban en su morfología, y se calificó de acuerdo con los siguientes parámetros.

Totalmente sano. – Aquel árbol sin evidencia de problemas fitosanitarios, con buena nutrición aparente. Calificación 1.

Enfermo. – Árboles que tenían problemas fitosanitarios en más del 50% del follaje y fuste principal. Calificación 2.

- **Ramas gruesas**

Este valor se estimó al observar en forma general el grosor de las ramas del árbol evaluado, se consideró rama gruesa cuando su diámetro superaba los 4cm. Se asignó la calificación 1, cuando se observa al menos una rama gruesa en la zona comercial del fuste y 2 no había ninguna rama gruesa a lo largo del fuste comercial.

- **Bifurcación**

Se observó la parte superior de cada árbol dentro de la parcela, y se calificó con los siguientes valores: Se anotó “1” cuando el árbol está bifurcado en algún punto del fuste principal y “2” cuando no hay bifurcación en la sección comercial.

- **Número de trozas**

De todos los árboles de cada parcela por plantación se hizo una estimación, del número de trozas comerciales (2,5m de longitud), existentes en cada uno de ellos.

### ***2.3.6. Tabulación de datos de las variables cuantitativas y cualitativas***

Los datos de las variables cuantitativas como DAP, altura comercial y altura total se tabularon para calcular, el área basal, volumen comercial, volumen total, número de árboles/parcela, número de árboles/ha. Además, se estimó la Calidad del Árbol Índice, para lo cual se utilizaron fórmulas de estadística descriptiva como, promedios, desviación estándar, coeficiente de variación, error estándar, error de muestreo, límite superior, límite inferior y error relativo. Estas fórmulas se detallan a continuación:

- **Cálculo del área basal**

Se calculó con la ecuación.

$$AB = \frac{Dap^2}{4\pi}$$

AB: Área basal

DAP: Diámetro a la altura del pecho, dato obtenido a 1,30m de la base del árbol



$\pi$ : Constante matemática

- **Cálculo del volumen comercial**

Se calculó con la ecuación.

$$Vc = Dap * Hc * ff$$

Vc: Volumen Comercial

DAP: Diámetro a la altura del pecho, dato obtenido a 1.30m de la base del árbol

Hc: Altura comercial

ff: Factor de forma

- **Cálculo de volumen total**

Se calculó con la ecuación.

$$Vt = Dap * Ht * ff$$

Vt: Volumen total

Dap: Diámetro a la altura del pecho, dato obtenido a 1.30m de la base del árbol

Ht: Altura total

ff: Factor de forma

- **Calidad de Árbol Índice**

Se calculó con la ecuación.

$$ICGEN = \frac{(N_1 * 1 + N_2 * 2 + N_3 * 3)}{N_1 + N_2 + N_3}$$

ICGEN: Índice de calidad General

N: Número de árboles por hectaria

N1: (N x trozas de calidad 1)/ Número de árboles por parcela

N2: (N x trozas de calidad 2)/ Número de árboles por parcela

N3: (N x trozas de calidad 3)/ Número de árboles por parcela

- **Cálculo del promedio**

Se calculó con la ecuación.

$$\underline{x} = \frac{\sum x}{n}$$

x: Promedio

$\sum$ : Sumatoria de valores

n: Número de valores

- **Cálculo de desviación estándar**

Esto sirvió para determinar y verificar, si la mayoría de los individuos de la población están próximos a la media o diseminados. Esta desviación estándar fue utilizada para las variables cuantitativas.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \underline{X})^2}{n - 1}}$$

S: Desviación estándar

$\underline{X}$ : La media aritmética

$(X - \underline{X})$ : = La desviación de una desviación individual de la media de todas las mediciones.

- **Cálculo del coeficiente de variación**

$$C = \frac{S}{\underline{X}}$$

C: Coeficiente de variación.

S: Desviación Estándar.

$\underline{X}$ : Media.

- **Error Estándar (Sx).**

Así como la desviación estándar mide el promedio de las desviaciones de las observaciones individuales con respecto a la media muestral, existe un índice para medir el desvío de las medias muestrales con respecto a la media poblacional, que se llama error estándar o error típico de la estimación y que se calcula con la fórmula:

$$Sx = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

S: Desviación estándar.

n: número de parcelas.

- **Error de Muestreo (EM)**

La media muestral obtenida de un intervalo por muestreo difiere de la verdadera media poblacional. La media poblacional será igual a la media muestral con un desvío o diferencia dado por el error típico, es decir:

$$EM = t * Sx$$

t: Valor de distribución de t de student al 5%

Sx: Error estándar

- **Error relativo**

Se estimó con la formula.

$$Er = \frac{(EM * 100)}{\underline{X}}$$

EM: Error de muestro

X: Promedio

## **2.4. Plan de manejo forestal sostenible**

Finalmente, al recaudar todos los resultados obtenidos se procedió a elaborar un plan de manejo forestal sostenible, el mismo que constará de los siguientes elementos:

### **2.4.1. Objetivo**

Manejar de forma técnica las plantaciones de cedro.

### **2.4.2. Actividades**

Se presentó de manera metódica los pasos necesarios para alcanzar el objetivo. En este caso se evaluará el mejor método según sus características ambientales y el estado físico de cada

plantación para desarrollar el método de manejo forestal. Además, es necesario fijar el plazo y la intensidad en la que se va a aplicar.

Se detalló de manera sistemática el procedimiento para aplicar el método seleccionado, con el fin de que los propietarios y entidades públicas puedan aplicarlo sin dificultad.

#### ***2.4.3. Planteamiento de recurso material y financiero***

En base a las premisas obtenidas en el estudio se realizó un sondeo financiero y la investigación de proformas para plantear el presupuesto que se empleó para poder aplicar el plan. La información se obtuvo mediante consulta a informantes o a través de medios verificados en cuanto al valor exacto de cada material, servicio o recurso que se requiera. Todo esto se detalló para el periodo de tiempo propuesto.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Estimación del crecimiento y productividad en los diferentes modelos de plantación de *Cedrela odorata* L.

Las plantaciones de cedro presentan parámetros dasométricas las cuales fueron analizadas con la finalidad de estimar el crecimiento y la productividad de las mismas.

##### 3.1.1. Comparación descriptiva a través de la estimación estadística de las variables de crecimiento

###### 3.1.1.1. Estimación estadística para el diámetro a la altura del pecho promedio/árbol de las 7 plantaciones

Dentro de las plantaciones estudiadas la plantación codificada como “F” presenta el mayor Dap promedio/árbol con  $0,87 \pm 0,11$  cm y el menor valor corresponde la plantación codificada como “B”  $0,36 \pm 0,04$  cm /árbol (Tabla 1-3).

**Tabla 1-3:** Estimadores estadísticas el diámetro de altura del pecho por árbol de las 7 plantaciones

Parámetros	A	B	C	D	E	F	G
Máximo	1,04	0,83	0,97	0,84	1,16	1,46	1,40
Mínimo	0,28	0,14	0,20	0,14	0,35	0,28	0,16
$\bar{X}$	0,61	0,36	0,54	0,38	0,74	0,87	0,78
S <sup>2</sup> (Var)	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,06	0,07
S (DesvSta)	0,21	0,16	0,18	0,14	0,21	0,25	0,26
Cv	34,75	45,07	33,40	37,19	28,35	28,29	33,66
S $\bar{X}$ (err stad)	0,04	0,02	0,03	0,01	0,04	0,05	0,01
S $\bar{X}$ (err must)	0,10	0,04	0,07	0,02	0,08	0,11	0,03
Lim conf (sup)	0,71	0,39	0,61	0,41	0,81	0,98	0,80
Lim conf (inf)	0,51	0,32	0,47	0,36	0,66	0,77	0,75
Error relativo %	15,72	10,51	12,93	5,53	10,21	12,20	3,35

Fuente: Levantamiento de información de campo

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

En base en el error relativo se tiene que los valores del error relativo para el DAP de las plantaciones “A”, “B”, “C”, “E” y “F” son aceptables, ya que cuentan con un porcentaje entre 10 a 20%, siendo el valor más alto de 15,72% en la plantación “A” y la más baja de 10,21% en la plantación “E”. Ahora bien, en cuanto se refiere a las plantaciones “D” y “G” cuentan un porcentaje menor al 10%.

### 3.1.1.2. Estimación estadística para la altura comercial promedio/árbol de las 7 plantaciones

Se distingue que, de las 7 plantaciones evaluadas, la plantación codificada como “F” presenta la mayor altura comercial promedio por árbol con  $12,49 \pm 1,20$ ; seguido por las plantaciones “B”, “D”, “E” y “G” oscilando entre las cuales cuentan con un valor medio aproximadamente similar, mientras que por otra parte la plantación “A” presenta la menor altura comercial promedio con un valor de  $7,35 \pm 0,86$  m (Tabla 2-3).

**Tabla 2-3:** Estimadores estadísticos de la altura comercial por árbol de las 7 plantaciones

<b>Parámetros</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>Máximo</b>	10,35	15,23	16,64	17,75	19,36	16,68	16,52
<b>Mínimo</b>	5,21	3,08	4,77	1,02	4,12	5,67	2,55
<b><math>\bar{X}</math></b>	7,35	9,43	8,08	9,40	9,40	12,49	9,66
<b>S<sup>2</sup> (Var)</b>	3,60	8,26	8,59	8,33	7,95	7,78	11,10
<b>S (DesvSta)</b>	1,90	2,87	2,93	2,89	2,82	2,79	3,33
<b>Cv</b>	25,80	30,47	36,29	30,72	30,00	22,34	34,48
<b>S <math>\bar{X}</math> (err stad)</b>	0,38	0,34	0,55	0,21	0,50	0,58	0,17
<b>S <math>\bar{X}</math> (err must)</b>	0,86	0,67	1,13	0,43	1,02	1,20	0,33
<b>Lim conf (sup)</b>	8,21	10,10	9,21	9,83	10,41	13,69	9,99
<b>Lim conf (inf)</b>	6,49	8,76	6,94	8,97	8,38	11,28	9,33
<b>Error relativo %</b>	11,67	7,11	14,04	4,56	10,80	9,64	3,43

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

Las plantaciones “A”, “C” y “E” cuentan con un valor de error relativo de 11,67%, 14,04% y 10,80% respectivamente. Mientras que las plantaciones “B”, “D”, “F” y “G”, donde las plantaciones “D” y “G” cuentan con un menor error relativo de 4,56% y 3,43% respectivamente.

### 3.1.1.3. Estimación estadística para la altura total promedio/árbol de las 7 plantaciones

La plantación “F” es aquella que presenta mayor altura total promedio/árbol con un valor de  $18,44 \pm 0,42$ . Mientras que la plantación “G” al tener un altura total promedio/árbol de  $13,50 \pm 0,36$  es la que presenta el menor valor entre las 7 plantaciones valoradas (Tabla 3-3).

**Tabla 3-3:** Estimadores estadísticas, altura total promedio por cada plantación

Parámetros	A	B	C	D	E	F	G
<b>Máximo</b>	16,55	18,96	16,92	19,56	17,59	19,89	19,00
<b>Mínimo</b>	12,95	8,36	12,62	2,30	13,49	14,64	6,23
<b><math>\bar{X}</math></b>	14,91	15,47	15,69	15,25	16,11	18,44	13,50
<b>S<sup>2</sup> (Var)</b>	2,01	5,11	1,15	5,62	1,36	0,96	12,75
<b>S (DesvSta)</b>	1,42	2,26	1,07	2,37	1,17	0,98	3,57
<b>Cv</b>	9,50	14,61	6,83	15,54	7,23	5,31	26,45
<b>S <math>\bar{X}</math> (err stad)</b>	0,28	0,26	0,20	0,17	0,21	0,20	0,18
<b>S <math>\bar{X}</math> (err must)</b>	0,64	0,53	0,41	0,35	0,42	0,42	0,36
<b>Lim conf (sup)</b>	15,56	15,99	16,11	15,61	16,53	18,87	13,85
<b>Lim conf (inf)</b>	14,27	14,94	15,28	14,90	15,69	18,02	13,14
<b>Error relativo</b>							
<b>%</b>	4,30	3,41	2,64	2,31	2,61	2,29	2,63

Fuente: Levantamiento de información de campo

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

El valor del error relativo es menor al 10% en todas las plantaciones.

### 3.1.2. Comparación descriptiva de la estimación estadística de las variables de productividad

#### 3.1.2.1. Estimación estadística para el área basal promedio por árbol de las 7 plantaciones

La plantación “F” es la que presenta una mayor área basal promedio/árbol con un valor de  $0,65 \pm 0,15$ ; mientras que la plantación “B” tiene el menor valor de área basal promedio/árbol siendo este de  $0,12 \pm 0,03$ ; valor que difiere en muy poco a la plantación “D” con un valor de  $0,13 \pm 0,01$ . Se distingue claramente que la plantación “F” se relaciona con el crecimiento DAP. (Tabla 4-3)

**Tabla 4-3:** Estimadores estadísticas, área basal promedio por cada plantación (m<sup>2</sup>)

Parámetros	A	B	C	D	E	F	G
<b>Máximo</b>	0,85	0,54	0,74	0,56	1,05	1,69	1,54
<b>Mínimo</b>	0,06	0,01	0,03	0,01	0,10	0,06	0,02
<b><math>\bar{X}</math></b>	0,33	0,12	0,25	0,13	0,46	0,65	0,53
<b>S<sup>2</sup> (Var)</b>	0,05	0,01	0,02	0,01	0,06	0,12	0,10
<b>S (DesvSta)</b>	0,22	0,11	0,15	0,10	0,25	0,34	0,31
<b>Cv</b>	67,30	90,99	61,52	75,29	55,71	52,71	58,53
<b>S <math>\bar{X}</math> (err stad)</b>	0,04	0,01	0,03	0,01	0,05	0,07	0,02
<b>S <math>\bar{X}</math> (err must)</b>	0,10	0,03	0,06	0,01	0,09	0,15	0,03
<b>Lim conf (sup)</b>	0,42	0,15	0,31	0,15	0,55	0,79	0,56
<b>Lim conf (inf)</b>	0,23	0,09	0,19	0,12	0,37	0,50	0,50
<b>Error relativo %</b>	30,45	21,22	23,81	11,19	20,06	22,74	5,83

Fuente: Levantamiento de información de campo

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

Las plantaciones “A”; “B”, “C”, “E” y “F” en el porcentaje de error relativo con un valor de 30,45%; 21,22%; 23,81%; 20,06% y 22,74% mientras que la plantación “D” de valor 11,19% es aceptable al tener un valor entre 10% a 20%, mientras que tan solo una plantación “G” cuenta con un valor de 5,83%.

### 3.1.2.2. Estimación estadística para el volumen comercial promedio/árbol de las 7 plantaciones

El mayor valor de volumen comercial promedio/árbol corresponde a la plantación “F” con un valor de  $5,93 \pm 1,68 \text{ m}^3$ ; mientras que la plantación B tiene el menor valor siendo este de  $0,87 \pm 0,19 \text{ m}^3$ . (Tabla 5-3).

**Tabla 5-3:** Estimadores estadísticos del volumen comercial por cada plantación (m<sup>3</sup>)

Parámetros	A	B	C	D	E	F	G
<b>Máximo</b>	6,17	4,01	5,62	4,63	8,77	19,68	17,82
<b>Mínimo</b>	0,23	0,03	0,13	0,01	0,60	0,24	0,04
<b><math>\bar{X}</math></b>	1,93	0,87	1,52	0,95	3,13	5,93	4,28
<b>S<sup>2</sup> (Var)</b>	2,92	0,70	1,54	0,77	4,97	15,12	13,60
<b>S (DesvSta)</b>	1,71	0,84	1,24	0,88	2,23	3,89	3,69
<b>Cv</b>	88,35	96,28	81,85	92,18	71,34	65,59	86,20



<b>S <math>\bar{X}</math> (err stad)</b>	0,34	0,10	0,23	0,06	0,39	0,81	0,19
<b>S <math>\bar{X}</math> (err must)</b>	0,77	0,19	0,48	0,13	0,80	1,68	0,37
<b>Lim conf (sup)</b>	2,71	1,06	2,00	1,08	3,93	7,60	4,65
<b>Lim conf (inf)</b>	1,16	0,67	1,04	0,82	2,32	4,25	3,91
<b>Error relativo %</b>	39,97	22,46	31,68	13,70	25,69	28,30	8,58

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

En cuanto se refiere al error relativo de las plantaciones “A”, “B”, “C”, “E” y “F”, tiene un valor mayor a 20%, la plantación “D” cuenta con un valor de 13,7%, y solo la plantación “G” cuenta con un valor de 8,58%.

### 3.1.2.3. Estimación estadística para el volumen total promedio/árbol de las 7 plantaciones

La plantación codificada como “F” presenta el mayor valor relacionado al volumen total promedio/árbol siendo este de  $8,44 \pm 1,93 \text{ m}^3$ , por otra parte, el menor valor corresponde a la plantación “B” siendo  $1,40 \pm 0,31 \text{ m}^3$  (Tabla 6-3).

**Tabla 6-3:** Estimadores estadísticos del volumen total por cada plantación ( $\text{m}^3$ )

<b>Parámetros</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>Máximo</b>	9,87	7,13	8,66	6,52	12,92	21,79	20,49
<b>Mínimo</b>	0,57	0,09	0,27	0,03	0,95	0,63	0,09
<b><math>\bar{X}</math></b>	3,58	1,40	2,82	1,50	5,27	8,44	5,73
<b>S<sup>2</sup> (Var)</b>	6,96	1,81	3,28	1,56	10,17	20,07	19,50
<b>S (DesvSta)</b>	2,64	1,34	1,81	1,25	3,19	4,48	4,42
<b>Cv</b>	73,70	96,31	64,32	83,25	60,48	53,06	77,00
<b>S <math>\bar{X}</math> (err stad)</b>	0,53	0,16	0,34	0,09	0,56	0,93	0,22
<b>S <math>\bar{X}</math> (err must)</b>	1,19	0,31	0,70	0,19	1,15	1,93	0,44
<b>Lim conf (sup)</b>	4,77	1,71	3,52	1,69	6,42	10,37	6,17
<b>Lim conf (inf)</b>	2,39	1,08	2,12	1,32	4,13	6,51	5,29
<b>Error relativo</b>							
<b>%</b>	33,34	22,47	24,89	12,37	21,78	22,89	7,67

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

En cuanto se refiere al error relativo la plantación “A” cuenta con un error relativo de 33,34%, mientras que las plantaciones “B” y “C” con un valor de 22,47%, la plantación “E” con tiene un valor de 21,78% y “F”, tiene un valor mayor a 20% mientras que la plantación “D” tiene un valor de 12,37%, y la “G” cuenta con un valor de 7,67%.

### 3.1.3. Resumen de variables de productividad

Las variables dasométricas obtenidas en el estudio de árboles presentes en las 7 plantaciones, se pueden apreciar a continuación en la (Tabla 7-3), para lo cual se ha tomado teniendo en consideración por cada hectárea y área neta de plantación.

**Tabla 7-3:** Variables de productividad

Plantación	Variables	Media	Límite superior	Límite inferior	Total/ Área neta de plantación
A	AB/ha (m <sup>2</sup> )	105,60			
	Vc/ha (m <sup>3</sup> )	619,09	1083,17	278,73	693,38
	Vt/ha (m <sup>3</sup> )	1145,69	1909,62	572,77	1283,18
B	AB/ha (m <sup>2</sup> )	57,60			
	Vc/ha (m <sup>3</sup> )	416,73	637,91	269,29	1066,84
	Vt/ha (m <sup>3</sup> )	669,90	1025,51	432,84	1714,96
C	AB/ha (m <sup>2</sup> )	50,00			
	Vc/ha (m <sup>3</sup> )	303,20	558,95	165,72	867,16
	Vt/ha (m <sup>3</sup> )	563,47	985,24	338,56	1611,52
D	AB/ha (m <sup>2</sup> )	39,00			
	Vc/ha (m <sup>3</sup> )	285,15	561,95	114,84	8953,63
	Vt/ha (m <sup>3</sup> )	450,70	877,84	184,31	14151,93
E	AB/Área (m <sup>2</sup> )				14,72
	Vc/ Área (m <sup>3</sup> )	3,13	3,93	2,32	100,03
	Vt/ Área (m <sup>3</sup> )	5,27	6,42	4,13	168,75
F	AB/ Área (m <sup>2</sup> )				14,25
	Vc/ Área (m <sup>3</sup> )	5,93	7,60	4,25	136,32
	Vt/ Área (m <sup>3</sup> )	8,44	10,37	6,51	194,17
G	AB/ Área (m <sup>2</sup> )				206,70
	Vc/ Área (m <sup>3</sup> )	4,28	4,65	3,91	1668,47
	Vt/ Área (m <sup>3</sup> )	5,73	6,17	5,29	2236,40

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### **3.2. Valorar la calidad de madera en pie, de la especie en estudio**

Para poder llevar a cabo un mejor aprovechamiento de la plantación de *Cedrela odorata* L. se debe partir de la valoración de la calidad de los árboles, ya que se presenta la ausencia de prácticas silviculturales apropiadas y con ello la decadencia de la calidad en la madera proveniente de esta especie, por lo que a continuación se muestra el análisis de variables cualitativas:

**Tabla 8-3:** Variables cualitativas de las plantaciones de estudio

N° Plantación	N° Parcela	Rectitud del fuste			Estado Fitosanitario		Ramas gruesas		Bifurcación	
		1	2	3	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	1	6	0	3	3	2	4
	2	6	4	0	10	0	1	9	0	9
	3	4	5	0	9	0	0	9	5	4
	Suma	14	13	4	26	2	5	23	8	19
	Promedio	3,5	3,25	1	6,5	0,5	1,25	5,75	2	4,75
	Porcentaje	45,16	41,94	12,90	92,86	7,14	17,86	82,14	29,63	70,37
	Desviación %	2,08	1,50	1,41	4,04	1,00	1,26	3,77	2,16	2,99
2	1	5	8	0	13	0	1	12	0	13
	2	5	7	1	13	0	2	11	0	13
	3	7	8	0	15	0	0	15	0	15
	4	5	6	0	11	0	1	10	0	11
	5	6	5	0	11	0	0	11	0	11
	6	4	6	0	10	0	0	10	0	10
	Suma	32	40	1	73	0	4	69	0	73
	Promedio	5,33	6,67	0,17	12,17	0,00	0,67	11,50	0,00	12,17
	Porcentaje	43,84	54,79	1,37	100,00	0,00	5,48	94,52	0,00	100,00
	Desviación %	1,03	1,21	0,41	1,83	0,00	0,82	1,87	0,00	1,83
3	1	3	1	0	4	0	0	4	0	4
	2	2	5	0	7	0	0	7	1	6
	3	3	1	0	4	0	1	3	0	4
	4	4	1	0	5	0	0	5	1	4
	5	3	1	0	4	0	0	4	0	4
	6	1	3	0	4	0	0	4	1	3
	Suma	16	12	0	28	0	1	27	3	25

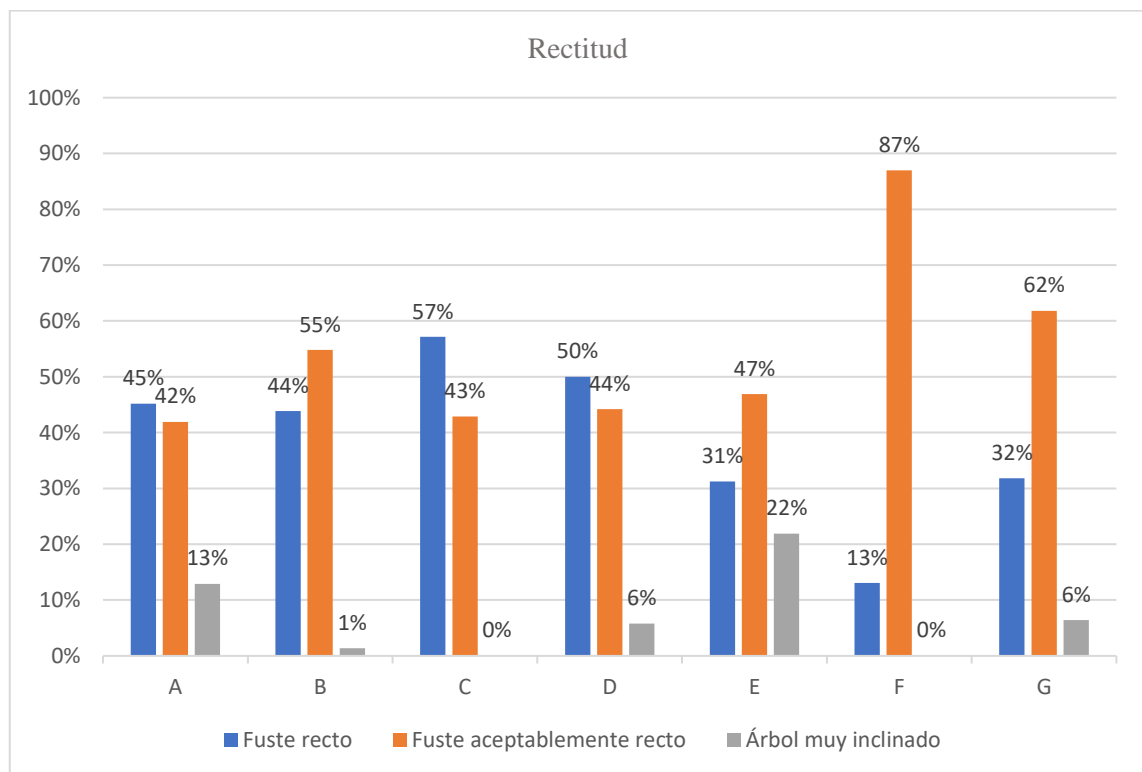
	Promedio	2,67	2,00	0,00	4,67	0,00	0,17	4,50	0,50	4,17	
	Porcentaje	57,14	42,86	0,00	100,00	0,00	3,57	96,43	10,71	89,29	
	Desviación %	1,03	1,67	0,00	1,21	0,00	0,41	1,38	0,55	0,98	
4	1	14	10	2	26	0	1	25	5	21	
	2	3	6	1	6	4	6	4	2	8	
	3	7	3	0	9	1	3	7	2	8	
	4	7	8	0	14	1	1	14	4	11	
	5	11	1	1	12	1	1	12	1	12	
	6	11	10	2	23	0	0	23	3	20	
	7	10	3	1	14	0	0	14	1	13	
	8	7	3	0	10	0	0	10	2	8	
	9	6	3	0	8	1	0	9	2	7	
	10	5	13	3	17	4	4	17	4	17	
	11	5	10	0	11	4	2	13	2	13	
	12	6	11	0	16	1	2	15	2	15	
	13	3	3	1	7	0	1	6	1	6	
		Suma	95	84	11	173	17	21	169	31	159
		Promedio	7,31	6,46	0,85	13,31	1,31	1,62	13,00	2,38	12,23
	Porcentaje	50,00	44,21	5,79	91,05	8,95	11,05	88,95	16,32	83,68	
	Desviación %	3,30	4,01	0,99	6,02	1,60	1,80	6,18	1,26	4,92	
5	Suma	10	15	7	25	7	9	23	12	20	
	Porcentaje	39,77	48,34	11,89	78,99	21,01	22,61	77,39	20,40	79,60	
6	Suma	3	20	0	19	4	12	11	16	7	
	Porcentaje	13,04	86,96	0,00	82,61	17,39	52,17	47,83	69,57	30,43	
7	Suma	124	241	25	362	28	90	300	220	170	
	Porcentaje	31,79	61,79	6,41	92,82	7,18	23,08	76,92	56,41	43,59	

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### 3.2.1. Análisis de las variables cualitativas evaluadas

#### 3.2.1.1. Rectitud

En el (Gráfico 1-3) se identifica que las plantaciones “C” y “D” presentan valores superiores al 50 % de árboles rectos por otra parte, la plantación “F” presenta un 87 % de árboles aceptablemente rectos mientras que todas las plantaciones presentan valores menores al 20 % de árboles muy inclinados.



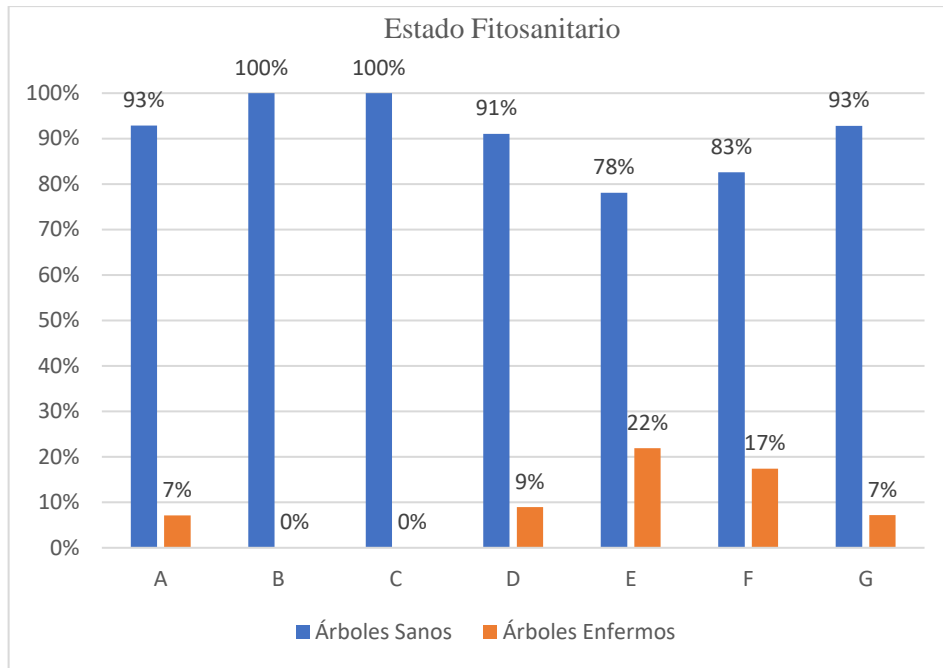
**Gráfico 1-3. Rectitud**

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

#### 3.2.1.2. Estado fitosanitario

En el (Gráfico 2-3) se identifica que el estado fitosanitario predominante dentro de las 7 plantaciones son árboles sanos con valores superiores al 70 %. Sin embargo, la plantación “E” es la que presenta mayores árboles enfermos con un 22 %.



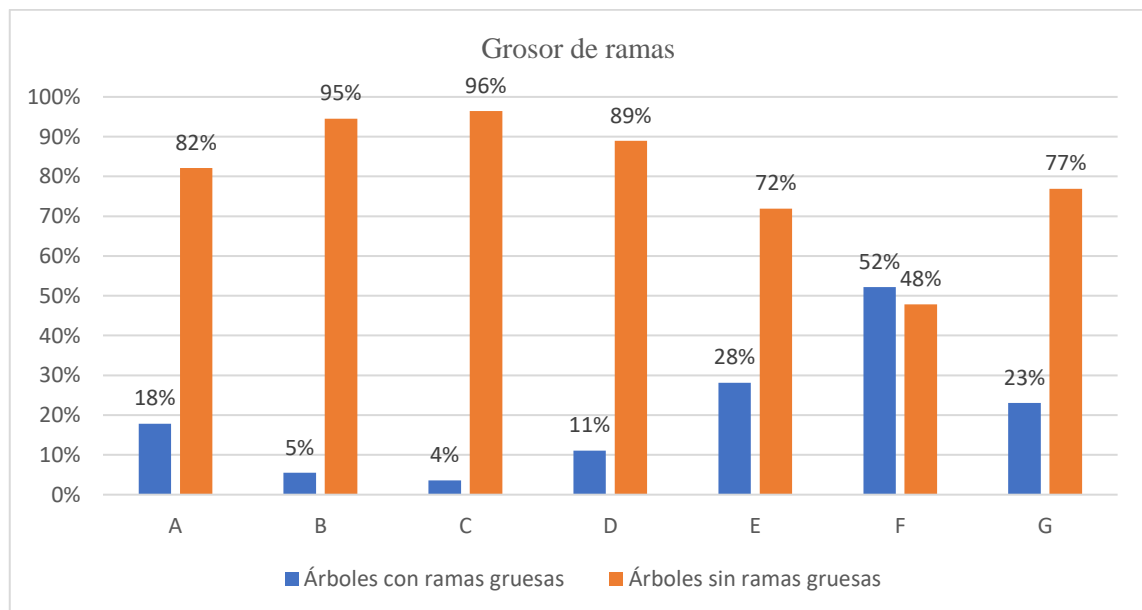
**Gráfico 2-3.** Estado fitosanitario

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### 3.2.1.3. Grosor de ramas

En el (Gráfico 3-3) se aprecia que todas las plantaciones a excepción de la plantación “F” cuentan con valores superiores al 70 % de árboles sin ramas gruesas mientras, que la mencionada plantación tiene un valor de 52 % de árboles con presencia de ramas gruesas.

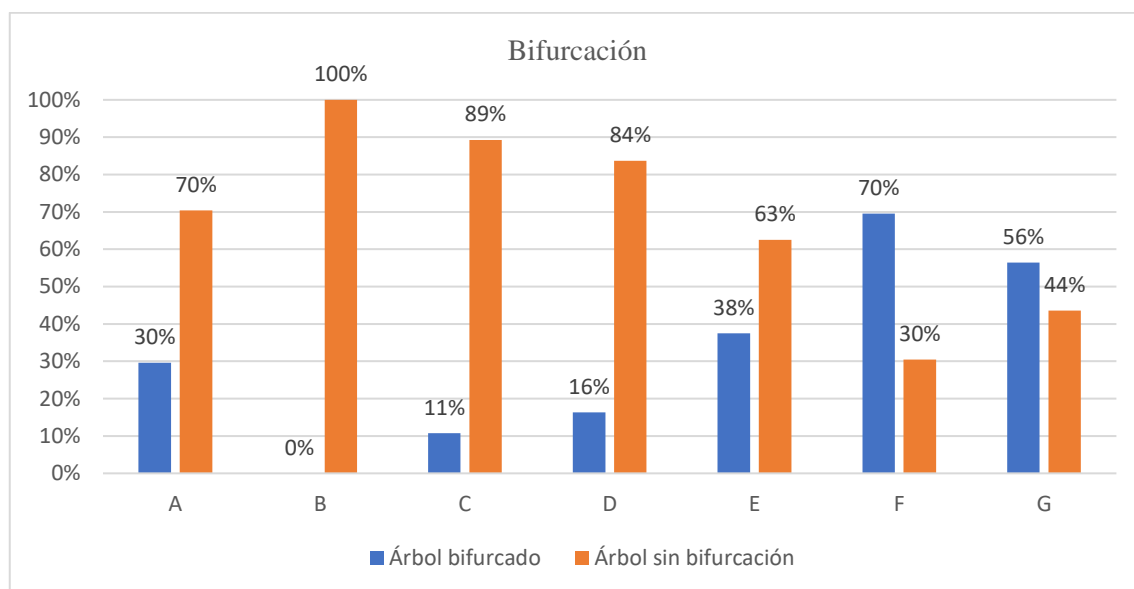


**Gráfico 3-3.** Grosor de ramas

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### 3.2.1.4. Bifurcación

En el (Gráfico 4-3) muestra por una parte que las plantaciones “A”, “B”, “C” y “D” presentan arboles sin bifurcación con valores iguales y superiores al 70 %. En cambio, las plantaciones “E” y “F” presentan el mayor valor de árboles bifurcados con el 70 % y 56 % respectivamente.



**Gráfico 4-3.** Bifurcación

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### 3.2.2. Calidad de trozas según la plantación

En la (Tabla 8-3) se aprecia la evaluación de las trozas de las 7 plantaciones de cedro en estudio, tras las determinaciones dasométricas de la totalidad de árboles en las plantaciones, determinándose así 3 tipos de calidad para las mismas, de este modo se identifica que la categoría predominante es la calidad 1 con 53,35 %, es decir, que existe un mayor número de trozas con excelente calidad y que la plantación “G” es la que contiene la mayor cantidad de trozas (612), seguido por la plantación “D” con 445 trozas.

Por otra parte, tanto en la calidad 2 la plantación “G” tiene un número de 528 trozas, mientras que la calidad 3 dentro de esta categoría se encuentra el menor número de trozas con 274. Si se llega a evaluar de todas las categorías se tiene que el menor porcentaje total de árboles en la categoría 3 con un 13,57 %. Mientras que con un 53,35 % de la totalidad de las plantaciones pertenece a la de Calidad 1, seguido para la Calidad 2 con 33,08 % (Tabla 9-3).



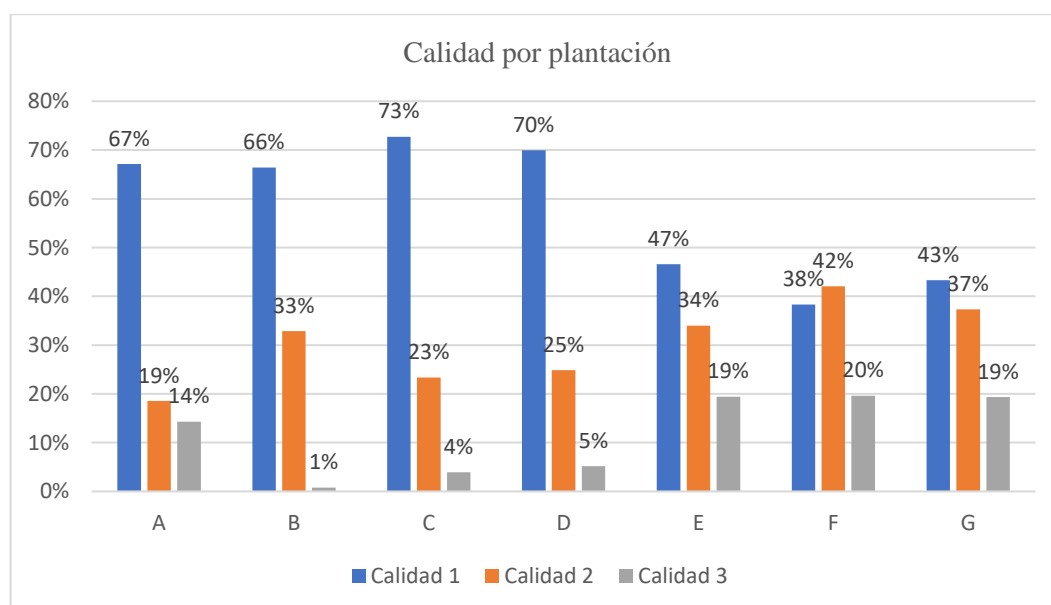
**Tabla 9-3:** Calidad de las plantaciones por trozas

Trozas en:	Calidad 1	%	Calidad 2	%	Calidad 3	%	Total
A	47	67,14	13	18,57	10	14,29	70
B	178	66,42	88	32,84	2	0,75	268
C	56	72,73	18	23,38	3	3,90	77
D	445	69,97	158	24,84	33	5,19	636
E	48	46,60	35	33,98	20	19,42	103
F	41	38,32	45	42,06	21	19,63	107
G	612	43,28	528	37,34	274	19,38	1414
<b>Total</b>	1427	53,35	885	33,08	363	13,57	2675
<b>%</b>		53,35		33,08		13,57	100

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

En el (Gráfico 5-3) se aprecia la distribución de las frecuencias del número de árboles analizados en relación a la calidad de trozas de las variables dasométricas evaluadas, de este modo se identifica que en las plantaciones “A”, “B”, “C” y “D” presentan valores superiores al 60 % con trozas de calidad 1, por último, se evidencia una distribución porcentual más uniforme en las trozas “E”, “F” y “G” dentro de la calidad 1 y 2.

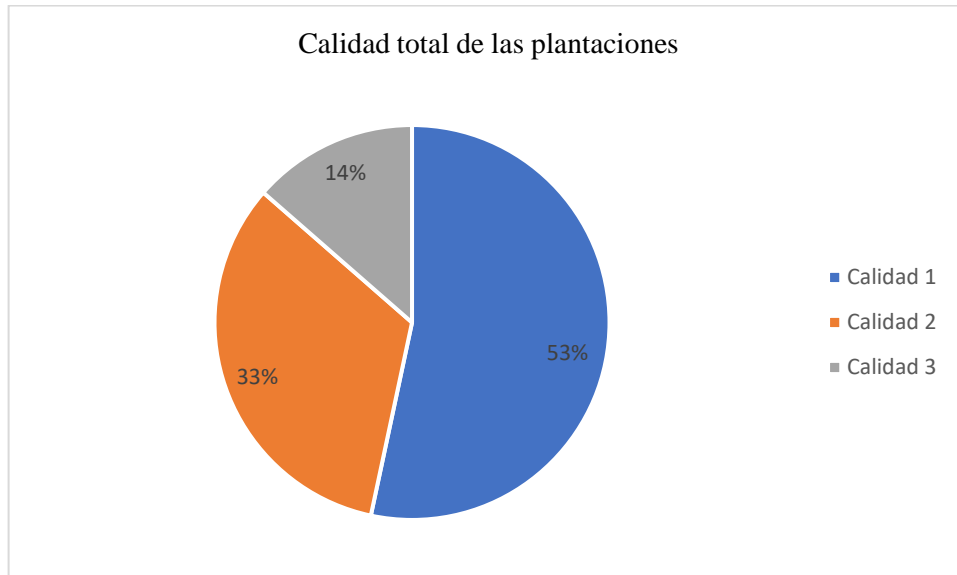


**Gráfico 5-3.** Calidad por plantación

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

En el (Gráfico 6-3) se observa que la calidad 1 contiene el mayor porcentaje de trozas evaluadas con un total de 53 % (1427 trozas), calidad 2 con el 33 % (885 trozas) y el menor valor porcentual corresponde a la calidad 3 con un 14 % (363 trozas).



**Gráfico 6-3.** Calidad total de las plantaciones

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### ***3.2.3. Índice de calidad general en las plantaciones de Cedro***

Este índice permite conocer el desarrollo que han tenido las plantaciones de estudio, hasta el momento que se realizó sus evaluaciones.

En la (Tabla 10-3) se presentan los resultados referentes al índice de calidad general de las 7 plantaciones analizadas, mostrando una excelente calidad todas las plantaciones observando que la plantación “B”, “C”, “D” con un promedio de 1,33 contando con mejor calidad que la plantación “F” con una calidad de 1,81.

**Tabla 10-3:** Índice de calidad general por plantación

Plantaciones	Índice de Calidad General
A	1,47
B	1,34
C	1,31
D	1,35
E	1,72
F	1,81
G	1,76

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

En cuanto se refiere al ICG como se muestra en la (Tabla 11-3) se tiene un valor promedio de 1,54. Mismo que: se aprecia la variabilidad de los índices de calidad general de las 7 plantaciones en estudio tras el análisis de las variables dasométricas y los índices de calidad evaluados, de este modo se considera una variabilidad desde un índice de 1,47 hasta 1,81 como límite superior y de 1,47 a 1,31 como límite inferior, en tanto se identifican 3 plantaciones dentro del límite superior y 4 dentro del límite inferior. Además, en cuanto al error relativo se tiene un valor de 13,19% lo cual indica que tiene una calidad aceptable.

**Tabla 11-3:** Análisis estadístico del ICG de las 7 plantaciones

Parámetros	Valor
Máximo	1,81
Mínimo	1,31
$\bar{X}$	1,54
$S^2$ (Var)	0,05
S (DesvSta)	0,22
Cv	14,26
S $\bar{X}$ (err stad)	0,08
S $\bar{X}$ (err must)	0,20
Lim conf (sup)	1,74
Lim conf (inf)	1,34
Error relativo %	13,19

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### 3.3. Elaborar una propuesta de manejo forestal para cada modelo de plantación

Una vez determinada las variables cuantitativas y cualitativas de las plantaciones de *Cedrela odorata* se realizó un esquema en el cual se muestra las propuestas enfocadas en un plan de aprovechamiento y manejo forestal de las 7 plantaciones de estudio (Tabla 12-3).

**Tabla 12-3:** Esquema general del manejo de las plantaciones en el Recinto el Carmen

Plantación	Actividad	Especificaciones
A	Protección y conservación	Monitoreo (2-4 años)
B	Protección y conservación	Monitoreo (2-4 años)
C	Conservación, forestación y reforestación	Las acciones forestación y reforestación incluye fertilización, monitoreo (1-4 años)
D	Aprovechamiento del volumen de calidad de madera en pie y manejo de rebrotes.	Se llega a aplicar un raleo mediante el sistema de tala rasa en 5 bloques, esto cada 2-3 años, posteriormente ejecutar un manejo integral gradual de rebrotes, en la cual se debe tener en consideración una adecuada integración de fertilizante.
E	Protección y conservación	Monitoreo (2-4 años)
F	Protección, conservación, forestación y reforestación.	En busca de que exista un mejor desarrollo de los árboles se aplica un raleo sistemático, además de un monitoreo (0-3 años), y finalmente se aplica una adecuada fertilización y control de los rebrotes posterior a la realización del raleo. Debido a la presencia de árboles que se encuentran afectados por enfermedades dañinas y otros por vejez.
G	Conservación, protección y monitoreo.	Monitoreo (2-4 años). En el caso que el árbol o los árboles presenten alguna enfermedad o está en su etapa final de vida se aplicará un raleo sistemático.

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

Como se puede apreciar en la (Tabla 11-3), las plantaciones de *C. odorata* L debe contar con un manejo de rebrotes mediante una intervención antropogénica, y por ende se debe tener en consideración que los tocones que se formaran deben estar sujetas a dicha intervención. Por otro lado, se debe aprovechar las características productivas que presenta el cedro por lo que se llevará a cabo labores de raleo y un manejo de rebrotes gradualmente.

### 3.3.1. Alternativa de aprovechamiento y manejo de las plantaciones

Como una alternativa se presenta un plan de aprovechamiento tomando en cuenta la calidad de las plantaciones, así como de mostrar acciones aplicables a cada plantación, tal como se observa en la (Tabla 13-3).

En cuanto se refiere a las plantaciones “C”, “D” y “G”, se considera aprovecharlas debido a su volumen de madera en pie y área neta de plantación, y la calidad que se presentan, se debe considerar que esta no es una especie propia de la zona peninsular, también se debe realizar una reforestación y forestación de las áreas sin generación, siempre y cuando este controlada.

**Tabla 13-3:** Distribución de superficie de manejo según alternativas de aprovechamiento y manejo

<b>Plantación</b>	<b>Superficie de manejo o aprovechamiento (ha)</b>	<b>Forestación (ha)</b>	<b>Reforestación (ha)</b>	<b>Acciones</b>
<b>A</b>	1,12	-	-	Proteger y conservar
<b>B</b>	2,56	-	-	Proteger y conservar
<b>C</b>	2,85	-	0,3	Proteger, conservar, forestar y reforestar
<b>D</b>	30,2	1,2	-	Aplicar un raleo mediante el sistema de tala rasa en 5 bloques, además de un sistema de manejo integral gradual de rebrotes, y una adecuada integración de fertilizante.
<b>E</b>	Censo	-	-	Proteger y conservar
<b>F</b>	Censo	-	-	Protección y conservación
<b>G</b>	Censo	-	.	Raleo mediante el sistema de tala rasa, además de aplicar el sistema se

				ejecuta un manejo integral gradual de rebrotes.
--	--	--	--	---

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

En la (Tabla 14-3), las plantaciones a aprovechar son “C”, “D”, y “G”, obteniendo 1113 trozas de calidad 1, seguido por 704 trozas de calidad 2 y 310 de calidad 3.

**Tabla 14-3:** Calidad en trozas de plantaciones seleccionadas para el aprovechamiento

<b>Plantaciones</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>G</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Productos para obtener</b>
<b>Calidad 1</b>	56	445	612	1113	Madera aserrada, productos finos de ebanistería.
<b>Calidad 2</b>	18	158	528	704	Madera aserrada, vigas redondeadas, vigas, postes, pingos o leña
<b>Calidad 3</b>	3	33	274	310	Pingos, artesanías y leña
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>636</b>	<b>1414</b>	<b>2127</b>	

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### 3.3.2. Plan de trabajo

Para lograr el manejo forestal, se lleva a cabo un plan de trabajo tal como se puede observar en la Tabla (15-3).

**Tabla 15-3:** Plan de trabajo determinado para la propuesta

Proyecto	Objetivo	Localización	Actividades propuestas	Meta	Costos (USD)	Responsables
Plan de manejo forestal para plantaciones de <i>Cedrela odorata</i> L.	Manejar de forma técnica las plantaciones de cedro.	Provincia de Galápagos, Cantón Santa Cruz, Parroquia Santa Rosa, Recinto El Carmen.	-Limpieza de corona -Control fitosanitario -Raleo	En el 2 <sup>do</sup> y 3 <sup>er</sup> año tres limpiezas. Realizar tres controles en los años 2, 3 y 4. Raleo al 25% en el segundo año de la plantación	2794,00	-Técnico -Propietario de la plantación

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### 3.3.3. Actividades

#### 3.3.3.1. Mantenimiento (control de competencia y fitosanitario)

Se debe llevar a cabo labores de limpieza de la plantación, con finalidad de eliminar la presencia de especies indeseables, por nutrientes y luz que inhiben el crecimiento, así como el desarrollo adecuado de la planta. Por lo cual se tiene proyectada la realización de limpieza durante dos años.

### 3.3.3.2. Manejo de la plantación

#### a) Raleo

Se lleva a cabo con finalidad de reducir la población de árboles, para que llegue a obtener el espacio necesario para su crecimiento, obteniendo la aireación, nutrientes necesarios, suficiente luz y que facilite las labores de control fitosanitario en caso de ser necesario Tabla (16-3).

En las plantaciones se tiene previsto realizar el raleo fitosanitario de forma selectiva siendo así:

**Tabla 16-3:** Raleo

Descripción	Plantaciones	Intensidad del raleo	Primer año
Raleo	C, D, G	Moderado	X

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

#### ● Instrucciones de raleo

- 1) Previamente a realizar su jornada de trabajo el trabajador debe cumplir con una capacitación por parte de un técnico para llevar a cabo el raleo.
- 2) La persona encargada de realizar el raleo debe identificar los árboles previamente marcados en el inventario fitosanitario/pre-raleo que se han llevado a cabo juntamente con las mediciones de las unidades de muestreos de crecimiento.
- 3) Una vez que se haya realizado el inventario pre-raleo realizando un anillo en el fuste a una altura aproximadamente del pecho desde la base del árbol.

### 3.3.4. Recurso material y financiero

La implementación de la propuesta en las plantaciones ubicadas en la Provincia de las Galápagos, Cantón Santa Cruz, Parroquia Santa Rosa, Recinto El Carmen. Llegando a obtener un impacto positivo en la producción, mediante calidades optimas, ocasionando que se vean reflejadas en la economía de la región al igual que en el buen tratamiento ambiental. Para lo cual se debe aplicar de forma correcta y oportuna las labores culturales requeridas garantizando la producción exitosa, manteniendo una guía técnica para llegar a la meta esperada.



**Tabla 17-3:** Presupuesto por hectárea

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor total
Técnico forestal	Sueldo	1	1000,00
<b>Mantenimiento y manejo de la plantación</b>			
<b>Segundo año</b>			
Machete	Unidad	8	50,00
Chapia	Jornal	10	130,00
Raleo fitosanitario	Jornal	10	130,00
<b>Subtotal</b>			<b>760,00</b>
<b>Tercer año</b>			
Machete	Unidad	5	30,00
Control de maleza	Jornal	10	130,00
Chapia	Jornal	10	130,00
<b>Subtotal</b>			<b>560,00</b>
<b>Cuarto año</b>			
Machete	Unidad	3	20,00
Chapia	Jornal	10	120,00
Raleo	Jornal	16	220,00
<b>Subtotal</b>			<b>360,00</b>
Subtotal			2280,00
Imprevistos (5%)			114,00
<b>TOTAL</b>			<b>2794,00</b>

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### 3.4. Comprobación de Hipótesis

Considerando que la prueba paramétrica compara las medias ( $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ) entre grupos independientes.

De este modo se tiene que al establecer como variable de estudio el volumen comercial producido por 2 modelos de plantaciones diferentes cada una con una población de 4 y 3, para un total de 7 el resultado de la comparación de las medias en un análisis no paramétrico determina un p valor de 0.6286 y este al ser un valor mayor a 0.05 planteado, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, en tanto concluye que la productividad en los diferentes modelos de plantación son similares tal como se aprecia en la (Tabla 18-3)

**Tabla 18-3:** Hipótesis

Variable	Modelo de Plantación	n	Media	Desv Std	Mediana	W	P
Volumen Comercial	Plantación	4	406.04	153.51	359.97	10	0.6286
	Cortina Rompevientos	3	634.94	895.25	136.32		

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

### 3.5. Discusión

En primera instancia se debe considerar que la presencia de especies invasoras a nivel comunitario, provocan cambios en los procesos ecológicos como fragmentación del paisaje o destrucción de hábitats que afectan a todos los niveles de biodiversidad de la localidad en la cual se presentan (Castro, et al., 2004, p. 0). Esto ha impulsado el desarrollo de planes y programas dirigidos a prevenir y manejar invasiones biológicas. Sin embargo, estas estrategias requieren una información preliminar sobre las especies invasoras, los hábitats y las especies nativas, considerando estudios periódicos con la finalidad de evaluar y planificar medidas de mitigación.

En el presente caso los resultados de las variables dasométricas evaluadas en la especie *Cedrela odorata* L. revelan el valor comercial de la especie al valorar la calidad de la madera en pie y en trozas dentro de 7 plantaciones. Análisis que coincide con (Carvajal, et al., 2021: pp.230-219), quienes afirman que a esta especie en particular se puede predecir exitosamente mediante características dasométricas de crecimiento y productividad. Por su parte, (Biblano, et al., 2017: pp.7), sugieren que

para garantizar la productividad en cultivos de esta especie es necesario estudiar parámetros del suelo, ya que *C. odorata* requiere de alta fertilidad química.

El Dap promedio por árbol es de 0,61 m en la plantación A y de 0,87 m en el modelo cortina rompevientos F. Es decir, la plantación A es inferior y la F superior frente a 0,59 m obtenido por Girón (2022: pp. 66-105) en su estudio ejecutado al valorar 11 plantaciones en condiciones de suelo y altitud similares.

La altura comercial promedio de los árboles de las plantaciones A y F fueron de 7,35 m y 12,49 m respectivamente. Siendo así la plantación A inferior y plantación F presenta un valor ligeramente inferior al dato de 7,43 m obtenido por (Girón, 2022, pp. 66-105) en su estudio ejecutado al valorar 11 plantaciones en condiciones de suelo y altitud análogos. Así mismo, (Biblano, et al., 2017, pp.7) obtuvo un promedio de 7,6 m indicando que el suelo de tipo Fluvisol háplico influye notablemente en la obtención de este valor.

El área basal promedio por árbol de las plantaciones D y F, reportó un valor de 0,13 m<sup>2</sup> y 0,65 m<sup>2</sup> respectivamente. Asimismo, por hectárea proyectado de 39 m<sup>2</sup>/ha y 14,87 m<sup>2</sup>/Área neta individualmente. Siendo así la plantación F inferior y D menor al obtenido por (Girón, 2022, pp. 66-105) de 49,70 m<sup>2</sup>/ha y 32,50 m<sup>2</sup>/ha conseguido por (Morán, 2009, p.60), esto puede deberse a la variación entre edades de las plantaciones y otros factores del sitio de estudio, contrastado a su vez por (Galán, 2008, pp.14), quién señala que es correcto llegar a la conclusión que debido a las edades jóvenes en las que se evaluaron las plantaciones, éstas todavía se encuentran en una etapa de crecimiento casi exponencial.

El volumen comercial fue de 619 m<sup>3</sup>/ha en la plantación A y de 1977,46 m<sup>3</sup>/área neta de plantación en el modelo cortina rompevientos G. Es decir, el modelo G es superior y la plantación A es igualmente superior a 131,56 m<sup>3</sup>/ha obtenido por (Morán, 2009, p.60), y al dato de 265,23 m<sup>3</sup>/ha obtenido por (Girón, 2022, pp. 66-105) en su estudio realizado en condiciones de suelo y altitud similares. Cabe señalar que, (Jarque, 2019, p.9) determinó un volumen comercial de 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> en 16 años, del cual, el 60 % tiene valor comercial para aserrío en 6 a 7 m de fuste, este valor fue afectado por la fuerte variación en la densidad de árboles en pie entre fincas.

Las plantaciones estudiadas tienen como objetivo la producción comercial por lo tanto un manejo silvicultural es un factor fundamental para lograr la producción estimada con madera de calidad. Del total de plantaciones evaluados; A y B con valores de 320 árboles/ha y 480 árboles/ha respectivamente son a las que se aplicó actividades de raleo, esto concuerda con (Ecuador Forestal, 2013, párr.2) el cual menciona que al realizar un raleo sistemático y de densidad se reduce de 300 a

500 árboles/ha para madera de aserrío, es decir estas plantaciones se encuentra dentro de los rangos técnicamente recomendados.

La calificación de calidad se realizó en base a la valoración de variables como: rectitud, estado fitosanitario, ramas gruesas y bifurcación. En el caso de la variable de rectitud se obtuvo que, al valorar 7 plantaciones, el 55 % presentaron fustes aceptablemente rectos, 38 % de fustes rectos y un 6 % de fustes inclinados estos como respuesta del árbol ante los esfuerzos anormales que se presentan con el crecimiento inclinado (Murillo, 1991, pp.19-30) datos superiores a los obtenidos por (Girón, 2022, pp. 66-105) con 42 % de fustes rectos y 58 % de fustes aceptablemente recto.

El estado fitosanitario de las plantaciones reporta un valor de 92 % de árboles sanos esto se debe a que los árboles no presentan hojas marchitas, ramas sin follaje y malformaciones, como cola de zorro, esto concuerda con (Girón, 2022, pp. 66-105) quien obtuvo valores del 100 % de árboles sanos, estudio realizado dentro de la misma zona cantonal en condiciones homologas de suelo y altitud. Este resultado es contrario al evidenciado por (Forte, 2005, pp.36) quien presentó problemas fitosanitarios debido a la presencia de pudriciones y barrenadores del tallo, las pudriciones generaron “Cancros” los cuales producen abundante exudado o gomosis, este hallazgo se relaciona directamente con el riesgo, pues en sitios donde el riego fue óptimo no se presentó este problema a diferencia de los sitios sin riego tuvieron un promedio de 1,7 canchros/árbol. Lo cual indica que el riego en el presente estudio se realizó de forma óptima.

Las 11 plantaciones caracterizadas presentaron valores con el 81 % de árboles sin ramas gruesas y 19 % con ramas gruesas, dato inferior al obtenido por (Girón, 2022, pp. 66-105) con valores de 94 % de árboles sin ramas gruesas y superior al 6 % con ramas gruesas, además (González, 2017, pp.37-43) afirma que esta variable es dependiente a la densidad de la plantación indica que el grosor de las ramas que incide directamente con la dimensión que alcancen los nudos.

Para la variable bifurcación se distingue que en las plantaciones valoradas el 62 % no presenta árboles bifurcados mientras que el 38 % presentan bifurcación dato inferior a los presentados por (Girón, 2022, pp. 66-105) quien en su estudio realizado en condiciones de suelo y altitud similares presentó valores de 91 % sin bifurcación y un valor superior al y 9 % con bifurcación. La presencia de bifurcaciones ocasiona una reducción del diámetro de la sección del fuste, afectando el rendimiento del aserrío, a su vez variables como errores en la siembra y manejo, pueden empeorar este defecto afirma (Murillo, 1991, pp.19-30).

En relación al Índice de Calidad General de las plantaciones presentaron resultados de 1,31 a 1,81, valores superior a los obtenidos en el estudio realizado en la condiciones de suelo y altitud similares de (Girón, 2022, pp. 66-105) con valores: mínimo de 1,30 y máximo 2,15 valores que se encuentran dentro de lo expuesto por (Murillo y Rojas, 2000, pp.65-75) quienes indican que este índice producirá valores que oscilaran desde 1.0 hasta 4.0, por lo tanto, valores cercanos a 1 corresponden a plantaciones de la más alta calidad, por el contrario, valores cercanos a 4 se catalogan como plantaciones de muy pobre calidad.

## CONCLUSIONES

El área forestal analizada está compuesta por 7 plantaciones, 3 con modelo cortina rompevientos y 4 plantaciones, a las cuales se valoró parámetros de crecimiento y productividad, en los cuales se estimó el volumen comercial que oscilan de 285,15 m<sup>3</sup>/ha a 619,09 m<sup>3</sup>/ha en las 4 plantaciones y con un volumen total de los 3 modelos cortinas rompevientos de 1904,82 m<sup>3</sup> con una altura comercial que oscilan de 7,35 a 12,49 m y un Dap de 0,38 a 0,87 m, en tal virtud se brindó información precisa para la estimación calidad de la madera en trozas y en pie.

Tras análisis de las variables cuantitativas y cualitativas se determinó que la plantación “A” es la que presenta mejores características dasométricas de crecimiento y productividad, a su vez encaja en la calidad 1 mientras dentro del modelo de cortina rompevientos la plantación “F” presenta una calidad 2 que es aceptable la madera en pie valorada de la especie *Cedrela odorata* L.

Al determinar el rendimiento y calidad de las plantaciones en estudio, más los objetivos planteados para su aprovechamiento, se diseñó alternativas de manejo orientadas a la mejora de la calidad de madera en pie luego de la cosecha, se requiere aplicar un manejo integral de rebrotes y una adecuada fertilización que integre un plan de manejo, que permita mejorar la dinámica que crecimiento de productividad, llegando a obtener árboles de calidad y con ello de mayor precio en el mercado.

## **RECOMENDACIONES**

Capacitar al personal agroforestal encargado del manejo de las plantaciones, a fin de mejorar la práctica silvícola en las mismas con enfoque en conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos maderables y no maderables del territorio.

Realizar la evaluación forestal sobre la factibilidad y rentabilidad de la cosecha en base al rendimiento de la madera desde el establecimiento hasta el aprovechamiento de la plantación, considerando los costos propios de la práctica silvícola las condiciones del suelo, la pluviosidad y respetando el tiempo de crecimiento de los árboles en base a las condiciones climáticas de la zona

Evaluar la calidad de la madera de la misma especie en localizaciones aledañas con la finalidad de obtener datos comparativos sobre la influencia de las condiciones climáticas de la zona en el índice de calidad general en pie y aserrada.

## **GLOSARIO**

**Inventario forestal:** proceso de determinación de los parámetros forestales de interés en un área en particular el número de especímenes y su DAP, tipo, altura, volumen comercial, superficie cubierta, porcentaje de capacidad cubierta, etc. Suelen estar precedidos por la creación de un mapa forestal (Murillo & Camacho, 1997: pp. 189-206).

**Parcela:** unidad de muestreo utilizada en inventarios forestales la cual es una superficie de tamaño pequeño con forma circular, rectangular o cuadrada (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales et al., 2018: pp. 11).

**Raleo:** remover los árboles en exceso, enfermos, o de mala calidad y matorrales para mejorar el crecimiento, salud y valor de los cultivos madereros permanentes. (García et al., 2017: pp. 5).

**Poda:** consiste en eliminar madera viva (verde), muerta, enferma o dañada de un árbol (Kometter, 2013: pp. 4).

**Manejo forestal:** conjunto de acciones y decisiones sobre los bosques, que tiene por objetivo el obtener beneficios económicos y sociales de estos, sin alterar su función ecológica (Kometter, 2013: pp. 4).



## BIBLIOGRAFÍA

**BIBLANO, William; et al.** “Growth of *Cedrela odorata* L., and *tectona grandis* L., in an haplic fluvisol soil; model to calculate its commercial volume”. *Agroproductividad*, vol. 10, n° 12 (2017), (México) pp. 43-39.

**CARVAJAL, David; et al.** “Evaluación del crecimiento *Cedrela odorata* L. en sistemas agroforestales con café en Pérez Zeledón”. *Revista de Ciencias Ambientales*, vol. 55, n° 1 (2021), (Costa Rica) pp. 230-249.

**CASTRO DÍEZ, Pilar; & ALONSO, Alvaro.** “La creciente amenaza de las invasiones biológicas”. *Ecosistemas*, vol. 13, n° 3 (2004), (España) pp. 61-68.

**DANUALT, Eva. & GRAHAN, Edgar.** *Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad Fundación Charles Darwin Servicio Parque Nacional Galápagos*. Puerto Ayora-Ecuador: Biodiversidad, 2002, P. 484.

**DOMÍNGUEZ GAIBOR, Norma Isabel.** Manejo de *Cedrela odorata* en Galápagos y su influencia en el ensamblaje de comunidades de plantas nativas y no nativas en los primeros estadios de sucesión (Trabajo de Titulación). (Maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Quito-Ecuador. 2016. pp. 14-21.

**ECUADOR FORESTAL.** *Fichas técnicas de Especies Forestales/ Ficha Técnica N°5 Cedro (*Cedrela odorata* L)* [blog]. Ecuador, 2013. [Consulta: 10 de octubre 2021]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-5-cedro/>

**ESTREMADOYRO, Javier A.** “Determinación del factor de forma o coeficiente mórfico de *Manilkara bidentata* (Quinilla Colorada) en el consolidado otorongo- provincia de Tahuamanu”. *Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios*. vol. 13, n° 32 (2014), (Perú) pp. 15-19.

**FUNDACIÓN CHARLES DARWIN.** *Base de datos biogeográficos* [blog]. Puerto Ayora: 2020. [Consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/clima/puerto-ayora>

**FORTE CISNEROS, Rene.** Evaluación dasométrica de cuatro especies tropicales en una plantación experimental en Tecomán. Colima México (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad de Guadalajara, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agrónoma. Las Agujas-México. 2016. pp. 14-21.

**GAD MUNICIPAL SANTA CRUZ.** *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Santa Cruz 2012 - 2027.* Puerto Ayora-Ecuador: GADMSC, 2014, P. 23.

**GALÁN, Rolando, H; & VALDEZ, Juan H.** “Growth and Wood yielding of *Cedrela odorata* I. and *Tabebuia donnell-smithi* Rose in San José Chacalapa”. *Madera y bosques*, vol. 14, n° 2 (2008), (México) P: 24.

**GARCÍA, María; et al.** *Principios técnicos para el cultivo de especies Forestales de Entre Ríos Aspectos ambientales, manejo, costos y rentabilidad forestal* [en línea]. Argentina: Inta, 2017. [Consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_concordia\\_rentabilidad\\_final.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_rentabilidad_final.pdf)

**GONZÁLES SOTO, Alejandro.** Control de calidad de madera en pie y madera aserrada para el mercado de construcción del Grupo Empresarial El Almendro [en línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad Nacional. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Escuela de Ciencias Ambientales, Costa Rica. 2017. pp. 37-43. [Consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14153/Control%20de%20calidad%20de%20madera%20en%20pie%20y%20madera%20aserrada%20para%20el%20mercado%20de%20co%20nstrucci%C3%B3n%20del%20Grupo%20E.pdf?sequence=2>

**GÁLVEZ, Lorena; et al.** “*Cedrela odorata* L: oportunidades para su conservación y mejoramiento genético”. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea], 2020, (México) 11(58), pp. 36-45. [Consulta: 12 septiembre 2021]. ISSN 2007-1132. Disponible en: DOI 10.29298/rmcf.v11i58.622.

**GIRON VASQUEZ, Vianka.** Evaluación dasométrica de *Cedrela odorata* L. en diferentes modelos de plantación forestal en el recinto Salasaca, Cantón Santa Cruz, Galápagos (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2022. pp. 66-105.

**IMAÑA, J. E.** *Mensura Dasométricas.* Brasilia-Brasil: Universidad de Brasilia, 2011, pp. 1-23.

**INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES GUATEMALA.** *Cedro Cedrela odorata paquete tecnológico forestal.* Guatemala: INAB, 2017, P. 18.

**JARQUÉ, Sergio; et al.** “Economic distribution of cedar Wood (*Cedrela odorata* L.) as a shade tree in coffee plantations in Pérez Zeledón, Costa Rica”. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, vol. 17, n° 41 (2020.) (Costa Rica) pp. 8-10.

**KOMETTER, R.** *Manejo forestal comunitario.* Perú: IICA, 2013, pp. 4-6.

**LARREA, Rolando; et al.** “Crecimiento y rendimiento de *Cedrela odorata* L. y *Tabebuia donnell-smithii* Rose en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca”. *Madera Bosques* [en línea], 2018, (México) 14(2), pp. 65-82. [Consulta: 12 septiembre 2021]. ISSN 14050471. Disponible en: DOI 10.21829/myb.2008.1421213.

**LISI, Claudio; et al.** “Dendroecological Studies with *Cedrela odorata* L”. *Northeastern Brazil* [en línea], 2020, (Brasil) 34(2), pp.11-14. [Consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: DOI 10.1007/978-3-030-36930-9.

**LLERENA, Silvia; et al.** “Estandarización de técnicas moleculares para amplificar regiones cloroplastídicas y nucleares en el material genético de *Cedrela odorata*, *Cedrela montana* y *Cedrela fissilis* en el Ecuador”. *Ciencia*, n °23 (2017), (Ecuador). pp.12-34.

**MCROBERTS, Ronald; et al.** “Diseños de muestreo de las evaluaciones forestales nacionales”. *FAO*, n °1 (1992), (Italia). Pp. 2-10.

**MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.** *Manual técnico de planificación de inventarios forestales por medio de sig.* Guatemala: Adaptation, 2018, P. 11.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA.** *Manual de procedimientos para la evaluación de la sobrevivencia y el mantenimiento de las plantaciones forestales comerciales.* Quito-Ecuador; Subsecretaría de Producción Forestal, 2016, pp. 1-52.

**MURILLO, Yazmín; et al.** “Índice de sitio en plantaciones de *Cedrela odorata* en el trópico húmedo de México”. *Revista de Ciencias Agrarias*, n° 1 (2017), (México) pp. 15-31.

**MURILLO, Olman.; & CAMACHO Pablo.** “Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas”. *Agronomía costarricense*, vol. 21, no. 2 (1997), (Costa Rica) pp. 189-206.

**MURILLO, Olman.; & ROJAS, Odir.** “Calidad de las plantaciones de teca en la península de Nicoya”. *Agronomía costarricense*, vol. 24, no. 2 (2000), (Costa Rica) pp. 65-75.

**MURILLO, Olman G.** “Metodología para el control de calidad en plantaciones forestales”. *Tecnología en marcha*, vol. 11, no. 1 (1991), (España) pp. 19-30.

**NOVELO QUIJANO, Gonzalo; & FLORES AYORA, Russell.** *Cedro (Cedrela odorata L.) Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje*. México: Comisión Nacional Forestal, 2009, pp. 3-23.

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.** *Inventario forestal nacional: manual de campo*. Guatemala: FAO, 2004, pp. 5-7.

**PALOMEQUE FIGUEROA, Emilio.** Evaluación dasométrica de una plantación de *Cedrela odorata L.* en Mapastepec, Chiapas (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Escuela de Ingeniería Forestal. Chiapas-México. 2011. pp. 12-23.

**RIVAS, Gonzalo T.; & RIVAS, María G.** “Allelopathic Impacts of the Invasive Tree *Cedrela odorata L.* (Meliaceae, Sapindales = Magnoliidae) in the Galapagos Flora”. *Springer, Cham*, n°34 (2018), (Ecuador) pp. 14-47.

**ROMO, José; et al.** “Estimación del valor financiero de las existencias maderables de cedro rojo (*Cedrela odorata L.*) en México”. *Madera y Bosques*. [en línea], 2017, (México) 23(1), pp.111-120. [Consulta: 12 octubre 2021]. Disponible en: DOI 10.21829/myb.2017.231473.

**SARZOSA GUACHO, Víctor Hugo.** Caracterización morfológica del cedro (*Cedrela odorata*) en el Bosque Húmedo La Mana (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería en Medio Ambiente. Latacunga- Ecuador. 2017. pp. 23-45.

**SEGURA ROSEL, Angelica.** Escalamiento de la propagación de cedro rojo (*Cedrela odorata L.*) en sistemas de inmersión temporal (Trabajo de titulación) (Maestría) Centro de Investigación Científica de Yucatán. Yucatán-México. 2015. P.5.

**TUALOMBO TOALOMBO, Paul Ramiro.** Crecimiento y supervivencia de plántulas de *cedrela odorata L.* (CEDRO) en dos sustratos, en el vivero de la Universidad Estatal Amazónica (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida. Escuela de Ingeniería Ambiental. Tena- Ecuador. 2019. pp. 23-24.

**VILLAFUERTE PAREDES, Santiago Moisés.** Propagación sexual y asexual de *Cedrela odorata L.* (CEDRO) bajo invernadero en el vivero de corposucumbios del consejo provincial de Sucumbíos (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2017. P. 12.

**VINUEZA CADENA, Luis Marcelo.** Determinación del contenido de carbono en el suelo en una plantación de pino (*Pinnus radiata D. Don*), cantón Alausí, provincia de Chimborazo Sucumbíos (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 28-30.



**ANEXO B: ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN A**

Variables		Media	Límite superior	Límite inferior	Error relativo %
Nº Parcelas	3				
Área neta de plantación (ha)	1,12				
Nº Árboles/Parcela		8	10	6	
Nº Árboles/ha		320	400	240	
DAP (m)		0,61	0,71	0,51	15,72
Hc (m)		7,35	8,21	6,49	11,67
Ht (m)		14,91	15,56	14,27	4,30
AB (m <sup>2</sup> )		0,33	0,42	0,23	30,45
Vc (m <sup>3</sup> )		1,93	2,71	1,16	39,97
Vt (m <sup>3</sup> )		3,58	4,77	2,39	33,34
Vc/ha (m <sup>3</sup> )		619,09	1083,17	278,73	
Vt/ha (m <sup>3</sup> )		1145,69	1909,62	572,77	
Vc/Área neta de plantación		693,38	763,88	143,16	
Vt/Área neta de plantación		1283,18	15676,57	3719,05	

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

**ANEXO C: ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN B**

Variables		Media	Límite superior	Límite inferior	Error relativo %
Nº Parcelas	6				
Área neta de plantación (ha)	2,56				
Nº Árboles/Parcela		12	15	10	
Nº Árboles/ha		480	600	400	
DAP (m)		0,36	0,39	0,32	10,51
Hc (m)		9,43	10,10	8,76	7,11
Ht (m)		15,47	15,99	14,94	3,41
AB (m <sup>2</sup> )		0,12	0,15	0,09	21,22
Vc (m <sup>3</sup> )		0,87	1,06	0,67	22,46
Vt (m <sup>3</sup> )		1,40	1,71	1,08	22,47
Vc/ha (m <sup>3</sup> )		416,73	637,91	269,29	
Vt/ha (m <sup>3</sup> )		669,90	1025,51	432,84	
Vc/Área neta de plantación		1066,84	251,49	85,96	
Vt/Área neta de plantación		1714,96	10361,94	3793,02	

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.



**ANEXO D: ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN C**

Variables		Media	Límite superior	Límite inferior	Error relativo %
Nº Parcelas	6				
Área neta de plantación (ha)	2,86				
Nº Árboles/Parcela		5	7	4	
Nº Árboles/ha		200	280	160	
DAP (m)		0,54	0,61	0,47	12,93
Hc (m)		8,08	9,21	6,94	14,04
Ht (m)		15,69	16,11	15,28	2,64
AB (m <sup>2</sup> )		0,25	0,31	0,19	23,81
Vc (m <sup>3</sup> )		1,52	2,00	1,04	31,68
Vt (m <sup>3</sup> )		2,82	3,52	2,12	24,89
Vc/ha (m <sup>3</sup> )		303,20	558,95	165,72	
Vt/ha (m <sup>3</sup> )		563,47	985,24	338,56	
Vc/Área neta de plantación		867,16	338,72	77,43	
Vt/Área neta de plantación		1611,52	9073,22	2349,88	

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

**ANEXO E: ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN D**

Variables		Media	Límite superior	Límite inferior	Error relativo %
Nº Parcelas	13				
Área neta de plantación (ha)	31,4				
Nº Árboles/Parcela		15	26	7	
Nº Árboles/ha		300	520	140	
DAP (m)		0,38	0,41	0,36	5,53
Hc (m)		9,40	9,83	8,97	4,56
Ht (m)		15,25	15,61	14,90	2,31
AB (m <sup>2</sup> )		0,13	0,15	0,12	11,19
Vc (m <sup>3</sup> )		0,95	1,08	0,82	13,70
Vt (m <sup>3</sup> )		1,50	1,69	1,32	12,37
Vc/ha (m <sup>3</sup> )		285,15	561,95	114,84	
Vt/ha (m <sup>3</sup> )		450,70	877,84	184,31	
Vc/Área neta de plantación		8953,63	228,19	41,75	
Vt/Área neta de plantación		14151,93	8626,20	1653,05	

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

**ANEXO F: ESTIMADORES ESTADÍSTICOS DE LA PLANTACIÓN E**

Variables		Media	Límite superior	Límite inferior	Error relativo %
Área neta de plantación (ha)	censo				
Nº Árboles/Parcela					
Nº Árboles/ha		32			
DAP (m)		0,74	0,81	0,66	10,21
Hc (m)		9,40	10,41	8,38	10,80
Ht (m)		16,11	16,53	15,69	2,61
AB (m <sup>2</sup> )		0,46	0,55	0,37	20,06
Vc (m <sup>3</sup> )		3,13	3,93	2,32	25,69
Vt (m <sup>3</sup> )		5,27	6,42	4,13	21,78
Vc/Área neta de plantación		100,03			
Vt/Área neta de plantación		168,75			

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

**ANEXO G: ESTIMADORES ESTADISTICOS DE LA PLANTACIÓN F**

Variables		Media	Límite superior	Límite inferior	Error relativo %
Área neta de plantación	censo				
Nº Árboles/Parcela					
Nº Árboles/ha		23			
DAP (m)		0,87	0,98	0,77	12,20
Hc (m)		12,49	13,69	11,28	9,64
Ht (m)		18,44	18,87	18,02	2,29
AB (m <sup>2</sup> )		0,65	0,79	0,50	22,74
Vc (m <sup>3</sup> )		5,93	7,60	4,25	28,30
Vt (m <sup>3</sup> )		8,44	10,37	6,51	22,89
Vc/Área neta de plantación		136,32			
Vt/Área neta de plantación		194,17			

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

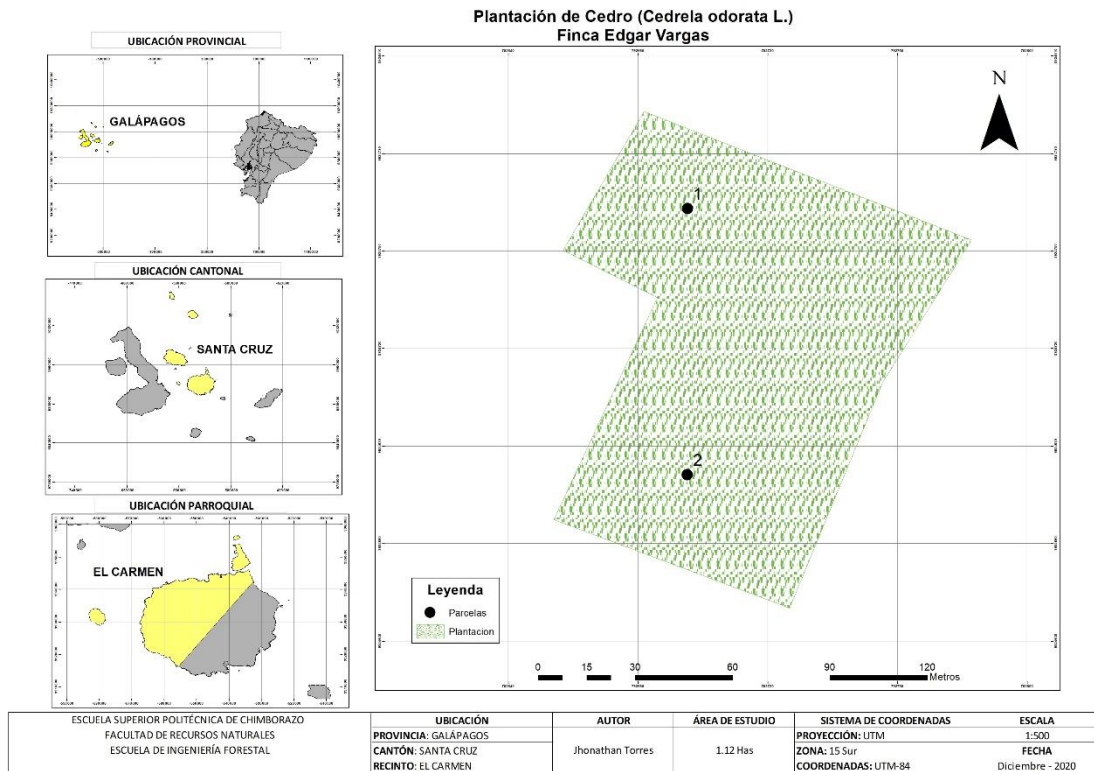
**ANEXO H: ESTIMADORES ESTADISTICOS DE LA PLANTACIÓN G**

Variables		Media	Límite superior	Límite inferior	Error relativo %
Área neta de plantación	censo				
Nº Árboles/Parcela					
Nº Árboles/ha		390			
DAP (m)		0,78	0,80	0,75	3,35
Hc (m)		9,66	9,99	9,33	3,43
Ht (m)		13,50	13,85	13,14	2,63
AB (m <sup>2</sup> )		0,53	0,56	0,50	5,83
Vc (m <sup>3</sup> )		4,28	4,65	3,91	8,58
Vt (m <sup>3</sup> )		5,73	6,17	5,29	7,67
Vc/Área neta de plantación		1668,47			
Vt/Área neta de plantación		2236,40			

**Fuente:** Levantamiento de información de campo

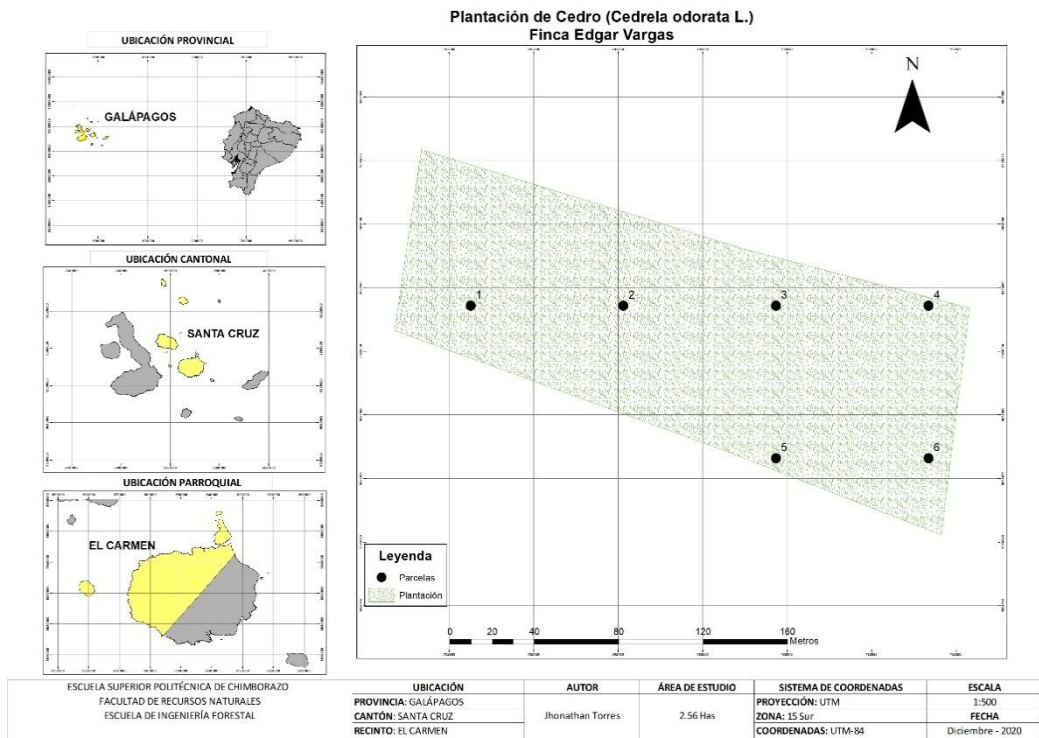
**Elaborado por:** Torres Morales, Jhonathan, 2022.

## ANEXO I: MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN A



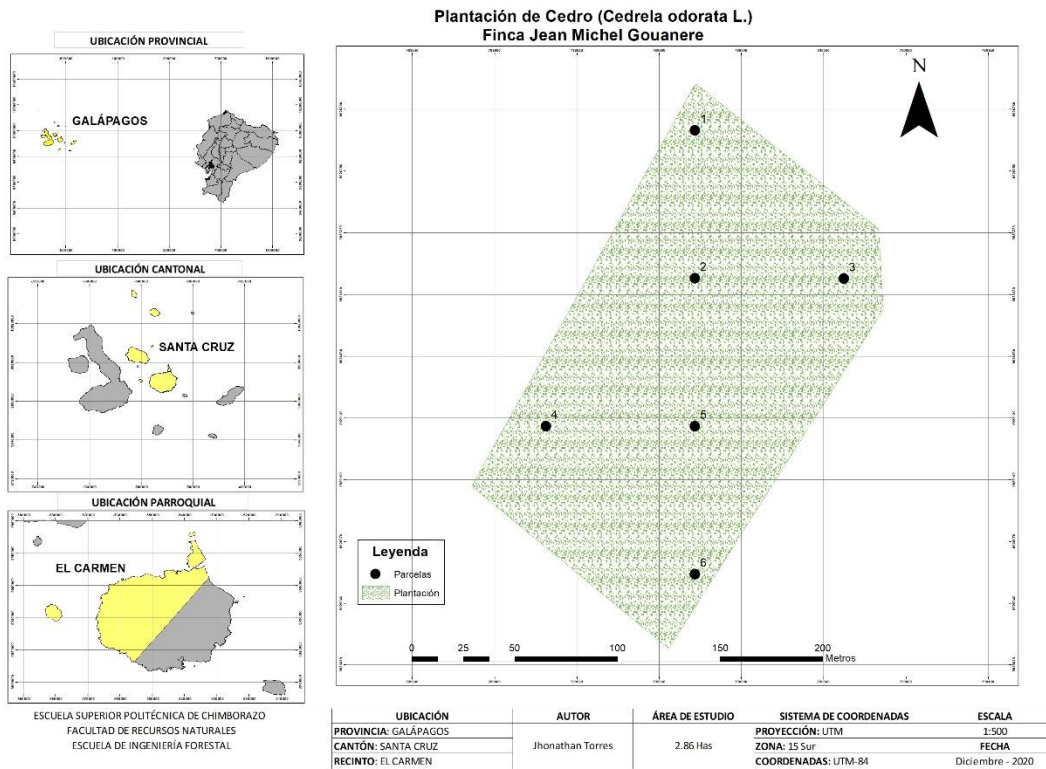
Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

## ANEXO J: MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN B



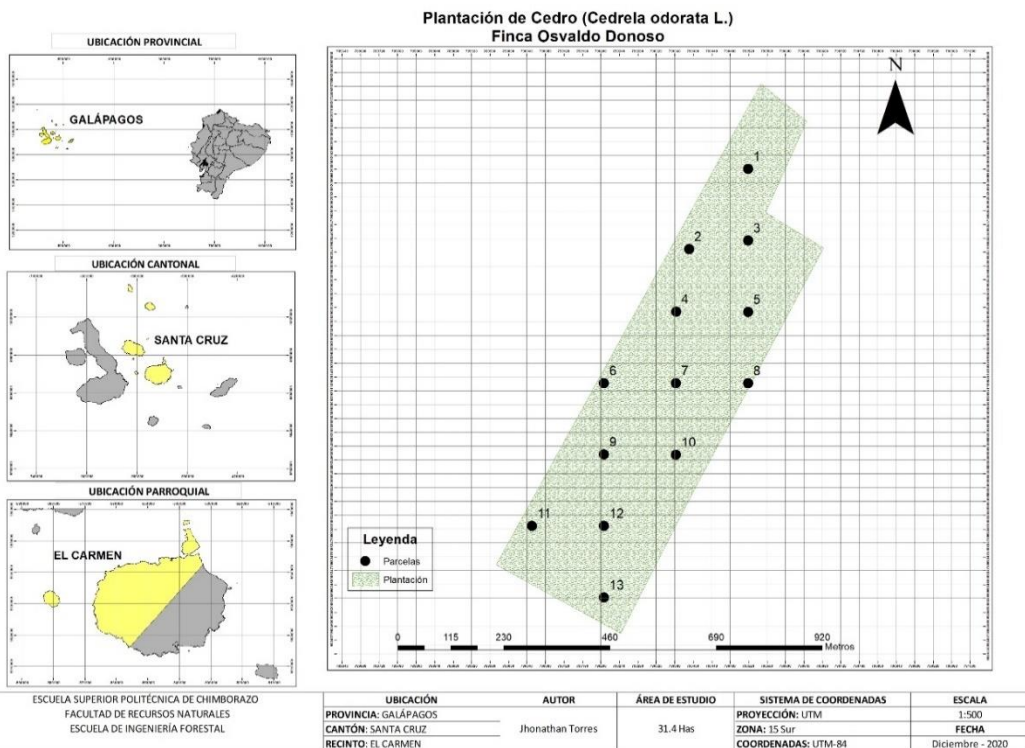
Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

## ANEXO K: MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN C



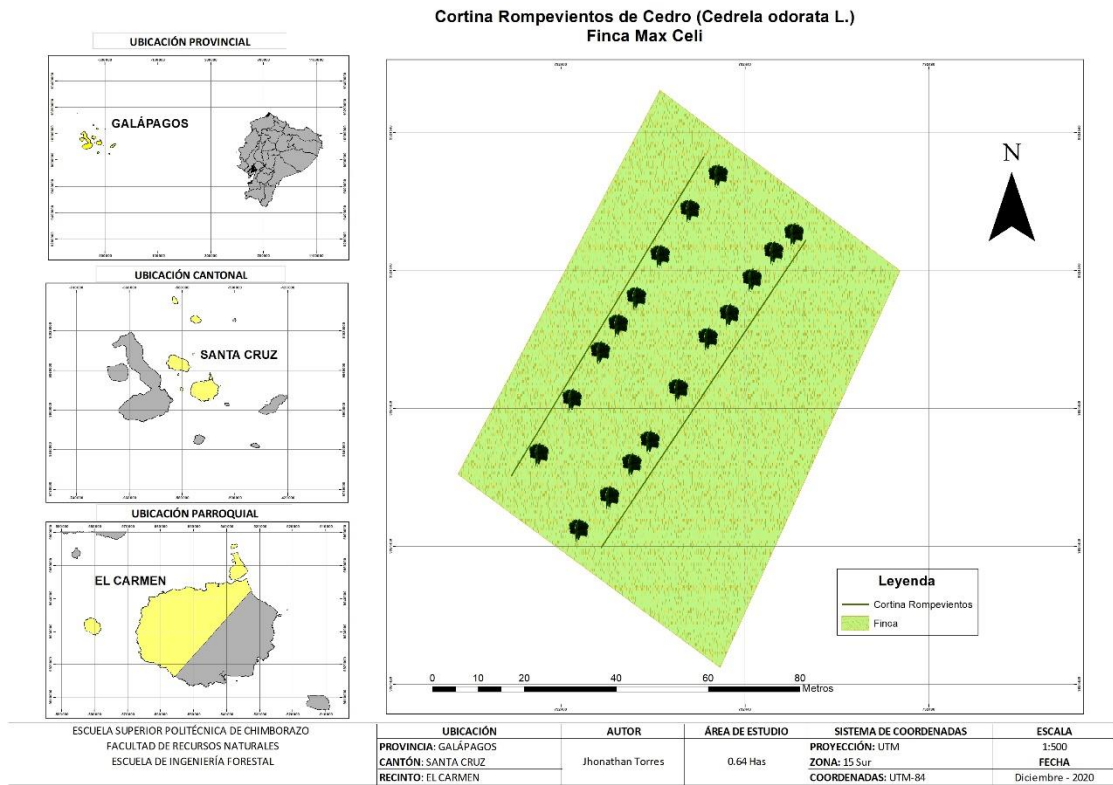
Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

## ANEXO L: MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN D



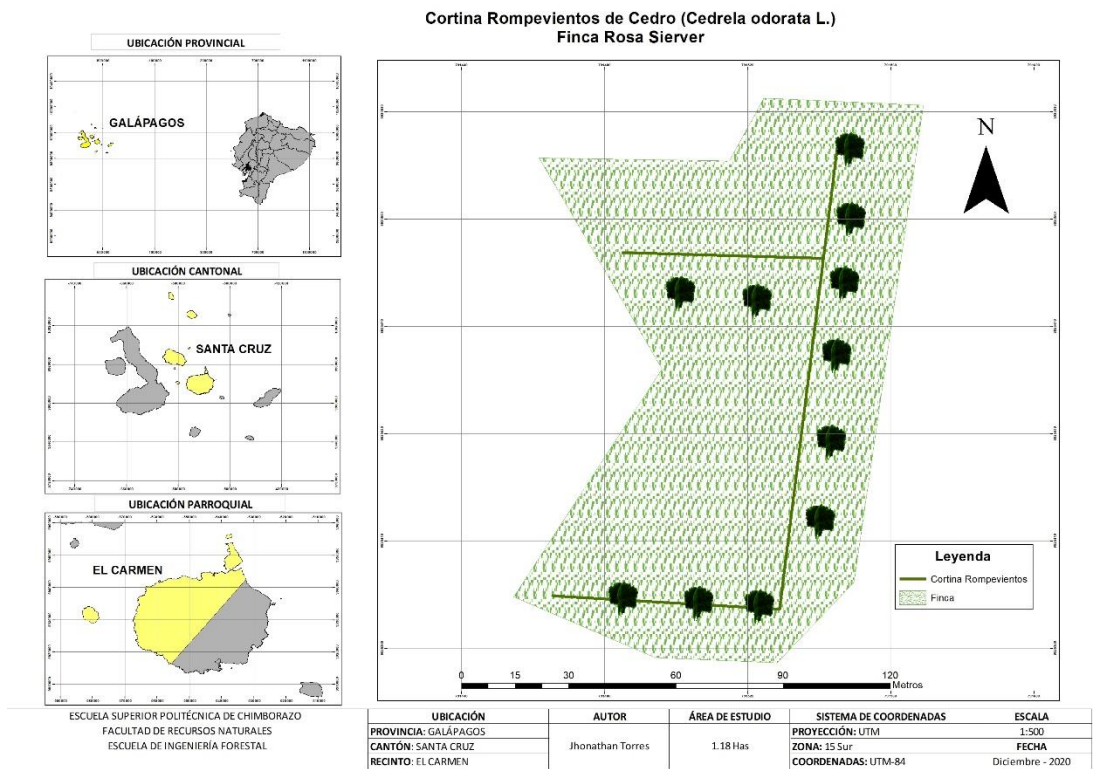
Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

## ANEXO M: MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN E



Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

## ANEXO N: MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN F

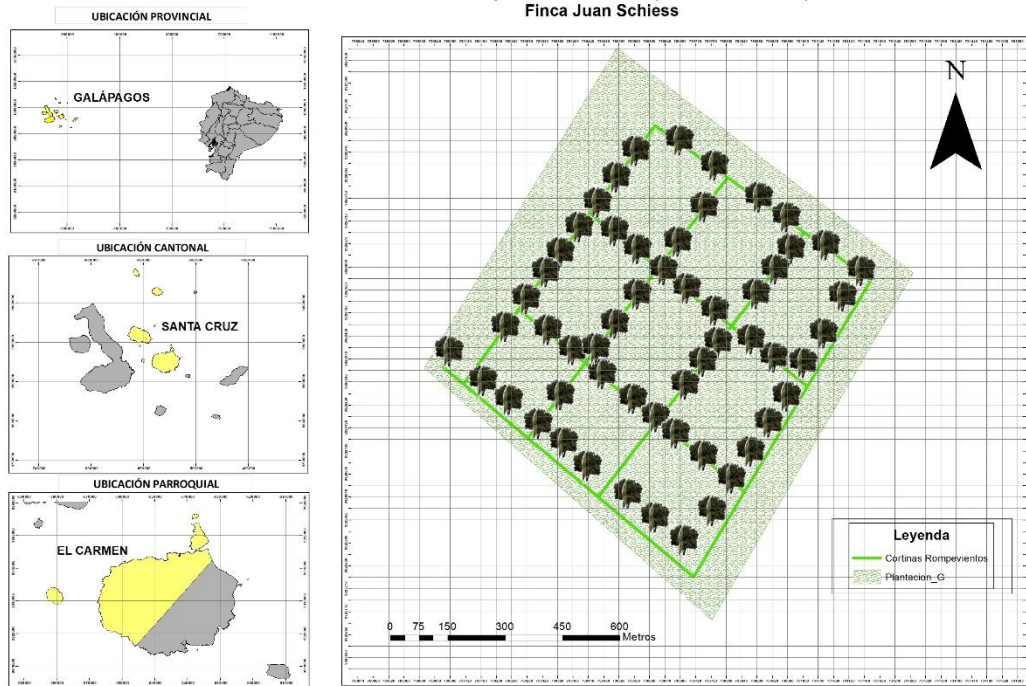


Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.



# ANEXO O: MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PLANTACIÓN G

Cortina Rompevientos de Cedro (*Cedrela odorata* L.)  
Finca Juan Schiess



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

UBICACIÓN	AUTOR	ÁREA DE ESTUDIO	SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA
PROVINCIA: GALÁPAGOS	Jhonathan Torres	98,8 Has	PROYECCIÓN: UTM	1:500
CANTÓN: SANTA CRUZ			ZONA: 15 Sur	FECHA
RECINTO: EL CARMEN			COORDENADAS: UTM-84	Diciembre - 2020

Elaborado por: Torres Morales, Jhonathan, 2022.

**ANEXO P: SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO DE *CEDRELA ODORATA* L CON EL MINISTERIO DE AGRICULTURA EN EL CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS.**



**ANEXO Q: CAPACITACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO**



**ANEXO R: GEORREFERENCIACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**



**ANEXO S: RECONOCIMIENTO DE MODELOS DE PLANTACIÓN**



**ANEXO T: ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS**



**ANEXO U: UNIDADES DE MUESTREO MARCADAS Y REGISTRADAS**



**ANEXO V: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN**

