



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 SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ

DIRECTOR: Ing. MIGUEL ÁNGEL GUALLPA CALVA MSc.

Riobamba - Ecuador

2022

© 2022, **Vianka Girón Vásquez**

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, **VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ**, 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 autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular: el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 4 de marzo del 2022.

Vianka Girón V.

Vianka Girón Vásquez

CI: 2000115762

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTA DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal de 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 EN EL RECIENTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS**, realizado por la señorita: **VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros de Tribunal de trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Norma Ximena Lara Vásconez PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 firmado electrónicamente por: NORMA XIMENA LARA VASCONEZ	2022 - 03 - 04
Ing. Miguel Ángel Gualpa Calva MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 firmado electrónicamente por: MIGUEL ANGEL GUALPA CALVA	2022 - 03 - 04
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 firmado electrónicamente por: CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA	2022 - 03 - 04

DEDICATORIA

A mi Padre amado, por guardarme con amor en cada paso que he dado, por su guía y fortaleza.

Vianka

AGRADECIMIENTO

A mis padres Hilda Vicenta Vásquez Macias y José Olivero Girón Guerrero por su apoyo, amor y confianza depositadas en mi a lo largo de toda mi vida.

A los Ingenieros Miguel Ángel Guallpa Calva y Carlos Francisco Carpio Coba por su valiosa instrucción, enseñanza, ayuda continua y apoyo absoluto a lo largo de mi formación como estudiante y posterior a esto, la realización de la tesis.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal por proporcionarme los conocimientos y formarme como profesional.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de la Dirección Distrital Galápagos, por la aprobación de este proyecto de investigación y brindarme las facilidades necesarias para trabajar en la zona agrícola del recinto Salasaca, a su vez al ex Director Distrital el Ingeniero Jimmy Alfredo Bolaños Carpio por considerar a *Cedrela odorata* L. como fuente alternativa de ingresos para el Archipiélago.

A los Ingenieros Mario Cuvi, Manolo Espinoza, y Jorge Caranqui, por compartir sus conocimientos en este proyecto de investigación, gracias por toda la ayuda.

A la Unidad Educativa Miguel Ángel Cazares, por el apoyo en el levantamiento de información en campo.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los diferentes dueños de los predios que me permitieron ingresar a sus fincas y realizar la recolección de datos, por su apoyo, amistad y predisposición en ayudar.

A mis amigos Jonathan Torres, Dayana Vásquez, Erick Altamirano y Pamela Yungán, mi mayor gratitud por su generosa ayuda.

Vianka

TABLA DE CONTENIDOS

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

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
1.1. Islas Galápagos	5
1.1.1. Ecosistemas terrestres	5
1.1.2. Flora y fauna	5
1.1.2.1. Flora	5
1.1.2.2. Fauna	7
1.1.3. Invasiones biológicas en las islas	7
1.1.3.1. Caso de <i>Cedrela odorata</i> en las islas	7
1.2. Generalidades de <i>Cedrela odorata</i> L.....	9
1.2.1. Clasificación taxonómica	9
1.2.2. Distribución y hábitat	9
1.2.3. Descripción botánica	9
1.2.3.1. Tronco.....	10
1.2.3.2. Ramas	10
1.2.3.3. Hojas.....	10
1.2.3.4. Flores.....	10
1.2.3.5. Frutos.....	10
1.2.3.6. Semillas.....	11
1.2.4. Dispersión, germinación y regeneración.....	11
1.2.5. Condiciones edáficas	11
1.2.6. Condiciones climáticas	12
1.2.7. Ecológica e importancia	12
1.2.8. Cobertura vegetal asociada	13
1.2.8.1. Especies forestales.....	13

1.2.8.2.	<i>Cultivos agrícolas</i>	13
1.2.9.	<i>Usos</i>	13
1.3.	Evaluación de plantaciones forestales	13
1.4.	Inventario forestal	14
1.4.1.	<i>Mapa de la plantación</i>	14
1.4.2.	<i>Sistema de muestreo</i>	15
1.4.2.1.	<i>Muestreo aleatorio simple</i>	15
1.4.2.2.	<i>Muestreo aleatorio estratificado</i>	15
1.4.2.3.	<i>Muestreo aleatorio sistemático</i>	16
1.4.2.4.	<i>Muestreo aleatorio por conglomerados</i>	16
1.4.3.	<i>Intensidad de muestreo</i>	16
1.4.4.	<i>Tamaño de parcela</i>	17
1.4.5.	<i>Ubicación de las parcelas</i>	17
1.4.6.	<i>Corrección de radio de parcela</i>	18
1.4.7.	<i>Medición de variables cuantitativas</i>	19
1.4.7.1.	<i>Circunferencia a la altura de pecho (CAP)</i>	19
1.4.7.2.	<i>Diámetro a la altura de pecho (DAP)</i>	20
1.4.7.3.	<i>Tipos de Altura</i>	23
1.4.7.4.	<i>Medición de alturas</i>	24
1.4.8.	<i>Medición de variables cualitativas</i>	26
1.4.8.1.	<i>Evaluación de calidad</i>	26
1.4.8.2.	<i>Índice de calidad General</i>	27
1.5.	Problemática en el manejo de los recursos forestales	28
1.5.1.	<i>Actores principales en el aprovechamiento forestal</i>	28
1.5.2.	<i>Manejo</i>	29
1.5.2.1.	<i>Silvicultura</i>	29
1.6.	Operaciones de aprovechamiento	31
1.6.1.	<i>Apeo o corte</i>	31
1.6.2.	<i>Desrame</i>	32
1.6.3.	<i>Trozado</i>	32
1.6.4.	<i>Descortezado</i>	32
1.6.5.	<i>Apilado</i>	33
1.6.6.	<i>Carga y descarga</i>	33

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	34
2.1.	Caracterización del lugar	34
2.1.1.	<i>Localización</i>	34
2.1.2.	<i>Características meteorológicas</i>	35
2.1.2.1.	<i>Temperatura</i>	35
2.1.2.2.	<i>Precipitación</i>	36
2.1.3.	<i>Características edáficas</i>	36
2.1.4.	<i>Características ecológicas</i>	36
2.1.5.	<i>Uso de suelo y actividad económica en Salasaca</i>	37
2.1.5.1.	<i>Aprovechamiento forestal</i>	37
2.1.5.2.	<i>Ganadería</i>	37
2.2.	Materiales y equipos	37
2.2.1.	<i>Materiales de campo</i>	37
2.2.2.	<i>Materiales de oficina</i>	37
2.3.	Metodología	37
2.3.1.	<i>Levantamiento planimétrico, sistema de muestreo y ubicación de parcelas</i>	38
2.3.1.1.	<i>Levantamiento planimétrico</i>	38
2.3.1.2.	<i>Sistema de muestreo y ubicación de parcelas en campo</i>	39
2.3.2.	<i>Evaluación del crecimiento y productividad en las unidades de remanente de Cedrela odorata L.</i>	40
2.3.2.1.	<i>Variables cuantitativas</i>	40
2.3.2.2.	<i>Tabulación de las variables de crecimiento para la productividad</i>	41
2.3.3.	<i>Evaluación de calidad de trozas en las unidades de remanente</i>	44
2.3.3.1.	<i>Variables cualitativas</i>	44
2.3.3.2.	<i>Índice de calidad general</i>	48
2.3.4.	<i>Estimación estadística de variables de crecimiento, productividad y calidad</i>	48
2.3.4.1.	<i>Pruebas estadísticas</i>	48

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1.	Análisis de crecimiento y productividad de los remanentes boscosos de Cedrela odorata L.	50

3.1.1.	<i>Comparación descriptiva a través de la estimación estadística de las variables de crecimiento</i>	51
3.1.1.1.	<i>Valor promedio del diámetro a la altura de pecho árbol⁻¹ por unidad de remanente ..</i>	51
3.1.1.2.	<i>Valor promedio en altura comercial por árbol en las unidades de remanente</i>	53
3.1.1.3.	<i>Valor promedio en altura total por árbol en las unidades de remanente</i>	55
3.1.1.4.	<i>Valor promedio del área basal árbol⁻¹ por unidad de remanente</i>	57
3.1.1.5.	<i>Valor promedio del volumen comercial árbol⁻¹ por unidad de remanente</i>	61
3.1.1.6.	<i>Valor promedio del volumen total (Vt) / árbol por unidad de remanente (m²)</i>	63
3.1.1.7.	<i>Distribución de clases diamétricas</i>	66
3.1.1.8.	<i>Análisis estadístico de volumen comercial y total por hectárea</i>	68
3.2.	Valoración de la calidad de madera en pie	70
3.2.1.	<i>Variables cualitativas evaluadas</i>	71
3.2.1.1.	<i>Variables evaluadas en la categoría de calidad 1</i>	71
3.2.1.2.	<i>Variables evaluadas en la categoría de calidad 2</i>	74
3.2.1.3.	<i>Variables evaluadas en la categoría de calidad 3</i>	78
3.2.2.	<i>Índice de Calidad General</i>	83
3.3.	Propuesta de plan de manejo forestal	85
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES		106
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Condiciones climáticas para el desarrollo de <i>Cedrela odorata</i> L.	12
Tabla 2-1:	Intensidad de muestreo según el tamaño del lote	16
Tabla 3-1:	Radio de parcelas circulares y correcciones de la pendiente	19
Tabla 4-1:	Tamaño de parcela según la superficie del lote	19
Tabla 5-1:	Tipos de raleo.....	30
Tabla 6-1:	Tipos de poda.....	31
Tabla 1-2:	Valores promedio variables climáticas de la parroquia de Santa Rosa	35
Tabla 2-2:	Áreas totales y netas en cada unidad de remanente (UR).....	39
Tabla 3-2:	Tamaño de parcela según la superficie del lote	40
Tabla 4-2:	Espesura de acuerdo al área basal	42
Tabla 1-3:	Número de parcelas durante el inventario efectuado en el recinto Salasaca.....	50
Tabla 2-3:	Promedio del diámetro en las unidades de remanente muestreadas	51
Tabla 3-3:	Valores promedio en altura comercial (m) en las unidades de remanente muestreadas.....	54
Tabla 4-3:	Valores promedio de la variable altura total en las unidades de remanente muestreadas.....	56
Tabla 5-3:	Promedio del área basal en cada unidad muestreada.....	58
Tabla 6-3:	Área basal estimada a partir de la sección transversal.....	60
Tabla 7-3:	Volumen comercial promedio por unidad de remanente muestreada	61
Tabla 8-3:	Volumen total (m ³) promedio en cada unidad de remanente evaluado	63
Tabla 9-3:	Resumen de los valores promedio de variables dasométricas	65
Tabla 10-3:	Distribución de categorías diamétricas en cada unidad de remanente	67
Tabla 11-3:	Análisis estadístico de Kruskal Wallis para volumen comercial	68
Tabla 12-3:	Mediana de volumen comercial de los árboles evaluados en las unidades de remanente	69
Tabla 13-3:	Análisis estadístico de Kruskal Wallis para volumen total.....	69
Tabla 14-3:	Análisis del rango medio para volumen total.....	70
Tabla 15-3:	Índices de calidad general reflejada en cada modelo	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Mapa de clasificación de la cobertura terrestre de zonas agrícolas de los cuatro cantones poblados	8
Figura 2-1:	Instalación de parcela en el borde de la plantación	18
Figura 3-1:	Corrección de parcela	18
Figura 4-1:	Punto de medición en terreno inclinado	20
Figura 5-1:	Medida de DAP en árboles inclinados	20
Figura 6-1:	Casos de árboles bifurcados	21
Figura 7-1:	Fustes con deformaciones	21
Figura 8-1:	Fuste con aletas	22
Figura 9-1:	Medición con raíces aéreas	22
Figura 10-1:	Medición de árbol inclinado y bifurcado	22
Figura 11-1:	Medición en árboles caídos	23
Figura 12-1:	Hipsómetros basados en principios trigonométricos	24
Figura 13-1:	Punto de medición de alturas	25
Figura 14-1:	Casos particulares de lectura	25
Figura 15-1:	Calidad de trozas	27
Figura 16-1:	Corte de árbol cuya base presenta garrones o aletas	32
Figura 1-2:	Mapa de ubicación del recinto Salasaca	34
Figura 2-2:	Árbol en posición inclinada	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Diámetro a la altura de pecho, periodo de 33 días	53
Gráfico 2-3:	Altura comercial en el recinto Salasaca, año 2020–2021.....	55
Gráfico 3-3:	Altura total de los árboles, periodo de 33 días	57
Gráfico 4-3:	Área basal de los árboles, periodo de 33 días.....	59
Gráfico 5-3:	Volumen comercial de los árboles, periodo de 33 días.....	63
Gráfico 6-3:	Volumen total de los árboles, periodo de 33 días	65
Gráfico 7-3:	Proporción de las variables FCR encontrada en todas las unidades de remanente	71
Gráfico 8-3:	Incidencia de fuste levemente torcido en as doce unidades evaluadas	72
Gráfico 9-3:	Estado fitosanitario en las doce unidades evaluadas.....	73
Gráfico 10-3:	Estado fitosanitario en las doce unidades evaluadas.....	74
Gráfico 11-3:	Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreadas	75
Gráfico 12-3:	Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreada .	76
Gráfico 13-3:	Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreada .	76
Gráfico 14-3:	Proporción de variables de calidad 2 las unidades de remanente muestreada...77	77
Gráfico 15-3:	Proporción de variables de calidad 3 en las unidades de remanente muestreada .	78
Gráfico 16-3:	Proporción de variables de calidad 2 las unidades de remanente muestreada...79	79
Gráfico 17-3:	Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreada .	80
Gráfico 18-3:	Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreada .	81
Gráfico 19-3:	Tipos de calidad de acuerdo al remanente boscoso	82
Gráfico 20-3:	Proporción porcentual del número de trozas según las calidades evaluadas	83

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO CON TÉCNICOS DE MAG DE LA DIRECCIÓN DISTRITAL GALÁPAGOS Y DUEÑOS DE PREDIOS A EVALUAR
- ANEXO B:** BREVE CAPACITACIÓN A ESTUDIANTES DEL COLEGIO MIGUEL ÁNGEL CAZARES, QUE APORTARON CON EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO
- ANEXO C:** TOMA Y REGISTRO DE MEDIDAS
- ANEXO D:** INACCESIBILIDAD POR ESPECIES INVASORAS
- ANEXO E:** INADECUADO MANEJO DE RESIDUOS PRODUCTO DEL APROVECHAMIENTO
- ANEXO F:** RALEO EFECTUADO POR PROPIETARIOS
- ANEXO G:** RESUMEN DE VARIABLES DE PRODUCTIVIDAD DEL RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ
- ANEXO H:** PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILK PARA VOLUMEN COMERCIAL Y TOTAL POR HECTÁREA
- ANEXO I:** PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS PARA VOLUMEN COMERCIAL Y TOTAL POR HECTÁREA
- ANEXO J:** RESUMEN DE VALORES PRODUCTO DEL REGISTRO DE CALIDAD DE TROZAS A 2,5 METROS DE LONGITUD
- ANEXO K:** MAPAS DE LAS PARCELAS MUESTREADAS

RESUMEN

Se evaluaron variables dasométricas de *Cedrela odorata* L. en diferentes modelos de plantación en el recinto Salasaca del cantón Santa Cruz, analizando transversalmente parámetros de productividad y calidad para la elaboración de una propuesta de plan de manejo forestal. Se aplicó una metodología cuantitativa cualitativa; se efectuó el levantamiento planimétrico, delimitando el área en cada una de las unidades de remanente en un área total de 86,7 ha donde se instalaron 79 parcelas circulares y se muestrearon 1138 árboles de un total de doce unidades de remanente; aplicando fórmulas dasométricas se estimó el volumen de madera en pie de los remanentes, y utilizando, además, la metodología propuesta para evaluar la calidad de plantaciones forestales comerciales se valoró la sección comercial del fuste a través del análisis de tres tipologías de calidad que valoraron distintas características, permitiendo inferir si la madera encontrada en la zona es clasificada como buena calidad y se determinó el Índice de Calidad General (ICGEN) de las trozas; mediante estadística descriptiva se analizaron los datos recolectados, implementado distintos procedimientos estadísticos para la comprobación de la hipótesis aplicados en volumen comercial y total por hectárea. Se constató que al menos una de las unidades de remanente presentó variabilidad en la productividad de *Cedrela odorata* L., la calidad estuvo determinada por un ICGEN de 1,64; además, se desarrolló una propuesta que estipula actividades silvícolas orientadas al futuro aprovechamiento de individuos de los que se permita obtener mayor volumen con una mejor calidad. Se concluyó que existen 406,01 m³ ha⁻¹ de volumen comercial (Vc) a diferentes niveles de distribución diamétrica con buena calidad de madera, sin embargo, se recomienda aplicar medidas de manejo que garanticen al productor obtener mejor remuneración, además de llevar un control de erradicación predial.

Palabras clave: <CEDRO (*Cedrela odorata* L.)>, <ÍNDICE DE CALIDAD GENERAL (ICGEN)>, <PRODUCTIVIDAD FORESTAL>, <TROZAS>, <UNIDADES DE REMANENTE>.




0968-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

Dasometric variables of *Cedrela odorata L.* were evaluated in different plantation models in the Salasaca area of the Santa Cruz canton, analyzing productivity and quality parameters for the elaboration of a forest management plan proposal. A quali-quantitative methodology was applied; a planimetric survey was carried out, delimiting the area in each of the remnant units in a total area of 86.7 ha where 79 circular plots were installed and 1138 trees were sampled from a total of twelve remnant units; using dasometric formulas, the volume of standing timber of the remnants was estimated, and also using the proposed methodology for evaluating the quality of commercial forest plantations, the commercial section of the trunk was assessed through the analysis of three quality typologies which evaluated different characteristics, allowing to infer if the wood found in the area is classified as good quality and the General Quality Index (ICGEN) of the logs was determined; The data collected were analyzed using descriptive statistics, implementing different statistical procedures to test the hypotheses applied to commercial and total volume per hectare. It was found that at least one of the remaining units presented variability in the productivity of *Cedrela odorata L.*, the quality was determined by an ICGEN of 1.64; in addition, a proposal that stipulates silvicultural activities oriented to the future use of individuals from which it is possible to obtain greater volume with a better quality was developed. It was concluded that there are $406.01 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ of commercial volume (V_c) at different levels of diametric distribution with good wood quality, however, it is recommended to apply management measures that guarantee the producer to obtain better remuneration, in addition to carrying out a predial eradication control.

Key words: <CEDRO (*Cedrela odorata L.*)>, <GENERAL QUALITY INDEX (GQI)>, <WOOD PRODUCTIVITY>, <CHIPS>, <REMAINING UNITS>.



Elsa Amalia Basantes Arias

Docente

CI: 060359440-9

INTRODUCCIÓN

La conservación y el manejo forestal han tomado fuerza a medida que ha incrementado la pérdida de cobertura vegetal (Aguirre, 2015, p. 17). La fragmentación y degradación de los bosques a nivel mundial ha ocurrido principalmente por la conversión de uso de suelo, lo que ha generado la alteración en la composición, configuración y funciones del bosque (FAO y PNUMA, 2020, p. 26).

En Ecuador continental la cubierta vegetal posee una extensión de 14´992.685 ha de las cuales únicamente 12´631.198 ha corresponden a bosque nativo, 1´515.272 ha pertenecen al páramo y 762.180 ha se encuentran asociadas a vegetación arbustiva (MAE, 2017, p. 13). Sin embargo, en cobertura vegetal nativa, a partir del 2016, se reportó un incremento en deforestación nacional sugiriendo que, existen ciclos a corto plazo de deforestación neta en el país, que responden a factores que operan a escala regional (Sierra et al., 2021, p. 32).

En la amazonia ecuatoriana los bosques son amenazados por el continuo establecimiento de petroleras que conllevan la expansión de infraestructura como la creación de nuevas vías que generan nuevos asentamientos poblacionales y por consiguiente la explotación maderera (Peterson y Amazon Watch, 2021, p. 5). Por otra parte, en la sierra ecuatoriana, el incremento de la frontera agrícola y el asentamiento urbano ha ocasionado que hoy en día sólo se encuentren remanentes de vegetación natural, cuya erosión ya es evidente (MAE, 2014, p. 11). Entre tanto, la región costa también presenta afectaciones en el bosque seco por actividades como el sobrepastoreo y la explotación de madera (Montilla et al., 2017, p. 91-92).

En el caso de la región Insular, donde la cobertura vegetal endémica y nativa ha determinado la estructura del entorno que están superpuestas a las particularidades de la topografía (Charles Darwin Foundation y World Wild Fund, 2002, p. 14), en algunos casos, la degradación ecológica ha tenido lugar por la perturbación generada por el cambio de uso de suelo, urbanización e introducción de especies exóticas (Watson et al., 2010, p. 79).

Hasta el 2017, existían 1476 especies alóctonas establecidas a partir de las cuales, 810 pertenecen a vegetación terrestre (Toral et al., 2017, p. 12), y 40 presentan comportamiento invasor (Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador, 2018, p. 154), este es el caso de *Cedrela odorata* L. comúnmente conocido como cedro, presente en las cuatro islas pobladas San Cristóbal, Floreana, Isabela y Santa Cruz (Fundación Charles Darwin, 2020, párr. 5).

Cedrela odorata L. es considerada, como la de mayor dominancia de vegetación invasiva en las

islas Isabela y Santa Cruz (Domínguez, 2016, p. 9), además, se distribuye generalmente en la zona alta húmeda de las islas. Por ello, la Dirección del Parque Nacional Galápagos (PNG) ha procurado el control de *Cedrela odorata* L., a través de programas de control y erradicación de especies invasoras, por lo que la especie ha sido aprovechada como principal recurso maderero para el mercado interno de las islas.

En el mercado, *Cedrela odorata* L. es muy apetecida por la calidad de madera que ofrece, ya que pertenece al grupo de maderas blandas, lo que facilita su trabajabilidad, además, de poseer un bello jaspeado, características que la convierten en una especie muy comercial, ya que se destina a la elaboración de productos finos. Se conoce que, para la obtención de madera de calidad, es importante efectuar medidas silviculturales a árboles de los que se obtendrá algún tipo de recurso, en este caso, maderero.

Los procesos silviculturales que requieren las especies forestales están sujetos a inversiones por parte del propietario, que garantiza que al final de la cosecha se obtendrá la retribución económica esperada a través del cumplimiento de objetivos de productividad (Murillo y Camacho, 1997a, p. 190), la evaluación de calidad de árboles plantados, permite aproximar y diferenciar de forma imparcial las causas por las que posee ciertas características tomadas por defectuosas y a partir de ello tomar decisiones en pro de tener mayores beneficios (Rojas y Murillo, 2000, p. 66).

El propósito de este proyecto es evaluar la productividad y crecimiento de *Cedrela odorata* L., en remanentes boscosos ubicados en el recinto Salasaca del cantón Santa Cruz, así como también, la calidad de trozas existentes en cada uno de los modelos de plantación con fines de aserrío, considerando dentro del inventario las posibles causas de tales características, esto con la finalidad de aportar con información y de esta manera poder elaborar una propuesta de plan de manejo forestal, que se plantee el aprovechamiento de la especie de manera perpetua y optima considerando las interacciones ecológicas que ocurren en las islas, así como también las económicas y sociales.

PROBLEMA

El aprovechamiento forestal en Ecuador continental posee una serie de políticas que permiten garantizar las operaciones de cosecha de forma racional y sostenible a través del cumplimiento de varios requisitos según el área que presente el propietario. Es el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), entidad encargada en estos casos de evaluar y aprobar los diferentes planes de manejo integral y programas de aprovechamiento y corta, para en su

posterioridad otorgar la Licencia de Aprovechamiento Forestal Maderero al usuario cuando se trata de bosque nativo y para corta de bosques cultivados.

En el caso, del Régimen Especial Galápagos, actualmente el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica no posee un protocolo o normativa para el aprovechamiento de madera, ni mucho menos el tipo de guía que debería emitirse para la movilización de madera rolliza, tablas, tablones u otro producto que no haya sufrido un proceso de transformación de la Región Insular hacia Ecuador continental. A esto se le suma las diferentes interrogantes con referencia a *Cedrela odorata* L. puesto que es una especie amenazada a nivel global y en Ecuador continental se encuentra catalogada en el Apéndice II del Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES y como especie Vulnerable en la lista roja de la UICN.

Aunque *Cedrela odorata* L. ha sido una de las principales especies maderables de consumo local en las cuatro islas pobladas, únicamente en los últimos años ha existido la creciente presión por gestionar protocolos para la extracción y erradicación de esta especie invasora, y que sumado al marco de la emergencia por COVID-19, han derivado a una necesidad cada vez más sólida por generar un crecimiento sostenible que impulse el desarrollo socioeconómico de las islas a través del aprovechamiento de dicha especie, especialmente por la valoración económica que representa en territorio continental.

Los instrumentos de aprovechamiento actuales han creado interrogantes de cuál debería ser el manejo adecuado del cedro, al presentarse como un riesgo para las especies autóctonas de las islas y a su vez funcionar paradójicamente como barrera vegetativa contra el avance de otras especies alóctonas invasoras mucho más agresivas. Es por ello que la presente investigación tiene como propósito aportar con información útil para la generación de posibles acuerdos interministeriales.

JUSTIFICACIÓN

Con base a lo antes mencionado, con el afán de contar con información actualizada y precisa, se efectuó la cuantificación de volúmenes en determinadas áreas de distintas unidades de remanente boscoso (remanente secundario), así como también se evaluó la calidad de madera a través de una serie de parámetros que en su conjunto brindaran parte de los instrumentos para el desarrollo de una propuesta de manejo forestal adecuada.

Tomando en consideración que *Cedrela odorata* L. en las islas Galápagos es una especie introducida establecida, es importante contribuir a la planificación del aprovechamiento de este

recurso forestal de forma sostenible, tomando en cuenta, además, que el cedro es la principal materia prima para la elaboración de productos maderables orientados al mercado interno de las islas.

La poca atención que se le ha dado hasta la fecha ha ocasionado que Galápagos tenga un balance forestal poco adecuado, desaprovechando así la oportunidad de fortalecer los múltiples roles y generación de empleo para los habitantes de la provincia.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las variables dasométricas de *Cedrela odorata* L. en diferentes modelos de plantación forestal en el Recinto Salasaca, Cantón Santa Cruz, Galápagos.

OBJETIVOS 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 – H₀

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

HIPÓTESIS ALTERNA – H₁

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

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Islas Galápagos

1.1.1. Ecosistemas terrestres

La vegetación determina los diferentes ecosistemas, según su distribución presenta factores climáticos como la temperatura, la precipitación y los vientos, así como el tipo de suelo y la altitud, además de otras variables biológicas como la competencia entre especies y la capacidad de dispersión e interacción fauna-plantas. Actualmente se definen nueve ecosistemas terrestres para Galápagos (Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador, 2018, p. 36):

- Manglares, bosque y arbustal húmedo de playa (zona litoral y humedales).
- Bosque deciduo, arbustal deciduo
- Herbazal deciduo (zona árida baja)
- Bosque y arbustal siempre verde estacional (zona de transición)
- Bosque y arbustal siempre verde (zona de Scalesia y Miconia)
- Herbazal húmedo (zona de pampa)
- Herbazal deciduo de altura (zona árida alta), el herbazal deciduo de altura se localiza principalmente en las partes altas de los volcanes de Isabela.

1.1.2. Flora y fauna

La ubicación geográfica y condiciones climáticas ecológicas han creado ambientes únicos que dieron lugar al desarrollo y evolución de muchas especies. Los niveles de endemismo en las islas han sido estudiados y se ha demostrado que siete de cada nueve ecosistemas presentes en las Galápagos serían endémicos (Rivas et al., 2017, p. 329).

1.1.2.1. Flora

Como anteriormente se mencionó, en Galápagos existen alrededor de 500 especies de plantas nativas y 180 endémicas (Tye, 2006, p. 99), sumado a esto, 1400 especies han sido introducidas en las islas como resultado de la colonización y las actividades antrópicas. Algunos cultivos fueron

trasladados por los pobladores a las islas para utilizarlas en agricultura, y también como plantas ornamentales.

- **Zona litoral:** Se extiende a lo largo de la costa, siempre verde en base a la capacidad que tienen las plantas de este ecosistema para tolerar la salinidad del mar al poblar el área de interface entre el mar y la tierra, se observan distintas combinaciones de cuatro especies de mangles (*Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle*) en que, entre otros, varias especies de moluscos, crustáceos y aves costeras (Jackson, 1985, pp. 60-65).
- **Zona árida:** en esta zona se puede observar árboles y bosques deciduos, se encuentran por lo general desde 100 a 300 msnm y es en esta zona donde existe mayor endemismo. Dentro de la flora encontrada hay varias especies de cactus endémicos de los géneros *Opuntia*, *Jasminocereus* y *Brachycereus*, especies de árboles endémicos como *Acacia rorudiana*, *Bursera malacophylla*, y, arbustos endémicos de los géneros *Scaecia*, *Tournefortia*, *Alternanthera*, *Lantana*, etc. (Jackson, 1985, pp. 60-65; McMullen, 1999, p. 29), en esta zona también hay una clase endémica de algodón (*Gossypium*) (ECOLAB y MAE, 2007, p. 281).
- **Zona de transición:** Se encuentra entre la zona árida y la de Scalesia, su elevación aproximada va desde los 100 y 200 m en las pendientes meridionales y mayor en las pendientes septentrionales; la flora existente en la zona de transición son pequeños arbustos y árboles, como la pega pega (*Pisonia*), el matazamo (*Piscidia*), una especie endémica de guayaba (*Psidium*) (Gibson, 2016, párr. 11-12).
- **Zona húmeda:** también conocida como zona de Scalesia, se caracteriza por formar bosques endémicos, se eleva hasta 500 m de altitud y se encuentra dominado por bosques siempre verdes, además esta se desarrollan las actividades agrícolas de la isla (Domínguez, 2011, p. 17).
- **Zona muy húmeda:** a esta zona también se la conoce como zona de *Miconias*, por el arbusto endémico predominante *Miconia robinsoniana* a pesar que también se encuentran algunas otras especies de helechos y musgos (Domínguez, 2011, p. 17).
- **Zona de pampa o cumbre:** esta zona permanece constantemente húmeda a lo largo de la época de garúa (Domínguez, 2011, p. 17), con característicos *Polypodium sp.* (*Polypodiaceae*), *Asplenium sp.* (*Aspleniaceae*) y el único helecho arborescente endémico *Cyathea weatherbyana*, que llega a alcanzar hasta 6 m de altura (McMullen, 1999, p. 35; ECOLAB y MAE 2007, p. 283).

1.1.2.2. Fauna

La fauna de las islas ha sido de gran admiración por parte de grandes científicos. Numerosos ejemplares que subsisten en el territorio no se encuentran en ninguna otra parte del planeta, por lo que ha sido de gran interés para los científicos y las ciencias de la evolución. Por estas características, la Unesco ha declarado a las Islas Galápagos como Patrimonio Natural de la Humanidad, y más tarde fue designada como Reserva Natural de la Biosfera (Pérez, 2019, pp. 11-12).

1.1.3. Invasiones biológicas en las islas

La introducción de especies que han resultado en invasiones biológicas han producido declinaciones dramáticas en la biodiversidad de especies nativas y más aún en el funcionamiento de los ecosistemas en los que se han establecido (Powell et al., 2011, p. 539), a pesar de esto, la falta de certezas sobre plantas que causan extinción debido a los niveles de dominancia, es posible que eventualmente cause extinción de especies (Corlett, 2010, p. 418).

En la isla Santa Cruz, las peores especies introducidas e invasoras han sido aquellas que han logrado transformar los hábitats en los que están presentes, causado graves alteraciones en los ecosistemas que han invadido, entre estas especies se encuentran *Rubus niveus* Thunb., *Cinchona pubescens* Vahl., *Cedrela odorata* L. y *Pennisetum purpureum* (MAATE, 2016, p. 88; Jäger y Carrión, 2018, párr. 7).

Las consecuencias derivadas de especies invasoras reducen la diversidad de especies locales, así como la configuración de la comunidad y la perturbación ligadas al ciclo de nutrientes de estas especies tienen un gran impacto sobre los ecosistemas nativos (Watson et al., 2009, pp. 79-80; Vilá et al., 2011, p. 703).

1.1.3.1. Caso de Cedrela odorata en las islas

Según datos recopilados indican que en la década de 1970 donde el turismo aumentó lo hicieron de la misma manera las vías de introducción de especies alóctonas (Toral et al., 2017, p. 14). Sin embargo, consideran que Galápagos se encuentra en una “período temprano a la invasión” en la propagación de organismos vegetales existentes debido a factores como el tiempo y acciones mediadas por el ser humano (Trueman et al., 2010, p. 3849).

La especie está presente en Santa Cruz, San Cristóbal, Floreana e Isabela, es decir, en las cuatro

islas pobladas. El Parque Nacional Galápagos (PNG) para su control y erradicación ha implementado un programa de manejo, en el que cortan individuos con 40 cm de DAP, precedido de un desbroce y post monitoreo para evaluar sus efectos a corto y largo plazo, sin embargo, un estudio realizado por Domínguez (2016, p. 9) sugiere que dicho desbroce ayuda al surgimiento (germinación) de especies vegetales invasivas.

Cedrela odorata en todas las islas pobladas cubre un área de 1349,62 ha (5,34%) a diferencia de otras especies introducidas invasoras, por otro lado, en Santa Cruz se la puede encontrar a una altitud de 120 m.s.n.m. en la parte suroeste de la zona agrícola (ZA) hasta los 700 m.s.n.m. al norte de la isla (Laso et al., 2020, p. 18).

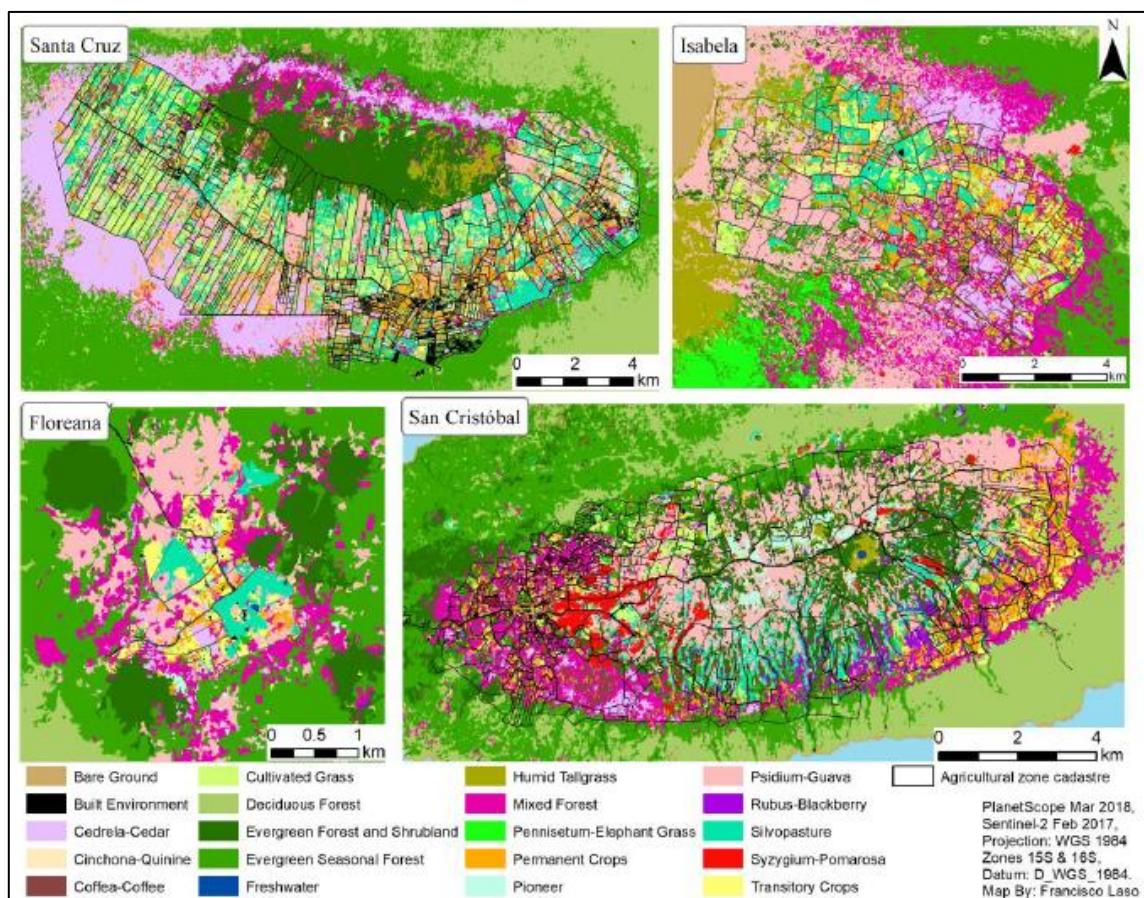


Figura 1-1. Mapa de clasificación de la cobertura terrestre de zonas agrícolas de los cuatro cantones poblados

Realizado por: Laso et al., 2020

1.2. Generalidades de *Cedrela odorata* L.

1.2.1. Clasificación taxonómica

El cedro presenta la siguiente nomenclatura (Tropicos, 2020, párr. 1):

Clase:	Equisetopsida C. Agardh
Subclase:	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden:	Rosanae Takht.
Orden:	Sapindales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia:	Meliaceae Juss.
Género:	<i>Cedrela</i> P. Browne
Especie:	<i>Cedrela odorata</i> L.

1.2.2. Distribución y hábitat

En Ecuador, a la especie se la encuentra comúnmente en bosques tropófilos y secos, en las provincias Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro (Jørgensen y León, 1999, p. 586; Sarzosa, 2017, p. 14).

Cedrela odorata L. es una especie ecológicamente muy variable, se dispone naturalmente en tierras bajas de América tropical (Morales y Herrera, 2009, p. 4), sobre una extensiva gama geográfica de cinturones latitudinales cálidos desde el bosque seco subtropical en México recorriendo parte del bosque húmedo subtropical en América Central, los bosques tropicales húmedos y muy húmedos en las regiones ecuatoriales (Burns y Honkala, 1990, p. 250) hasta el norte de Argentina y las islas del Caribe (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2019, p. 12)

Es un árbol tolerante a hábitats secos como húmedos, cuya “tolerancia” se debe a su base genética, que ha desarrollado una diferenciación ecotípica (Cavers et al., 2003, p. 1452). Crece en bosques siempreverdes, siempreverdes estacionales, deciduos y semideciduos (Pennington y Muellner, 2010, p. 153), además tiene una capacidad adaptativa importante en hábitats secos (Cavers et al., 2013, p. 734).

1.2.3. Descripción botánica

Es un árbol perteneciente a la familia *Meliaceae* alcanza una altura de 35 a 40 m, las raíces son superficiales con presencia de aletones en la base, posee escaso exudado de goma que brota de puntos localizados a lo largo del fuste (Guevara, 1988, p. 3).

1.2.3.1. Tronco

Alcanza un diámetro a la altura del pecho de 60 cm hasta 1,7 m, de crecimiento monopódico, su corteza es paralela-fisurada con forma de placas color grisáceo, cuya corteza interna tiene un color rosada a pardo amarillenta, fibrosa, con olor intenso a ajo y amarga (Rodríguez, 2021, p. 50).

1.2.3.2. Ramas

Sus ramas secundarias son glabras o finamente pubescentes, con lenticelas redondeadas. Escasa ramificación en árboles jóvenes, normalmente las presenta a partir de los 5 a 10 años en sitios favorables (López, 1996, p. 4).

1.2.3.3. Hojas

Las hojas se encuentran dispuestas en espiral, asimétricas, deciduas, paripinadas o imparipinadas, opuestos, ápice acuminado, base aguda, generalmente glabras a veces pubescentes, el peciolo normalmente presenta de 4 a 12 centímetros y su raquis aproximadamente de 30 a 46 centímetros (Toledo et al., 2008, p. 5).

1.2.3.4. Flores

Las flores son hermafroditas en inflorescencia, paniculadas terminales de 15 a 30 cm, el pedicelo con frecuencia de 1 a 2 mm, actinomorfas, finamente pubescentes (Conabio, 2015, p. 141).

Las flores femeninas son ampliamente tubulares, con cáliz color verdoso (2-3 mm de longitud), color crema verdoso en la corola de 5 pétalos lineares con una longitud de 7 a 8 mm aproximadamente, de ápice dentado o agudo, sus anteras presentan ausencia de polen y un ovario hinchado de lóculos; en el caso de las flores masculinas, estas se asemejan con las femeninas, pero estas poseen 5 anteras y un ovario (situado sobre el ginóforo) funcional (Pennington y Sarukhán, 2005, p. 294).

1.2.3.5. Frutos

Los Frutos son cápsulas leñosas, globosas, ovoides o elipsoides, color café grisáceo con lenticelas blancas evidentes, semillas elipsoidales, aladas. Fructifica en los meses de marzo a abril (Ruíz et al., 2018, p. 940). Cada capsula puede llegar a contener de 30 a 40 semillas aproximadamente, mismas que son aladas elíptico oblongas de hasta 3 cm de largo y 5 a 8 mm de ancho, es glabra, lisa,

membranosa y de color café rojizo (Betancourt, 1999, p. 98).

1.2.3.6. Semillas

Las semillas no tienen latencia, son altamente quebradizas en un extremo del ala en la parte lateral, en cuanto al embrión este es derecho, contiene dos cotiledones semejantes, ovalados y foliáceos (Niembro et al., 2010, pp. 52-61).

1.2.4. Dispersión, germinación y regeneración

En la especie, la etapa de reproducción está íntimamente relacionada a la etapa de crecimiento que experimenta en el lugar. Además, se caracteriza porque la época de floración y fructificación, está sujeta a las estaciones particulares de cada región, es decir, según la distribución de la precipitación en el año (Guevara, 1988, p. 8; Toledo et al., 2008, p. 7).

Las semillas al ser livianas y aladas son fácilmente dispersadas naturalmente a través del viento (anemocoria). Su abundancia disminuye con la edad del rodal (Peña, 2003, p. 454), la germinación es epigea, se ha registrado que ocurre en un 80% tanto en bosques secundarios como primarios y, en cuanto a su regeneración natural, aspecto que es considerado importante en la dinámica del bosque, el género *Cedrela* posee una buena capacidad de regeneración partiendo de rebrotes (Toledo et al., 2008, pp. 9-10).

Considerando que el enfoque principal de la supervivencia de especies pioneras como *Cedrela odorata* es dominar rápidamente el lugar suelen desarrollarse primero en altura en su etapa inicial de crecimiento (Salazar et al., 2019, p. 73). Por consiguiente, la disposición de luz para árboles juveniles por regeneración natural en condiciones de sotobosque es clave, ya que de ello depende su crecimiento y sobrevivencia una vez que estos hayan pasado la etapa de establecimiento (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2019, p. 14).

1.2.5. Condiciones edáficas

Se la encuentra en suelos de origen volcánico o calizo (Conabio, 2015, p. 141). Se adapta a inceptisoles dísticos y ultisoles (Alvarado y Raigosa, 2012, p. 194), y es tolerante a suelos con alto contenido en calcio sin embargo, es exigente en sus requerimientos físicos (Timyan, 1996, p. 64).

Prefiere suelos profundos, con buen drenaje y buena aireación (Guevara, 1988, p. 17), como síntoma de estrés debido a suelos pobres presenta la aparición de quemaduras en las raíces de árboles

jóvenes, además de la pérdida irregular de hojas durante la época de lluvia (Burns y Honkala, 1990, p. 257), prefiere condiciones en el que sistema radicular superior permanezca seco y las raíces principales cerca de saturación (Timyan, 1996, p. 64).

La presencia de agua en el suelo es crucial su desarrollo, el equilibrio entre la aireación y el agua se presenta en suelos particularmente aluviales francos y en adición, en ciertos sitios su falta de desarrollo puede deberse a la presencia de Al, Fe y Zn, pues estos elementos impiden su absorción en Ca y P (Guevara, 1988, pp. 7-8).

1.2.6. Condiciones climáticas

Para el establecimiento de *Cedrela odorata* L. factores climáticos tales como precipitación, temperatura, radiación, humedad, viento, etc., son considerados clave para su óptimo crecimiento que engloban floración y fructificación (Tabla 2-1):

Tabla 1-1: Condiciones climáticas para el desarrollo de *Cedrela odorata* L.

Factor	Rango
Altitud	0 – 1500 m.s.n.m.
Temperatura	20 – 32 °C
Precipitación	1200 – 3000 mm
Humedad relativa	60 - 100 %

Fuente: Guevara, 1988; Sarzosa, 2017

1.2.7. Ecológica e importancia

Considerada como especie pionera de larga vida, se la ha encontrado en vegetación secundaria y también comúnmente se la ve como estrato superior en bosque maduro (Conabio, 2015, p. 142; Romo et al., 2017, p. 111).

De manera general, la especie posee un efecto regenerador, entre los principales servicios ambientales aumenta la fertilidad edáfica y como consecuencia controla la erosión y equilibra el cauce de los ríos, además, de recuperar suelos que han sido degradados a la especie se la ha utilizado en la rehabilitación de sitios donde ha existido actividad minera intensiva (Niembro et al., 2010, p. 61; Conabio, 2015, p. 143).

1.2.8. Cobertura vegetal asociada

1.2.8.1. Especies forestales

A esta especie se la puede encontrar en asociación con *Swietenia macrophylla* (caoba), *Ochroma pyramidale* (balsa), *Cordia alliodora* (laurel), *Brosimum alicastrum* (sande), *Ceiba pentadra* (ceibo), *Gliricidia sepium* (mata ratón), *Hyeronima clusioide*, *Tabebuia pentaphylla*, *Terebraria resinosa*, *Clusia rosea*, entre otros. (Rivera y Lowy, 2009, p. 103; Conabio, 2015, p. 142).

1.2.8.2. Cultivos agrícolas

Por su excelente carácter de regeneración a *Cedrela odorata* L. se desarrolla con facilidad en asociación con cultivos agrícolas tales como papa (*Solanum tuberosum*), plátano (*Musa paradisiaca*), caña (*Saccharum officinarum*), borojó (*Borojoa patinoi*), yuca (*Manihot esculenta*), arroz (*Oryza sativa*), marañón (*Anacardium occidentale*), maíz (*Zea mays*), café (robusta o arábigo), cacao (*Theobroma cacao*), entre otros (Guevara, 1988, p. 7).

1.2.9. Usos

La especie posee una alta demanda en el mercado precisamente por la excelente calidad de madera que tiene. Se la comercializa normalmente para fabricación de mueblería fina, viviendas, chapas de índole decorativo, contrachapados, tableros, instrumentos musicales, artesanías, entre otros (Cárdenas y Salinas, 2007, p. 127).

1.3. Evaluación de plantaciones forestales

En plantaciones forestales el análisis de evaluación de variables cuantitativas y cualitativas es fundamental para estimar crecimiento, productividad y la calidad de productos a obtener, que sirvan como insumos técnicos, sustenten la aplicación de actividades de manejo y aprovechamiento para así recuperar la inversión económica de modo sostenible (Torres, 2007, p. 46).

En la evaluación es importante tener claro el objetivo a alcanzar, Merino (2010, pp. 16-17), menciona que establecer los elementos a utilizar como el tiempo de desarrollo del inventario, costos de evaluación, calidad y cantidad de información que se recolectará en campo, entre otros factores es primordial.

1.4. Inventario forestal

Un inventario forestal, es el proceso en el que se registran algunas características de los árboles con la finalidad de cuantificar y valorar información de área, cantidad, calidad y crecimiento de los productos maderables y no maderables así como también sus servicios ambientales (CATIE. 2002, pp. 6-8).

Considerando la inexistencia de una población perfecta, es importante especificar en el mapa, aquellos sitios donde el muestreo no es factible, además de realizar la previa visita de campo, ayudará a considerar fronteras geográficas en el área de muestreo, o zonas remotas inaccesibles que podrían dificultar el establecimiento las parcelas (Mcroberts et al., 1992, pp. 2-3). El desarrollo de un inventario forestal debe realizarse cumpliendo niveles de precisión en la toma de datos, pues a partir de la información que se obtenga se podrá comprender el estado dasométrica y epidométrico de los rodales, que en consecuencia, permitirá la elaboración de planes de manejo forestal (Aguirre et al., 2016, p. 72).

El volumen individual o grupal de un bosque o plantación puede obtenerse a partir de la aplicación de distintas fórmulas volumétricas y se calcula con base a características medibles como diámetro y altura. Existen varios tipos de unidades para expresar el volumen de un árbol por completo o en secciones, estas unidades suelen ser distintas en algunas regiones (Cancino, 2012, p. 52).

1.4.1. Mapa de la plantación

La estimación del área plantada de forma precisa, permitirá realizar los cálculos adecuados para la implementación del muestreo que se hará a través del establecimiento y distribución de las parcelas una vez hecho los cálculos de intensidad de muestro, facilitando así, las actividades que vayan a desarrollarse en campo, tomando en cuenta medidas correctivas para evitar errores inadvertidos.

Contar con un mapa de la superficie real plantada, proporciona información que ayudará a identificar zonas en las que no hay vegetación (claros), caminos, ríos y vertientes, zonas ya aprovechadas, etc. (Rojas y Murillo, 2000, p. 67), ayudará además, a delimitar el tamaño de parcelas e intensidad de muestreo, así como también el distanciamiento y rumbos de transectos (Murillo y Camacho, 1997b, p. 231).

1.4.2. Sistema de muestreo

Un sistema de muestreo en un inventario forestal, conlleva la recolección de datos medidos en la muestra, sobre una superficie total, por lo que deben ser representativas, para reflejar datos cercanos al valor real de la población total (Pineda et al., 1994, p. 109).

Lo que determina la clase de diseño de muestreo es el tipo de análisis estadístico que se necesita efectuar en la superficie forestal a inventariar (Mostacedo y Fredericksen, 2000, p. 3). Dependiendo del tipo y calidad de datos tomados en campo se cumplen principalmente dos objetivos, uno de ellos, es conseguir resultados confiables que ayuden a elaborar planes de manejo silvícolas, y el otro es, disminuir tiempo y costos en logística (Roldán et al., 2018, p. 39).

Pese a lo mencionado, el sesgo suele ocurrir, porque en la etapa de selección de árboles, se concentra la muestra donde se encuentran los mejores individuos, privando así, la recopilación en calidad y diversidad de los datos, ignorando que debe aplicarse correctamente el tipo de muestreo seleccionado, donde todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser escogidos, también, se debe evitar tomar muestras en lugares particulares, como orillas de caminos, ya que estos individuos poseen hábitos de crecimiento distinto a aquellos que se encuentran dentro de la masa forestal (Prodan et al., 1997, p. 122).

1.4.2.1. Muestreo aleatorio simple

En este muestreo probabilístico, todos los individuos de una población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados en la muestra. En este tipo de muestra, las coordenadas geográficas de cada una se seleccionan a través de un generador de números aleatorios, que maneja las coordenadas permitidas y limitadas de nuestra área muestreada (Mcroberts et al., 1992, p. 6).

1.4.2.2. Muestreo aleatorio estratificado

Este muestreo consiste en dividir a la población en subpoblaciones, grupos o estratos, en cada una de estas divisiones, las unidades o individuos deben tener una variable o característica considerablemente homogénea, , sumado a esto se debe trazar una muestra independiente a partir de cada estrato (Porras, 2017, p. 4).

1.4.2.3. Muestreo aleatorio sistemático

Este muestreo es mucho más preciso ya que recorre la población con mejor uniformidad (Otzen y Manterola, 2017, p. 229). El procedimiento empleado es un criterio de distribución en cuadrículas fijas, donde se escoge una k-ésima unidad de la población, ordenada, numerado o arreglada de alguna manera, por lo tanto la letra k será la razón del tamaño de la población paralelo al tamaño de la muestra (Porras, 2017, p. 5). En plantaciones forestales este tipo de muestreo es uno de los más utilizados el cual emplea parcelas circulares predeterminadas (Kramer y Akça, 1995, citado por Murillo et al., 2012, p. 2).

1.4.2.4. Muestreo aleatorio por conglomerados

Las unidades de muestreo suelen ser heterogéneas, como parte de este muestreo, la unidad muestral es un grupo de elementos que se han elegido de forma aleatoria que constituyen un conglomerado (Arias et al., 2016, p. 205).

1.4.3. Intensidad de muestreo

Para el cálculo de la intensidad de muestreo se debe conocer la superficie plantada en hectáreas, y según esto se aplicará la intensidad en porcentaje, para reflejar finalmente un número de parcelas que poseerán el mismo tamaño con distribución sistemática (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016, p. 3).

La tabla 3-1, muestra la intensidad de muestreo que debe aplicarse según el tamaño de plantación que se tenga, y de acuerdo a esto se definirá el número de parcelas.

Tabla 2-1: Intensidad de muestreo según el tamaño del lote

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

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016

1.4.4. Tamaño de parcela

La configuración de parcela, en lo que a tamaño y forma se refiere, se determinan antes de obtener la información de campo (Mcroberts et al., 1992, p. 4), es por ello, que la elección de una forma en especial de parcela (circular, cuadrada, hexagonal o rectangular), está ligada a la practicidad de realizar trabajos en el terreno, sin embargo, las parcelas con forma circular minimizan la probabilidad de ocurrencia de los árboles en sus límites (Cancino, 2012, p. 24).

En el marco de la evaluación las parcelas circulares, estas deben ser establecidas como unidades de muestreo en cuyo caso el tamaño se determinará a partir de la superficie a muestrearse (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016, p. 4). Por otro lado, en plantaciones con superficie de 1 a 3 ha, es recomendable un mayor número de parcelas para mejor representatividad, pues en el análisis estadístico el error de muestreo acostumbra a ser alto (Merino, 2010, p. 23).

1.4.5. Ubicación de las parcelas

En la distribución geográfica de las parcelas es importante que este establecido el diseño de muestreo a aplicar, tomando en consideración factores limitantes (particularidades del rodal) para obtener una buena representatividad y así evitar el sesgo (Prodan et al., 1997, p. 122).

Según Murillo y Camacho (1997b, p. 233), la ubicación de las parcelas se establece una vez que la estratificación forestal haya sido determinada, además dicho autor postula que se asigna la primera parcela a raíz de un algún método aleatorio. A partir de esta primera parcela, se continua con las siguientes de manera sistemática (Kramer y Akça, 1995, citado por Murillo et al., 2012, p. 2).

Fórmula para el cálculo de distancias entre parcelas:

$$\text{Distanciamiento (m)} = \sqrt{\frac{\text{Área de plantación}}{N^{\circ} \text{ parcelas}}}$$

Para los casos en los que parte de la parcela quede fuera de la plantación, se deberá compensar dicha ausencia de la siguiente manera (Figura 2-1):

- Se miden todos los árboles de la parcela que quedan dentro de la plantación.
- Se mide la sección (segmento R) del radio que no ha sido muestreado.

- Se dispone nuevamente la parcela en el mismo sitio, pero del otro lado del borde de la plantación.
- Se mide nuevamente los árboles que quedan únicamente dentro de esta sección.

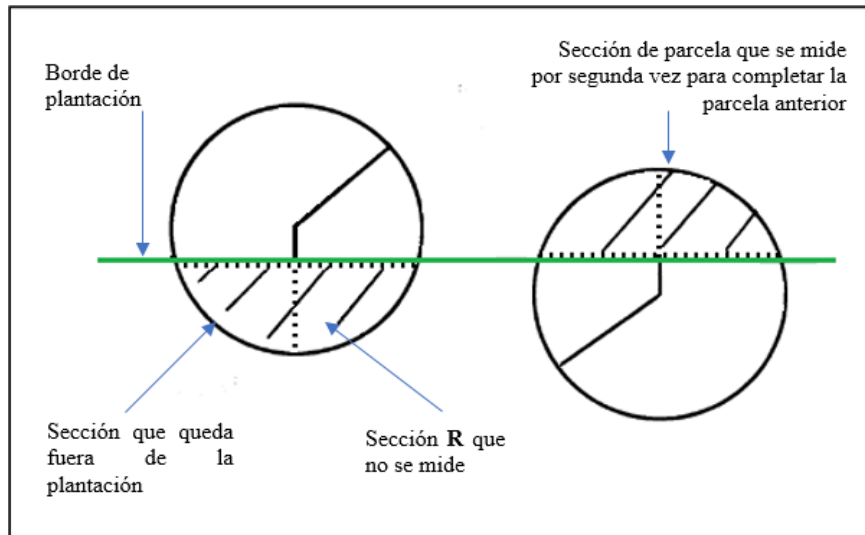


Figura 2-1. Instalación de parcela en el borde de la plantación

Fuente: Kramer y Akça, 1995, citado por Murillo et al., 2012

1.4.6. Corrección de radio de parcela

La corrección de parcela en pendientes de carácter fuerte, la longitud del radio deberá ampliarse y dicha corrección tendrá que hacerse en dirección a la pendiente, de esta manera la parcela tomara una forma de elipse en la que sus lados más largos estarán fijados encima de la pendiente (Murillo y Camacho, 1997b, p. 233).

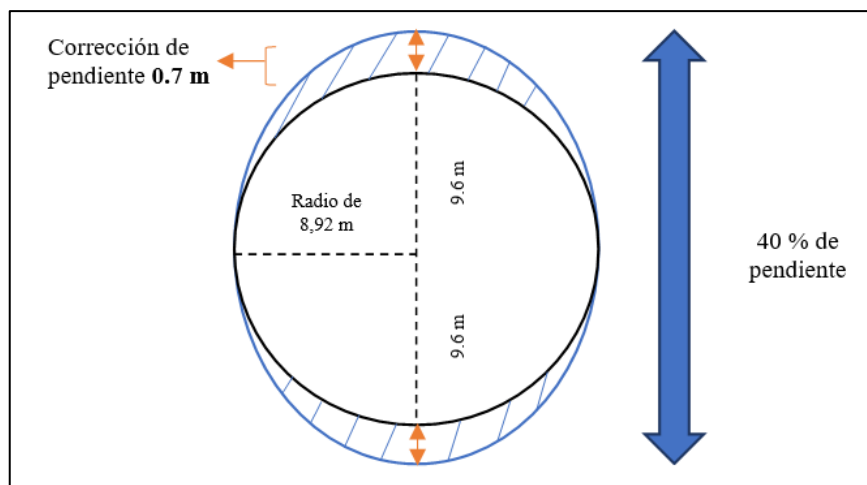


Figura 3-1. Corrección de parcela

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016

Para la corrección del radio de parcelas circulares con pendiente $\geq 8^\circ$ deberá aplicarse los radios de la Tabla 3-1, para su corrección una persona deberá estar ubicada en el centro de la parcela, situará la cinta a un metro de altura al ras de suelo, y una segunda persona girará el extremo de dicha cinta, asimismo, a un metro del suelo (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016, p. 5).

Tabla 3-1: Radio de parcelas circulares y correcciones de la pendiente

Pendiente en grados	Tamaño de parcela circular	
	250 m ²	500 m ²
8,00	9,01	12,74
10,00	9,06	12,81
12,50	9,14	12,92
15,00	9,24	13,06
17,50	9,35	13,23
20,00	9,49	13,43
22,50	9,67	13,66
25,00	9,84	13,92
27,50	10,06	14,22

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016

En casos, donde la pendiente sea $< 8^\circ$ se utilizarán los radios establecidos en la tabla 4-1, por la cual una persona deberá estar ubicada en el centro de la parcela, situará la cinta al ras de suelo, y una segunda persona girará el extremo de dicha cinta (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2016, p. 4).

Tabla 4-1: Tamaño de parcela según la superficie del lote

Tamaño plantación o lote (ha)	Tamaño de la parcela (m ²)	Radio de parcela (m)
≤ 10	250	8,92
≥ 10	500	12,62

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016

1.4.7. Medición de variables cuantitativas

1.4.7.1. Circunferencia a la altura de pecho (CAP)

Se mide el diámetro fustal a una altura de 1,30 metros, por lo general se lo realiza utilizando una cinta métrica, sin embargo, para el cálculo de volumen esta medida es tendrá que ser dividida para el número π (3,141592).

1.4.7.2. Diámetro a la altura de pecho (DAP)

Esta variable es una de las más importantes para la estimación forestal ya que refleja el crecimiento secundario de los árboles medidos y hace posible el cálculo del volumen de madera. Dentro de la biometría forestal se lo mide a 1,30 m de altura sobre el terreno como parámetro estándar, y está asociado con el volumen fustal del árbol, cuyos instrumentos de medición son la cinta diamétrica o forcípula (Wabo, 2002, pp. 1-2). Existen casos especiales, estos son:

- **Árbol en terreno inclinado**

Para los casos en los que la superficie sea inclinada el DAP deberá medirse a unos 1,3 m desde el punto más alto del terreno y la cinta diamétrica o forcípula debe colocarse perpendicular al eje del árbol.

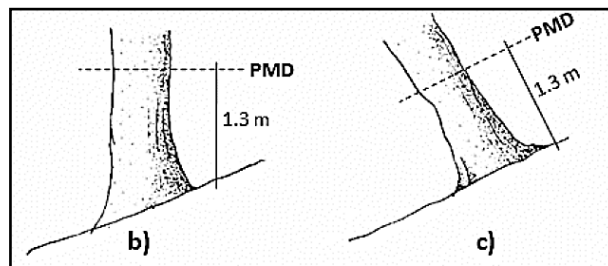


Figura 4-1. Punto de medición en terreno inclinado

Fuente: Juárez, 2014

- **Árbol inclinado**

En este caso la medida debe tomarse a 1,3 m de altura, tomando en cuenta la orientación de perpendicularidad del eje del fuste, por consiguiente, en la posición que tenga el menor ángulo posible entre el terreno y el árbol.

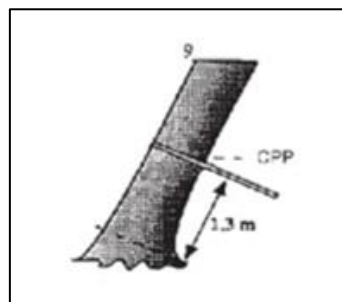


Figura 5-1. Medida de DAP en árboles inclinados

Fuente: Juárez, 2014

- **Árbol con bifurcación**

Según la FAO (2014, párr. 20-25), se dan de tres maneras:

- Cuando la bifurcación es igual o superior a 1,3 m sobre el terreno, por consiguiente, se lo evaluará como un solo árbol individual, otro aspecto a mencionar es que la medición se debe aplicar por debajo del punto de implantación de la bifurcación.
- Se considerará como un sólo árbol cuando el inicio de la bifurcación se localiza por debajo del 1,3 m, así mismo se deberá medir el DAP a la altura estándar.
- Se evaluará cada fuste de la bifurcación como árbol independiente cuando este se divide entre los primeros 30 cm y 1,3 m de altura a partir de la superficie, en consecuencia, la medida deberá tomarse a 1 m de altura desde el inicio de la bifurcación.

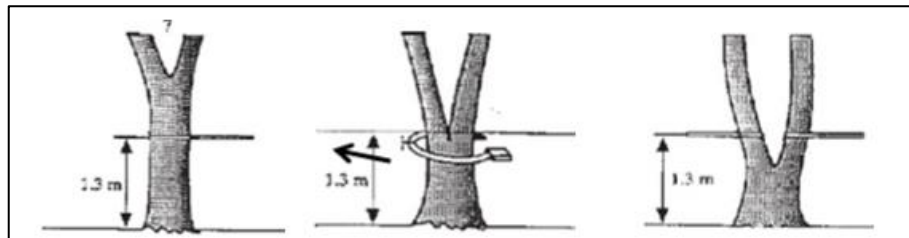


Figura 6-1. Casos de árboles bifurcados

Fuente: Juárez, 2014

- **Árbol con fuste irregular**

Cuando existe alguna deformación en el fuste del árbol a evaluar a la altura de 1.3 m se tiene que medir justo encima de la irregularidad, en la parte que el fuste se recobre, es decir la parte no afectada.

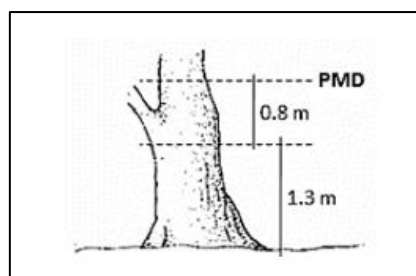


Figura 7-1. Fustes con deformaciones

Fuente: Juárez, 2014

- **Árbol con raíces tablares**

En este caso la medida deberá tomarse a 30 cm por encima de la aleta.

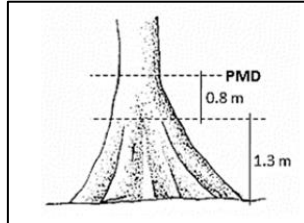


Figura 8-1. Fuste con aletas

Fuente: Juárez, 2014

- **Árbol con raíces aéreas**

La medida del diámetro debe hacerse a 1,3 m a partir del límite entre el tronco y las raíces (Juárez, 2014, p. 16).

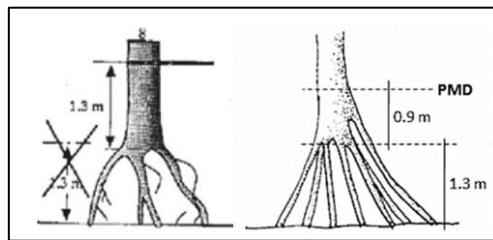


Figura 9-1. Medición con raíces aéreas

Fuente: Juárez, 2014

- **Árbol inclinado y bifurcado**

La medición del DAP se aplicará a 1,3 m desde la base del fuste y el terreno se encuentre formando un ángulo.

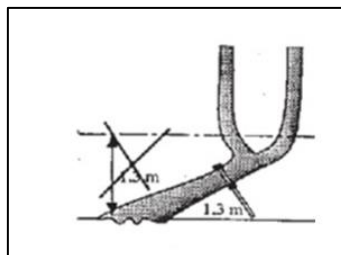


Figura 10-1. Medición de árbol inclinado y bifurcado

Fuente: Juárez, 2014

- **Árbol caído**

En estos casos el diámetro se medirá desde el punto de transición (raíz-fuste) hasta el 1.3 m.

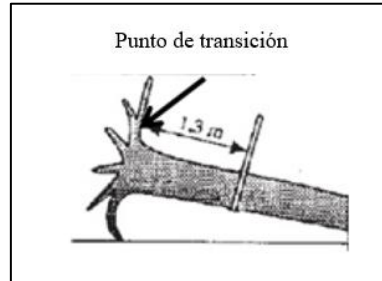


Figura 11-1. Medición en árboles caídos

Fuente: Juárez, 2014

1.4.7.3. Tipos de Altura

En inventarios la altura es considerado el parámetro menos estudiado y uno de los más complicados a la hora de medir y evaluar, dado que, existen diversas alturas a medir en un árbol, por consiguiente ha significado quintuplicar el tiempo que normalmente toma (Malleux 1982; citado en Barrena y Carlos, 2006, p. 2). Existen distintos tipos de alturas, esta variable se la mide de acuerdo a la información requerida en inventarios forestales, estas pueden ser:

- **Altura total**

Es la medida vertical que va desde el nivel del suelo al ápice del árbol.

- **Altura comercial**

Comprende la medida del fuste desde el tocón hasta el límite aprovechable (Malleux, 1974; citado en Barrena y Carlos, 2006, p. 2), es decir, desde el pie hasta el diámetro superior mínimo aprovechable (Fuentes, 2014, p. 9). Para fines de producción influye directamente en el volumen (Pinelo, 2000, p. 14).

- **Altura fustal**

Se la conoce también como altura de base de copa y consiste en la distancia comprendida entre la línea base de fuste hasta el punto de comienzo de la copa (Fuentes, 2014, p. 9).

- **Altura de tocón**

Es la distancia que se mide desde el suelo hasta la altura basal del tronco.

- **Altura de copa**

Se la obtiene a partir de la altura total al restarle la altura de inserción de copa (primera rama).

1.4.7.4. Medición de alturas

En inventarios forestales la medición de alturas supone una inversión estimable de tiempo y costo, convirtiéndose en un cuello de botella al momento de tomar datos en campo (López, 2016, p. 70).

Por lo general se puede medir las alturas de dos maneras a) directa, cuando los árboles se encuentran caídos y se lo puede medir con cintra métrica, b) indirectamente, esto se aplica para árboles en pie y se hace uso de hipsómetros o clinómetros cuyo cálculo se basa en principios geométricos (producen errores de estimación entre el 5% del valor real) y trigonométricos (fundamentados de las relaciones angulares de la formación de los triángulos) (Yepes et al., 2011, p. 45).

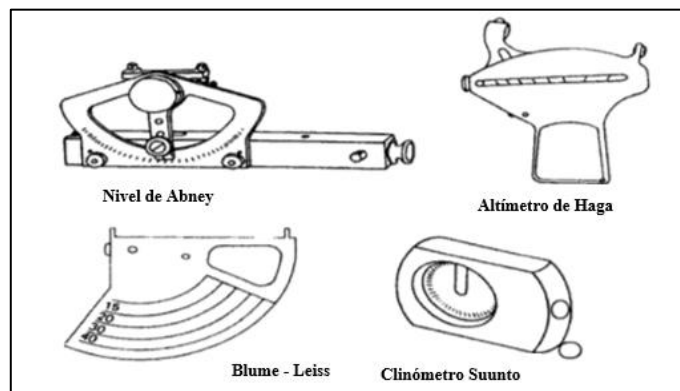


Figura 12-1. Hipsómetros basados en principios trigonométricos

Fuente: Prodan et al., 1997

Para el caso de clinómetros con principios trigonométricos (clinómetro Suunto, Hipsómetro Blume Leiss, Haga, clinómetro electrónico o el nivel de Abney) se realizan dos observaciones en el mismo lado horizontal (posición fija), esta lectura se debe realizar a cierta distancia del árbol (D_c), puede ser 15, 20, 30 o 40 metros (Prodan et al., 1997, p. 28), de esta manera se mide los ángulos verticales, en una posición fija la primera observación se la hace al ápice (ángulo de elevación α_1), la segunda a la base de árbol (ángulo inferior α_2) como indica la figura 13-1, los resultados

en la lectura de inclinación suelen darse en porcentajes o grados, dependiendo del instrumento (Juárez, 2014, pp. 27-32), se aplica la siguiente fórmula:

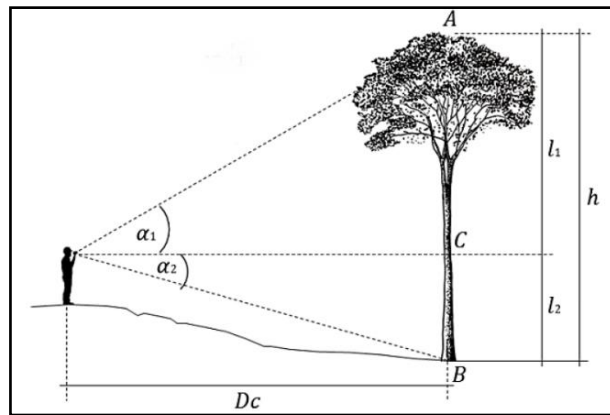


Figura 13-1. Punto de medición de alturas

Fuente: Juárez, 2014

$$\begin{aligned} \tan \alpha_1 &= \frac{AC}{Dc} & AC &= Dc * \tan \alpha_1 & AC &= l_1 \\ \tan \alpha_2 &= \frac{CB}{Dc} & CB &= Dc * \tan \alpha_2 & CB &= l_2 \\ & & h &= l_1 + l_2 \end{aligned}$$

Donde DC refleja la distancia horizontal, y la altura total se calcula sumando las dos alturas resultantes.

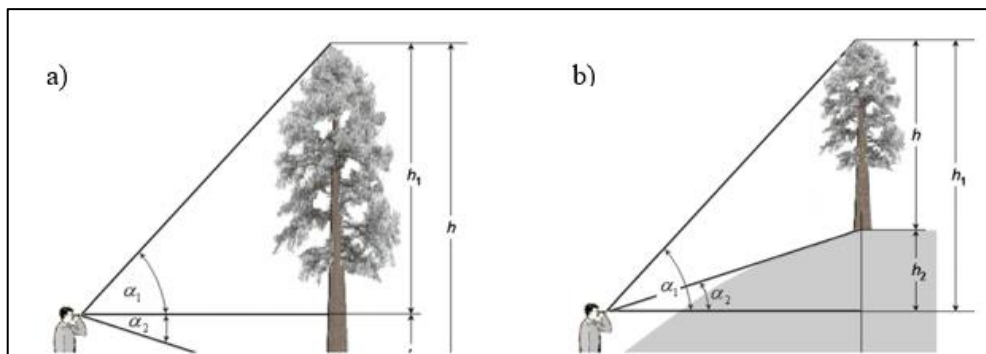


Figura 14-1. Casos particulares de lectura

Fuente: Cancino, 2012

Según Prodan (1997, p. 30), si en la segunda medición se presenta una distancia inclinada E' se debe realizar una corrección y calcular esta h₂ con la siguiente fórmula:

$$h_2 = E' \cos 2x$$

Para el caso árboles inclinados Merino (2010, p. 10), menciona que se deberá realizar dos lecturas desde dos sitios opuestos y luego calcular el promedio.

1.4.8. Medición de variables cualitativas

1.4.8.1. Evaluación de calidad

Generalmente la evaluación de calidad es subjetiva y se aplican distintos tipos de metodología. El método más común se basa en atribuir una puntuación parcial a un rango de defectos estipulado (Sierra et al., 1999, p. 264). Para la determinación de calidad se realiza la evaluación por árbol o en sus primeras 4 a 5 trozas (con una longitud promedio de 2,5 m) cuya valoración está conformada por diversas las variables que conforman cuatro tipos de calidad (Murillo y Camacho, 1997a, p. 196).

Los caracteres cualitativos de un árbol en su mayoría poseen un alto porcentaje de heredabilidad (control genético) debido a que están dominados por un número reducido de loci, dichos caracteres tendrán menor presión ambiental a diferencia de variables de tipo cualitativo, es decir, aquellos árboles que tengan algún tipo de variable cualitativa mantendrá esa ventaja en cualquier ambiente que se lo plante (Vallejos et al., 2010, p. 110).

Murillo y Camacho (1997a, p. 203), describe que las variables o características que posea la troza se deben calificar como 1, 2, 3 y 4 clases dependiendo, esta evaluación se aplica por lo general en las 3 o 4 primeras trozas del fuste. Conforme un árbol gana en altura asimismo este pierde peso específico a causa de la reducción del diámetro, por lo que existirá diferencias en la calidad de la primera troza al resto de trozas (3 o 4) (Murillo 1991, p. 23). En la figura 15-1, se muestran algunas de las variables descritas dentro de tres tipos de calidad principal.

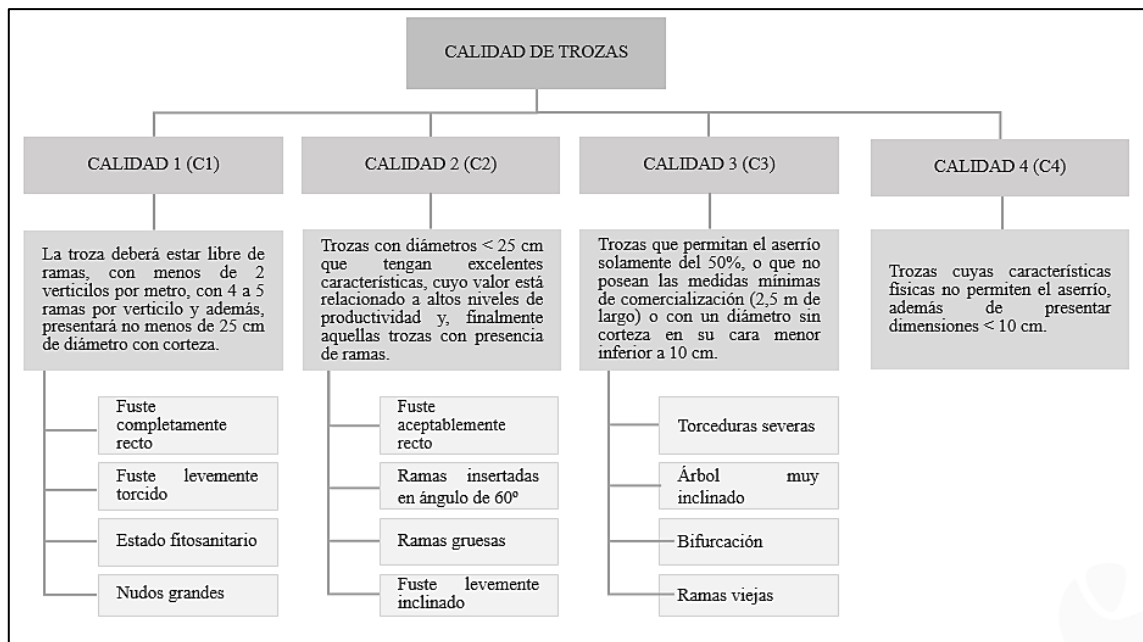


Figura 15-1. Calidad de trozas

Fuente: Murillo y Camacho, 1997a

1.4.8.2. Índice de calidad General

Para la aplicación de este índice se necesita de información tomada previamente de los muestreos tal como número de árboles y trozas (de 2,5 m de longitud), volumen comercial en pie ha⁻¹, y la valoración de las trozas según las distintas calidades (Ríos, 2010, p. 37).

Este índice, cuya fórmula es propuesto por Murillo (2000, p. 42), permite la interpretación de los datos de calidad de toda una plantación ayudando de paso a su valoración económica como también analizar las posibles causas del estado de calidad que posee dicha plantación.

Merino (2010, p. 41), destaca que es importante desarrollar algún parámetro que permita conocer el estado actual y a futuro el seguimiento de la mejoría con las técnicas silviculturales aplicadas a tal plantación, por lo que este índice llamado “Índice de calidad general” es aplicado en preferencia a plantaciones no raleadas:

$$I_{CGEN} = \frac{(N_1 \times 1 + N_2 \times 2 + N_3 \times 3)}{N_1 + N_2 + N_3}$$

Donde, I_{CGEN} = índice de calidad general y N₁ = número de individuos por hectárea de calidad 1, 2, 3 o 4.

De este índice se pueden obtener valores que fluctúan entre 1,0 hasta 4,0, cuya interpretación es la misma con la que se trabaja para el sistema de evaluación de plantaciones de calidades, calidad 1 corresponderá a plantaciones de excelentes características, por otro lado ≥ 3 se le asignará a plantaciones de muy mala calidad, paralelo a esto, este índice es recomendable realizarlo para estimar el potencial de productividad y tener una apreciación de la calidad de semilla utilizada en el establecimiento de la plantación (Murillo, 2000, p. 43).

1.5. Problemática en el manejo de los recursos forestales

Los bosques han sido reducidos por la sobreexplotación principalmente en madera y energía, que conlleva a la reducción significativa de grandes extensiones de bosques, pasando por alto el importante rol que juegan los servicios ecosistémicos en las poblaciones (Aguirre, 2015, p. 17).

En América Latina alrededor de 25 millones de personas dependen de los ecosistemas boscosos, los cuales proveen aproximadamente tres millones de diversas fuentes de trabajo, adicionalmente, muchos sectores dependen de los servicios ambientales que ofrecen los bosques (Kaimowitz, 2002, p. 39). Esto demuestra que la dependencia de los recursos del bosque está relacionada directamente por subsistencia a través de la comercialización de productos con poco valor agregado en el mercado (Sabogal et al., 2008, p. 60).

En Ecuador continental se han realizado esfuerzos orientados a la sostenibilidad del bosque y para ello se han establecido normas legales e institucionales, en el que, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), a través del Sistema de Administración Forestal (SAF) supervisa la gestión de la actividad forestal con el objetivo de que el aprovechamiento en el bosque hasta la movilización a su destino final se lo haga de forma legal.

1.5.1. Actores principales en el aprovechamiento forestal

Existen diferentes actores que interactúan en la cadena de aprovechamiento y comercialización de la madera, los cuales comprenden el finquero o propietario del predio, los dueños de depósitos, intermediarios, ejecutores, técnicos/regente, aserradores, transportistas, acarreadores y/o barqueadores (Mejía y Pacheco, 2013, p. 16).

La cadena de valor de la madera en particular, se da cuando el comprador solicita al intermediario la cantidad de volumen de las especies, piezas, precio, etc., de allí el intermediario busca al dueño del predio del que se extraerá o se aprovechará, cuyo contrato en la mayoría de los casos es

informal (sólo de palabra), por lo general la venta suele ocurrir donde el producto se vende a filo de carretera o puede ser también de forma de directa en el que el propietario vende la madera en pie, y es el intermediario el que asume todo los gastos de aprovechamiento contratando por su cuenta a los aserraderos, transportistas, el regente forestal encargado de legalizar la operación, etc., estas interrelaciones terminan cuando el producto forestal llega a destino que guarda estrecha relación con el intermediario quien tiene que cumplir con la entrega del pedido, y también el MAATE quienes verifican el seguimiento de volúmenes y especies (Mejía y Pacheco, 2013, pp. 17-21; Mogrovejo, 2017, pp. 49-53).

1.5.2. Manejo

Es un instrumento viable y realista, que ayuda al propietario del área a través de este documento trazar objetivos y parámetros con el fin de gestionar determinadas áreas a aprovechar (Barragán, 2015, p. 57) tomando en cuenta que la intensidad en su uso no deteriore la capacidad de regeneración, productividad y biodiversidad (Salas y Jones, 2019, p. 11).

Un plan de manejo forestal (PMF) tiene como objetivo establecer pautas en el desarrollo de actividades para la obtención de bienes y servicios que se encuentren dentro del marco de leyes vigentes (Bosques Tropicales S.A., 2005, p. 1).

Dentro de las actividades que conlleva un plan de manejo se encuentran la planificación, caracterización vegetal, valoración, aprovechamiento maderero, restauración y cuidado para fortalecer la producción sostenible (CATIE, 2018, p. 6).

1.5.2.1. Silvicultura

- **Turno**

Dependiendo de la disponibilidad de recursos como luz, nutrientes, agua, además de las características edafoclimáticas óptimas, y el espacio, la especie logra desarrollarse rápidamente y alcanzar un incremento en diámetro importante.

En *C. odorata*, se reporta un aumento de crecimiento en altura cuando generalmente tiene entre 15 y 35 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP) para en lo posterior ralentizarse; el aprovechamiento en plantación se lo realiza cuando el árbol haya alcanzado diámetros mayores a 45 cm, que es cuando poseen entre 20 a 25 años de vida (Morales y Herrera, 2009, p. 7).

- **Raleo**

Es la eliminación parcial de la masa, a través de cortas de árboles que presentan algunos defectos en fuste, además de los que tienen problemas fitosanitarios. Esto se lo realiza con el objetivo que los remanentes que se conservan incrementen en diámetro y se desarrollen mejor a través de la apertura de luz, espacio, agua y mayor disponibilidad de nutrientes (Davel et al., 2015, p. 225).

Se lo llama “intensidad de raleo”, a la cantidad de árboles a extraer, considerando factores importantes tales como número de árboles existentes por hectárea, densidad a través del área basal (G o AB) y volumen final deseado (Gallardo et al., 2000, p. 9).

Generalmente, se recomienda realizar un primer raleo con una intensidad del 50% a la masa boscosa y un segundo a tercer raleo cuando los árboles generalmente alcanzan una altura de 14 a 15 m, esperando un aprovechamiento final de 200 árboles ha⁻¹ aproximadamente (Meza y Torres, 2006, pp. 89-90).

Tabla 5-1: Tipos de raleo

Tipo de Raleo	Causa	Árboles a preservar	Árboles a suprimir
Por lo alto	Reducir competencia por luz y potenciar el crecimiento de árboles con disposición dominante y codominante	Dominantes de buenas características, árboles intermedios, oprimidos con alto vigor	Codominantes de malas características, además de ciertos árboles intermedios
Por lo bajo	Reducir competencia por agua y liberar a individuos dominantes y codominantes.	Dominantes y codominantes	Principalmente oprimidos e intermedios y ciertos codominantes.
Selectivo	Por mal estado fitosanitario o por características defectuosas en el fuste en árboles dominantes.	Codominantes además de árboles intermedios	Solo dominantes
Sistemático	Excesiva densidad	Por igual entre árboles	Por igual entre árboles
Mecánico (Selectivo o no selectivo)	Aplicado a rodales jóvenes	Árboles con las mejores características	Individuos con características no comerciables
Libre	Normalmente para liberar una masa mucho más joven.		

Fuente: Fuentes, 2014; Davel et al., 2015

- **Podas**

Se le denomina poda a la actividad en la que se eliminan las ramas de los árboles en sus primeros años de vida para que estos cumplan con las características adecuadas de acuerdo a su fin.

Tabla 6-1: Tipos de poda

Tipo de poda	Causa	Función
Formación	Para aquellas especies que posean escasa dominancia apical. Las ramas a eliminar serán las que compitan con el eje principal del árbol.	Al realizarse durante los primeros años de vida, permite cosechar fustes sin horquillas.
Desbrote	Se eliminan los brotes epicórmicos que pueden surgir después de una poda.	Producción de madera libre de nudos.
De levante	Remoción de ramas que se localizan en zona inferior del fuste.	Eleva la altura del fuste, permite obtener una madera de cosecha libre de nudos.

Fuente: Davel et al., 2015

1.6. Operaciones de aprovechamiento

1.6.1. Apeo o corte

Es considerado el procedimiento mediante el cual un operador capacitado dirige la caída del árbol para evitar que el árbol colisione con otros árboles, carreteras, construcciones, etc., haciendo uso de equipos como la motosierra (Pantaenius, 2013, pp. 115-116). Antes de realizar el corte se evalúan los siguientes factores en el árbol (Tanner, 1997, pp. 49-51):

- Especie y grosor del árbol
- Base del árbol
- Inclinação del árbol y pendiente del terreno
- Forma del fuste y presencia de ramas
- Copa (distribución del peso)
- Altura del árbol
- Obstáculos que se encuentran cerca

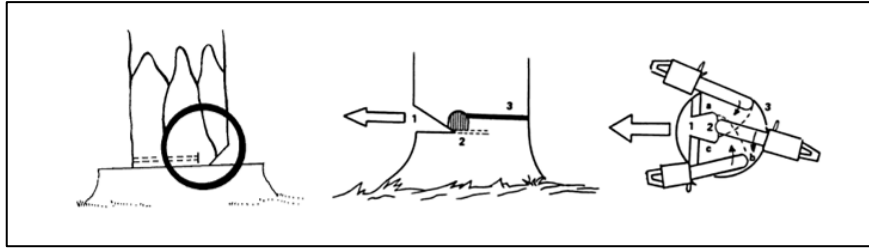


Figura 16-1. Corte de árbol cuya base presenta garrones o aletas

Fuente: Tanner, 1997

1.6.2. Desrame

Normalmente se lo realiza con la ayuda de motosierra o hacha bien afilada para realizar los cortes más limpios posibles y así evitar afectar la calidad de madera con la formación de nudos en el futuro. En casos con pendiente es preferible que el operador se ubique ladera arriba cortando las ramas del lado opuesto desde su ubicación (Pantaenius, 2013, p. 118).

1.6.3. Trozado

El troceo se sugiere realizarlo en el patio, sin embargo, a veces por las condiciones se lo hace al pie del tocón, por lo que el troceo se efectúa en función del producto a obtener y de las condiciones que presenta el transporte, he ahí la diferencia entre trocear y trozar (Orozco et al., 2006, p. 44). Para efectuar el seccionamiento del árbol se toman en cuenta defectos (nudos, torceduras severas, etc.) que pueden estar presentes a lo largo de la troza, en base a esta evaluación se decide el lugar del corte, además de procurar que si existen estos defectos se localicen en los extremos de la troza, además se toman otras consideraciones tales como (Tanner, 1997, pp. 80-81).

- Buena posición de la troza para evitar que esta se resbale (encuadre).
- Reconocimiento en el fuste de la zona de compresión y tensión.
- Correcta posición del operador.

1.6.4. Descortezado

Se refiere al desprendimiento de corteza del tallo. Se la realiza a través de procedimientos mecanizados que consisten en hacer voltear el fuste presionándolo contra cuchillas, otra manera es batir los fustes unos con otros en un tambor giratorio, o el desprendimiento de dicha corteza haciendo usos de cadenas, entre otros (Demers et al., 2001, p. 14).

1.6.5. Apilado

Previas las operaciones de troceado y descortezado de los árboles apeados, se los moviliza y almacena en patios de acopio donde en su posterioridad serán cargados en camiones para transportar dicha madera a su destino final (Orozco et al., 2006, p. 33).

1.6.6. Carga y descarga

Al término de haber apilado las trozas se procede a cargar la madera haciendo uso de un camión que la transportara a su destino final.

Generalmente cuando se trata de maderas blandas cuyo destino es pulpa de celulosa las operaciones se las realizan con ayuda de grúas hidráulicas o manualmente, sin embargo cuando se trata de maderas pesadas se hace uso del winche además de grúas hidráulicas; con lo que respecta a costos, estas operaciones suelen ser costosas debido al tiempo de espera que cumplen los camiones para cargar y descargar la madera (Anaya y Christiansen, 1986, p. 12).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo muestra los procedimientos aplicados para llevar a cabo el cálculo del crecimiento y productividad, determinación del índice de calidad en base a la evaluación de variables cualitativas para la generación de la propuesta del plan de manejo forestal.

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Localización

Salasaca es uno de los tres recintos de la parroquia Santa Rosa (El Carmen, la isla Baltra y Salasaca) ubicado en el cantón Santa Cruz de la provincia de Galápagos. La superficie total del recinto es de 1036,66 ha, tiene un rango altitudinal que va desde los 250 a 450 m.s.n.m., ubicada a 21,6 km de distancia con la parroquia urbana Puerto Ayora, ciudad principal.

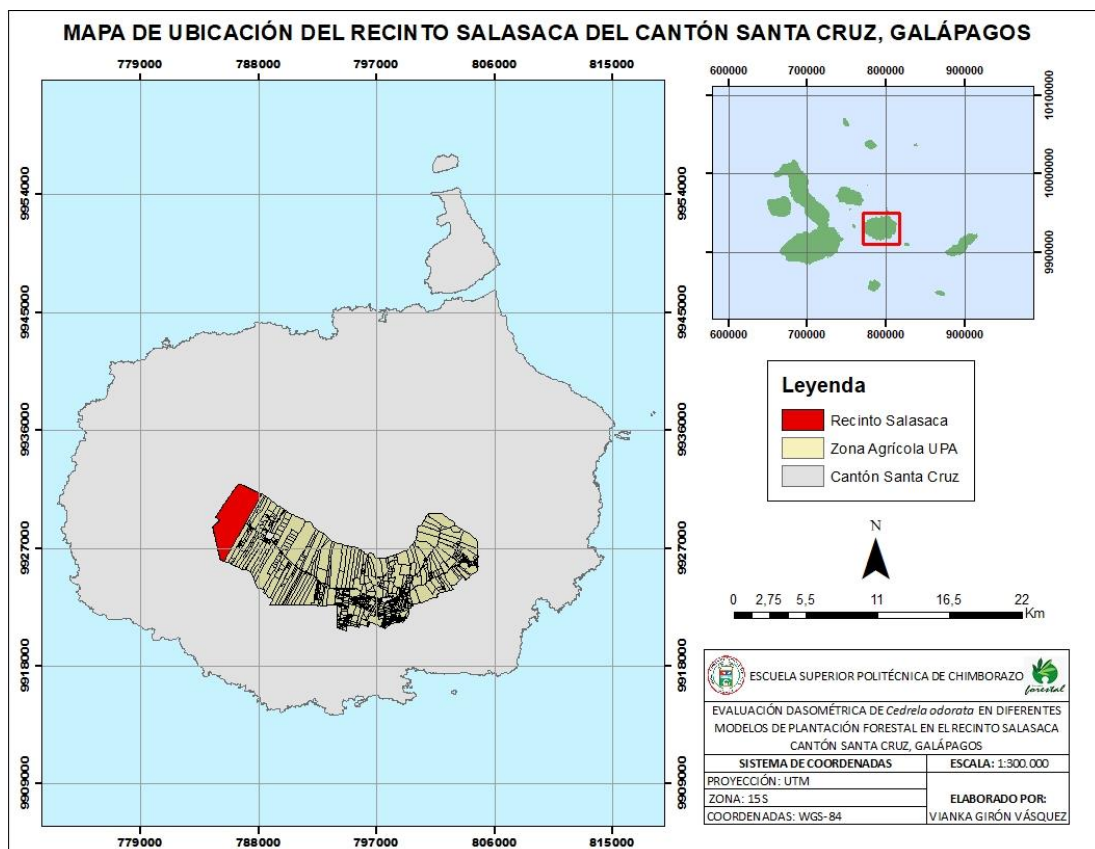


Figura 1-2. Mapa de ubicación del recinto Salasaca

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

2.1.2. Características meteorológicas

El clima está dominado por la presencia de corrientes oceánicas y vientos alisos predominantes del sureste, ambos factores intra-anales, son conducidas por la migración de la Zona de Convergencia Intertropical que ocurre de Norte a Sur (Trueman y d'Ozouville, 2010, p. 27), esta convergencia ha tenido consecuencias evolutivas de significancia, provocando que otros componentes bióticos evolucionen en aislamiento convirtiéndose en organismos únicos en el mundo (MAATE, 2016, p. 3).

Por otro lado, el comportamiento de la temperatura y precipitación son opuestas cuando se trata del ciclo ENSO. Durante el fenómeno de El Niño, la temperatura y la precipitación tienden a aumentar, en cambio durante el fenómeno de La Niña estas son más bajas (Itow, 2003, p. 39).

Las islas poseen un clima con dos estaciones: la cálida o invierno, con temperaturas promedio que van de 17 a 33 °C, con frecuentes precipitaciones (enero-mayo); y una estación fría o Garúa que va desde los meses de julio a diciembre (Jäger et al., 2007, p. 297).

A continuación, se detalla (Tabla 1-2) el valor medio de temperatura, precipitación y humedad relativa de la parroquia Santa Rosa.

Tabla 1-2: Valores promedio variables climáticas de la parroquia de Santa Rosa

Factor/mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio
Temperatura media (C°)	24,5	25,4	26	25,6	24,7	23,6	22,6	21,8	21,6	21,8	22,4	23,4	23,62
Precipitación (mm)	54	113	101	106	35	15	7	5	4	4	7	28	39,92
Humedad Relativa media (%)	79	79	77	80	79	77	76	76	76	74	74	77	77,00

Fuente: Climate-data.org, 2021

2.1.2.1. Temperatura

Cuando se trata de la estación cálida, esta se caracteriza por presentar una elevada temperatura del mar y aire, en el que las altas variabilidades de precipitación son cortas, intensas y de tipo convectivo, por lo que en esta época en particular la temperatura del aire más elevada en contraste con la época fría (Trueman y d'Ozouville, 2010, pp. 31-35; González, 2013, p. 14).

Estudios realizados por d'Ozouville (2007, p. 35), y Trueman y d'Ozouville (2010, pp. 26-37), determinaron que a lo largo del año en altitudes que van desde los 0-855 m, existe un pronunciado gradiente promedio de $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 100 metros, a diferencia con lo que ocurre en los trópicos húmedos ($0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m).

2.1.2.2. Precipitación

La precipitación es mayor de acuerdo al piso altitudinal, la época y el año, además, en la época fría la precipitación disminuye a partir de los 800 m de altitud debido a que el nuevo estrato se la encuentra a partir de dicha altitud (d'Ozouville, 2007, p. 40). Esta época fría se caracteriza por presentar dos tipos de precipitación: vertical y oculta (Domínguez, 2011, p. 15), mientras que durante la época caliente se caracteriza por tener menor número de días de precipitación (González, 2013, p. 18).

La precipitación en las islas varía de acuerdo a la altura, con gradiente orográfico que posee una media de 300 mm cada 100 m (d'Ozouville, 2007, p. 40), durante la estación fría la precipitación es mucho más constante de mes a mes y de año a año (Trueman y d'Ozouville, 2010, p. 27).

2.1.3. Características edáficas

Parte de los suelos más jóvenes que posee Santa Cruz tienen altos niveles de pH, poca meteorización y elevados contenidos de macronutrientes y micronutrientes catiónicos (Balón y Vera, 2018, p. 67). Además, los suelos hasta los 120 m.s.n.m. puede encontrarse una capa fina de latosoles (González, 2013, p. 24). A partir de los 300-400 m.s.n.m el suelo se origina de depósitos piroclásticos meteorizados cuya taxonomía es andosol, para las zonas en la que la altitud es >400 m.s.n.m los suelos son de densidad más delgada y varían según la pendiente y el sustrato basáltico (Domínguez, 2011, p. 15). Se conoce además que, de 120 a 450 m.s.n.m. se presentan suelos arcillosos y también franco limosa a arenosa fina en menor grado con una profundidad aproximada de un metro (Santos 2009, p. 17).

2.1.4. Características ecológicas

Al igual que otras áreas geográficas en Ecuador continental, se compararon condiciones climáticas y vegetales de las islas Galápagos y estos datos climatológicos fueron aplicados a la unidad de Zona de Vida de Holdridge (1964; citado en Hamann, 1979, p. 104), la parte Suroeste de Santa Cruz conocida como reserva de tortugas es micro/mesófila principalmente bosque siempre verde.

2.1.5. Uso de suelo y actividad económica en Salasaca

2.1.5.1. Aprovechamiento forestal

A través de información obtenida por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de la dirección Distrital de Galápagos, una de las dos actividades predominantes en el sector de Salasaca es el aprovechamiento especies forestales introducidas.

Actualmente la extracción del recurso forestal se centra en sectores privados donde existen remanentes y haya individuos maduros que presenten los diámetros adecuados para la extracción, como en el caso de *Cedrela odorata*.

2.1.5.2. Ganadería

Actividad en la segunda alternativa de trabajo predominante en el sector. Pobladores del recinto se dedican a la producción pecuaria como la cría de animales bovinos y porcinos para producción de carne y leche, esta actividad es realizada por medianos y pequeños ganaderos.

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales de campo

Clinómetro, GPS, cámara fotográfica, vehículo, libreta de campo, pintura en Spray, lápiz, bolígrafo, botas de caucho, poncho de agua, cinta diamétrica, formulario de campo y croquis de ubicación de la unidad de remanente boscoso.

2.2.2. Materiales de oficina

Computador, hojas, impresora, calculadora, Microsoft office, Google Earth, ArcGis 10.5, InfoStat.

2.3. Metodología

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se cumplieron diferentes fases: en la primera, se registró la información en campo, previo a la estimación del área total de cada modelo plantación o unidad de remanente (UR), esto permitió verificar la intensidad de muestreo junto al

tamaño y número de parcelas a establecer, consecutivamente se procedió a evaluar la calidad de trozas existentes, adaptada a la “Metodología para la Evaluación en la Calidad de Plantaciones Forestales” propuesta por Murillo y Camacho (1997a, p. 196).

En Galápagos, particularmente en la isla Santa Cruz, *Cedrela odorata* L. es una especie alóctona que se ha establecido en la zona alta-húmeda de la isla y ha llegado a formar el conocido bosque novel ubicado en el área del PNG. La especie *Cedrela odorata* L., muestreada en esta investigación son producto de regeneración natural (RN), por lo que, los llamados “modelos de plantación” serán llamados unidades de remanente de aquí en adelante.

2.3.1. Levantamiento planimétrico, sistema de muestreo y ubicación de parcelas

Se utilizó el programa Google Earth para los identificar los límites del recinto Salasaca con la zona urbana de la parroquia Santa Rosa. En el recinto se identificaron 11 predios que tenían mayor superficie de regeneración natural de la especie *Cedrela odorata* L. Se elaboró, además, un diagnóstico de campo, que permitió registrar información sobre el tipo de sistema presente, el número de hectáreas aproximadas con *C. odorata* y finalmente la edad aproximada.

2.3.1.1. Levantamiento planimétrico

Como primera instancia se hizo uso de datos espaciales georreferenciados de la zona agrícola del Cantón Santa Cruz facilitado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de la Dirección Distrital de Galápagos.

Una vez identificadas las fincas se procedió con el levantamiento planimétrico en cada muestra de remanente. Con base a los mapas se delimitaron las “unidades de remanente” tomando en cuenta componentes como la concentración de la cobertura vegetal (diferenciación entre bosque y pastos), cuyas coordenadas geográficas de todo el perímetro de UR fueron registradas en Google Earth, posteriormente se extrajo el archivo kml de los mapas y se los importó al programa ArcGis 10.3, donde se calculó la superficie cubierta (ha), estos mapas fueron cargados en los dispositivos para facilitar su localización en campo.

La tabla 2-2 se muestra la designación que se dio a cada unidad de remanente boscoso (UR) junto con las coordenadas de ubicación y la diferencia entre el área total de la finca y el área neta de remanente.

Tabla 2-2: Áreas totales y netas en cada unidad de remanente (UR)

M. Plantación		Coordenadas		Área (ha)	
No.	UR	X	Y	Calculada 1	Calculada 2
1	A	784787.06 m E	9928614.76 m S	59,1	28,5
2	B	784914.40 m E	9929332.57 m S	31,6	11,6
3	C	784870.39 m E	9927485.05 m S	152,8	12,6
4	D	785893.92 m E	9928177.85 m S	152,8	10,7
5	E	785445.15 m E	9926854.50 m S	38,18	7,6
6	F	786483.68 m E	9928537.33 m S	38,18	2,21
7	G	786497.41 m E	9928817.37 m S	26,85	1,85
8	H	785588.08 m E	9927110.36 m S	26,85	1,34
9	I	786173.69 m E	9928307.24 m S	26,85	1,23
10	J	785830.21 m E	9927813.89 m S	34,77	6,63
11	K	785352.54 m E	9926910.78 m S	34,77	1,46
12	L	785838.74 m E	9930020.57 m S	34,65	1
				Total	86,72

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

El remanente boscoso “A” fue la superficie más extensa a muestrear por la distribución de *Cedrela odorata* L., los predios “B, C y D” presentaron superficies > 10 ha; “E y J” > 6 ha y finalmente “F, G, H, I y K” cuentan con superficies > 1 ha de remanentes de *Cedrela odorata* L.

2.3.1.2. Sistema de muestreo y ubicación de parcelas en campo

Para la obtención de datos de campo se aplicó el diseño de muestreo aleatorio sistemático. La forma y dimensión de las unidades de muestreo fueron aplicadas según el “Manual de Procedimientos para la Evaluación de la Supervivencia y el Mantenimiento de las Plantaciones Forestales Comerciales” publicado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2016, p. 4), a través de la Dirección Forestal.

Para el cálculo del número de las unidades de muestreo se emplearon las siguientes formulas:

$$A_m = \frac{I}{100} A_N$$

Donde, A_m = área muestreada, I = intensidad de muestreo (%) y A_N = área neta expresado en hectáreas.

Se emplearon parcelas circulares por la facilidad que proporcionan al momento de delimitarlas, donde el radio de parcela se determinó según el área de cobertura vegetal a muestrear. En base a la tabla 2-2, se prosiguió a realizar el cálculo para el número de parcelas en cada plantación.

Tabla 3-2: Tamaño de parcela según la superficie del lote

Tamaño plantación o lote (ha)	Tamaño de la parcela (m ²)	Radio de parcela (m)
≤10	250	8,92
>10	500	12,62

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016

Una vez obtenido el valor del área muestreada se procedió a calcular el número de parcelas, aplicando la siguiente formula:

$$N_P = \frac{A_m}{T_N}$$

Donde; N_P = Número de parcelas, A_m = área muestreada y T_N = tamaño de parcela relacionada al área de la plantación (250 o 500 m²).

En la ubicación de las parcelas se utilizó dispositivos GPS que se emplearon una vez establecido e introducidos los puntos de cada unidad a muestrear. Luego de esto, una vez en campo se ubicó cada parcela a través de las coordenadas, posterior, fue seleccionado el individuo o árbol centroide de la parcela.

2.3.2. Evaluación del crecimiento y productividad en las unidades de remanente de Cedrela odorata L.

2.3.2.1. Variables cuantitativas

Para el cumplimiento del primer objetivo en cada una de las parcelas se midieron en todos los árboles variables tales como, diámetro a la altura de pecho, altura comercial y altura total.

- **Diámetro**

Esta variable se midió a 1,30 m desde la base del fuste tomando en cuenta las particularidades (bifurcado, con protuberancias, en pendiente, etc.) que podría presentar. Se empleó la cinta métrica como instrumento de medición, fiablemente esta medida (CAP) se dividió para π y se

obtuvo el DAP.

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

Donde, DAP = Diámetro a la altura de pecho en metros y CAP = Circunferencia a la altura de pecho en metros.

Adicional a esto, se trabajó con la metodología utilizada por Caranqui (2014, p. 5), para conocer la distribución diamétrica de los árboles muestreados en el recinto, para la elaboración de la propuesta del plan de manejo.

- **Altura total y comercial**

La altura se calculó utilizando un clinómetro electrónico, cuya distancia con el plano horizontal entre el operador y el árbol fue de 15 metros. Se hizo una inspección en el fuste para verificar hasta donde era posible aserrar (hasta donde lo permitieran sus dimensiones) y consecuentemente se midió la altura total desde la base hasta el ápice superior de crecimiento del árbol.

Para la estimación del crecimiento en cada una de las unidades se utilizaron las variables cuantitativas a partir del diámetro a la altura de pecho, altura comercial y total.

2.3.2.2. Tabulación de las variables de crecimiento para la productividad

- **Estimación de volumen de árboles en pie**

Para la obtención de los valores volumétricos (total, comercial) por unidad muestral de árboles en pie, se utilizó la siguiente fórmula:

$$v = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times h \times ff$$

Donde, V = volumen (m³), D = diámetro a la altura de pecho (a 1,3 m), H = altura comercial o total del árbol (m) y Ff = factor de forma (0,7).

- **Área basal (G o AB)**

La sección transversal del árbol se la calculó utilizando el diámetro a la altura de pecho expresada en metros cuadrados (m²) (Lozano, 2017, pp. 34-35), cuya fórmula se presenta a continuación:

$$G = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

Donde, G = área basal, d = diámetro a la altura de pecho (1,3 m) y $\pi = 3,1416$ (constante).

Para realizar el análisis de espesura de masa en cada unidad de remanente, se trabajó con los criterios expresados por Lozano (2017, pp. 34-35), en el que, para calcular la sección normal de todos los árboles registrados, se utiliza el diámetro medio, el número total de árboles y la superficie de cada unidad.

$$G = \frac{\pi}{4} \times d_n^2;$$

$$\sum S_n = \frac{\pi}{4} \times d_n^2 \times N;$$

$$G = \frac{\sum S_n}{S_t}$$

Donde; G = área basal, $\sum S_n$ = suma de secciones normales (m²), d = diámetro cuadrático medio (m), N = número total de árboles por modelo y S_t = superficie de plantación total por unidad (ha).

- **Espesura**

Para valorar la espesura en función de G es importante clasificarlo a partir de los resultados para así determinar el tipo de competencia e interrelación que existe entre los pies de la masa, cuyo grado influye en el crecimiento y la segmentación sociológica (estructura). Lozano (2017, p. 35), describe lo siguiente:

Tabla 4-2: Espesura de acuerdo al área basal

Espesura	G (m² ha⁻¹)
Rasa	0
Muy clara	<4,94
Clara	4,94 – 13,72
Defectiva	13,72- 22,67

Normal	22,67 – 34,60
Excesiva	34,60 – 59,17
Trabada	>59,17

Fuente: Lozano, 2017

El conocimiento del espacio de crecimiento junto con la disponibilidad de recursos, sirve para analizar las fases de incorporación y exclusión del fuste en el desarrollo del rodal, la dinámica de los rodales con edades distintas, la esencia opuesta del crecimiento a nivel de rodal y a nivel de árbol (Dean y Baldwin, 1996, p. 148), donde factores como nutrientes, agua y espacio son clave para su crecimiento.

En la determinación de la densidad para cada uno de las unidades de remanente evaluadas se utilizó el método absoluto. Este método determina la densidad o grado de aglutinamiento independientemente de otros rodales (Navarro et al., 2011, p. 175), es decir, en la determinación del nivel de densidad se toma en cuenta el número de árboles y área basal por hectárea presente en el sitio (Martínez et al., 2021, p. 24).

Para analizar la densidad adecuada desde una perspectiva de aprovechamiento maderero de cierta especie y la situación en la que se encuentra, esta, está basada en el máximo de aprovechamiento del turno de la masa (González, 2011, p. 8).

- **Densidad (número de árboles ha⁻¹)**

$$N_a = \frac{(n \times 1ha)}{A_p}$$

Donde; N_a = número de árboles ha⁻¹, n = número de árboles por unidad de muestreo, ha = 10 000 m² y A_p = área de la unidad de muestreo.

En masas forestales donde la influencia entre individuos limita la forma del fuste y copa (Serrada, 2011, p. 39), es importante analizar la evolución de la misma para aplicar medidas silviculturales sobre todo cuando existen fines productivos. Para alcanzar el fin productivo de aprovechamiento se toma en cuenta el límite de densidad de tamaño, éste es específico de cada especie por lo que el espacio de crecimiento tiende a variar (Dean y Baldwin, 1996, p. 150).

Para alcanzar el máximo en rendimientos de productividad se toma en cuenta los límites superior e inferior de densidad. El límite superior hace referencia máxima capacidad que puede sustentar

el rodal con un crecimiento aceptable del por lo general con 40 y 55% de población de crecimiento, por el contrario, el límite inferior de desarrollo se sitúa entre 25 y 35% (Dean y Baldwin, 1996, p. 154), en esta densidad mínima los árboles se desarrollan a su máxima capacidad de crecimiento o lo que le permita su condición genética y edad, en la cual todos los recursos existentes en la masa son aprovechados por los individuos (González, 2011, p. 11; Corral et al., 2015, p. 410).

- **Área basal por hectárea ($G \text{ ha}^{-1}$)**

El área basal por hectárea ($\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$) se calculó de la siguiente manera:

$$AB/ha = AB_x * Na_x$$

Donde; AB_x = media del área basal de la UR, Na_x = número de árboles hectáreas⁻¹ UR⁻¹.

2.3.3. Evaluación de calidad de trozas en las unidades de remanente

Para el cumplimiento del segundo objetivo, se adaptó la metodología propuesta por Murillo y Camacho (1997a, p. 196) “Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales”. Esta evaluación se efectuó cada 2,5 metros de longitud del fuste en cada uno de los árboles dentro de la parcela de muestreo y, además, se evaluaron únicamente 3 de las cuatro categorías de calidad.

2.3.3.1. Variables cualitativas

Para la categoría de calidad 1 se evaluaron las siguientes variables:

- **Fuste completamente recto (FCR)**

Esta variable está sujeta a la acción de diversos genes, afecta notablemente en los distintos procesos del aprovechamiento maderero como rendimiento en el transporte, la baja calidad del producto final, entre otros (Sierra et al., 1999, p. 253).

Se inspeccionó minuciosamente el fuste, desde la parte inferior del árbol hasta la parte en la que es permisible el aserrío. La calificación se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Fuste perpendicular, cuya forma se asemeja a la de un poste eléctrico, valor “1”
- Fuste que presenta algún alabeo leve, considerado aceptablemente recto, valor “2”
- Fuste que posee torceduras severas que no sea posible el aserrío, valor de “3”

- **Fuste levemente torcido (FLT)**

Para que la troza entre en esta categoría puede estar muy levemente torcida. Esta característica es considerada Rectitud de tipo 2, por lo general debe tener una curvatura menor a 2 cm (Murillo y Camacho, 1997b, pp. 235-236).

- **Estado Fitosanitario (EF)**

El estado fitosanitario de los árboles puede tener lugar por diversos factores (bióticos y abióticos), estas suelen ocurrir por enfermedades causadas por patógenos, por plagas, por animales, etc., que resultan en el decaimiento y muerte del árbol (Boa, 2008, p. 3).

En la evaluación de esta variable Murillo y Camacho (1997b, p. 236) indican, que se debe registrar sin importar el tipo de daño fitosanitario (exudado, perforación, marchitamiento severo, o cualquier otra manifestación que tenga y se lo realiza de la siguiente manera:

- Fuste sin evidencias de problemas, valor de “1”
- Es aceptablemente sano, cuando existe algún problema fitosanitario en menos del 50% del follaje, que no le haya provocado heridas graves o una alta probabilidad de muerte, se le da un valor de “2”

- **Nudos grandes (NG)**

Se produce justamente por la presencia de ramas muertas que no han sido eliminadas del fuste, con el pasar del tiempo la madera seca de la rama que se encuentra incrustada en el fuste al no tener soldadura entre las diferentes capas de crecimiento ocasiona nudos muertos o sueltos que puede despegarse en el aserrío (ESNACIFOR, 2002, pp. 6-9; Chávez et al., 2010, p. 7).

Como variable dentro de una evaluación de calidad es esencial para calificarla como una troza de alta calidad, pues si se hacen las respectivas podas oportunamente los muñones que se formarán a partir de la cicatriz del nudo se producirá un diámetro de corazón nudoso de un máximo de 15 cm, por ello para que la troza califique como calidad 1, requiere que el 50% del volumen de madera se encuentre libre de nudos (Murillo y Camacho, 1997b, p. 235).

Para la categoría de calidad 2 se evaluaron las siguientes variables:

- **Fuste aceptablemente recto (FAR)**

Troza que llega a ser aserrable, considerada ligeramente recta, como ya se sabe este tipo de condición ya no es posible la obtención de madera de primera calidad.

- **Ramas insertadas en un ángulo de 60°**

El vigor de la rama se encuentra fuertemente controlado por la luminosidad a la que está expuesto el follaje que la soporta (Roeh y Maguire, 1997, p. 77). El acomodo de ramas es una dinámica del árbol que le permite una permanente adecuación, agregación y expansión, formando así una estructura vertical de copa viva y muerta como resultado de autoconstrucción y competencia con el entorno (Lowell et al., 2014, p. 1718).

El diámetro y ángulo de inserción de las ramas es importante ya que tiene gran peso en los costos económicos de madera en cuanto al aprovechamiento (Corvalán, 2017, p. 127).

- **Ramas gruesas (RG)**

Merino (2010, p. 60), señala que se considera de este tipo aquellas ramas que sobrepasan los 4 cm de diámetro insertadas en alguna sección comercial del fuste.

- **Fuste levemente inclinado (FLI)**

Árboles con inclinación generarán mayor cantidad de madera de reacción produciendo tensiones de crecimiento, sin embargo, comúnmente el árbol tiene la propensión de crecer recto y corregir su inclinación siempre y cuando reciba suficiente luz, sin embargo esta variable también suele depender de condiciones edafoclimáticas como la exposición al viento directo, la profundidad del suelo o la presencia d horizontes endurecidos (Murillo y Camacho, 1997b, p. 236)

Para la evaluación se tomó en cuenta el grado inclinación que tenía el árbol considerando que el fuste debe presentarse como un eje totalmente vertical.

1 = recto: se encuentra con un ángulo de inclinación \leq a 30°.

2 = inclinado: cuyo ángulo de inclinación vertical es $>$ a 30°.

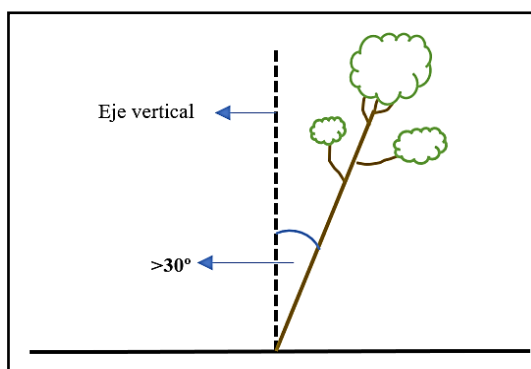


Figura 2-2. Árbol en posición inclinada

Fuente: Murillo y Camacho, 1997b

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Para la categoría de calidad 3 se evaluaron las siguientes variables:

- **Torceduras severas (TS)**

Este tipo de condición imposibilita aproximadamente en un 50% el aserrío de dicha madera.

- **Fuste muy inclinado (FMI)**

La variación de calidad en la madera en árboles muy inclinados se presenta por la formación de madera de reacción (tensión en caso de latifoliadas) como ya se ha mencionado, este tipo de condición, produce en la madera mayor celulosa y menor lignina, además de la afectación en la parte paralela al grano, durante el secado de la madera esta tiende a albear porque presenta mayor contracción longitudinal (Aguirre, 1996, p. 5).

- **Bifurcación (B)**

Defecto que ocurre en las guías terminales el cual retarda y genera competencia en la yema dominante afectado el normal crecimiento del árbol, esta característica debe registrarse indicando en qué sección se localiza el defecto ya sea basal, media o terminal (Samaniego, 2013, p. 28). De acuerdo a su origen existen dos tipos de bifurcación, a) originada de una caída apical y b) originada de una multiflecha (Ide y Lanfranco, 1996, p. 16).

Se evaluó observando si en alguna sección comercial del fuste presentaba horquillado y se valoró de la siguiente manera:

1 = ausencia de bifurcación en la sección comercial.

2 = presencia de bifurcación en algún punto de valor comercial.

- **Ramas viejas (RV)**

Troza que presente esta característica dentro las secciones comerciales madera defectuosa como tal.

2.3.3.2. Índice de calidad general

Se aplicó el índice de calidad general (ICG) propuesto por Murillo (2000, p. 42) para conocer la calidad existente en la plantación evaluada y a su vez determinar la eficiencia en el manejo silvicultural que se le esté realizando para de esta manera considerar y establecer los parámetros necesarios para mejorar el rendimiento de la plantación y para una mejor valoración económica. Para valorar la calidad que posee un árbol en pie es preciso valorar características (variables cualitativas), Adicionalmente clasificarlas según corresponda en una de las 4 categorías, la interpretación está relacionada con la oscilación de valores que van desde 1,0 a 4,0 manteniendo el mismo sistema de evaluación de calidad de plantaciones o unidades (Murillo, 2000, p. 42).

$$I_{CGEN} = \frac{(N_1 \times 1 + N_2 \times 2 + N_3 \times 3)}{N_1 + N_2 + N_3}$$

Donde, I_{CGEN} = índice de calidad general, N_1 = número de individuos/ha de calidad 1, calidad 2 y calidad 3.

2.3.4. Estimación estadística de variables de crecimiento, productividad y calidad

Para el análisis del conjunto de datos en las seis variables evaluadas, se utilizó estadística descriptiva, a fin de procesar y analizar los datos recolectados. Dentro de las técnicas se utilizó medidas de posición tales como la media (\bar{x}), la mediana (Md), y medidas de dispersión como varianza, desviación estándar, coeficiente de variación (CV), error tanto estándar como de muestreo, y límites de confianza.

2.3.4.1. Pruebas estadísticas

La comprobación de hipótesis se realizó mediante distintos procedimientos estadísticos, dentro de los cuales se analizaron las doce unidades de muestreo para las variables de volumen comercial

y total por hectárea.

Se implementó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar el tipo de distribución que poseen los datos que refieren productividad y constatar la normalidad. Se aplicó, además, la prueba de Levene, con el fin de comprobar la homogeneidad de varianzas. Finalmente, en las variables que no se cumpla la normalidad se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos a partir de la metodología, estos se muestran en secuencia por cada objetivo, a la par se realizó su respectiva interpretación y discusión.

Tabla 1-3: Número de parcelas durante el inventario efectuado en el recinto Salasaca

Unidad de Remanente	Área Total (ha)	Área Neta (ha)	Intensidad de Muestreo (%)	No. Parcelas	Tamaño de Parcela (m ²)	Radio de Parcela (m)
A	59,1	28,5	2,00	11	500	12,62
B	31,6	11,6	3,50	8	500	12,62
C	152,8	12,6	3,50	10	500	12,62
D		10,7	3,50	8	500	12,62
E	38,18	7,6	4,00	13	250	8,92
F		2,21	4,00	5	250	8,92
G	26,85	1,85	5,00	4	250	8,92
H		1,34	5,00	3	250	8,92
I	26,85	1,23	5,00	3	250	8,92
J	34,77	6,63	4,00	11	250	8,92
K		1,46	5,00	3	250	8,92
L	34,65	1	0,00	-	0	0
Total (ha)	404,8	86,72		79		

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En la tabla 1-3 se aprecia el resultado del cálculo de la intensidad de muestreo efectuado de acuerdo al área neta que se proyectó evaluar. Se instalaron 79 parcelas circulares en total, cuyo número de parcelas satisface la relación que tiene con el área productiva, donde se identificó, contó y midió las diferentes variables cuantitativas.

3.1. Análisis de crecimiento y productividad de los remanentes boscosos de *Cedrela odorata*

L.

A continuación, se detalla el análisis individual de las variables cuantitativas evaluadas en cada unidad de remanente boscoso.

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

3.1.1.1. Valor promedio del diámetro a la altura de pecho árbol⁻¹ por unidad de remanente

En la tabla 2-3, se visualiza el resultado obtenido de los diámetros en cada unidad muestreada. El diámetro a la altura de pecho promedio varía, la unidad “L” presentó mejor valor con $0,66 \pm 0,06$ m árbol⁻¹, por otro lado, el menor diámetro promedio registrado fue de $0,22 \pm 0,02$ m árbol⁻¹ para la unidad “J”.

En cuanto al error relativo, todas las unidades presentan valores menores al 20 %, siendo el mayor porcentaje el registrado en la unidad “K” con 18,59 % y la más baja en la unidad “C” menor al 10 %.

Tabla 2-3: Promedio del diámetro en las unidades de remanente muestreadas

UR	DAP (m árbol ⁻¹)										
	Valor		\bar{X}	Var S ²	DesvSt S	Coef. de Variación	Límites de Confianza (m)		Error		
	Min	Max					Inferior	Superior	Stad	Must	Relativo
A	0,08	0,73	0,29	0,02	0,15	50,54	0,27	0,32	0,01	0,03	8,69
B	0,12	0,73	0,33	0,02	0,15	44,51	0,30	0,36	0,02	0,03	9,62
C	0,10	0,71	0,29	0,02	0,14	47,14	0,27	0,31	0,01	0,02	5,54
D	0,06	0,67	0,24	0,01	0,11	46,87	0,22	0,25	0,01	0,02	7,80
E	0,07	0,57	0,27	0,01	0,12	44,24	0,26	0,29	0,01	0,02	5,76
F	0,10	0,68	0,37	0,02	0,15	41,43	0,33	0,40	0,02	0,04	10,01
G	0,08	0,48	0,25	0,01	0,10	46,87	0,21	0,28	0,02	0,03	13,19
H	0,21	0,39	0,31	0,00	0,05	15,28	0,29	0,34	0,01	0,03	8,72
I	0,29	0,84	0,59	0,02	0,15	25,84	0,50	0,67	0,04	0,09	14,60
J	0,05	0,66	0,22	0,01	0,10	46,13	0,21	0,24	0,01	0,01	6,69
K	0,08	0,63	0,27	0,02	0,13	48,50	0,22	0,32	0,02	0,05	18,59
L	0,35	1,05	0,66	0,03	0,18	27,70	0,60	0,72	0,05	0,06	9,03

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2021

Los resultados obtenidos muestran que únicamente en las unidades “K” e “I” registraron en conjunto dos individuos de 1,05 m y 0,84 m de DAP respectivamente. Por su parte Morán (2009, pp. 45-58), en un inventario de veinte parcelas de 20 x 50 m, destaca que, en la parcela “O” registro un solo árbol con 0,54 m, señalando además que dentro del muestreo únicamente reportó 9 árboles con DAP superiores a 0,4 m debido al aprovechamiento selectivo.

El valor promedio por árbol de las doce unidades evaluadas indicados en esta investigación difiere con otro inventario ejecutado por Torres (2022, p. 38), donde da a conocer que, en un modelo de plantación (MP) muestreado equivalente a una unidad de remanente boscoso de *C. odorata* ubicado en el recinto El Carmen del cantón Santa Cruz, se determinó un DAP promedio de $0,87 \pm 0,11$ m árbol⁻¹, considerado el modelo “A” como la unidad que registró mayor DAP.

También, mediante los resultados de Torres (2022, p. 38) se demostró la longevidad de los remanentes de *C. odorata* ubicados en dicho recinto, lo que se debe, presuntamente, a que es el recinto donde fueron introducidos inicialmente. Al analizar con más detalle, se evidencia el contraste que existe entre los diámetros obtenidos por dicho autor, donde el modelo que presento menor DAP fue “B” con $0,36 \pm 0,04$ m árbol⁻¹, valor que supera a los resultados expuestos en este trabajo cuyo DAP promedio es de $0,22 \pm 0,02$ m árbol⁻¹ en la unidad “J”.

Se estima que los remanentes de *C. odorata* poseen entre $64 \pm 7,5$ años de edad aproximadamente, a partir del año de su introducción (1950) según el primer reporte (1965) publicado por la Fundación Charles Darwin (FCD), donde el DAP supera fácilmente los 0,20 m; con base a esto, Baluarte (2011, p. 114), ha señalado que la especie reporta un elevado incremento de diámetro a diferentes niveles de competencia, como el índice de competencia baja, donde árboles de 7,73 años poseen un DAP de 24,77 cm; en competencia media, de 13,47 años expresa un DAP de 28,24 cm y alta de 35,42 años un diámetro de 22,88 cm. Sin embargo, en un estudio realizado en Reservas Forestales y Lotes Boscosos del Estado de Bolívar, Venezuela, en altitudes similares al realizado en este estudio, reportó una falta de relación entre la edad de las plantaciones de *C. odorata* y el desarrollo que se presentaron, esto fue comprobado en la diferencia de diámetros a la altura de pecho, donde una plantación de 4 años de edad poseía 2,6 cm en DAP, a diferencia de una de 3 años con 4,6 cm (Lozada et al., 2003, p. 571). Respecto a esto, Nacimba (2015, p. 13), infiere según sus resultados que el crecimiento de *C. odorata* en la Amazonía ecuatoriana puede estar condicionado por factores particulares que afectan a cada individuo de distinta manera.

- **Análisis gráfico del diámetro a la altura de pecho en las unidades de remanente**

Se ilustra la relación de la disseminación de los datos con respecto a la mediana (Md). Se aprecia que en la unidad “H” existe menor dispersión de datos. Esta unidad, además, presento una mediana de 0,32 cercana al tercer cuartil (0,33) con sesgo negativo y por lo tanto asimétrica. Por otro lado, la unidad “F” evidencia valores más altos en diámetro, con una distribución de datos asimétrica, presento 0,36 de mediana y un rango intercuartílico (RI) que va desde 0,24 (Q1) a 0,48 (Q3) sin presentar valores atípicos (Grafico 1-3).

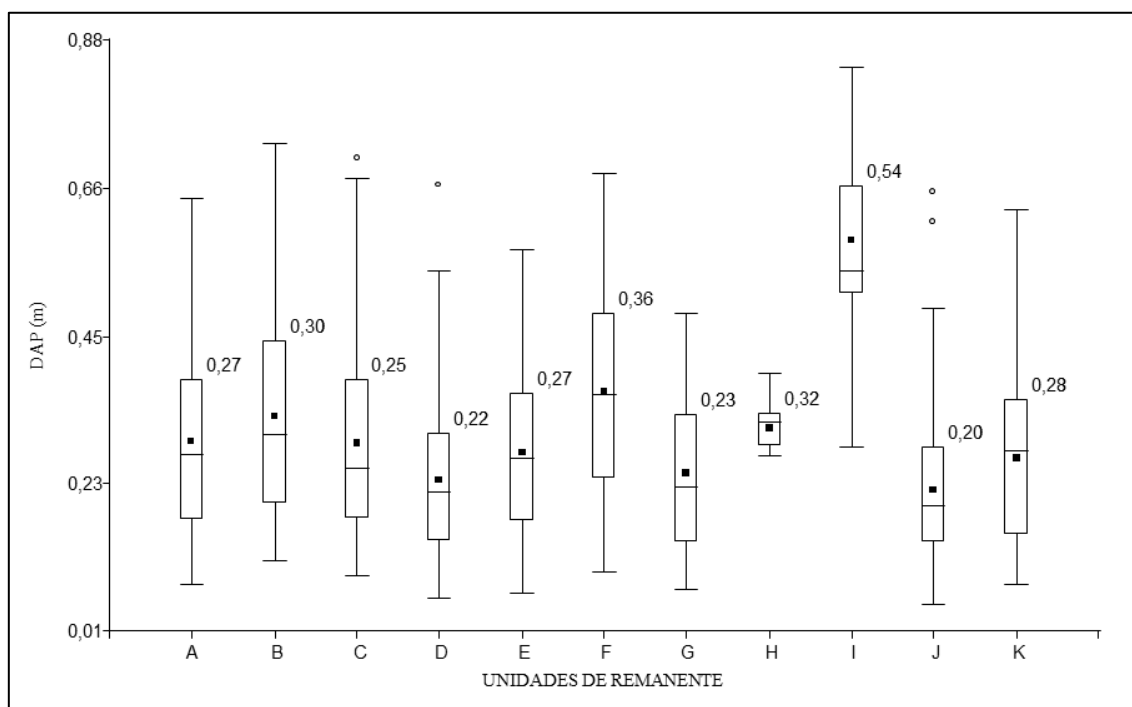


Gráfico 1-3. Diámetro a la altura de pecho, periodo de 33 días

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2021

3.1.1.2. Valor promedio en altura comercial por árbol en las unidades de remanente

De acuerdo con la tabla 3-3 el valor promedio en altura comercial que se registró superior fue para la unidad de remanente “C” con $9,17 \pm 0,33$ m árbol⁻¹ seguida de las unidades “A”, “D” y “F” que expresan valores similares; por el contrario, el menor valor reportado $5,57 \pm 0,68$ m árbol⁻¹ en altura comercial en la unidad “K”.

La unidad con mayor error relativo fue “H” que presenta un valor de 17,64 %; por lo contrario la unidad “C” resulto tener un valor de 3,60 % (Tabla 3-3).

Tabla 3-3: Valores promedio en altura comercial (m) en las unidades de remanente muestreadas

UR	Altura Comercial (m árbol ⁻¹)										
	Valor		X̄	Var S ²	DesvSt S	Coef. de Variación CV (%)	Límites de Confianza (m)		Error		
	Min	Max					Inferior	Superior	Stad	Must	Relativo (%)
A	3,23	13,44	8,31	5,19	2,28	27,41	7,92	8,71	0,20	0,39	4,72
B	2,84	12,90	7,91	3,30	1,82	22,97	7,52	8,31	0,20	0,39	4,97
C	2,51	15,90	9,17	7,87	2,81	30,60	8,84	9,50	0,17	0,33	3,60
D	2,00	14,10	8,46	7,89	2,81	33,22	7,99	8,92	0,24	0,47	5,53
E	1,28	13,55	6,62	5,73	2,39	36,17	6,31	6,93	0,16	0,31	4,71
F	3,01	13,05	8,69	7,62	2,76	31,75	8,02	9,36	0,33	0,67	7,67
G	2,34	9,39	5,98	3,30	1,82	30,35	5,41	6,56	0,28	0,57	9,56
H	3,66	11,49	7,20	4,95	2,23	30,92	5,93	8,47	0,58	1,27	17,64
I	4,97	8,79	7,43	1,29	1,14	15,29	6,79	8,07	0,30	0,64	8,64
J	2,00	12,04	6,25	3,54	1,88	30,11	5,98	6,53	0,14	0,27	4,37
K	2,74	10,61	5,57	3,17	1,78	31,95	4,89	6,25	0,33	0,68	12,24
L	3,48	12,43	7,93	6,39	2,64	33,29	7,07	8,79	0,73	0,86	10,85

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2021

Tomando en cuenta que este parámetro a diferencia del área basimétrica o el número de árboles por hectárea, precisa la delimitación previa del árbol que no suele resultar mayormente influenciada por algún tratamiento silvícola (Bengoa, 1999, p. 312). A pesar de ello, el rápido crecimiento en altura de *C. odorata* evidenciado en ciertos sitios, se lo atribuye a las particularidades de las diferentes procedencias donde se encuentra establecida (Viera y Pineda, 2004, p. 87).

Entre los resultados expuestos se relacionó el valor promedio obtenido ($9,17 \pm 0,33$ m árbol⁻¹) en este trabajo, con el reportado por Torres (2022, p. 49), donde se detalla la divergencia de altura comercial de ambos estudios; en dicho estudio se muestreo siete modelos de plantación y se reportó la mayor altura comercial $12,49 \pm 1,20$ m árbol⁻¹ en la unidad “F”, posiblemente debido a la influencia de factores como la calidad del sitio encontrada en la isla Santa Cruz, que han favorecido su crecimiento.

- Análisis grafico de la variable altura comercial en las unidades de remanente

Las barras dentro del recuadro del grafico 2-3 exponen que, la unidad “F” tiene mayor desperdigamiento de valores; con 2,76 en desviación respecto a la mediana, con un rango

intercuartílico (RI) que comprende 4,88 cuyos bordes Q_1 y Q_3 son de 6,27 y 11,15 respectivamente. La mediana fue de 9,16 que indica asimetría negativa, sin presentar valores atípicos.

La unidad de remanente que presento menor dispersión de datos fue “I” cuyo borde superior (Q_3) es de 8,45 y el borde inferior (Q_1) fue 6,74; con una mediana de 7,44 que revela asimetría positiva con valores no esperados.

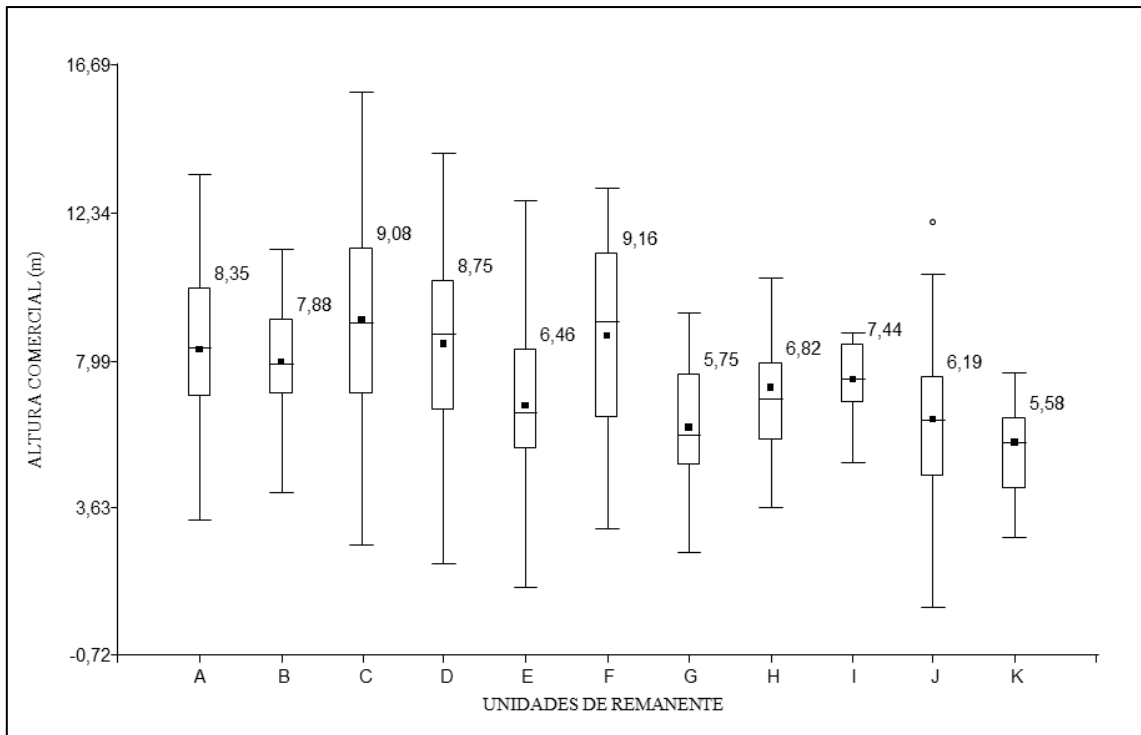


Gráfico 2-3. Altura comercial en el recinto Salasaca, año 2020–2021

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2021

3.1.1.3. Valor promedio en altura total por árbol en las unidades de remanente

La tabla 4-3, se muestra los resultados de las mediciones relacionadas a la variable altura total, donde el mayor valor promedio fue de $16,00 \pm 0,74$ m árbol⁻¹ correspondiente a la unidad “K”, con mínimos y máximos de 12,27 m árbol⁻¹ y 18,19 m árbol⁻¹ respectivamente, a diferencia de la unidad de remanente “E” con $13,72 \pm 0,34$ m árbol⁻¹, valor que represento el más bajo entre las unidades muestreadas.

Respecto al error relativo, la unidad que presento menor porcentaje fue la unidad “C” con 1,87 %, mientras que la unidad “G” tiene el mayor valor con 5,21 %.

Tabla 4-3: Valores promedio de la variable altura total en las unidades de remanente muestreadas

UR	Altura Total (m árbol ⁻¹)										
	Valor		\bar{X}	Var S ²	DesvSt S	Coef. de Variación CV (%)	Límites de Confianza (m)		Error		
	Min	Max					Inferior	Superior	Stad	Must	Relativo (%)
A	9,01	19,47	15,55	5,84	2,42	15,55	15,13	15,97	0,21	0,42	2,67
B	6,90	19,45	14,94	3,97	1,99	13,33	14,51	15,37	0,22	0,43	2,88
C	5,77	18,95	15,38	5,98	2,44	15,89	15,10	15,67	0,15	0,29	1,87
D	6,05	18,31	14,66	6,51	2,55	17,41	14,23	15,08	0,21	0,42	2,90
E	4,58	18,32	13,72	6,70	2,59	18,87	13,38	14,06	0,17	0,34	2,46
F	7,85	18,36	15,37	6,51	2,55	16,59	14,76	15,99	0,31	0,62	4,01
G	8,39	16,89	14,41	5,68	2,38	16,54	13,66	15,16	0,37	0,75	5,21
H	11,27	16,63	15,01	1,73	1,32	8,78	14,26	15,76	0,34	0,75	5,01
I	12,49	17,40	15,77	1,61	1,27	8,06	15,06	16,49	0,33	0,72	4,55
J	6,19	18,36	14,38	7,32	2,71	18,82	13,97	14,79	0,21	0,41	2,85
K	12,27	18,19	16,00	3,76	1,94	12,12	15,26	16,74	0,36	0,74	4,64
L	11,72	17,52	15,76	2,53	1,66	10,54	15,21	16,30	0,46	0,54	3,43

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2021

Según Cárdenas (2018, p. 126), la distribución homogénea en las clases de altura manifiesta una mayor estabilidad en las dinámicas sucesionales y por ende un buen estado de conservación.

Por lo indicado, los resultados de este estudio, son comparables a los observados por Morán (2009, p. 56), quien registró la mayor altura total en la parcela “R” con 12,43 m árbol⁻¹ muestreada en área de PNG, sector “El Chato”. De hecho, los resultados, aunque inferiores, tienen relación con los valores analizados por Torres (2022, p. 40), quien enfatiza que, en esta variable obtuvo $18,44 \pm 0,43$ m árbol⁻¹ como la mayor altura total en el modelo “F”. En otro estudio, Viera y Pineda (2004, p 88), dan a conocer que, en un muestreo realizado en Honduras, en árboles remanentes de lindero de 20 años de edad, los cuales no poseían ningún tipo de manejo, se calcularon alturas totales superiores a 24 m, donde señala además que, bajo tales condiciones hubo un crecimiento en altura de 1,09 m anuales.

Para dar una idea del comportamiento de esta variable, se sabe que en la amazonia ecuatoriana, el crecimiento de la especie inicia dos o tres meses después del mes más lluvioso, probablemente porque antes, estos acumulan reservas para su proceso de desarrollo (Nacimba, 2015, p. 11), por otra parte, entre las condiciones climáticas que afectan la productividad (producción de biomasa) del cedro, se encuentra el aumento de radiación fotosintética activa (RFA), la temperatura del aire y

el consumo de agua, confirmando lo beneficioso que resulta el factor agua para mantener su proceso de crecimiento y desarrollo (López et al., 2001, pp. 165-168), pese a lo cual, según un estudio llevado a cabo en Bolivia, en época seca la especie presenta crecimiento pero en un menor grado en áreas abiertas, esto podría deberse a que se habitúa bien en condiciones de sequía por su elevada área foliar específica AFE, que como consecuencia, para el factor luz posee un efecto de alta significancia ($p < 0,0001$) en crecimiento relativo de altura (Hayashida et al., 2001, pp. 54-55).

- **Análisis grafico de la variable altura total en las unidades de remanente**

En el grafico 3-3 se puede apreciar que la unidad “J” mostro mayor dispersión de datos respecto a la mediana (Md=15,18) con una distribución asimétrica negativa; por el contrario, la unidad que indicó menor dispersión de datos fue “H” cuya distribución es de sesgo negativo con un rango intercuartílico de 0,95.

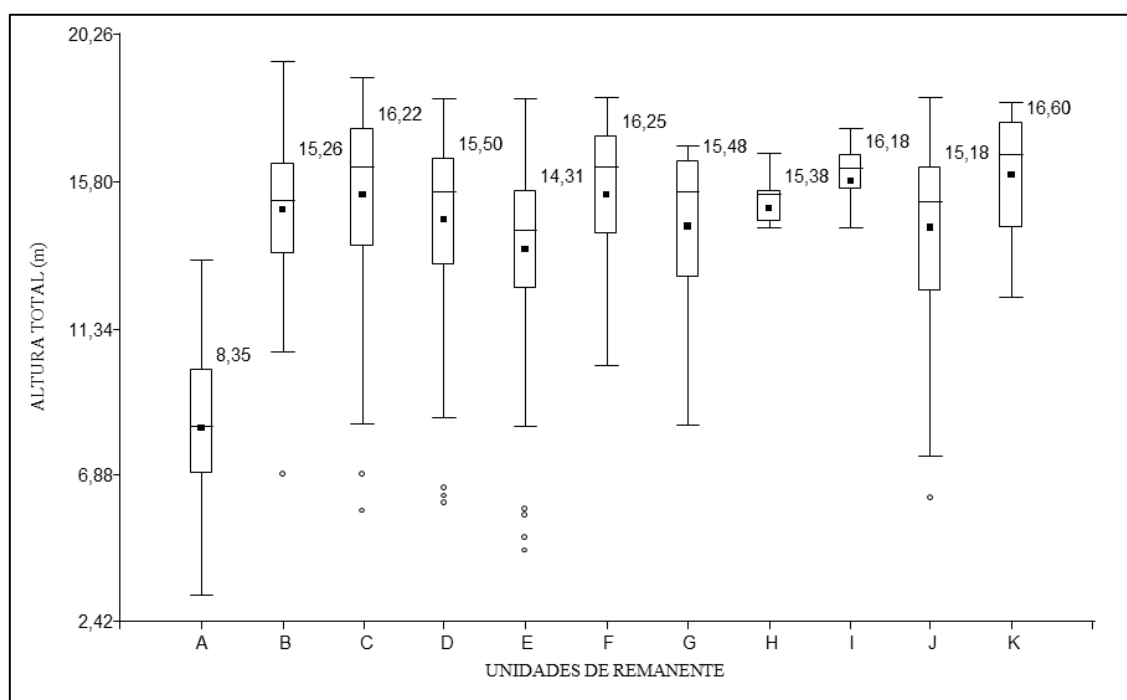


Gráfico 3-3. Altura total de los árboles, periodo de 33 días

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2021

3.1.1.4. Valor promedio del área basal árbol⁻¹ por unidad de remanente

La unidad que reportó mayor área basal promedio fue “L”, con $0,36 \pm 0,07 \text{ m}^2 \text{ árbol}^{-1}$ Paralelamente la unidad de remanente que presentó menor valor fue la unidad “J” con $0,05 \pm 0,007 \text{ m}^2 \text{ árbol}^{-1}$ (Tabla 5-3).

Con lo que respecta al error relativo, todas las unidades presentaron un valor menor a 20 % con excepción de las unidades “G”, “K” e “I” que cuentan con valores mayores a 24 %.

Tabla 5-3: Promedio del área basal en cada unidad muestreada

UR	Área Basal (m ² árbol ⁻¹)										
	Valor		Var S ²	DesvSt S	Coef. de Variación CV (%)	Límites de Confianza		Error			Relativo (%)
	Min	Max				Ā	Inferior	Superior	Stad	Must	
A	0,01	0,42	0,08	0,01	0,08	97,81	0,07	0,10	0,01	0,01	16,83
B	0,01	0,42	0,10	0,01	0,09	88,60	0,08	0,12	0,01	0,02	19,15
C	0,01	0,39	0,08	0,01	0,07	91,17	0,07	0,09	0,00	0,01	10,71
D	0,00	0,35	0,05	0,00	0,05	94,44	0,05	0,06	0,00	0,01	15,71
E	0,00	0,26	0,07	0,00	0,06	82,13	0,06	0,08	0,00	0,01	10,69
F	0,01	0,37	0,12	0,01	0,09	76,91	0,10	0,15	0,01	0,02	18,58
G	0,00	0,18	0,06	0,00	0,04	76,98	0,04	0,07	0,01	0,01	24,25
H	0,03	0,12	0,08	0,00	0,02	29,27	0,21	0,09	0,01	0,01	16,70
I	0,06	0,55	0,29	0,02	0,14	49,22	0,21	0,37	0,04	0,08	27,82
J	0,00	0,34	0,05	0,00	0,05	99,41	0,04	0,05	0,00	0,01	15,05
K	0,01	0,31	0,07	0,00	0,07	94,77	0,04	0,09	0,01	0,03	36,32
L	0,10	0,87	0,36	0,04	0,20	55,58	0,30	0,43	0,06	0,07	18,11

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Así, el resultado demuestra, que el mayor crecimiento obtenido en dichas unidades de remanente puede estar relacionada a las actividades de aprovechamiento dadas a lo largo del tiempo y de esta manera han influenciado el área basal observada en todas las UR., la explicación de este hecho puede encontrarse en la variación del parámetro aún en unidades con área neta similar.

Habiendo expuesto los resultados que se presentaron en la tabla 5-3, si comparamos estos datos con los reportados por Morán, de las veinte parcelas instaladas (20 x 50 m) muestreadas en PNG obtuvo en promedio 0,61 m² de área basal por árbol en la parcela “K”, podríamos asumir que las actividades de manejo influyen en el crecimiento y productividad de los árboles conservados.

Esto se podría relacionar con la densidad presente en el área de muestreo de cada estudio, dado que, a mayor espaciamiento entre individuos, mayor entrada de luz con lo cual al poseer tasas fotosintéticas más altas, existiría mayor crecimiento diamétrico.

Por otro lado, los valores que se han obtenido como resultado de la evaluación son inferiores

comparados con los calculados por Torres (2022, p. 41), que revelan $0,65 \pm 0,15 \text{ m}^2 \text{ árbol}^{-1}$ promedio registrado dentro del modelo “F”.

Adicionalmente, tomando en cuenta los criterios de espesura de una masa forestal tenemos que, la masa forestal secundaria está ligada a la calidad de estación favorable en el desarrollo, pues la espesura tiende a tener mayor grado cuando las condiciones de los factores ecológicos abióticos aumentan (Serrada, 2011, p. 39), en el caso de *C. odorata* puede deberse a la calidad de sitio presentes en las islas, pues al ser demandante de luz y al producir aberturas de claros en sitios donde se ha extraído madera esto da paso a más luz. Lo cual beneficia al crecimiento de *C. odorata* al destacarse como una de las especies con densidad de regeneración más abundante en sitios que han sido talados, no talados y otro tipo de perturbaciones (Soriano et al., 2012, p. 96).

- Análisis gráfico de la variable área basal en las unidades de remanente boscoso

En el gráfico 4-3, se aprecia que la unidad “I” muestra mayor dispersión de datos en relación a la mediana que tiene un valor de 0,23 la cual evidencia sesgo positivo; por el contrario la unidad “H” se observa una marcada concentración de datos, es decir menor dispersión de sus valores respecto a la mediana ($Md=0,08$). Los percentiles 25 % y 75 % en la unidad “H” representan medidas estrechas cuyos valores son de 0,02 y 0,07 respectivamente.

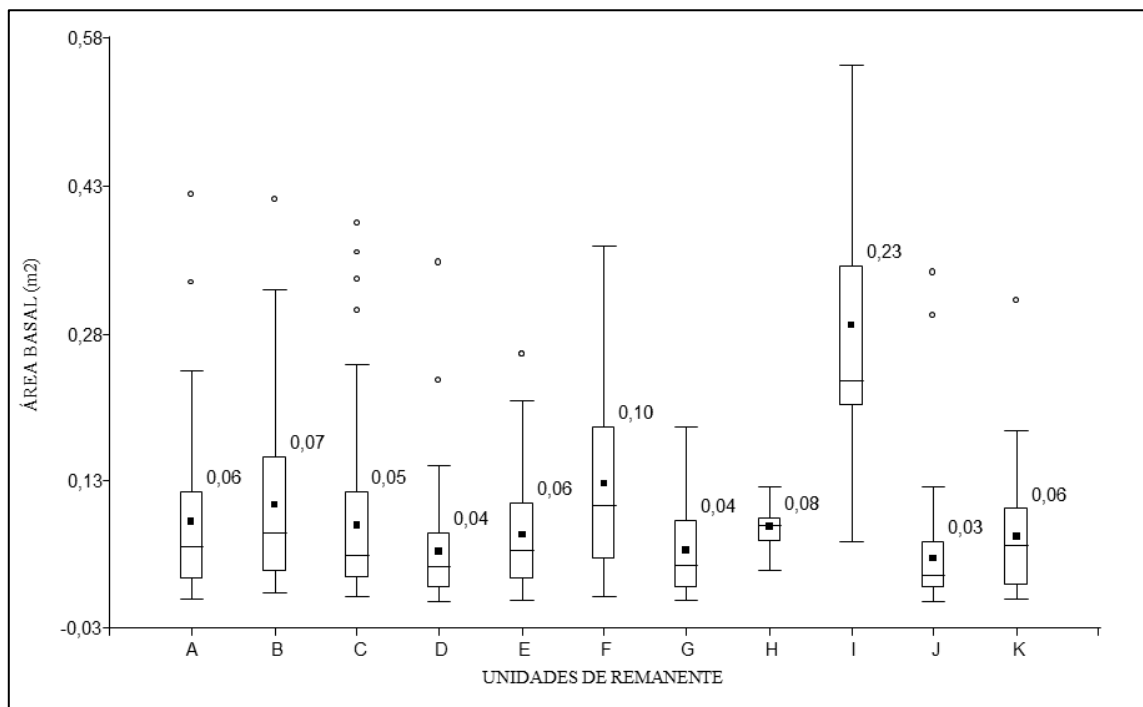


Gráfico 4-3. Área basal de los árboles, periodo de 33 días

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

- **Densidad**

Los resultados muestran que, dentro de las doce unidades de remanente boscoso muestreado, se reportó mayor área basimétrica en la unidad “E” con 51,43 m²/ha; en contraste, la unidad con menor área basal fue “H”, cuyos valores no rebasan los 13,33 m² por hectárea (Tabla 6-3).

Tabla 6-3: Área basal estimada a partir de la sección transversal

Unidad de Remanente	Espesura de masa forestal			G (m ² /ha)
	Área Total	Área Neta	Suma de Secciones (Sn)	
A	59,1	28,5	441,90	15,51
B	31,6	11,6	195,71	16,87
C	152,8	12,6	430,20	34,14
D		10,7	154,05	14,40
E	38,18	7,6	290,85	38,27
F		2,21	113,66	51,43
G	26,85	1,85	32,99	17,83
H		1,34	17,86	13,33
I	26,85	1,23	57,59	46,82
J	34,77	6,63	158,88	23,96
K		1,46	28,72	19,67
L	34,65	1	6,46	

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka. 2022

Como punto de comparación, se presentan las tablas 3-2 y 6-3, que muestran la espesura existente de acuerdo al cálculo del grado de área basal (G) por hectárea.

Al promediar los resultados que se presentan en las unidades “H” y “L” se observa que representaron una espesura de 13,33 m² ha⁻¹ y 6,46 m² ha⁻¹ respectivamente, categorizadas en el grado de espesura clara. Por consiguiente, desde el punto de vista productivo este criterio de espesura presenta escasamente especies maderables y suele caracterizarse por tener sitios abiertos, en este caso *C. odorata* se beneficia por ser demandante de luz.

La tabla 6-3, destaca además que las unidades “A”, “B”, “D”, “G” y “K” poseen una espesura defectiva, con valores de 15,51 m² ha⁻¹, 16,87 m² ha⁻¹, 14,40 m² ha⁻¹, 17,83 m² ha⁻¹ y 19,67 m² ha⁻¹ respectivamente. Dichas UR, se consideran en este grado de espesura debido a que el espacio de ocupación en los rodales es amplio, lo que significa que existen pocos árboles en el sitio. La espesura defectiva además, suele caracterizarse por tener diámetros considerablemente anchos

(González, 2011, p. 12), sin embargo la productividad en general es escasa (Serrada, 2011, p. 49). Para espesuras tanto excesivas como defectivas, en ambos niveles señalados, existe una disminución del crecimiento neto en volumen (González, 2011, p. 12)

El intervalo de espesura de las unidades “C” y “J” manifestaron datos catalogados dentro de espesura normal, donde dichas UR poseen 34,14 m² ha⁻¹ y 23,96 m² ha⁻¹ respectivamente, este tipo de espesura presenta el máximo de eficacia en su crecimiento, donde el conjunto de la masa alcanza el máximo rendimiento (Serrada, 2011, p. 41).

Con referencia a las unidades “E”, “F” y “J”, presentaron niveles de espesura excesiva con 38,27 m² ha⁻¹, 51,43 m² ha⁻¹ y 46,82 m² ha⁻¹ respectivamente. Lo característico en este tipo de masa forestal es la alta mortalidad de individuos (González, 2011, p. 12), sin embargo, Serrada (2011, p. 41), menciona que cuando el crecimiento del individuo se ve afectado por la competencia del lugar que va en aumento, el rendimiento en el conjunto de la masa en general decrece; adicionalmente, Dean y Baldwin (1996, p. 149), señalan que en estos casos cuando el rodal ocupa por completo el sitio sucede lo que se conoce como auto-raleo (self-thinning) o mortalidad por supresión que está sujeta a la capacidad competitiva del rodal como tal, situación que no se evidencio durante la fase de campo en esta investigación.

3.1.1.5. Valor promedio del volumen comercial árbol⁻¹ por unidad de remanente

A partir de la tabla 7-3, se puede apreciar que se registró conjuntamente el mayor valor de volumen comercial promedio en la unidad “L” que presenta 1,97 ± 0,29 m³ árbol⁻¹ con corteza, a diferencia de la unidad “J” que cuenta con 0,24 ± 0,04 m³ árbol⁻¹ en cuyo caso sus áreas basales difieren mucho entre sí.

El mayor error relativo calculado corresponde a la unidad “K” que cuenta con un valor de 39,07 %; mientras que las unidades “A”, “C”, “D”, “E”, “J” y “L” obtuvieron valores menores a 20 %.

Tabla 7-3: Volumen comercial promedio por unidad de remanente muestreada

UR	Volumen Comercial (m ³ árbol ⁻¹)										
	Valor		X̄	Var S ²	DesvSt S	Coef. de Variación CV (%)	Límites de Confianza (m)		Error		
	Min	Max					Inferior	Superior	Stad	Must	Relativo (%)
A	0,01	3,30	0,56	0,37	0,61	109,15	0,45	0,66	0,05	0,10	18,78
B	0,03	2,92	0,63	0,42	0,65	103,08	0,49	0,77	0,07	0,14	22,28

C	0,02	3,18	0,58	0,36	0,60	103,12	0,51	0,65	0,04	0,07	12,12
D	0,00	2,19	0,36	0,14	0,37	103,06	0,30	0,42	0,03	0,06	17,15
E	0,01	1,90	0,38	0,14	0,38	100,08	0,33	0,42	0,02	0,05	13,03
F	0,02	3,10	0,83	0,56	0,75	89,80	0,65	1,01	0,09	0,18	21,70
G	0,01	0,96	0,27	0,06	0,25	91,97	0,19	0,35	0,04	0,08	28,98
H	0,13	0,66	0,40	0,03	0,17	41,72	0,30	0,50	0,04	0,10	23,80
I	0,22	3,03	1,53	0,65	0,80	52,55	1,08	1,98	0,21	0,45	29,70
J	0,01	2,01	0,24	0,08	0,28	118,42	0,19	0,28	0,02	0,04	17,93
K	0,01	1,35	0,31	0,10	0,32	101,94	0,19	0,44	0,06	0,12	39,07
L	0,24	2,91	1,97	0,72	0,89	45,04	1,68	2,26	0,25	0,29	14,68

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Según se mencionó, la unidad que mostró mayor volumen comercial con corteza promedio en este estudio no superó los $2 \text{ m}^3 \text{ árbol}^{-1}$. Viera y Pineda (2004, p. 87), manifiestan en su estudio, que la productividad de la especie en un bosque natural de 460 000 ha en México rindió solamente $0,004 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ anuales y atribuyen este bajo rendimiento a la explotación y baja regeneración que ha existido en dicho lugar.

Respecto a esta variable que considera la productividad de un bosque o plantación, se puede señalar que, indiferentemente de la diferencia entre el volumen comercial por árbol que se pudo inferir en este trabajo, Torres (2022, pp. 41-42), calculó un volumen comercial ($5,93 \pm 1,68 \text{ m}^3 \text{ árbol}^{-1}$) que manifestó superioridad, que dan cuenta de la estrecha relación que guarda la competencia entre individuos.

- **Análisis gráfico de volumen comercial en las unidades de remanente boscoso**

La unidad de remanente con mayor dispersión en su conjunto de datos respecto a la mediana fue “F”, se observa además sesgo positivo, con 0,59 de mediana y en relación a sus cuartiles 0,24 para Q1 y 1,37 en Q3.

En el gráfico 5-3 se muestra que, en la unidad “H” existe menor dispersión de datos con una evidente asimetría positiva; presento además 0,40 en la mediana, y en los percentiles 25% y 75% un valor de 0,31 y 0,53, respectivamente (Gráfico 5-3).

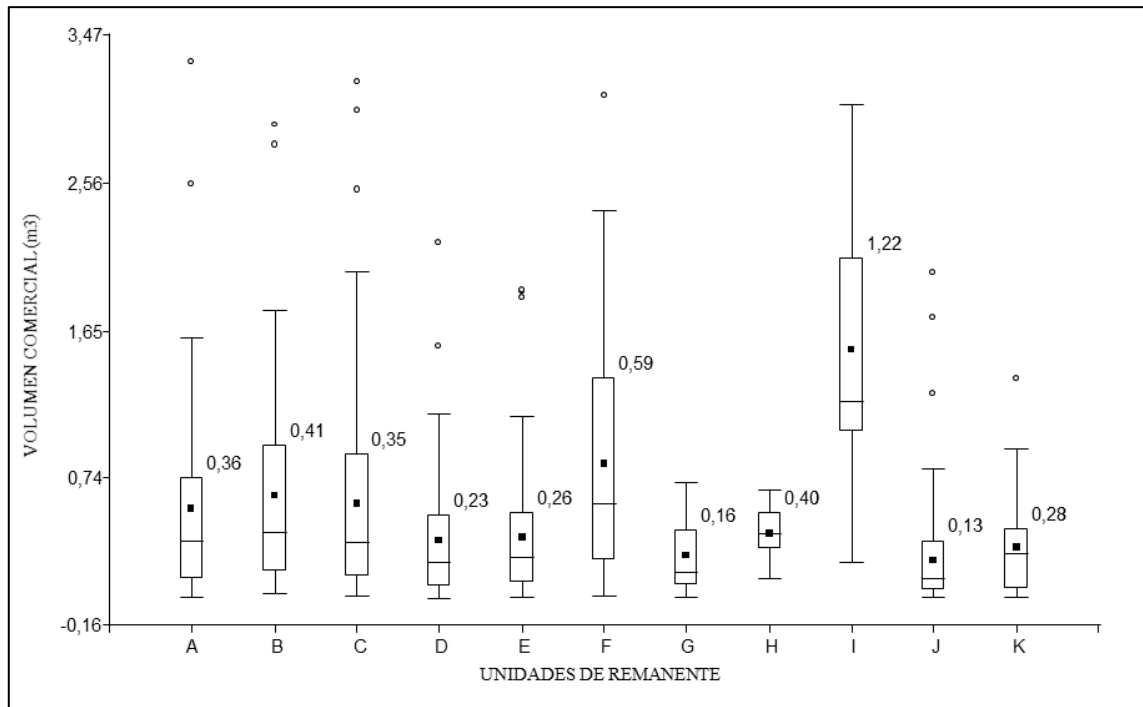


Gráfico 5-3. Volumen comercial de los árboles, periodo de 33 días

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

3.1.1.6. Valor promedio del volumen total (V_t) / árbol por unidad de remanente (m^2)

En la tabla 8-3, se aprecia que la unidad “L” mostró mayor volumen total promedio con $4,14 \pm 0,81 \text{ m}^3 \text{ árbol}^{-1}$, en contraste con la unidad “J” que tuvo un valor de $0,52 \pm 0,08 \text{ m}^3 \text{ árbol}^{-1}$.

La unidad de remanente que presentó mayor error relativo fue “K” con 37,44 %, la unidad “J” cuenta con un valor de 15,88 % mientras que la unidad “C” tiene 11,56 % como el valor más bajo encontrado.

Tabla 8-3: Volumen total (m^3) promedio en cada unidad de remanente evaluado

UR	Volumen Total ($m^3 \text{ árbol}^{-1}$)										
	Valor		\bar{X}	Var S^2	DesvSt S	Coef. de Variación	Límites de Confianza (m)		Error		
	Min	Max					Inferior	Superior	Stad	Must	Relativo (%)
A	0,04	5,74	1,00	1,12	1,06	105,26	0,82	1,19	0,09	0,18	18,11
B	0,08	4,87	1,13	1,17	1,08	95,62	0,90	1,36	0,12	0,23	20,67
C	0,04	4,93	0,95	0,87	0,93	98,37	0,84	1,06	0,06	0,11	11,56
D	0,01	4,50	0,95	0,39	0,62	103,53	0,50	0,71	0,05	0,10	17,22
E	0,02	3,11	0,75	0,45	0,67	89,88	0,66	0,83	0,04	0,09	11,70

F	0,04	4,31	1,41	1,31	1,14	81,39	1,13	1,68	0,14	0,28	19,66
G	0,03	2,15	0,62	0,27	0,52	84,05	0,46	0,79	0,08	0,16	26,48
H	0,35	1,33	0,83	0,07	0,26	31,84	0,68	0,98	0,07	0,15	18,17
I	0,56	6,43	3,23	2,90	1,70	52,67	2,27	4,20	0,44	0,96	29,77
J	0,01	3,65	0,52	0,30	0,55	104,91	0,44	0,60	0,04	0,08	15,88
K	0,05	3,80	0,83	0,66	0,81	97,70	0,52	1,14	0,15	0,31	37,44
L	0,80	10,44	4,14	0,66	2,48	60,02	3,33	4,95	0,69	0,81	19,56

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Respecto con la última variable que comprueba la hipótesis, de acuerdo con los resultados ya expresados se pudo notar una marcada diferencia al reportar Torres (2022, pp. 42-43), un valor promedio de $5,93 \pm 1,68 \text{ m}^3 \text{ árbol}^{-1}$, adquiriendo peso explicativo en que los árboles establecidos en el recinto “El Carmen” poseen mayor madurez y por ende mayor producción neta; este valor difiere al señalado por Morán, en la parcela “A” cuyo valor es de $19,39 \text{ m}^3 \text{ árbol}^{-1}$.

En un estudio realizado en una plantación de *Cedrela odorata* de edad de 15 años, ubicada en México, se obtuvo un volumen total de $1,081 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ bajo una densidad de 133 árboles ha^{-1} , manifestando que, cada área de establecimiento posee diferente potencial de productividad que va en base al clima y suelo (Murillo et al., 2017, p. 17).

De acuerdo a lo investigado, se conoce que los remanentes de Cedro en estudio presentaron rangos promedio de volumen total con corteza de 0,52 a $4,14 \text{ m}^3 \text{ árbol}^{-1}$. González et al. (2017, pp. 53-54), argumentan que, las variables biofísicas tales como altitud, densidad (árbol ha^{-1}), pH, porcentaje de sombra, niveles de cobre, calcio Mg^{-1} y manejo, influyen fuertemente en volumen total de la especie, en especial las tres primeras variables mencionadas (alta significancia), afirmando, además, que integrando tales variables es posible predecir el volumen total a cierta edad.

- Análisis gráfico de volumen total en las unidades de remanete

En el gráfico 6-3, se aprecia que la unidad de remanente “I” refleja menor dispersión de los datos respecto a la mediana; la unidad presenta sesgo positivo con una mediana de 2,58 con un rango intercuartílico (RI) de 1,65.

Por el contrario la unidad “H” nuevamente muestra menor dispersión, con datos más concertados respecto a la mediana (Md), con un Q1 de 0,66 y un Q3 de 0,93 cuya mediana fue de 0,87 con asimetría negativa.

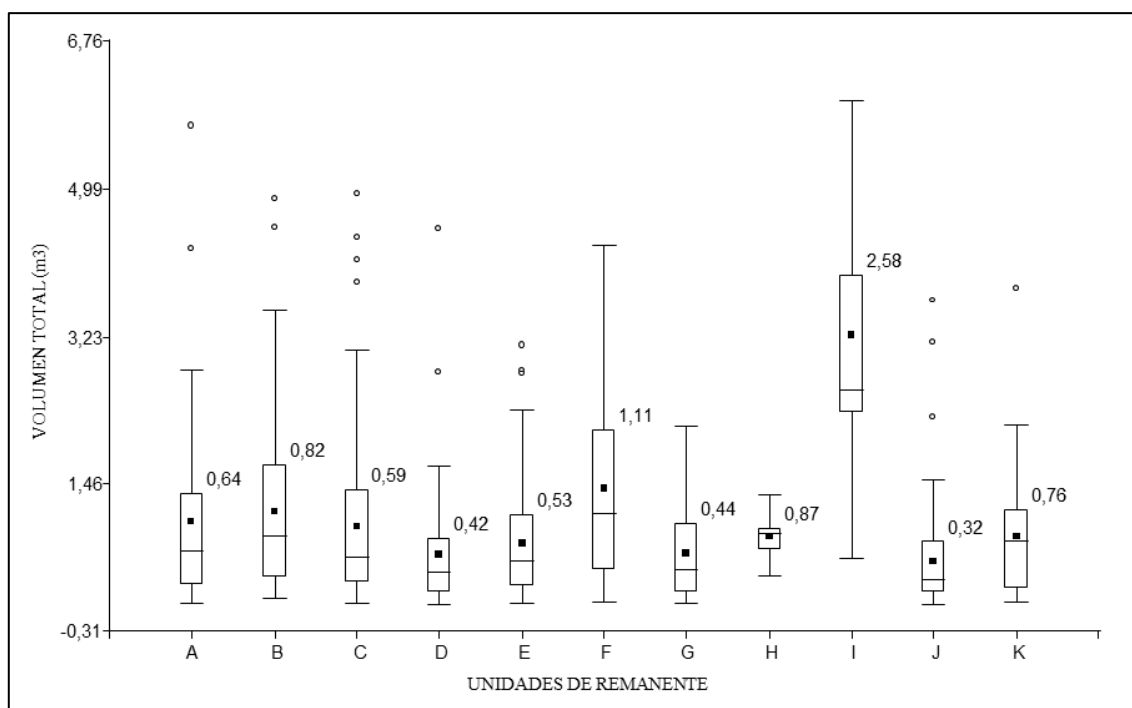


Gráfico 6-3. Volumen total de los árboles, periodo de 33 días

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

- Productividad por hectárea y área neta

En la tabla 9-3 se puede observar el resultado de la evaluación de las once unidades en estudio. Se constató un mayor valor promedio de área basal ha^{-1} en la unidad de remanente “F” con $60,08 \pm 39,17 \text{ m}^2$, por lo tanto, esta misma unidad de remanente fue la que presentó mayor volumen comercial con $406,01 \pm 282,49 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $686,22 \pm 458 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ en volumen total.

Asimismo, se detallan el mayor valor promedio en relación al volumen comercial por área neta evaluada en la unidad “C”, con un valor de $3813,93 \text{ m}^3$, y $6293,46 \text{ m}^3$ en volumen total por área neta en la unidad de remanente “A”.

Tabla 9-3: Resumen de los valores promedio de variables dasométricas

UR	H Com Parcela ⁻¹	No Árbol/ha	Área Basal $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$	Volumen $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$		Volumen/Área Neta	
				Comercial	Total	Comercial	Total
A	8,31	220	18,50	122,67	220,82	3496,02	6293,46
B	7,91	200	20,43	126,47	225,99	1467,10	2621,52
C	9,17	520	41,82	302,69	492,03	3813,93	6199,57
D	8,46	328	17,52	117,38	197,65	1255,99	2114,90
E	6,62	646	45,68	242,60	481,67	1843,76	3660,66
F	8,69	488	60,08	406,01	686,22	897,29	1516,54

G	5,98	370	20,81	100,56	229,74	186,03	425,02
H	7,20	173	13,62	69,36	143,55	92,94	192,36
I	7,43	173	49,70	265,23	560,36	326,24	689,24
J	6,25	618	29,04	145,42	321,49	964,14	2131,46
K	5,57	347	24,13	109,00	287,81	159,14	420,20

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka. 2022

Se determinó el cálculo para 1138 individuos inventariados, donde la suma de todos los valores promedio de volumen total fue de 3847,33 m³ ha⁻¹ en contraste con los observados por Morán (2009, p. 60), que señala un total de 1288 árboles de *C. odorata* evaluados desde la zona baja de Salasaca hasta los Guayabillos (límite entre la zona agrícola y PNG) de veinte parcelas instaladas se obtuvo un volumen total de 2278,32 m³ ha⁻¹ de madera. Torres (2022, pp.43-44), por su parte, señaló 0,65 que la unidad que presento tener valores superiores en cuanto a volumen comercial fue “A” con 619,09 m³ ha⁻¹ y en volumen total fue 14151,93 m³ /área neta encontrado en el modelo de plantación “D”.

Los remanentes estudiados se encontraban en su mayoría bajo un sistema silvopastoril, esto significa que los productores se benefician de la especie haciendo uso de los SAF. Cordero y Boshier (2004, p. 208), mencionan que en una plantación pura de *Cedrela odorata* L. el distanciamiento entre árboles se recomienda a 5 x 5 m que en una hectárea le significa 400 árboles, esto quiere decir que, aun en estos casos en que la especie ha crecido producto de regeneración natural su densidad es buena. Se obtuvo 646 como el mayor número de árboles por hectárea en la unidad de remanente “E”, a diferencia de la unidad “A” que difiere con 220 árboles ha⁻¹ considerando que su superficie es tres veces mayor. En adición Segura (2019, p. 18), menciona que existen altas diferencias estadísticas entre dos sistemas de crecimiento (SAF y plantación pura de *Cedrela odorata* L.) puesto que la especie llega a tener mayor diámetro en duramen a cualquier altura que los árboles de una plantación de *Cedrela odorata*.

Aunque existen grandes extensiones de remanentes en la zona agrícola de la isla, de acuerdo con lo reportado por Laso et al. (2020, p. 18) en su estudio sobre la cubierta de agroecosistemas en las partes altas no protegidas de Galápagos, ratifican que la mayor extensión en superficie de la especie se encuentra en el Parque Nacional Galápagos de la isla Santa Cruz (3098 ha) adyacente con la zona suroeste de la zona agrícola (Salasaca, Los Guayabillos, etc.).

3.1.1.7. Distribución de clases diamétricas

En la tabla 10-3 se muestra la agrupación de los diámetros en tres categorías según los diámetros

encontrados en cada unidad de remanente.

Tabla 10-3: Distribución de categorías diamétricas en cada unidad de remanente

Unidad de Remanente	Categoría diamétrica					
	I		II		III	
	0,05 - 0,38 m		0,39 - 0,71 m		0,72 - 1,05 m	
	No. arbol ⁻¹	m ³	No. arbol ⁻¹	m ³	No. arbol ⁻¹	m ³
A	98	274,63	28	108,59	1	0,29
B	55	103,05	23	74,41	1	0,29
C	196	1084,34	63	515,61	0	0,00
D	115	317,09	16	26,77	0	0,00
E	167	804,70	43	207,21	0	0,00
F	34	40,11	27	104,84	0	0,00
G	32	27,65	5	2,34	0	0,00
H	12	7,44	1	0,08	0	0,00
I	1	0,05	9	13,57	3	3,09
J	159	589,59	11	13,87	0	0,00
K	24	19,02	2	0,67	0	0,00
L	1	0,07	7	0,25	4	6,34

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En el resultado obtenido, la distribución de las clases diamétricas (tabla 10-3) de 1138 árboles medidos, la proporción de clases entre 5-38 cm fue la que mayor número de árboles presento con un total de 894 (79%), a diferencia a la presentada por Morán (2009, p. 58), con 1279 árboles entre las clases diamétricas que van de 10-39,9 cm. Esta diferencia en clases diamétricas puede explicarse tomando en consideración que el crecimiento de la masa suele estar estrechamente asociada a la mortalidad y reclutamiento arbóreo cuando las masas se encuentran bajo presiones tales como la competencia por recursos (Phillips et al., 2004, pp. 1-8).

Por lo antes expuesto (Tabla 10-3), Swaine et al. (1987, p. 359), afirman que la mayor clase diamétrica que presentan los árboles más grandes se debe notablemente a la influencia que ejercen principalmente tres factores como por ejemplo la amplitud de la copa que poseen los árboles mucho más grandes que les permite alcanzar mayor recepción de iluminación, dichos árboles por lo tanto poseen considerablemente un aumento en producción neta; los individuos de crecimiento lento tienen mayor probabilidad de ser eliminados y finalmente se puede considerar que, los árboles que se desarrollan bajo la copa de árboles dominantes excluyen de por si a las especies que crecen en el sotobosque por lo que estas presentan crecimiento más tardío.

Considerando los resultados de esta investigación, Castañeda et al. (2013, p. 54), manifiestan que ocurriría la pérdida de calidad de la madera, además de la económica si se llegase a cosechar un turno biológicamente prematuro; por ello infiere que, la obtención de madera con diámetros superiores a 50 cm aportará tanto calidad como mayor disponibilidad de volumen, garantizando además la cosecha de futuros turnos al que se les aplicará un manejo adecuado a árboles que no alcanzaron diámetros mínimos.

3.1.1.8. Análisis estadístico de volumen comercial y total por hectárea

Se aplicaron estadísticos, con el fin de comprobar si existe pluralidad que tenga significancia en las doce unidades de remanente muestreadas, con las características que compartan en relación a la productividad.

VARIABLES cualitativas tales como volumen comercial (Vc) y total (Vt) por hectárea, fueron sometidas a la verificación de cumplimiento del supuesto de normalidad, a través del test de Shapiro-Wilk, en el que, para las doce muestras procedentes de ambas variables los estadísticos han obtenido un valor $>0,7$ y una única muestra con significación estadística (Sig = 0,002) menor a $<0,05$ con esto, se puede concluir que existe evidencia de normalidad, por lo que se procedió además, a verificar la homogeneidad de varianzas utilizando la prueba de Levene (F = 3,95; p = 0,0003 para Vc y F = 3,42; p = 0,0011 para Vt), indicando un valor menor a 0,05 por tanto no se asume la homocedasticidad de las varianzas. De esta manera se determinó utilizar el análisis no paramétrico de Kruskal Wallis para volumen comercial (Vc) y total (Vt) por hectárea.

Al aplicar la prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis en la variable de volumen comercial por hectárea, se reportó el estadístico de H, con un dato de 48,8 y un p valor menor que 0,05 (p = 0,0001). Por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que con un nivel de significancia del 5 %, el volumen comercial por hectárea estimado de madera en pie de *Cedrela odorata* difiere entre las 12 unidades de remanente evaluadas en esta investigación (Tabla 11-3).

Tabla 11-3: Análisis estadístico de Kruskal Wallis para volumen comercial

UR	n	Medias	Desv Std	H	p
A	11	128,87	23,44	48,8	<0,0001
B	8	124,89	48,13		
C	10	301,81	124,71		
D	8	117,26	27,44		
E	13	242,84	57,04		
F	5	406,43	153,1		

G	4	100,66	32,09
H	3	69,43	21,25
I	3	265,5	98,53
J	11	163,67	85,13
K	3	109	59,56

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

De acuerdo a la tabla 12-3, aplicando la prueba de Kruskal Wallis en las doce UR, se categorizaron cuatro grupos. Con mayor valor en la mediana (Md) se obtuvo: en el grupo (D) con 414,59 procedente a la unidad “F”, en el grupo (C) 282,57 que pertenece a la unidad “I”, en el grupo (B) la unidad “J” con un valor de 135,95 y siendo valor menos representativo en el grupo (D), la unidad “H” con 69,92.

Tabla 12-3: Mediana de volumen comercial de los árboles evaluados en las unidades de remanente

Trat	Md				
H	69,92	A			
G	108,02	A	B		
K	119,70	A	B	C	
D	117,72	A	B	C	
B	112,41	A	B	C	
A	129,60	A	B	C	
J	135,95		B	C	
I	282,57			C	D
E	227,64				D
C	323,50				D
F	414,59				D

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Se observa en esta ocasión, los resultados experimentales para las unidades de remanente de volumen total por hectárea, sometidos al estadístico mostraron diferencias estadísticas ($p = 0,0001$), por lo que se determinó que al menos una de las unidades presentó variabilidad en la productividad de *Cedrela odorata* L. (Tabla 13-3).

Tabla 13-3: Análisis estadístico de Kruskal Wallis para volumen total

UR	n	Medias	Desv Std	H	p
A	11	231,77	42,02	50,48	<0,0001
B	8	223,17	78,19		

C	10	490,14	190,09
D	8	197,66	48,65
E	13	481,67	111,97
F	5	686,22	222,39
G	4	229,74	69,57
H	3	143,55	58,26
I	3	560,36	187,12
J	11	321,49	107,75
K	3	287,81	161,68

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Al hacer la separación de medianas se observa que se forman cuatro grupos, en el grupo (D), la unidad “F” fue el que obtuvo mejor valor (715,22), a diferencia de (A), grupo que reflejó el valor más bajo con 115,19 en la unidad en la unidad “H”.

Tabla 14-3: Análisis del rango medio para volumen total

Trat	Md				
H	115,19	A			
D	202,85	A			
B	205,26	A	B		
A	233,46	A	B		
G	254,26	A	B		
K	267,97	A	B	C	
J	296,72		B	C	
C	516,72			C	D
E	466,99			C	D
I	645,75			C	D
F	715,22				D

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

3.2. Valoración de la calidad de madera en pie

La evaluación de la calidad de madera para aprovechamiento con fines comerciales es un indicador que pone de manifiesto si esta materia prima logrará satisfacer los objetivos de producción a la que será destinada.

Por todo lo dicho anteriormente, la evaluación es fundamental para determinar el manejo silvicultural que se aplicara a la masa forestal, en este caso, los remanentes boscosos de *Cedrela*

odorata L.

3.2.1. Variables cualitativas evaluadas

Existe gran relevancia en términos de características fustales que poseen los árboles cuyo fin es la industria forestal, ya que es esta sección la que altera considerablemente la obtención de materia prima de calidad para los procesos de elaboración que se tenga destinado realizar.

A partir de esta premisa, esta investigación centró la atención en la evaluación de la calidad de árboles provenientes de remanentes boscosos de *Cedrela odorata* L. a través de la evaluación de un conjunto de variables cualitativas que poseen una característica en particular, en la que se le asigna la palabra “ausente” a aquellas que trozas que no presentan la característica evaluada, mientras que las trozas que, si se presentaron, se le atribuyo la palabra “presente”.

3.2.1.1. Variables evaluadas en la categoría de calidad 1

- **Fuste completamente recto (FCR)**

La evaluación aplicada a las doce unidades de remanente indica un total de 470 trozas de esta variable, donde la unidad con mayor incidencia de trozas (2,5 m de longitud) con este carácter fue “H” con 10 trozas de un total de 26 trozas evaluadas en esta unidad, seguido de la unidad “K” con 15 trozas de un total de 47 trozas completamente retas. Mientras que la unidad “B” al contar con un valor absoluto de 85 trozas fue la que presento menor número con esta rectitud.

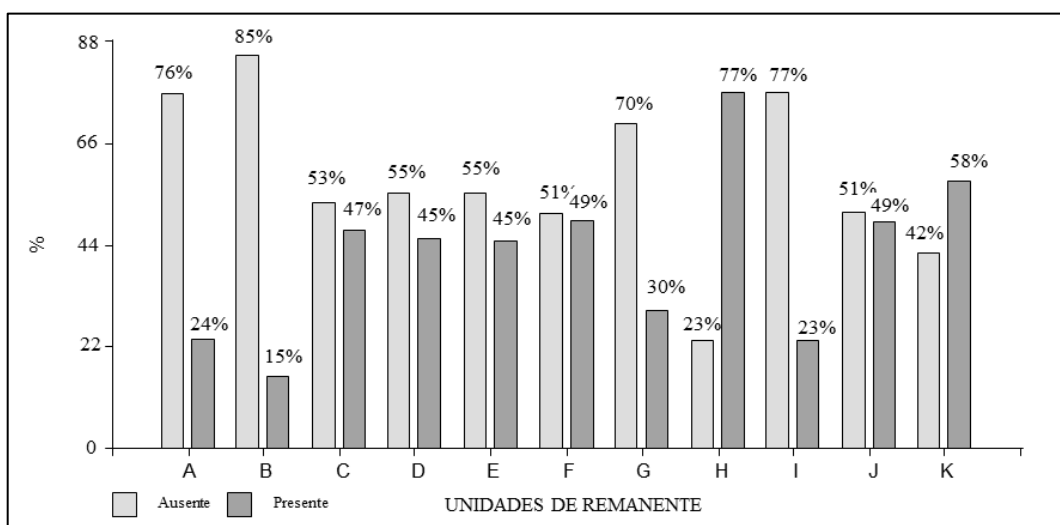


Gráfico 7-3. Proporción de las variables FCR encontrada en todas las unidades de remanente

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En el gráfico 7-3, se muestra el porcentaje de las variables que se consideraron en la evaluación de las doce unidades de remanente boscoso en estudio.

Atendiendo con los resultados obtenidos en este estudio puede notarse la superioridad de estas trozas que presentan curvatura de tipo 0; Torres (2022, p. 50) manifiesta que, obtuvo una proporción del 42 % dentro de las 294 trozas evaluadas en siete modelos de plantación; la cual se la atribuye al alto control genético que podrían tener dichos remanentes.

- **Fuste levemente torcido (FLT)**

En el gráfico (8-3) se aprecia que existe similitud en las proporciones presentadas en la mayoría de unidades. Según estos valores se puede distinguir que la unidad “G” registro mayor valor en FLT, con 22 de 90 trozas evaluadas en esta unidad; asimismo la menor proporción se encontró en “H” que posee 4 trozas representado el 31 %.

En la variable “levemente torcida” se obtuvieron 602 trozas, valor que representa la rectitud clase 2.

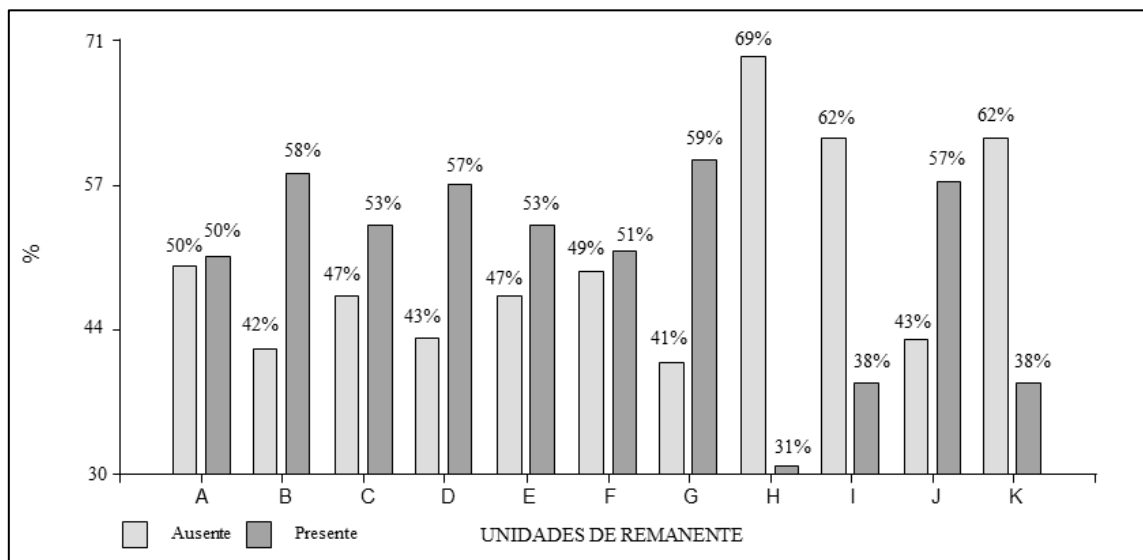


Gráfico 8-3. Incidencia de fuste levemente torcido en as doce unidades evaluadas

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

- **Estado Fitosanitario**

Dentro de los doce remanentes evaluados no se registraron árboles cuyo fuste se haya encontrado comprometido por el ataque de alguna plaga, o enfermedad; por el contrario, todos los árboles

presentaron fustes limpios, es decir sin afección por daños mecánico o natural, fuera de árboles muertos que no se tomaron en cuenta en la evaluación de esta variable (Gráfico 9-3).

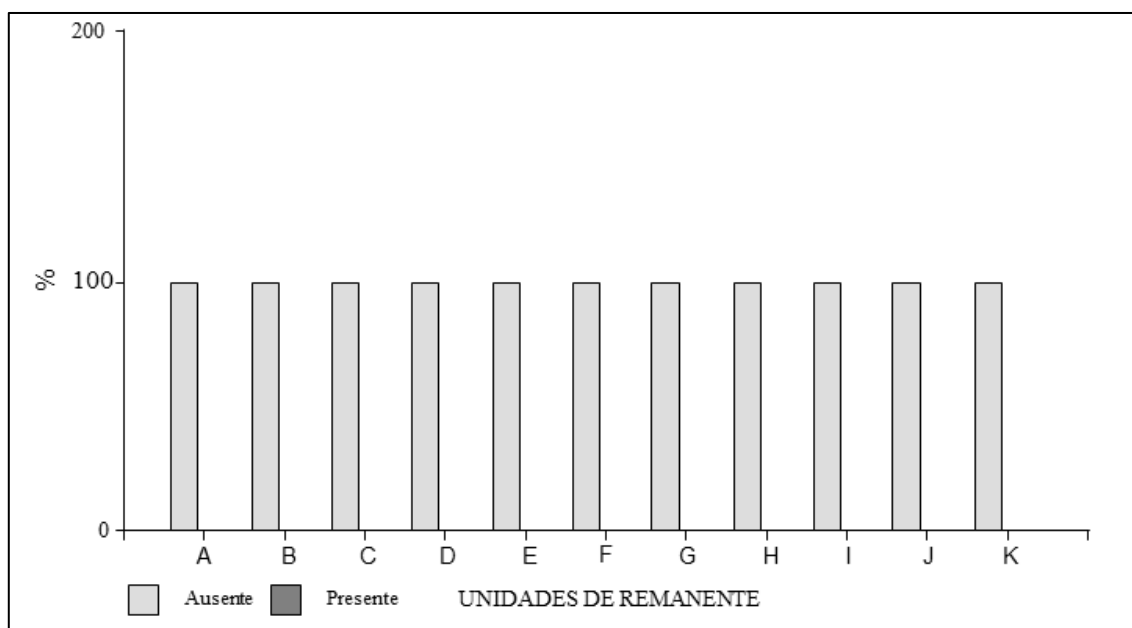


Gráfico 9-3. Estado fitosanitario en las doce unidades evaluadas

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En el conjunto de las doce unidades de remanente muestreadas, se evidenció el excelente estado fitosanitario, principalmente porque no se registró presencia de daños causados por enfermedades ni plagas en particular en los individuos juveniles, a pesar que en la isla ha sido reportado la preexistencia del barrenador de las meliáceas *Hypsipyla grandella* Z., según Omoyiola (1973, p. 250), en África, el ataque del barrenador tampoco ha ocasionado problemas; no obstante, durante el muestreo en Salasaca, si hubo individuos que presentaron daño mecánico (descopados), causados principalmente por la tala mal dirigida. En este parámetro existe una gran concordancia con lo presentado por Torres (2022, pp. 50-51) donde expone que dentro de los siete modelos evaluados 58 unidades pertenecen a la clase 2.

- **Nudos grandes (NG)**

En el conjunto de las doce procedencias evaluadas se observa que la unidad que presenta mayor proporción de fustes con presencia de nudos grandes es “I” que cuenta con 6 de 38 trozas en la unidad, por otro lado, en la unidad “K” se registró únicamente 2 trozas con este tipo de defecto, el cual llegó a significar el 8% como el menor valor presente en la evaluación (Gráfico 10-3).

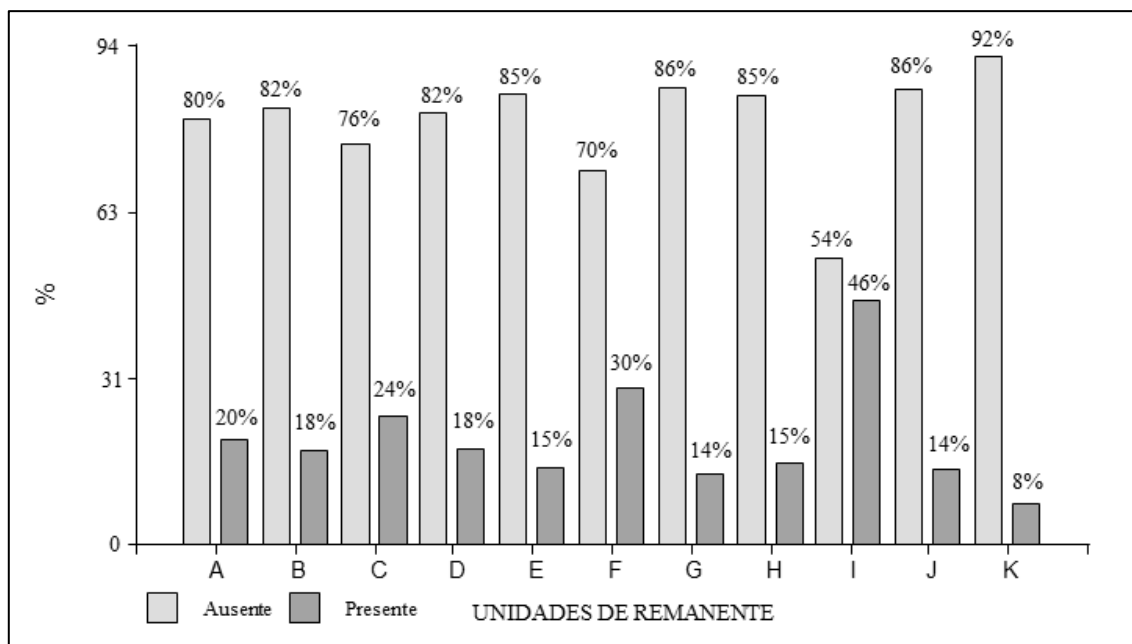


Gráfico 10-3. Estado fitosanitario en las doce unidades evaluadas

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En términos generales, se contabilizó 217 trozas con presencia de nudos grandes a lo largo del fuste en las 12 UR, con lo que se espera contar con madera que presentara uno de los principales defectos a la hora del aserrío, lo cual es responsable su vez de la deficiente calidad de la misma.

3.2.1.2. Variables evaluadas en la categoría de calidad 2

- **Fuste aceptablemente recto (FAR)**

El gráfico 11-3, se denotan los porcentajes obtenidos de calidad 2 en los árboles evaluados de las doce unidades de remanente.

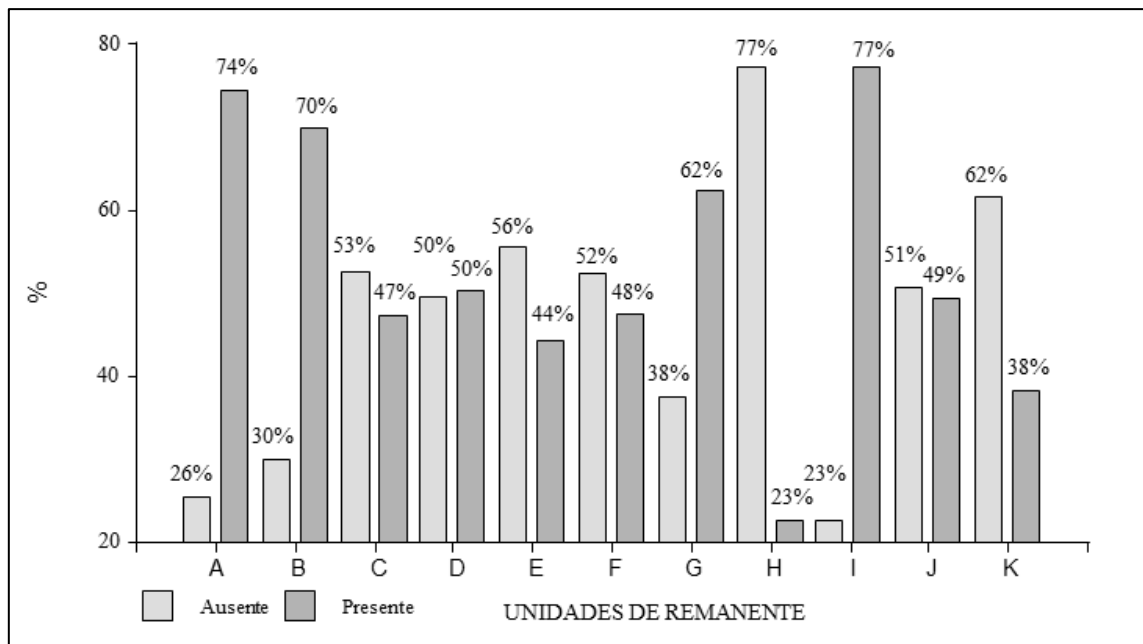


Gráfico 11-3. Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreadas

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En primera instancia se observan 599 trozas, con características aceptables en rectitud, cuya madera se considera aserrable aún, destacando la unidad “I” con un valor superior al resto de unidades evaluadas (10 trozas). Por otro lado, en la evaluación realizada por Torres (2022, p. 50), se declara 425 trozas que denotan mayor proporción a diferencia de variables como FCR; donde el modelo “G” cuenta con el 57% de trozas que poseen esta variable.

- **Ramas insertadas en un ángulo de 60° (RA60°)**

En el gráfico 12-3, se aprecia que, dentro de la evaluación proyectada a lo largo del fuste, se registraron ramas insertadas con el eje perpendicular que forman 60° aproximadamente en las dos últimas secciones de 2,5 m. Se calculó una frecuencia absoluta de 3 trozas que representó el 4% en la unidad “B”, donde el valor general en las doce unidades fue de 13 trozas.

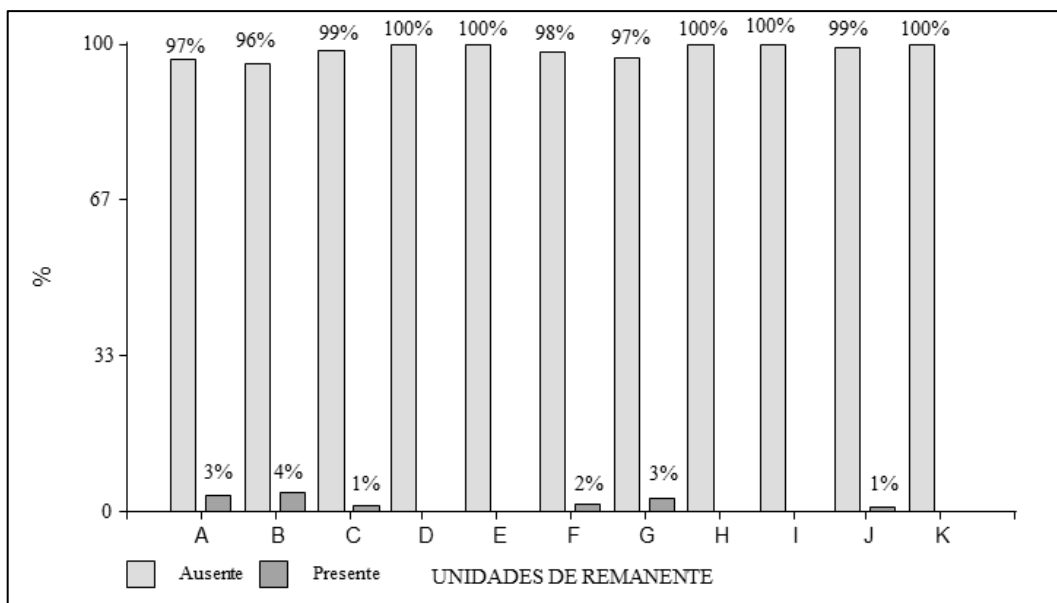


Gráfico 12-3. Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreada
 Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

- **Ramas gruesas (RG)**

Existió poco porcentaje de trozas que presentaron esta variable (Gráfico 13-3). Se evidencia notablemente que en la unidad “B”, un 25 % que le significan 20 trozas, supera a las demás unidades de remanente. Sin embargo, en términos generales se midieron 74 trozas con este defecto, que tiene un efecto negativo en la madera al momento de aserrarla.

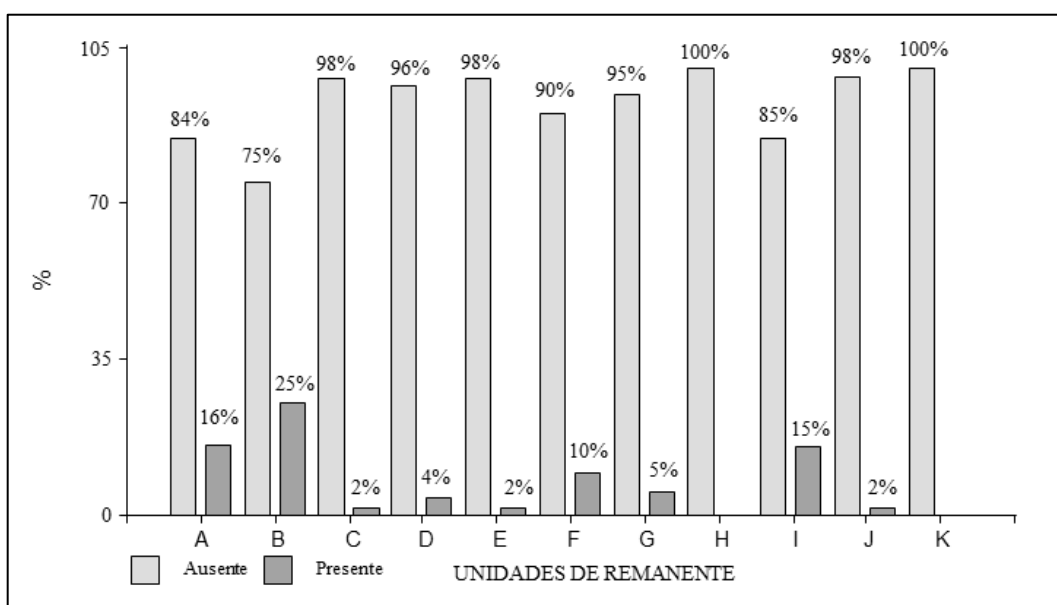


Gráfico 13-3. Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreada
 Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Tomando como referencia el estudio realizado por Torres (2022, p. 51), entre los siete modelos evaluados, se identificó que al menos 90% trozas presentaban ramas gruesas y/o delgadas a lo largo del fuste en el modelo de plantación “G”.

- **Fuste levemente inclinado (FLI)**

El resultado obtenido plasmado en la gráfica 14-3, se calculó que el mayor número de trozas que presenta una ligera inclinación respecto al plano horizontal fue la unidad “A” que denoto un total de 50 trozas; por el contrario, se contabilizó únicamente 2 trozas con estas características en la unidad “I”.

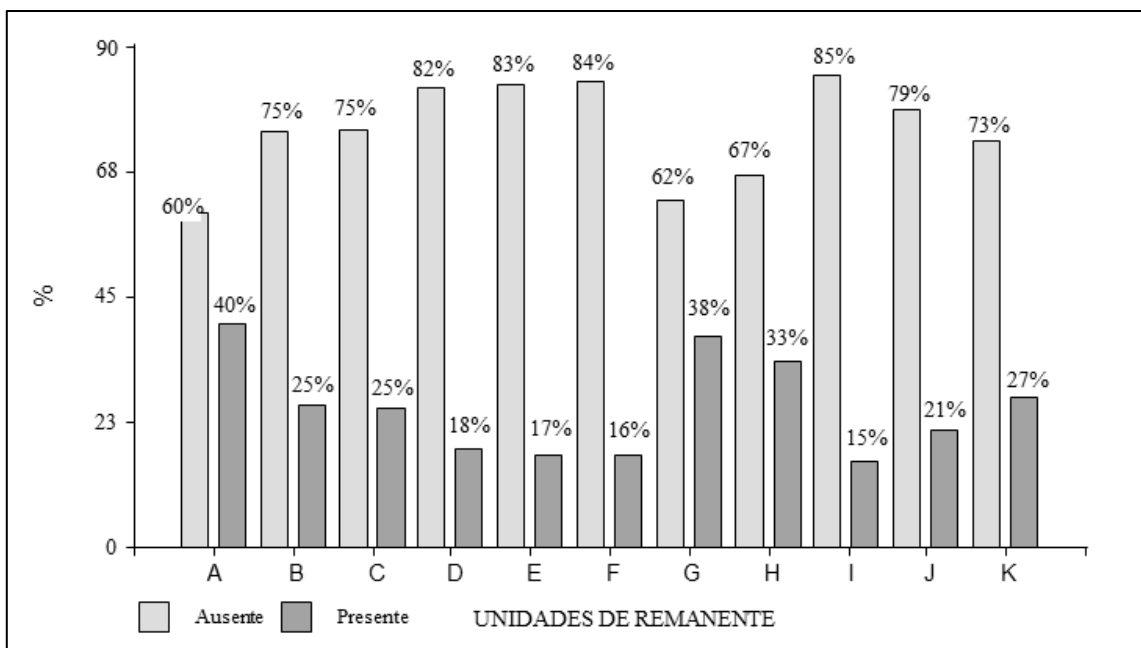


Gráfico 14-3. Proporción de variables de calidad 2 las unidades de remanente muestreada

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Por otro lado, un total de 274 trozas (11%) en las doce UR que presentan inclinación leve en el fuste, Murillo y Camacho (1997a, p. 204), menciona que generalmente las propiedades físico-mecánicas suelen decrecer con base a la altura del árbol.

3.2.1.3. Variables evaluadas en la categoría de calidad 3

- **Torceduras severas (TS)**

El número de trozas que se observaron con torceduras severas dentro de las doce UR fue de 67 en total. De modo que la unidad que presentó valores máximos fue “B” con 11 trozas que representan el 14%; más aún dentro de la evaluación existieron unidades que no evidenciaron este tipo de defecto tales como las unidades “H” e “I”.

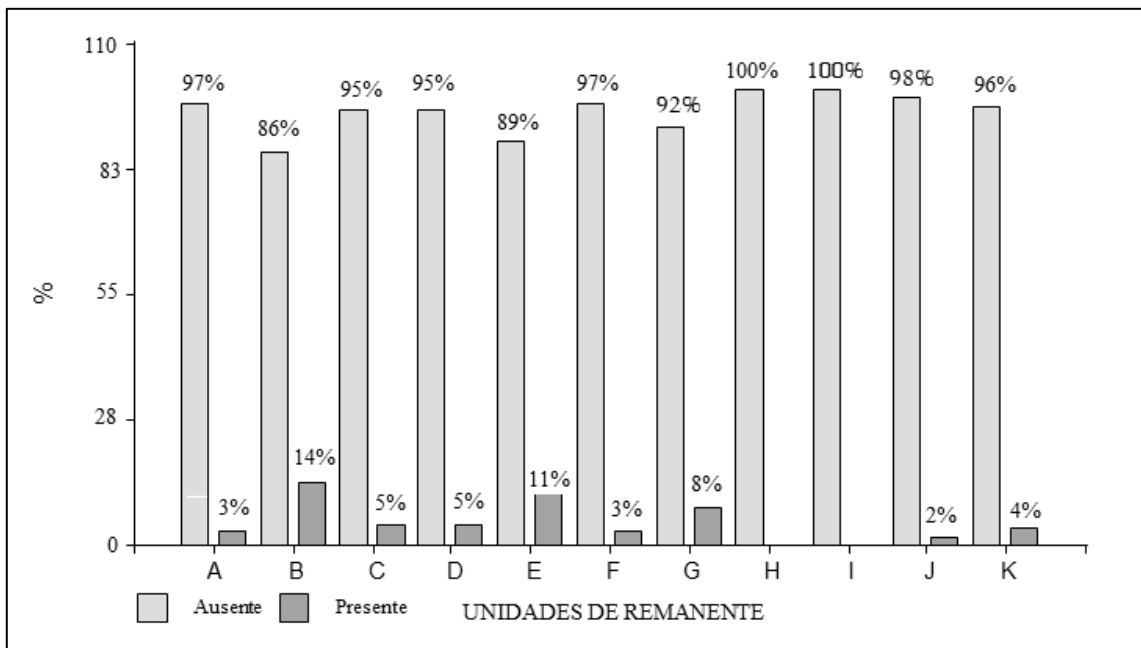


Gráfico 15-3. Proporción de variables de calidad 3 en las unidades de remanente muestreada

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

- **Árbol muy inclinado (AMI)**

En la evaluación proyectada a las doce unidades de remanente se observó y registro un total de 30 trozas de este carácter, dentro de los cuales la unidad “A” fue la que presentó un total de 10 trozas (8%), a diferencia de “F”, “H” y “G” que no denotan esta variable dentro de las trozas evaluadas.

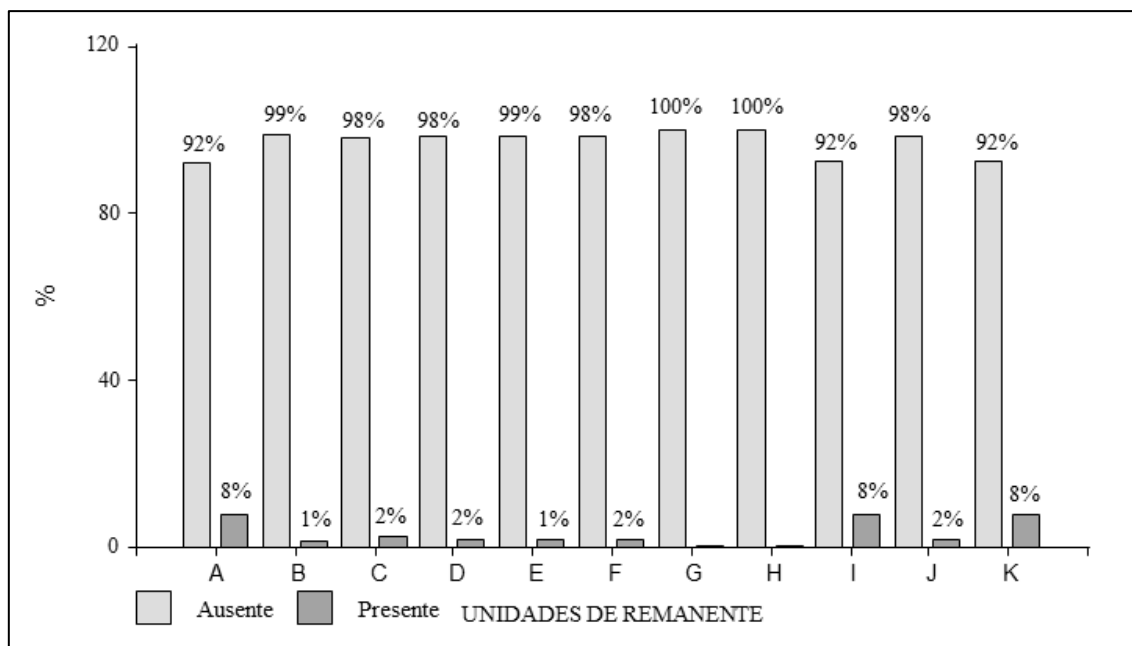


Gráfico 16-3. Proporción de variables de calidad 2 las unidades de remanente muestreada

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Para analizar esta variable, es necesario contrastar con los valores que presento Torres (2022, p. 50), dentro de la evaluación realizada en condiciones similares, obtuvo un total de 48 trozas con fuste muy inclinado analizadas dentro de la categoría “rectitud”, donde en el modelo de plantación “G” existió mayor proporción (52%) al resto de modelos evaluados.

- **Bifurcación (B)**

Las unidades que registraron mayor proporción respecto a las demás unidades, fue encontrada en “I”, que presento en general 3 trozas en relación al total evaluado en esa misma unidad, además de la unidad “B” con 14 trozas de esta variable que tiene alta heredabilidad; por el contrario las unidades que presentaron menor incidencia fueron “D” y “E” con 7 y 10 trozas respectivamente (Gráfico 17-3), de un total de 106 trozas evaluadas a nivel de las doce UR.

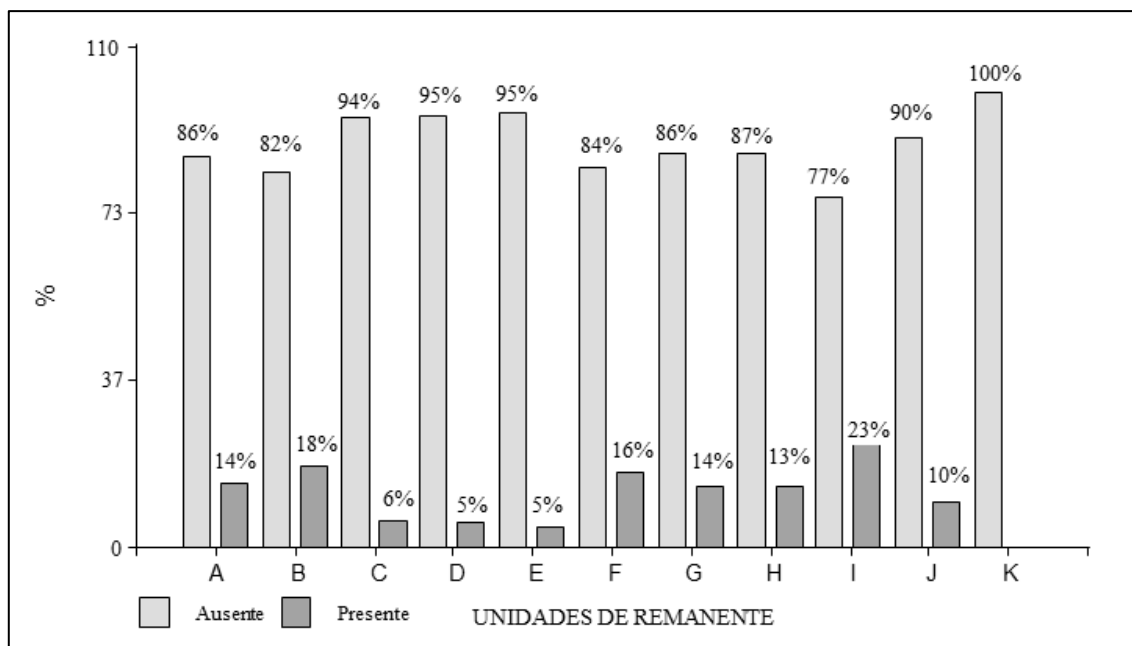


Gráfico 17-3. Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreada

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En comparación con los resultados analizados por Torres (2022, p. 52), que proyectó 220 trozas bifurcadas de 390 evaluadas en su estudio. De un total de 101 árboles con bifurcación a baja y mediana altura, Vallejos et al. (2010, p. 111), mencionan que entre las circunstancias que ocasionan la pérdida del meristemo principal se encuentran comúnmente árboles cuya copa comienza a baja altura, por déficit de micronutrientes, estado fitosanitario o efectos del viento.

La proporción de esta variable en el estudio puede deberse al ataque *Hypsipyla grandella*, a edades tempranas del árbol. En un estudio realizado a una plantación de *C. odorata* en el Estado de Tamaulipas, México, se comprobó que el ataque del barrenador de meliáceas (*Hypsipyla grandella*) influyó en la aparición de bifurcaciones en la yema apical de los individuos.

- **Ramas viejas (RV)**

En el muestreo se registraron 66 trozas en total con presencia de ramas viejas, por regla general se considera que causa defectos graves en la madera sólida. De esta manera en la unidad “I” se contabilizó en su mayoría 6 trozas con la variable de 38 evaluadas en dicha unidad, en contraste a las unidades “F”, “H” y “K” que no evidenciaron esta característica.

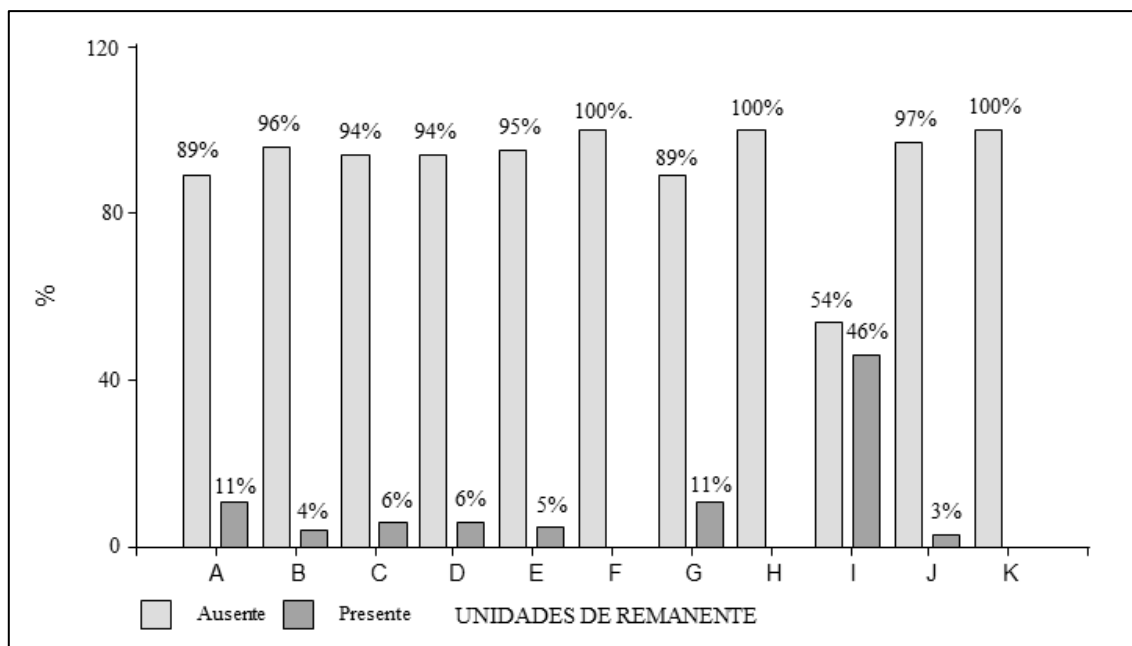


Gráfico 18-3. Proporción de variables de calidad 2 en las unidades de remanente muestreada

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

De acuerdo con la tabla 13-3, se presenta el total del número de trozas (a 2,5 metros) por calidad encontrada en cada unidad muestreada.

En términos generales, existen variaciones entre calidades en relación a la cantidad de árboles muestreados. Como resultado se encontró que existe un 57% (1289) de calidad 1, como el mayor número de trozas presente de esta calidad, asimismo se encontró que hay 34 % (960) trozas de calidad 2 le sigue en porcentaje a la calidad 1 y finalmente 269 trozas para calidad 3 con menor cantidad de trozas (10%) de entre las unidades muestreadas.

En esta etapa se efectuó la valoración de las trozas en 3 categorías de calidad, debido a la escasa existencia de árboles que presentaran trozas con cuarta calidad. Ríos (2010, p. 78), manifiesta que la calidad de trozas y, la del árbol (de calidad 2 o 3) no está necesariamente relacionada debido a que un árbol puede presentar a lo largo del fuste trozas de las tres calidades. Sin embargo, frecuentemente, la primera troza suele ser de excelente calidad en un 96 % óptima para operaciones de aserrío, por lo contrario, la segunda trozas suele tener aproximadamente un 62 % de aserrío y la tercera por lo general 21 %, por lo que *Cedrela odorata* en promedio suele poseer una altura comercial de 6 a 7 metros y las secciones restantes se destinan para productos menos exigentes (Calvé et al., 2020, p. 73).

A continuación, se representa la proporción de incidencia encontradas dentro de cada calidad:

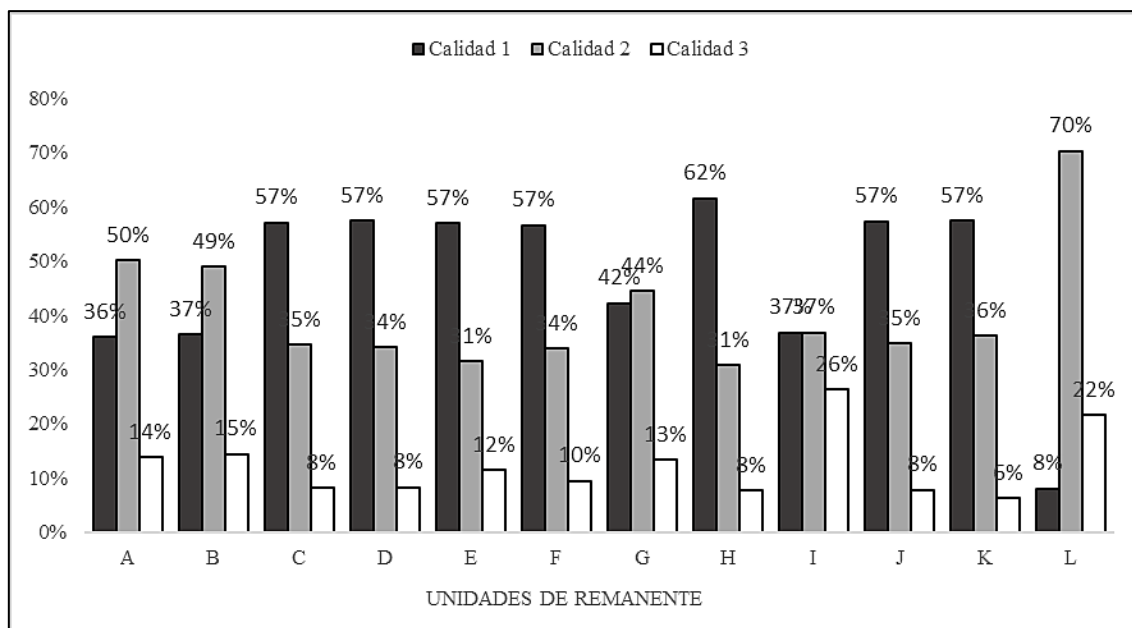


Gráfico 19-3. Tipos de calidad de acuerdo al remanente boscoso

Realizado por: Girón Vázquez, Vianka, 2022

De acuerdo con lo expuesto en la gráfica 19-3, se observa que la unidad de remanente (UR) con mayor porcentaje de trozas que presentan calidad 1 fue “H” (62 %), seguido de las unidades “C”, “D”, “E” y “F” que poseen igual proporción (57 %). La unidad de remanente con mayor porcentaje de madera de calidad 2 fue “L” (70 %), mientras que la unidad “I” se aprecia mayor proporción porcentual (26 %) de calidad 3 en relación a las demás UR.

En el caso de los resultados obtenidos por Torres (2022, pp. 53-54), dicho autor manifiesta que obtuvo mayores valores porcentuales principalmente en el modelo de plantación “C” con un 73 %, seguido de los modelos “D”, “A” y “B” con 70, 67 y 66 % respectivamente de calidad 1; mientras que “F” fue el modelo donde se observó mayor porcentaje (42 %) de trozas con calidad 2, y, por último, en el modelo “F” el autor dio a conocer que se obtuvo mayormente (20 %) trozas de calidad 3.

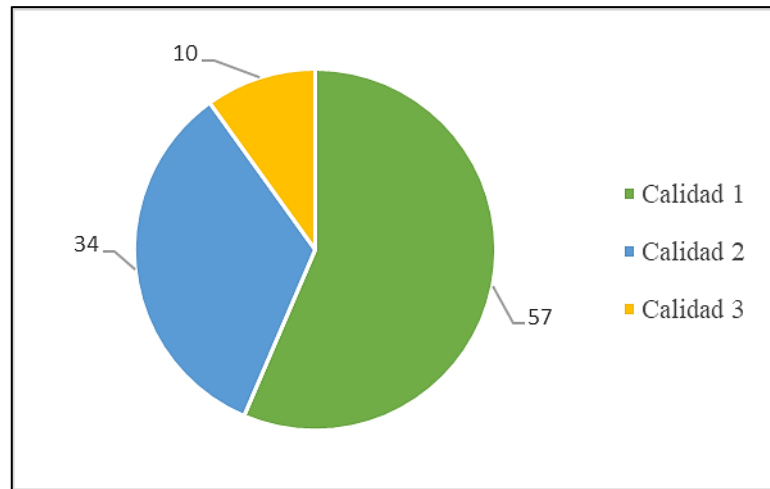


Gráfico 20-3. Proporción porcentual del número de trozas según las calidades evaluadas

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

El gráfico 20-3, ilustra la relación existente entre los tres tipos de calidades analizadas en cada unidad de remanete boscoso, donde la calidad 1 presentó mayor valor porcentual frente a la calidad 2 y calidad 3 con 34 % y 10 %. En el caso de los resultados expuestos por Torres (2022, p. 54), de la misma manera fue la calidad 1 donde se encontró mayor porcentaje de trozas (53 %), seguido de la calidad 2 y 3 con 33 % y 14 %, respectivamente.

En concordancia con lo expresado por Torres (2022, p. 54), mejorar el conocimiento del tipo de calidad existente en los remanentes de *Cedrela odorata* L. nos faculta para determinar un manejo adecuado a los remanetes en el marco de garantizar un mejor rendimiento en diámetro y calidad de madera que será destinada a la producción de diferentes productos elaborados.

3.2.2. Índice de Calidad General

Tomando en cuenta que el ICGEN fue propuesto por Murillo y Camacho (1997b, p. 232) para estimar la calidad y el potencial productivo de las unidades forestales esta metodología ha sido adecuada en la presente investigación.

Tabla 15-3: Índices de calidad general reflejada en cada modelo

UR	Árboles/ muestreo	%	ICGEN
A	127	9%	1,78
B	79	9%	1,78
C	259	8%	1,51

D	131	8%	1,51
E	210	8%	1,55
F	61	8%	1,53
G	37	9%	1,71
H	13	7%	1,46
I	13	10%	1,89
J	170	7%	1,37
K	26	8%	1,49
L	12	11%	2,14
Media			1,64
Lim conf (sup)			1,78
Lim conf (inf)			1,50
Error relativo %			8,52

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En la tabla 14-3 se aprecia las valoraciones en cada unidad de remanente, por lo que, los modelos que presentaron mayor índice de calidad fueron el “J” y “H” con 1,37 Y 1,46 respectivamente, esto indica que dichas trozas en pie poseen características propias de buena calidad. Según Murillo (2000, p. 42) los valores cercanos a 1 representan excelentes parámetros de calidad mencionando que uno de los factores para obtener dicha calidad es por la semilla empleada en la unidad muestreada.

De las doce unidades evaluadas se comprobó que las trozas muestreadas reflejan excelentes parámetros de calidad, de esta manera se constató que, con esta información las condiciones de unidades de remanente evaluadas en las dos categorías, puede deberse en porque dichos remanentes han surgidos por la dispersión de semilla de manera natural y comparten cualidades hereditarias entre sí.

Dentro del análisis estadístico se verifico que en promedio dentro de las doce unidades de remanente existe mayormente trozas con características relevantes para aserrío de 1,64 en calidad, con valores que oscilan entre 1,50 y 1,78 como límites de confianza ante la media. En relación a la desviación estándar (0,28) y la media (1,61) se obtuvo que, el coeficiente de variación (CV%) refleja un 17,78 % y un error relativo de 10,85 %.

El ICGEN realizado por Torres (2022, pp. 55-56), en siete modelos de plantación evaluados solamente “C” fue la que reportó un valor más cercano a 1 con 1,31 en su cálculo, que manifiesta excelente calidad, sin embargo, en promedio registra 1,54 como índice de calidad general en las trozas evaluadas.

3.3. Propuesta de plan de manejo forestal

Título de la propuesta

Propuesta de plan de manejo forestal para áreas con remanentes de *Cedrela odorata* L. producto de regeneración natural en la provincia de Galápagos

Introducción

La progresiva demanda de especies maderables en el mercado ha generado preocupación por la pérdida de especies a causa de la tala selectiva que a su vez ha causado deterioro en la población de ciertas especies forestales.

El manejo de los recursos forestales está basado en una serie de actividades que permiten tomar acciones encaminadas al beneficio socioeconómico de los recursos forestales de forma sostenible, minimizando los efectos ambientales adversos para las generaciones venideras.

Este documento brindará soporte para el manejo forestal en propiedades donde se vaya a aprovechar este recurso en especies alóctonas. Considerando que muchas veces el sustento económico de productores y agricultores recae sobre los recursos naturales, la realidad es que la toma de decisiones por parte de ellos está ligada a diversos factores, es ahí donde radica la importancia del soporte técnico hacia la comunidad. De esta manera lograr máximas ganancias con el aprovechamiento de sus tierras.

A través de esta guía, se busca brindar al productor o agricultor alternativas en el marco de sistemas de producción, así como también herramientas que le ayuden a la toma de decisiones en el camino hacia el manejo y aprovechamiento.

Justificación

El plan de manejo como documento técnico normativo concentra medidas que permitirá a las instituciones y pobladores el aprovechamiento racional del recurso forestal de manera sostenible. Esta herramienta ayudará a analizar todos los posibles factores limitantes del PMF (biológico, socio-económico, técnico, etc.) para fijar así objetivos acordes a las necesidades del sector y construir de esta manera metodologías a desarrollar en compromiso con los pobladores.

El recinto a pesar de ser particularmente pequeño el aprovechamiento de la especie en el sector

es constante, justamente por la alta densidad de la especie al situarse especialmente en una de las mayores concentraciones que existe en la isla Santa Cruz

Para la propuesta presentada en el uso productivo de la tierra en la parte alta-húmeda, es necesario comprender el uso y extracción de madera realizado por los pobladores dedicados a la actividad, por lo cual este PMF aportará a mejorar el manejo en cualquier área cubierta de remanentes de *Cedrela* que se pretenda aprovechar dentro del ámbito geográfico de la isla.

Objetivos

Objetivo general

Proponer un plan de manejo para extracción de madera de *Cedrela odorata* en áreas donde existen remanentes, a su vez aportar en el beneficio hacia los propietarios con permisos y formas de aprovechamiento responsable que fortalezca la sostenibilidad a corto y largo plazo, de tal manera que las actividades de manejo contribuyan a la conservación de la biodiversidad en las islas.

Objetivos específicos

- Brindar directrices que sirvan de soporte para suplir necesidades en la ejecución en las actividades operacionales y permita lograr el desarrollo en el sector forestal, aportando a su vez en la economía de la isla.
- Promover el aprovechamiento del recurso maderable a través de actividades que impulsen el uso de prácticas responsables con el ambiente y garanticen la protección y conservación de los servicios ambientales que proporcionan los bosques.
- Impulsar el desarrollo en el ordenamiento de los recursos maderables en la isla de tal modo que estén involucrados de forma integral gremios e instituciones para así lograr alcanzar un equilibrio entre la calidad de vida de los pobladores que dependen directamente de este recurso y la correcta gestión del recurso no renovable que es la madera.

Antecedentes de aprovechamiento en Salasaca

En Santa Cruz, así como en las demás islas pobladas existen distintas especies maderables, las mismas que sirven para consumo local, entre ellas *Cedrela odorata* L. Se conoce que además de ser introducida es invasora por lo que genera a las islas un problema al extenderse rápidamente en zonas del Parque Nacional Galápagos desplazando la flora endémica y nativa. Sin embargo,

sigue siendo importante que se elabore una normativa para el manejo adecuado en la cual se estipule la máxima extracción permisible de madera, así como también, diámetros y ciclos de corta mínimos (Nash, 2003, pp. 1-9).

Según cifras publicadas por la Dirección Parque Nacional Galápagos, entre los años 2005 a 2008 se extrajo 832 m³ de *Cedrela odorata* L. Tomando en cuenta que, en el 2007, el Ministerio del Ambiente aprobó el Acuerdo No. 167, en el que se estipuló la veda en todo el territorio ecuatoriano. de las dos meliáceas: *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* King. culminado este periodo, las operaciones de aprovechamiento iniciaron con normalidad en la provincia de Galápagos. Más aún, en la Resolución No. 22- CI-04-IX-2008 emitida en septiembre del 2008 por el Consejo del INGALA, se estipulaba en el Art. 1, la no movilización de madera de la especie *Cedrela odorata* L. que no haya sufrido proceso de transformación alguno a excepción de productos madereros ya elaborados hacia la parte continental, en el Art. 2, se propuso reforzar el control en muelles y aeropuertos de movilización de madera y el en Art. 3, que se desarrolle un estudio de mercado y los efectos que esta tiene dentro del ambiente económico-ambiental.

Caracterización general del área de estudio

El recinto Salasaca se encuentra al noroeste de la zona agrícola de la isla Santa Cruz. El sector pertenece a la parroquia de Santa Rosa según la división política de Santa Cruz.

Salasaca particularmente en su cara suroeste posee grandes extensiones de remanentes de *Cedrela odorata* que es parte de un bosque de surgimiento que se ha extendido en el área del Parque Nacional Galápagos, cuyo dosel se lo puede diferenciar sin dificultad desde imagen satelital. Según lo publicado por Laso et al. (2020, p. 18), la isla posee la mayor extensión en dosel en comparación de las otras tres islas pobladas (San Cristóbal, Isabela y Floreana).

Tabla 1: Límites del recinto Salasaca

Límite	Detalle
Norte	Parque Nacional Galápagos
Sur	Parroquia Santa Rosa
Este	Parque Nacional Galápagos
Oeste	Parroquia Santa Rosa

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Aspectos biofísicos

Ubicación geográfica y accesibilidad

El recinto Salasaca se encuentra ubicado en el sector noroeste de la parroquia de Santa Rosa del cantón Santa Cruz. La ubicación geográfica de sus coordenadas son 786199.04 m E y 9929508.83 m S. Las unidades de remanente muestreadas se encuentran en los predios que colindan (adyacentes) con la parte baja del PNG.

El recinto dispone únicamente de una vía de acceso. La calle principal “Troncal Insultar” da origen a la Calle F, que es por donde se ingresa al recinto y finaliza al límite con el Parque Nacional Galápagos. Cabe mencionar que para la evacuación de productos forestales tales como la madera, pocos propietarios cuentan con vías internas propias para el ingreso de vehículos hasta el punto de acopio.

Clima

Como ya se ha descrito anteriormente, posee un clima oceánico, influenciado particularmente por la presencia de corrientes oceánicas, vientos alisos y la influencia de fenómenos como El Niño caracterizada por temperaturas cálidas en la superficie del mar; y La Niña, que se diferencia por sus temperaturas bajas acompañado con sequías (Trueman et al., 2010, p. 3849). El recinto suele marcar temperaturas de entre 26,7 °C con una humedad relativa RH de 59 % y precipitación promedio anual de 65,5 mm (Rivas et al., 2017, p. 344).

Uso y cobertura de suelo

La parte alta-húmeda de la isla Santa Cruz es donde se dan actividades agropecuarias, esta zona ha estado expuesta al deterioro ambiental y hasta la fecha la presión que sufre va en aumento por el incremento de la población y demanda de recursos (Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, 2016, p. 50).

Por lo que en estas zonas los pobladores provenientes de diversos orígenes dedicados a distintas ocupaciones derivadas del turismo, instituciones públicas y privadas, con la finalidad de sustento y productividad, a la larga estas actividades que han estado impulsadas por distintos motivos han inferido en la fragmentación de ecosistemas, a pesar de las limitaciones hídricas existentes en las islas

El sector se dedica mayormente a la producción vacuna y porcina, pero también a la agricultura en menor medida, aunque dichas actividades compiten a la par con labores de aprovechamiento maderero realizados por los propietarios de los predios.

Los suelos en la parte alta-húmeda alcanzan los tres metros de profundidad (Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, 2016, p. 39). La actividad agropecuaria en la isla Santa Cruz posee un nivel de producción bajo en comparación a otras provincias, ya que se basa en el sustento de una población relativamente pequeña, además que algunos productos agrícolas son transportados desde Ecuador continental.

Diagnóstico

Tabla 2: Matriz de potencialidades y problemas

Variables	Potencialidades	Problemas
Uso y cobertura de suelo	Actualmente el uso de suelo en el recinto es mayormente ganadero, sin embargo, se realizan a diario actividades de aprovechamiento forestal de especies introducidas tales como <i>Cedrela odorata</i> L., <i>Cinchona pubescens</i> , <i>Cordia alliodora</i> , <i>Persea americana</i> , entre otras.	Falta de cumplimiento y formulación de normativas legal para el aprovechamiento forestal ha ocasionado un mal manejo de desperdicios de árboles aprovechados, además, en tal aprovechamiento no se realiza con el acompañamiento técnico para la extracción y movilización de la madera lo que ocasiona impactos negativos.
Recursos naturales degradados	Áreas cuya cobertura vegetal ha sido reducida por cambio de uso de suelo convirtiéndose en una potencialidad la implementación de sistemas agroforestales.	Pérdida parcial en la ocupación del espacio de especies nativas y endémicas por cobertura vegetal introducida

Variables	Potencialidades	Problemas
Ecosistemas frágiles	Reducción de la cobertura vegetal introducida lo que permite la conservación de los ecosistemas frágiles como es el caso de especies migratorias como tortugas.	Afectación en la flora y fauna nativa u endémica, en el caso de las tortugas, cuya migración estacional (hacia arriba y abajo) es considerada una de las más largas a diferencia de otras poblaciones en distintos sectores, el problema radica en el mal manejo de los residuos de operaciones producto del aprovechamiento al obstaculizar en la ruta migratoria de las especies.
Amenazas naturales y antrópicas	El establecimiento <i>Cedrela odorata</i> L. a pesar de ser una especie introducida de alguna forma a controlado la expansión de la mora que es una especie agresiva para los ecosistemas.	El avance de la frontera agrícola y la ganadería está provocando la fragmentación de especies nativas y endémicas.
Principales productos de subsistencia en el recinto	Los productos son derivados de la ganadería como producción de carne y el recurso maderero principalmente de <i>Cedrela odorata</i> L., además el sector presenta túneles de lava que son utilizados como atractivos turísticos.	El uso de suelo se da en distintas proporciones en el ámbito agrícola existen cultivos de café, banano, maíz, que se han convertido en medios de vida de la población en la comunidad complementándose con las actividades turísticas que ninguna de esta causa problemas.

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Acciones para el desarrollo del plan

Propuesta para una normativa

En la provincia de Galápagos no existe una normativa legal específica para el aprovechamiento forestal, por lo que se recomienda adaptar un modelo de aprovechamiento forestal como el que se encuentra vigente para el territorio continental. Según el Acuerdo Ministerial N° 095, estipula que el Ministerio de Agricultura y Ganadería posee las competencias de regular el registro, aprobar y ejecutar los Planes de Corta, así como de emitir las Licencias de Aprovechamiento Forestal y Guías de Circulación, cuando se trata de plantaciones forestales y sistemas agroforestales productivos.

Como primera instancia, es necesario la creación de una base de datos geográfica donde se registre el área a aprovechar del sistema agroforestal (puesto que los remanentes en Salasaca se encuentran en su mayoría como parte de un sistema agrosilvopastoril), que conste en el Sistema de Producción Forestal (SPF).

Sobre lo expuesto, una vez aprobado el Plan de Corta para el aprovechamiento de productos maderables, el Acuerdo Ministerial N°095, destaca que la Subsecretaría de Producción Forestal autorizara dichas actividades a mediante la Licencia de Aprovechamiento forestal.

Licencia de aprovechamiento LAF

Para adquirir una Licencia de Aprovechamiento Forestal maderero otorgada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), previamente el propietario debió gestionar la documentación para que le aprueben el Programa de Corta del área a aprovechar. La documentación que debe presentar el propietario para la aprobación, es la siguiente:

- Solicitud para la aprobación del Plan.
- Documento de declaración de responsabilidad de datos y documentos consignados del propietario del predio.
- Título de la propiedad ya sea original o copia.
- Informe emitido por un técnico forestal que detalle la inspección previa realizada

Una vez aprobado el programa de corta el técnico forestal autorizado solicita (en un plazo de 90 días) la licencia y la suscribe, entregándosela también al propietario. Los trámites que debe presentar el propietario/s para adquirir la Licencia de Aprovechamiento son:

- Solicitud para aprobación de la licencia, donde se estipule el volumen total a extraer.
- Resolución de documento de aprobación del programa por el que solicito.
- Documento donde se declare que un regente forestal estará operativo durante el programa.

Así mismo, una vez que el propietario tiene aprobados el programa de corta y licencia de aprovechamiento, en el sistema SPF se gestionará las guías de movilización de dicha madera a aprovechar.

Sobre estas bases es que acceden a planes o programas de aprovechamiento personas naturales o jurídicas en la parte continental del territorio ecuatoriano, sin embargo, en las islas Galápagos,

aunque se ha extraído madera por años, en la actualidad hay una débil articulación entre entidades. Sumándole a esto, existe una unidad desconcentrada del Ministerio del Ambiente ligada con el Parque Nacional Galápagos que le da competencias limitadas única y exclusivamente en el área protegida de las islas.

Sin embargo, cuando se trata de especies condicionadas aun en territorio privado (zona agrícola), estas competencias son absorbidas por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) sea que la especie se encuentre en área privada o del estado, en plantación o bosque nativo.

Planificación de aprovechamiento

Según Boderó (1980, pp. 1-3), para que de un terreno de índole forestal se extraigan productos madereros continuamente y sea manejado de manera sostenible, deben realizarse tratamientos silvícolas que permitan a la cubierta permanecer bajo un crecimiento leñoso activo. En el caso de *Cedrela odorata* L. siendo una especie cuya repoblación ha sido natural es necesario realizar dichos tratamientos para obtener resultados favorables en beneficios.

Dentro de los tratamientos silvícolas se implementarán podas en los primeros años de vida, actividades como el raleo ayudarían suprimir individuos cuyo germoplasma tenga características fenotípicas indeseables, etc., para ello se describirán actividades a realizar.

Con el objetivo de que se realicen las operaciones de aprovechamiento de manera estructurada que satisfagan la demanda social, acompañada con procedimientos y requerimientos adecuados para suplir las necesidades por parte de los pobladores, exigencias ambientales, sociales y económicas del sector, se ha elaborado el presente plan de aprovechamiento.

Ordenamiento territorial del predio

Como parte de los requisitos para optar por un PMF con un enfoque sostenible conlleva la localización de cada finca y su zonificación por clase de uso a través de un croquis de ubicación, esto es básicamente un ordenamiento del territorio de interés para el aprovechamiento que, estipula la superficie destinada a la parte agrícola (cultivo perene, anual y pastos), de reforestación, de aprovechamiento y otra de conservación, así como también el detalle de ubicación de lagunas, quebradas, pendientes, túneles etc.

A continuación, se presenta una propuesta de zonificación a realizar para los predios.

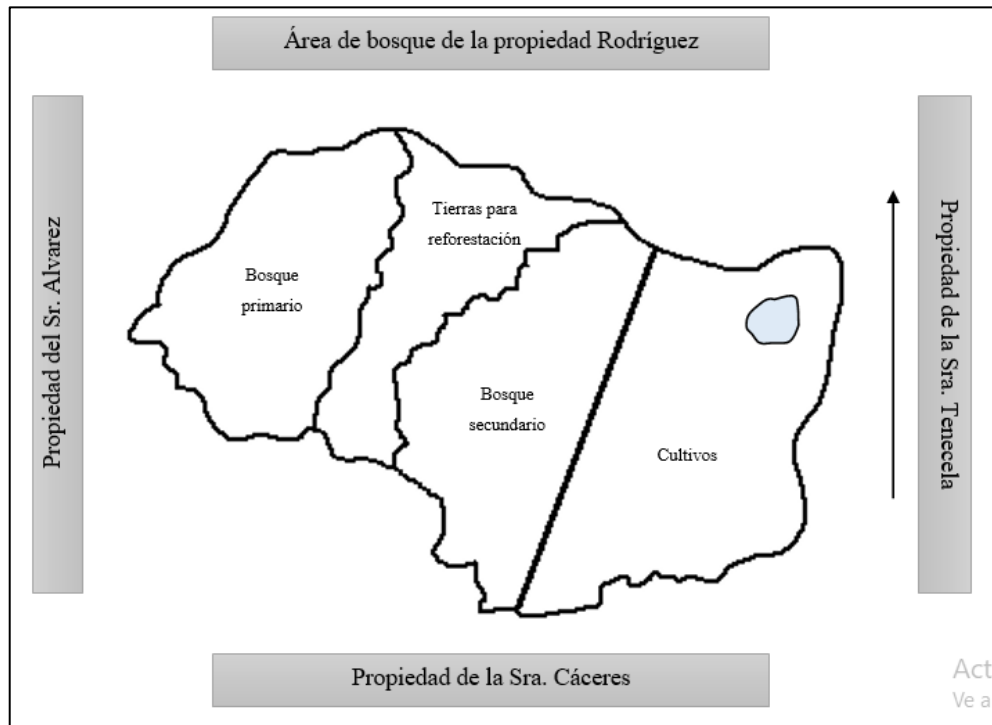


Figura 1. Bosquejo del mapa de zonificación

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En la tabla 3, se muestra como ejemplo la zonificación aplicada a un predio, detallando el área destinada de cada zona.

Tabla 3: Clasificación de uso de suelo en la propiedad

Zonas	Superficie (ha)
A. Bosque primario	14
B. Área de reforestación	11
C. Bosque secundario	9
D. Área de cultivo	13
TOTAL	47

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Dentro del acompañamiento técnico con presencia del propietario se propone evaluar los siguientes puntos:

- Registro de los datos personales del propietario.
- Medición del perímetro de la finca o bosque a aprovechar
- Registro de los colindantes de la finca que está optando por el PMF.

- Registro del uso activo del área con sus respectivas coordenadas para incluirlo en el mapa
- Elaboración del croquis de zonificación.

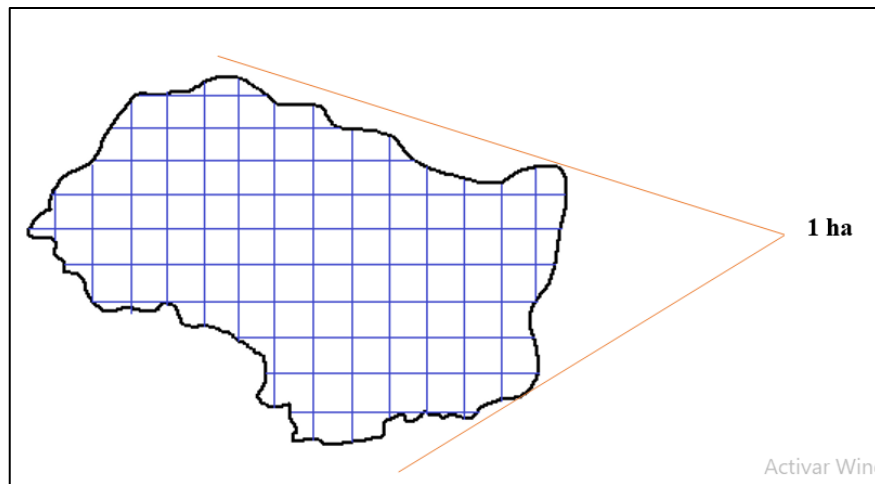


Figura 2. Croquis de la propiedad

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Posterior a la elaboración del croquis de zonificación se deberá realizar la inspección para analizar las particularidades de cada finca, a esto se le brindaría soporte junto con recomendaciones técnicas adecuadas para cada realidad.

Actividades de aprovechamiento

Pre-aprovechamiento forestal

Como todo aprovechamiento llevado a cabo en áreas cultivadas o naturales en propiedad privada el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica autorizaría dichas actividades previas al cumplimiento de requisitos presentado por el o los solicitantes.

Estado del remanente boscoso

Determinación de la condición y estado actual del remanente boscoso tendrá gran influencia en la implementación de un Plan de Manejo Forestal adecuado, esto estará condicionado por los diámetros presentes en la especie a aprovechar. Actualmente se aprovechan árboles de *Cedrela odorata* L. con diámetros mayores de 35 a 40 cm, sin embargo, para una mejor obtención de características organolépticas tales como el veteado que le da un mayor valor en el mercado se recomienda su aprovechamiento a partir de los 60 cm de diámetro.

Delimitación

Delimitación de áreas no aprovechables o áreas de conservación deben especificarse en un mapa de zonificación de usos de la tierra, en el que se detalle las áreas por hectárea destinadas a reforestación, regeneración boscosa aprovechable, cultivos (perennes y anuales), pastoriles, etc., con el fin de delimitar y evaluar las condiciones de cada finca además de verificar si corresponde o no al potencial.

Diseño de muestreo

Para determinar de forma aproximada el potencial que tenga el remanente se aconseja realizar un muestreo, este proceso permitirá que el propietario precise si es conveniente realizar actividades silvícolas sujetas a inversión.

Para conocer el número de muestras a tomar dentro del remanente se debe tomar en cuenta la intensidad de muestreo que va de acuerdo a la superficie total a muestrear. Se recomienda que el muestreo sea sistemático estratificado, es decir que el área neta a muestrear tenga la misma probabilidad de ser incluida dentro de una parcela.

Para la extracción de madera en los lugares ya especificados corresponde realizar una evaluación dasométrica ya sea un censo o muestreo, que permita conocer el volumen existe y aprovechable del área.

Es recomendable realizar un censo para aquellas áreas que no muy extensas (≤ 1 ha) y en la que se pretenda aprovechar los árboles en su totalidad, sin embargo, con un muestreo se conocería el valor representativo en volumen de un área que abarca mucha superficie, la implementación de censo o muestreo dependerá de la disponibilidad de personal y los costos.

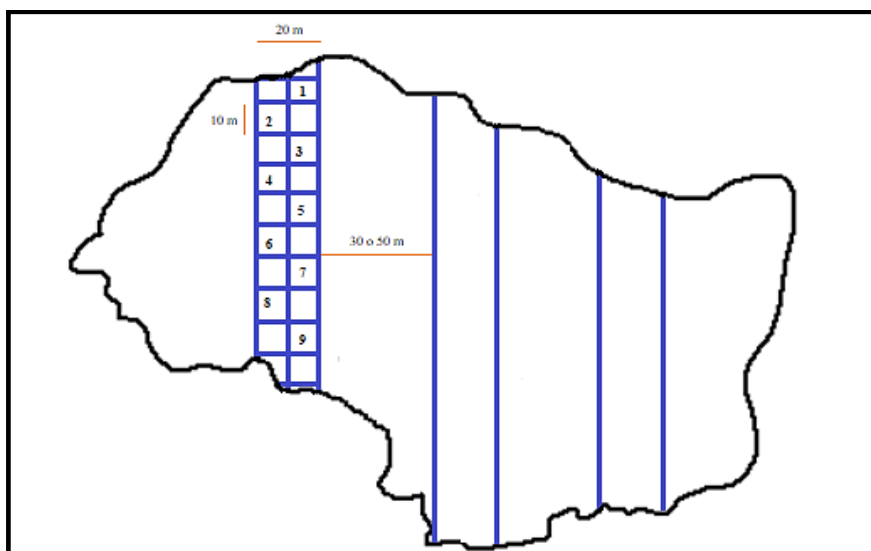


Figura 3. Establecimiento de parcelas para el muestreo de diagnóstico.

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

En un área efectiva ya determinada, haciendo uso del croquis la subdivisión de la parcela se propone realizarla en fajas de 20 m de ancho separadas entre sí por una distancia de 30 a 50 m. Se divide la faja rectangular en cuadros de 10 x 10 metros, asignado a cada cuadro diagonal un número.

La aplicación del muestreo de diagnóstico servirá para decidir de acuerdo al número de árboles encontrados, que se requiere realizar ya sea el aprovechamiento y manejo a través de actividades silviculturales (< 30 árbol ha^{-1}), o por el contario se aplicaría la forestación con especies nativas o endémicas (> 30 árbol ha^{-1}), este enriquecimiento ayudará con la propagación de especies que poseen dificultad para crecer en condiciones naturales a causa de la competencia con las alóctonas; acompañado del manejo de árboles juveniles producto de regeneración natural de valor comercial.

Planificación y construcción de vías

Actualmente en la explotación forestal en Santa Cruz uno de los principales obstáculos al momento del aprovechamiento forestal es la falta de vías de acceso dentro de la propiedad. Para la extracción desde el punto de aserrío hasta punto donde se realizará la carga, para llegar a este punto el propietario actualmente se ve obligado a hacer uso personal, animal y vehicular, es decir, que la movilización dentro del predio en un principio se la realiza por arrastre no mecanizado.

Aprovechamiento forestal

Selección de individuos

Como resultado del censo o muestreo de diagnóstico el siguiente paso conlleva, es identificar y marcar los árboles a ser aprovechados al cumplir con el Diámetro Mínimo de Corta (DMC) apropiado (≥ 40 cm), con facilidad de arrastre, etc., además de precisarlos árboles semilleros, árboles que necesiten ser suprimidos por defectos importantes en fuste, así como árboles que cumplan para futura cosecha, etc., y con esta información tomar decisiones que servirán al productor.

A los árboles que fueron seleccionados para ser aprovechados a través del censo o muestreo serán aquellos que presentan características de rendimiento, en cuyo caso serán árboles que hayan alcanzado la madures.

Tala dirigida

La tala dirigida consiste en dar dirección al árbol cuando este cae, con eso se pretende reducir los impactos en daños que causa el árbol al momento de caer como por ejemplo el descopado de árboles vecinos y con ello la apertura de claros, daños importantes en fuste por la caída, etc., situaciones que evitarían incluso poner en peligro la seguridad de los operadores al momento del aprovechamiento, por lo que la orientación debe realizarse preferiblemente en áreas abiertas.

Los factores a tomar en cuenta en la estructura del árbol para calibrar adecuadamente la motosierra e incluso conocer el tipo de corte a realizar:

- Aletas en la base del fuste
- Amplitud y forma de la copa
- Forma del fuste (cilíndrico, severamente torcido, etc.)
- Inclinación
- Altura

La tala dirigida también contribuirá a reducir el daño a la vegetación alledaña ya sean vegetación endémica o nativa o individuos de futura cosecha. Dentro de los pasos a tomar en cuenta para el apeo se tiene:

- Analizar y determinar la caída del árbol
- Verificar si existe inclinación en el árbol
- Determinar la dirección del viento
- Despejar el área por el impacto de la caída.

- **Arrastre y aserrío**

Etapa en la que se traslada las trozas o madera aserrada hasta el patio de acopio para posteriormente ser trasladadas al patio de carga. En Santa Cruz se utilizan animales para este tipo de traslado de primera etapa, por lo que identificar la disponibilidad de insumos que tienen disponible los pobladores para este tipo de actividad permitiría solventar posibles impactos ambientales.

El sistema de extracción a emplear son los caballos, mulas o burros particularmente porque no se cuenta con maquinaria como cargadora o skidders, en esta temática las vías de arrastre para el traslado de la madera desde el lugar de la corta hasta el patio de acopio cuentan mucho, así como las de acceso ya que de esto depende el ingreso de vehículos que llevarán la madera a destino final.

Post aprovechamiento forestal

Manejo de desperdicios

En la actividad de aprovechamiento se utilizan diferentes recursos tales como gasolina, aceite para funcionamiento de motosierras, y se generan a su vez residuos de los productos de trozado, descortezado y producción de tablas y/o tablones.

En el recinto Salasaca se evidenció el poco manejo de los desperdicios de madera que realizan los propietarios al término de las operaciones, estos desperdicios se suelen dejar en el campo y suponen un problema ya que estos tratan principalmente de trozas no comerciales o ramas de distinto diámetro y de diferente longitud, además de las gambas, costillas, partes del fuste que no se aprovechan por presentar defectos como torceduras, bifurcaciones, anillo en espiral, entre otras.

Durante el levantamiento de información se comprobó en reiteradas ocasiones que estos residuos interfieren en el tránsito de tortugas. Normalmente en plantaciones forestales se realizan actividades tales como apilado de esta materia que en la posterioridad será utilizado como abono

en invernaderos una vez que se hayan repicado haciendo uso de chapeadoras.

En este documento se propone lo siguiente:

- Realizar repicado de residuos producto del aprovechamiento.
- Realizar mantenimiento pertinente a las herramientas y equipos utilizados en las operaciones de aprovechamiento donde el sitio este condicionado para tratar a filtros, bujías, guapes, y otros que sean manejados con gestores locales autorizados.

Control de especies introducidas

La implementación de un adecuado control de malezas introducidas y/o invasoras en cada propiedad contribuirá con la eliminación a largo plazo de estas especies dentro de las islas, estas actividades deberán realizarse de acuerdo a la fenología de la especie (ver tabla 4).

Restauración de patios de acopio

Como parte del PMF con enfoque sostenible la limpieza del área de aprovechamiento cobra importancia por ser un factor de perturbación en la migración de fauna endémica, por lo tanto, luego del aprovechamiento y transporte de la madera, el propietario deberá despejar el sitio evitando en la medida d lo posible la acumulación de desperdicios y hacer uso responsable de la tierra, estos criterios permitan la recuperación arbórea y evitará la erosión del suelo.

Mantenimiento de vías de acceso

El manteamiento de caminos forestales suele deberse al desgaste y formación de grietas debido a las lluvias. Para evitar su erosión, así como también el uso inadecuado de las misma, ya sea también por el mal uso que le pueden dar personas externas provocando un desgaste anticipado de estos medios que son utilizados para la extracción de la madera y comunicación entre los finqueros.

Actividades silvícolas

Sistema Agroforestales

La implementación de los Sistemas Agroforestales (SAF) implica la combinación entre árboles o arbustos con cultivos de ciclo perenne y/o anual y a su vez en unión con animales como parte del

manejo de uso de la tierra.

Esta es una práctica de modelo sostenible ya que principalmente aumenta la productividad del recurso suelo, además proporciona adición económica por productos maderables y no maderables, capta carbono, amortigua los efectos que produce el déficit hídrico, aportan y reciclan de nutrientes al suelo por lo que consecuentemente también ayuda a controlar y reducir la erosión (Beer, 1987, p. 3).

Por lo tanto, en la ejecución de la propuesta sería importante considerar actividades referentes a limpieza, raleos, etc., una vez fijado el diámetro objetivo al que se quiere llegar. Teniendo en cuenta siempre, que dichas actividades no se recomiendan aplicarlas una vez que los árboles hayan superado el crecimiento anual medio como señalan diversas investigaciones.

Tabla 4: Esquema global del plan de trabajo par árboles de *Cedrela odorata* L.

Periodo	Actividad	Detalle
Inicio del año	Limpieza	<p>Durante los meses anteriores a la germinación se recomienda realizar el tumbado de rastrojos y malezas aledañas a los árboles juveniles con diámetros mayores a 5 cm. La actividad tiene por objeto que en el tiempo de desarrollo del juvenil este no tenga competencia con los arvenses (por nutrientes, luz y agua) facilitando así el desarrollo.</p> <ul style="list-style-type: none">• El clareo será aplicado a brinzales (árboles > 2 m de altura con DAP < 5 cm), donde se busca disminuir la competencia intra e interespecífica para sitios con regeneración muy abundante; para ello se abren fajas de 1 a 1,5 m de ancho cada 3 a 5 m para mayor visualización para la selección de individuos (Grosse, 2009, p. 71).• El raleo por su parte, tiene como fin mantener los mejores individuos al eliminar los árboles que presentan defectos en su fuste. Por lo tanto, se recomienda que sea de baja intensidad, donde se obtengan aproximadamente unos 200 árbol ha⁻¹. Este primer raleo se puede efectuar cuando los árboles alcancen los 7 a 9 m de altura.• La densidad recomendable para <i>Cedrela odorata</i> L en el lugar que se regenera naturalmente es de 400 árboles ha⁻¹ con un distanciamiento aproximado de 5 x 5 metros o 200 árboles ha⁻¹ con 7x7 m de espaciamento en un sistema agroforestal, por ello es necesario efectuar entre 2 o 3 raleos para que alcancen
Primer año	Clareo y raleo	

Periodo	Actividad	Detalle
		los 180 o 200 árboles ha ⁻¹ .
	Asociación con otros cultivos	Para este periodo se considera oportuno asociar a los árboles de <i>Cedrela odorata</i> L con cultivos de ciclo anual y perenne. <ul style="list-style-type: none"> • A partir del segundo año, será complicado que el árbol sea atacado por plagas (Ramírez et al., 2008, p. 243). Una primera poda se podría aplicar antes que el árbol juvenil alcance los 10 cm de DAP, junto con las ramas (4-5 cm) que se considere oportuno eliminar, sellando si es necesario con pintura para evitar pudrición (Ramírez et al., 2008, p. 248). • Se contempla que a partir del cuarto año se debe realizar una poda de formación, que conlleva la remoción de ramas inferiores laterales para una mejor calidad de madera en un 50 %, y evitar la inserción de ramas viejas en el futuro.
Segundo al cuarto año	Podas de realce	<ul style="list-style-type: none"> • La poda de ramas muertas o vivas debe cumplir con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> - La herramienta debe estar bien afilada para que los cortes sean limpios. El corte libre de desgarres, ayuda a evitar que con el tiempo aparezcan infecciones, pudrición, etc. - El corte se recomienda de forma ascendente, sin embargo, se debe determinar el ángulo correcto de acuerdo al individuo, con esto se evita la formación de nudos que puede afectar la calidad de la madera en un futuro. - Evitar realizar la poda con machetes ya que estos pueden producir desgarres en la corteza y tejidos, además también se efectúan cortes desiguales. • En esta primera entresaca se recomienda conocer la densidad actual del remanente para la toma de decisiones, evitando descompensar el sitio de evaluación. • En casos de plantaciones se considera aplicar la entresaca cuando el rodal presenta valores de sobreocupación mayores a 25 m² ha⁻¹ por lo que se recomienda una densidad de entre 19 y 20 m² ha⁻¹ (Bulla, 2013, p. 52). Claro está que, la aplicación de un raleo estará sujeta a la calidad del rodal, nivel de ocupación, productividad del sitio, entre otros (Grosse, 2009, p. 72). • Esta técnica silvicultural consiste en eliminar a los árboles que tengan una clase de copa inferior a los árboles que dominan. El raleo va a estar determinado por la intensidad deseada (ligera, moderada y severa). Para los árboles de <i>Cedrela odorata</i> L. que crecen por regeneración natural se plantea realizar una
Año seis	Entresaca por lo bajo	<ul style="list-style-type: none"> • Esta técnica silvicultural consiste en eliminar a los árboles que tengan una clase de copa inferior a los árboles que dominan. El raleo va a estar determinado por la intensidad deseada (ligera, moderada y severa). Para los árboles de <i>Cedrela odorata</i> L. que crecen por regeneración natural se plantea realizar una

Periodo	Actividad	Detalle
		entresaca del 50 %, esto ayudará a que los árboles restantes tengan mayor espacio y se desarrollen su crecimiento en diámetro.
Año siete	Establecimiento de cultivos permanentes	Se podría implantar establecer cultivos permanentes en esta etapa. En Ecuador principalmente se planta caña de azúcar, banano, manzana, entre otros.
Año doce	Entresaca por lo bajo	En esta segunda intervención de entresaca se eliminarán los individuos suprimidos, intermedios y codominantes, sin embargo, se debe tener en cuenta un volumen determinado a extraer.

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

Se recomienda que el aprovechamiento para madera aserrada se efectúe en árboles que alcanzan los 40 a 60 cm de diámetro a la altura de pecho, y para aquellos ejemplares que no cumplen este parámetro, consérvalos, hasta que su turno de rotación de cosecha llegué al cumplir con el DMC establecido. Se conoce que el crecimiento óptimo de la especie decrece cuando esta ha superado dichos diámetros (Nacimba, 2015, p. 12).

Estrategias de control y manejo

Tomando en cuenta los resultados y sugerencias del estudio realizado por Domínguez (2016, p. 9), sobre el manejo de *Cedrela odorata* en Galápagos, donde da a conocer el comportamiento de especies invasoras frente a dos escenarios en condiciones similares, al que se le aplicó distinto manejo. Para la erradicación de *Cedrela odorata* se sugiere una ordenación del bosque basada en leyes e instrumentos de planificación del aprovechamiento que se podría llevar a cabo en dos fases. La gestión del recurso forestal se verá integrado por actividades que armonicen con la problemática ambiental de especies invasoras y con la parte económica, garantizando, además, el constante uso de los servicios ambientales que proporcionan.

La primera fase está proyectada a largo plazo, y abarca únicamente la zona agrícola del cantón, con esto se busca realizar en un inicio el manejo y control de individuos hasta su completa eliminación dentro de la zona, de esta manera al término de la misión se conocerá de antemano el comportamiento de especies invasivas frente a la ausencia del cedro en grandes extensiones con la ejecución de las actividades que se señalaran más adelante.

Estas actividades se plantean realizar en el post - aprovechamiento de madera, realizado por el/los propietarios de un predio, en compromiso con el acompañamiento técnico. La aplicación de las medidas debe ser constante, ya que el estudio antes mencionado comprueba que, existe mayor proliferación de especies alóctonas e invasoras en zonas donde se apertura claros.

Una vez controladas las poblaciones de *Cedrela odorata* en la zona agrícola, iniciaría la segunda etapa, que conlleva la expansión de las medidas de aprovechamiento orientadas al PNG a través de la división de las zonas boscosas de cedro en unidades o cuarteles que tendrán distinto nivel de planificación, es decir, cada uno tendrá una planificación adecuada, y para su aprovechamiento se tendrán en cuenta: ubicación, tiempo, equipos de trabajo asignado (finqueros o personas dedicadas a las operaciones madereras), y acompañamiento técnico.

Los cuarteles (cuya simbología son letras) se extenderían en una primera línea para aprovechamiento. Cada cuartel tendrá subdivisiones o “cantones” (a los que se les asignan números) permanentes, su delimitación se determinara de acuerdo a la topografía del terreno, estos deberán cumplir objetivos de planificación específicos, de esta manera se promueve un aprovechamiento y manejo sistemáticos.

La implementación de los cuarteles de esta primera línea ayudará a modificar la planificación y realizar las adecuaciones necesarias para el avance del objetivo general que es, erradicar la especie.

Tabla 5: Practicas para la regeneración de especies endémicas y nativas en la zona

Practica	Descripción
Control y manejo	<ul style="list-style-type: none"> • En Galápagos los herbicidas permitidos de acuerdo a su toxicidad son los de categoría I y II. Para el control de cedro se recomienda utilizar Tordon 22K® herbicida sistémico cuyo ingrediente activo es Picloram, con movilidad extrema-alta en el suelo. Otra alternativa es Combo®, que posee picloram + 2,4-D. • Inmediatamente tras la corta de la corta y, utilizando apropiadamente el equipo de protección, se recomienda aplicar el herbicida en el tocón del árbol aprovechado. Además, una vez que se hayan desbrozado las plantas de interés a eliminar (mora, guayaba, sauco, maracuyá, entre otras), realizar x aplicaciones del herbicida a la par de efectuar métodos y técnicas de monitoreo, donde a través de los resultados se podrán orientar las futuras medidas a tomar, sin perder de vista que la práctica de control va de acuerdo a la fenología de las especies.

Practica	Descripción
Reforestación y conservación	<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere rotar los herbicidas empleados con aquellos que tengan diferente mecanismo de acción o grupo químico a fin de evitar la aparición de resistencia. Tomar en cuenta crear una franja de protección que sirva de barrera hacia los cultivos se consumó humano que se encuentren cerca, por si existe deriva del producto. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Una vez aprovechado y abierto los claros, reforestar con especies endémicas y nativas. Las especies deben cumplir con la distribución de especies del sitio. • Se considera positivo como alternativa para aquellas personas cuya economía principal es el aprovechamiento de madera, mediante la ordenación forestal y realizando prácticas silviculturales adecuadas, se reforeste e incorporen en sistemas agrosilvopastoriles, o en el establecimiento de plantaciones mixtas a pequeña escala especies maderables comerciales. • Como opción de sustento y reemplazo de aquellos árboles introducidos, se plantea el uso de especies nativas de alto valor comercial como por ejemplo pepito colorado (<i>Erythrina velutina</i>), matazarno (<i>Piscidia carthagenensis</i>) que posee productos maderables y no maderables como las propiedades químicas en su raíz y corteza que incluso permite la elaboración de insecticidas orgánicos. • Se debe recurrir a un monitoreo semestral para verificar como la perdida de los remanentes afecta al ecosistema donde se encuentra establecida.

Realizado por: Girón Vásquez, Vianka, 2022

CONCLUSIONES

- El bajo nivel de aprovechamiento influye en la productividad. De las doce unidades de remanente boscoso evaluadas, las variables en área basal ha^{-1} , volumen comercial y total ha^{-1} reflejaron mayor productividad en la unidad “F” dado que cuenta con $60,08 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, $406,01 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $686,22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ respectivamente, estos valores lo componen lógicamente todas las clases diamétricas. Al aplicar la prueba estadística Kruskal Wallis para volumen comercial y total por hectárea ($H= 48,80 \text{ Vc}$; $H = 50,48 \text{ Vt}$; $p= 0,0001$), se corroboró en ambos análisis que la productividad hallada para ambas variables en las diferentes unidades de remanente difiere entre sí (significancia $p<0,0001$), por lo que se acepta la hipótesis alternativa H_1 .
- La calidad de trozas evaluadas en secciones de 2,5 m a lo largo del fuste de los individuos de *Cedrela odorata* L. están sujetas en esencia al germoplasma propagado a través de dispersión natural, regeneración, manejo aplicado y calidad del sitio. El Índice de Calidad General ICGEN, reflejó un valor promedio de 1,64 muy cercano a 2, en varias secciones a lo largo del fuste, este resultado pone de manifiesto el estado actual de los remanentes boscosos ubicados en el recinto Salasaca, además de brindarnos las directrices para una acertada designación de actividades silviculturales, por lo tanto, se atribuye que la existencia de madera sólida en pie es de buena calidad.
- En relación a la propuesta del plan de manejo forestal, es necesario la elaboración de una normativa orientada al aprovechamiento sistemático para el control y erradicación de la especie. Al ser una madera muy apetecida en el mercado, se ha propuesto la extracción sistemática para su eventual erradicación en dos fases. Planteando actividades silvícolas en la zona agrícola (ZA) y PNG la isla, esto a razón de que, el productor extraiga al final mayor recurso con mejor calidad y que además aplique metodologías para el control y erradicación en su predio, reforestando a su vez en lo posible con otras especies maderables nativas, que le permita en un futuro cosechar.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere actualizar la información del estado de los remanentes boscosos para el cedro, en el que se desarrolle técnicas de medición tales como inventario y evaluación de calidad para realizar el seguimiento de impacto del aprovechamiento a los sitios en el remanente boscoso.
- Se recomienda la elaboración de una normativa para el aprovechamiento y movilización de madera en el Régimen Especial de Galápagos, que considere la realidad y necesidades existentes del mercado local. En el desarrollo de un Plan de Manejo Forestal Sostenible (PMFS) oficial tomar en cuenta las opiniones de actores directos e indirectos, generando espacios de dialogo.
- Evaluar la influencia que tiene *Cedrela odorata* L. en las islas, que analice su estructura horizontal y la importancia ecológica que tiene la especie ya establecida dentro del ecosistema de las islas, para predecir el impacto que habría sobre ecosistema con su erradicación, además de análisis relacionados a la calidad del sitio, donde se analicen las propiedades físicas y químicas del suelo donde está establecida la especie.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Bosque nativo: es una comunidad vegetal que es considerada como una comunidad clímax (Universidad del Bío-Bío, 2014, pp. 4-5).

Ecosistema: es el conjunto de organismos y el recurso físico relacionándose entre sí (Armenteras et al., 2016, p. 88).

Madera: secciones del árbol que pueden generar recursos económicos, estos por lo general son troncos, ramas y raíces; que son utilizadas para la elaboración de diversos productos (Pozzer y Guzowski, 2011, p. 8)

Reforestar: son actividades que están planificadas, en el que se deben implementar estudios de campo que revelen el estado del sitio para asegurar el éxito de la plantación (Comisión Nacional Forestal, 2010, p. 11).

Regeneración natural: garantiza la sostenibilidad florística por lo que es fundamental en la dinámica del bosque que varía según la interacción con factores ambientales, considerado como un comportamiento difícil de predecir (Muñoz, 2017, p. 131).

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, O. “Manejo Forestal en el Siglo XXI”. *Madera y Bosques* [en línea], 2015, (México) 21(especial), pp. 17-28. [Consulta: 12 febrero 2021]. ISSN: 2448-7597. Disponible en: <http://www1.inecol.edu.mx/myb/resumeness/no.esp.2015/myb21esp1728.pdf>.

AGUIRRE, O. *Defectos de la madera* [en línea]. Mendoza-Argentina: Universidad Nacional de Cuyo, 1996. p. 5. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://dasonomia.files.wordpress.com/2016/11/defectos-y-anomalias-de-la-madera-apuntes.pdf>.

AGUIRRE, O.; et al. “Evaluación de diversos tamaños de sitio de muestreo en inventarios forestales”. *Madera y Bosques* [en línea], 2016, (México)3(1), pp. 71-79. [Consulta: 17 febrero 2021]. ISSN: 1405-0471. Disponible en: <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/1380/1548>.

ALVARADO, A.; & RAIGOSA, J. *Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales*. San José-Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, 2012. ISBN: 978-9968-9422-5-6. p. 194.

ANAYA, H.; & CHRISTIANSEN, P. *Aprovechamiento forestal: análisis de apeo y transporte* [en línea]. San José-Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1986. p. 12. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISBN: 9789290391128. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/16562/BVE21058479e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ARIAS, J.; et al. “El protocolo de investigación III: La población de estudio”. *Revista Alergia México* [en línea], 2016, (México) 63(2), pp. 201-206. [Consulta: 18 febrero 2021]. ISSN: 0002-5151. Disponible en: <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/273>.

ARMENTERAS, D.; et al. “Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación”. *Ecosistemas* [en línea], 2016, (Colombia) 25(1), pp. 83-89. [Consulta: 05 marzo 2021]. ISSN: 16972473. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1110/935>.

BALÓN, K.; & VERA, E. Análisis de fertilidad de los suelos agrícolas de las islas Galápagos - Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [en línea]

Universidad Central del Ecuador Sede Galápagos, Carrera de Ciencias Biológicas. Puerto Ayora-Galápagos. 2018. p. 67. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15100/1/T-UCE-0017-CB-008-2018.pdf>.

BALUARTE, J. Modelización del crecimiento de quince especies forestales comerciales del Bosque Aluvial Inundable de la Amazonía peruana (Tesis) (Doctorado). [en línea] Universidade De Santiago De Compostela, Escola Politécnica Superior, Departamento De Enxeñaría Agroforestal. Santiago de Compostela-España. 2011. p. 114. [Consulta: 20 febrero 2022]. Disponible en: https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/6149/rep_267.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

BARRAGÁN, M. Evaluación de la calidad de plantaciones de balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de un año de edad, en los cantones de Valencia y Mocache, provincia de los Ríos (Tesis) (Ingeniería). [en línea] Universidad Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal. Quevedo-Ecuador. 2015. p. 57. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/251/1/T-UTEQ-0005.pdf>.

BARRENA, V.; & CARLOS, L. “Influencia de los errores de estimación en el cálculo del volumen”. Revista Forestal del Perú [en línea], 2006, (Perú) 15(1), pp. 1-11. [Consulta: 19 febrero 2021]. ISSN: 2523-1855. Disponible en: [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol15_no1_88_\(21\)/vol15_no1_art2.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol15_no1_88_(21)/vol15_no1_art2.pdf).

BEER, J. “Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea”. Agroforestry Systems [en línea], 1987, (Costa Rica) 5(1), pp. 3-13. [Consulta: 25 febrero 2022]. ISSN: 01674366. Disponible en: <https://vdocuments.net/advantages-disadvantages-and-desirable-characteristics-of-shade-trees-for.html>.

BENGOA, J. “Estimación de la altura dominante de la masa a partir de la "altura dominante de parcela": ventajas frente a la altura dominante de Assman”. Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales [en línea], 1999, (España) 8(1), pp. 311-322. [Consulta: 10 enero 2022]. ISSN: 1131-7965. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Bengoa/publication/28052632_Estimacion_de_la_altura_dominante_de_la_masa_a_partir_de_la_altura_dominante_de_parcelaventajas_frente_a_la_altura_dominante_de_Assman/links/56b8fc8f08ae39ea9905bbff/Estimacion-de-la-altura-dominante-de-la-masa-a-partir-de-la-altura-dominante-de-parcela-ventajas-frente-a-la-altura-dominante-de-Assman.pdf.

BETANCOURT, B. *Silvicultura especial de árboles maderables tropicales*. La Habana-Cuba: Editorial Científico-Técnica, 1999. ISBN: 9789590502200. p. 98.

BOA, E. *Guía ilustrada sobre el estado de salud de los árboles: Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños* [en línea]. San Salvador-El Salvador: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), 2008. p. 3. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISBN: 978-92-5-305020-8. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5041s/y5041s.pdf>.

BODERO, V. *Viveros forestales. Establecimiento y Manejo*. Quito-Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1980. pp. 1-3.

BOSQUES TROPICALES S.A. *Plan de manejo forestal integral unidad de manejo forestal Hoja Blanca del Sur* [en línea]. Quito-Ecuador: Bosques Tropicales S.A., 2005. p. 1. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: [https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2000/Technical/PLAN%20DE%20MANEJO%20HOJA%20BLANCA%20Actualizado%20\(al%2002-03-06\).pdf](https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2000/Technical/PLAN%20DE%20MANEJO%20HOJA%20BLANCA%20Actualizado%20(al%2002-03-06).pdf).

BULLA, H. Protocolo para el aprovechamiento y extracción de madera de las plantaciones en el marco del proyecto forestal para la cuenca del río Chinchina-Procuenca (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Ingeniería Agroforestal. Pereira-Colombia. 2013. p. 52. [Consulta: 03 marzo 2022]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1492/4519297.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BURNS, R.; & HONKALA, B. *Silvics of North America, Vol. 2: Hardwoods* [en línea]. Washington DC-Estados Unidos: United States Department of Agriculture, 1990. pp. 250-257. [Consulta: 15 febrero 2021]. ISBN: 0160292603. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=OhRA0sKG6sUC&oi=fnd&pg=PA250&dq=cedrela+odorata+Cintron+1990&ots=WW_UnKRwei&sig=rAXMSqOqHD-cq0YoDzYS5a_DRVo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

CALVÉ, S.; et al. “Aporte económico de la madera de cedro (*Cedrela odorata* L.) como árbol de sombra en cafetales de Pérez Zeledón, Costa Rica”. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* [en línea], 2020, (Costa Rica) 17(41), pp. 68-77. [Consulta: 15 febrero 2021]. ISSN: 2215-2504. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/kuru/v17n41/2215-2504-kuru-17-41-68.pdf>.

CANCINO, J. *Dendrometría básica* [en línea]. Concepción-Chile: Universidad de Concepción, 2012. pp. 24-52. [Consulta: 17 febrero 2021]. ISBN: 9568029672. Disponible en: http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/407/2/Dendrometria_Basica.pdf.

CARANQUI, J. *Estructura y composición de un bosque siempreverde montano bajo en Río Negro (Baños, Tungurahua)* [en línea]. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014. p. 5. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7885/1/R%c3%8dO%20NEGRO_Tunguraha_Art%c3%adculo1.pdf.

CÁRDENAS, D.; & SALINAS, N. *Libro Rojo de las plantas de Colombia. Especies maderables amenazadas I parte* [en línea]. Bogotá-Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2007. p. 127. [Consulta: 17 febrero 2021]. ISBN: 978-958-8317-19-9. Disponible en: https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR_MADERABLES.pdf.

CÁRDENAS, M. Contribución al conocimiento de la diversidad forestal en ecosistemas naturales y semi-naturales del piedemonte llanero en Colombia (Tesis) (Doctorado). [en línea] Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas. Madrid-España. 2018. p. 126. [Consulta: 25 enero 2022]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/49185/1/T40194.pdf>.

CASTAÑEDA, M.; et al. “Aplicación de cuatro modelos de crecimiento a series dendrocronológicas de *Cedrela montana* (Meliaceae) - Comunidad Nativa de Shaani, región Ucayali, Perú”. *Xilema* [en línea], 2013, (Perú) 26(1), pp. 48-56. [Consulta: 21 febrero 2022]. ISSN: 1997-6496. Disponible en: <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/view/615/598>.

CATIE. *Guía para la elaboración simplificada de planes generales de manejo forestal (PGMF) en áreas de 7 a 200 hectáreas de bosque latifoliado* [en línea]. San Salvador-El Salvador: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2018. p. 6. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8708/Guia_para_la_elaboracion_simplificada_bosque_latifoliado.pdf.

CATIE. *Inventarios Forestales para Bosques Latifoliados en América Central* [en línea]. Turrialba-Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE),

2002. pp. 6-8. [Consulta: 17 febrero 2021]. ISBN: 9977-57-384-0. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Inventarios_Forestales_Bosques_Latifoliados_AC.pdf.

CAVERS, S.; et al. “Chloroplast DNA phylogeography reveals colonization history of a neotropical tree, *Cedrela odorata* L., in Mesoamerica”. *Molecular Ecology* [en línea], 2003, (Costa Rica) 12(6), pp. 1451-1460. [Consulta: 16 febrero 2021]. ISSN: 09621083. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-294X.2003.01810.x>.

CAVERS, S.; et al. “Cryptic species and phylogeographical structure in the tree *Cedrela odorata* L. throughout the Neotropics”. *Journal of Biogeography* [en línea], 2013, (Edimburgo) 40(4), pp. 732-746. [Consulta: 16 febrero 2021]. ISSN: 03050270. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbi.12086>.

CHARLES DARWIN FOUNDATION; & WORLD WILD FUND. *A Biodiversity vision for the Galápagos islands* [en línea]. Puerto Ayora-Ecuador: Fundación Charles Darwin y Fondo Mundial para la Naturaleza, 2002. p. 14. [Consulta: 12 febrero 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Howard-Snell/publication/258219738_Outstanding_terrestrial_features_of_the_Galapagos_Archipelago/links/0046352758455d8e87000000/Outstanding-terrestrial-features-of-the-Galapagos-Archipelago.pdf.

CHÁVEZ, L.; et al. “Determinación de la calidad de la madera de construcción”. *Acta Universitaria* [en línea], 2010, (México) 20(2), pp. 5-13. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 0188-6266. Disponible en: <https://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/71/58>.

CLIMATE-DATA.ORG. *Clima Santa Rosa (Ecuador)* [en línea]. Climate-Data.org, 2021. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/islas-galapagos/santa-rosa-445576/>.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL. *Prácticas de reforestación: Manual básico* [en línea]. Zapopan-México: Comisión Nacional Forestal, 2010. p. 11. [Consulta: 07 abril 2022]. Disponible en: https://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF.

CONABIO. *Cedrela odorata* [en línea]. Ciudad de México-México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2015. pp. 141-143. [Consulta: 16 febrero 2021]. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/36-melia2m.pdf.

CONSEJO DE GOBIERNO DEL RÉGIMEN ESPECIAL DE GALÁPAGOS. *Plan Galápagos: Plan de desarrollo sustentable y ordenamiento territorial del Régimen Especial de Galápagos* [en línea]. Puerto Baquerizo Moreno-Ecuador: Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, 2016. pp. 39-50. [Consulta: 15 marzo 2022]. ISBN: 9789942220592. Disponible en: https://www.gobiernogalapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/Plan-Galapagos-2015-2020_12.pdf.

CORDERO, J.; & BOSHIER, D. *Árboles de Centroamérica: un Manual para Extensionistas* [en línea]. San José-Costa Rica: Oxford Forestry Institute (OFI)-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2003. p. 208. [Consulta: 21 febrero 2022]. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=q-0NAQAAlAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_v2_summary_r&hl=es#v=onepage&q&f=false.

CORLETT, R. “Invasive aliens on tropical East Asian islands”. *Biodiversity and Conservation* [en línea], 2010, (Singapur) 19(2), pp. 411-423. [Consulta: 15 febrero 2021]. ISSN: 09603115. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-009-9624-4>.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. *Plan de manejo y conservación de la caoba (Swietenia macrophylla King) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca* [en línea]. Bogotá-Colombia: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), 2019. pp. 12-14. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.car.gov.co/uploads/files/60d378f29c4ac.pdf>.

CORRAL, S.; et al. “Diagramas para el manejo de la densidad en bosques mixtos e irregulares de Durango, México”. *Bosque* [en línea], 2015, (México) 36(3), pp. 409-421. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 07179200. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/bosque/v36n3/art08.pdf>.

CORVALÁN, P. “Caracterización del diámetro, ángulo de inserción y longevidad de ramas vivas axiales de *Nothofagus obliqua*”. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES* [en línea], 2017, (Cuba) 5(2), pp. 127-139. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 1996-2452. Disponible en:

<https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/253/pdf>.

D'OZOUVILLE, N. Étude du fonctionnement hydrologique dans les Iles Galapagos: Caractérisation d'un milieu volcanique Insulaire et préalable à la gestion de la ressource (Tesis) (Doctorado). [en línea] Université Paris. Paris-Francia. 2007. pp. 35-40. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.theses.fr/2007PA066369>

DAVEL, M.; et al. *Los tratamientos silvícolas. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia* [en línea]. Argentina: Asociación Forestal Argentina, 2015. p. 225. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo-Caballe/publication/299884399_Los_tratamientos_silvicolas/links/5706a64708ae04e9708c0954/Los-tratamientos-silvicolas.pdf.

DEAN, T.; & BALDWIN, V. *Crown management and stand density* [en línea]. Luisiana-Estados Unidos: Louisiana State University Agricultural Center, Louisiana Agricultural Experiment Station, 1996. pp. 148-159. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_dean004.pdf.

DEMERS, P.; et al. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* [en línea]. Madrid-España: Organización Internacional del Trabajo, 2001. p. 14. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Sumario+del+Volumen+I/18ea3013-6f64-4997-88a1-0aadd719faac>.

DOMÍNGUEZ, C. Análisis de la variabilidad espacial y temporal de trascolación en la isla Santa Cruz (Proyecto) (Ingeniería). [en línea] Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Quito-Ecuador. 2011. pp. 15-17. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3982/4/CD-3743.pdf>.

DOMÍNGUEZ, N. 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 (Tesis) (Maestría). [en línea] Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Biológicas. Quito-Ecuador. 2016. p. 9. [Consulta: 12 febrero 2021]. Disponible: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12452/Tesis%20Isabel.Empastado.Final.pdf?sequence=1>.

ECOLAB; & MAE. *Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas de Ecuador* [en línea]. Quito-Ecuador: ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM, 2007. pp. 281-283. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.parks-and-tribes.com/national-parks/galapagos-islands-ecuador/parque-nacional-galapagos.pdf>.

ESNACIFOR. *Importancia de la poda en el manejo de plantaciones forestales* [en línea]. Comayagua, Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), 2002. pp. 6-9. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: [http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2149/Technical/pd22-99-p1-3%20rev2\(F\)%20s_Importancia%20de%20la%20Poda%20en%20el%20Manejo_s.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2149/Technical/pd22-99-p1-3%20rev2(F)%20s_Importancia%20de%20la%20Poda%20en%20el%20Manejo_s.pdf).

FAO. *Inventario forestal nacional manual de campo* [en línea]. Ciudad de Guatemala-Guatemala: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2004. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ae578s/ae578s06.htm>.

FAO & PNUMA. *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2020. p. 26. [Consulta: 12 febrero 2021]. ISBN: 978-92-5-132421-9. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca8642es/CA8642ES.pdf>.

FUENTES, L. Productividad de las plantaciones forestales en los diferentes tipos de raleo en la Región II Las Verapaces [en línea]. Ciudad de Guatemala-Guatemala: Universidad Rafael Landívar. 2014. p. 9. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/PRODUCTIVIDAD DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN LOS DIFERENTES TIPOS DE RALEOS EN LA REGION II LAS VERAPACES.pdf.

FUNDACIÓN CHARLES DARWIN (FCD) Y WWF-ECUADOR. *Atlas de Galápagos, Ecuador: Especies Nativas e Invasoras* [en línea]. Quito-Ecuador: Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador, 2018. pp. 36-154. [Consulta: 12 febrero 2021]. ISBN: 978-9978-353-94-3. Disponible en: https://www.darwinfoundation.org/images/research/Atlas_de_Galapagos_Ecuador.pdf.

FUNDACIÓN CHARLES DARWIN. *Cedrela odorata L. Galápagos Species Checklist* [en línea]. Bruselas-Bélgica: Fundación Charles Darwin, 2020. [Consulta: 12 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.darwinfoundation.org/en/datazone/checklist?species=600>.

GALLARDO, P.; et al. Manual de manejo silvícola para coníferas en Aysén [en línea]. Temuco-Chile: Instituto Forestal (INFOR), 2000. p. 9. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/4085/11779.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GIBSON, J. *Biogeografía y las Islas Galápagos. Principios Biogeográficos* [en línea]. Loma Linda-California: Instituto de Investigación de Geociencias, 2016. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.grisda.org/espanol/biogeografia-y-las-islas-galapagos>.

GONZÁLEZ, A. Cálculo de balance hídrico a nivel de suelo en la zona agrícola de la cuenca Palikanbay en la isla Santa Cruz - Galápagos, Ecuador (Tesis) (Ingeniería). [en línea] Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Quito-Ecuador. 2013. Pp. 14-24. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6219/1/CD-4843.pdf>.

GONZÁLEZ, M. *Silvicultura: conceptos y aplicaciones* [en línea]. Monterrey-México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2011. pp. 8-12. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://mgtagle.files.wordpress.com/2013/09/006-silvicultura.pdf>.

GONZÁLEZ, M.; et al. “Influencia de factores biofísicos y de manejo en el crecimiento de *Cedrela odorata* L. en asocio con café en Pérez Zeledón, Costa Rica”. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* [en línea], 2017, (Costa Rica) 15(36), pp. 46-58. [Consulta: 13 febrero 2022]. ISSN: 2215-2504. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/kuru/v15n36/2215-2504-kuru-15-36-46.pdf>.

GROSSE, H. *Silvicultura del bosque nativo chileno. Función histórica y opciones futuras sobre la base de manejo sustentable* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Instituto Forestal, 2009. pp. 71-72. [Consulta: 03 marzo 2021]. ISBN: 978.956-318-019-0. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Hans-Grosse/publication/262675772_SILVICULTURA_DEL_BOSQUE_NATIVO_CHILENO_FUNCION_HISTORICA_Y OPCIONES FUTURAS SOBRE LA BASE DE MANEJO SUSTENTABLE/links/0deec538640ffc1501000000/SILVICULTURA-DEL-BOSQUE-NATIVO-CHILENO-FUNCION-HISTORICA-Y-OPCIONES-FUTURAS-SOBRE-LA-BASE-DE-MANEJO-SUSTENTABLE.pdf.

GUEVARA, G. *Experiencias colombianas con cedro (Cedrela odorata L.)*. Bogotá-Colombia: Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIEF), 1988. ISSN: 0121-0254.

pp. 3-17.

HAMANN, O. “On climatic conditions, vegetation types, and leaf size in the Galápagos Islands”. *Biotropica* [en línea], 1979, (Ecuador) 11(2), pp. 101-122. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 1744-7429. Disponible en: https://www.academia.edu/11013220/On_climatic_conditions_vegetation_types_and_leaf_size_in_the_Gal%C3%A1pagos_Islands.

HAYASHIDA, Y.; et al. “Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Bertholletia excelsa*. *Ecología en Bolivia* [en línea], 2001, (Bolivia) 35(1), pp. 51-60. [Consulta: 25 enero 2022]. ISSN: 1605-2528. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Lourens-Poorter/publication/40172363_Influencia_de_la_disponibilidad_de_agua_y_luz_en_el_crecimiento_y_la_morfologia_de_plantines_de_Swietenia_macrophylla_Cedrela_odorata_y_Bertholletia_excelsa_-_Effect_of_light_and_water_availability_on_/links/55fe820808aec948c4eb1791/Influencia-de-la-disponibilidad-de-agua-y-luz-en-el-crecimiento-y-la-morfologia-de-plantines-de-Swietenia-macrophylla-Cedrela-odorata-y-Bertholletia-excelsa-Effect-of-light-and-water-availability-on.pdf.

IDE, S.; & LANFRANCO, D. “Evolución de los defectos fustales producidos por *Rhyacionia buoliana* en Chile: un ejemplo en la Décima Región”. *Bosque* [en línea], 1996, (Chile) 17(1), pp. 15-19. [Consulta: 21 febrero 2021]. ISSN: 0717-9200. Disponible en: <http://revistas.uach.cl/pdf/bosque/v17n1/art03.pdf>.

ITOW, S. “Zonation pattern, succession process and invasion by aliens in species-poor insular vegetation of the Galapagos Islands”. *Global Environmental Research* [en línea], 2003, (Ecuador) 7(1), pp. 39-58. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 1343-8808. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=F323D5A5938FC4F82B5CB90CC78DD3C5?doi=10.1.1.495.8944&rep=rep1&type=pdf>.

JACKSON, M. *Galapagos: A Natural History Guide*. Calgary-Canadá: The University of Calgary Press, 1985. ISBN: 9780847811205. pp. 60-65.

JÄGER, H.; & CARRIÓN, C. *Mapeo de plantas invasoras con drones e imágenes satelitales* [en línea]. Santa Cruz-Ecuador: Fundación Charles Darwin, 2018. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.darwinfoundation.org/es/investigacion/proyectos/mapeo-de-plantas->

invasoras.

JÄGER, H.; et al. “Tree invasion in naturally treeless environments: Impacts of quinine (*Cinchona pubescens*) trees on native vegetation in Galápagos”. *Biological Conservation* [en línea], 2007, (Ecuador) 140(1), pp. 297-307. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 0006-3207. Disponible en: https://www.brown.edu/Research/Sax_Research_Lab/Documents/PDFs/Jager%20et%20al%207%20Single%20Cinchona%20trees.pdf.

JØRGENSEN, P.; & LEÓN, S. *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. San Luis-Estados Unidos: Missouri Botanical Garden Press, 1999. ISBN: 0-915297-60-6. p. 586.

JUÁREZ, Y. *Dasometría apuntes de clase y guía de actividades prácticas* [en línea]. Cochabamba-Bolivia, 2014. pp. 27-32. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/35493332/DASOMETRÍA_Apuntes_de_Clase_y_Guía_de_Actividades_Prácticas.

KAIMOWITZ, D. *Pobreza y bosques en América Latina: Una agenda de acción* [en línea]. Ciudad de Guatemala-Guatemala: Revista Forestal Centroamericana, 2002. p. 39. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10448/Pobreza-bosques.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

LASO, F.; et al. “Land cover classification of complex agroecosystems in the non-protected highlands of the Galápagos Islands”. *Remote Sensing* [en línea], 2020, (Ecuador) 12(1), pp. 1-39. [Consulta: 15 febrero 2021]. ISSN: 20724292. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/1/65/pdf?version=1579085728>.

LÓPEZ, J. Variación en resistencia de cedro (*Cedrela odorata* L.) al ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller en Costa Rica (Tesis) (Maestría). [en línea] Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación, Escuela de Postgrado. Turrialba-Costa Rica. 1996. p. 4. [Consulta: 16 febrero 2021]. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0570e/A0570e.pdf>.

LÓPEZ, J.; et al. “Características fotosintéticas de cinco especies forestales”. *Cenicafé* [en línea], 2001, (Colombia) 52(3), pp. 161-169. [Consulta: 25 enero 2022]. ISSN: 2711-3477. Disponible en: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/928/1/arc052%2803%29161->

169.pdf.

LÓPEZ, M. “Un procedimiento alternativo al tradicional para la medición de alturas con clinómetro”. *Madera y Bosques* [en línea], 2016, (México) 11(2), pp. 69-77. [Consulta: 19 febrero 2021]. ISSN: 1405-0471. Disponible en: <https://myb.ojs.incol.mx/index.php/myb/article/view/1257/1428>.

LOWELL, E.; et al. “Effects of silviculture and genetics on branch/knot attributes of coastal pacific northwest douglas-fir and implications for wood quality-a synthesis”. *Forests* [en línea], 2014, (Estados Unidos) 5(7), pp. 1717-1736. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 19994907. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1999-4907/5/7/1717/pdf?version=1406184723>.

LOZADA, J.; et al. “Plantaciones en fajas de enriquecimiento. Experiencias en 4 Unidades de manejo forestal de la Guayana Venezolana”. *Interciencia* [en línea], 2003, (Venezuela) 28(10), pp. 568-575. [Consulta: 10 enero 2022]. ISSN: 2244-7776. Disponible en: http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/2003_FajEnriq_orig.pdf.

LOZANO, F. *Gestión de montes* [en línea]. Madrid-España: Editorial Síntesis S.A., 2017. pp. 34-35. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISBN: 978-84-9077-460-1. Disponible en: <https://www.sintesis.com/data/indices/9788490774601.pdf>.

MAATE. *Proyecto de control y erradicación de especies invasoras prioritarias para la reducción de la vulnerabilidad de especies endémicas y nativas de las islas Galápagos* [en línea]. Puerto Ayora-Ecuador: Ministerio del Ambiente, 2016. pp. 3-88. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: http://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Proyecto_control_y_errad.pdf.

MAE. *Deforestación del Ecuador continental periodo 2014-2016* [en línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente, 2017. p. 13. [Consulta: 12 febrero 2021]. Disponible en: [http://certificacionpuntoverde.ambiente.gob.ec/libraries/EAlfresco.php/?doc=5708eb09-80c7-4c92-aca0-21dfa0ee711b#:~:text=3.3.-,Resultados%20de%20deforestaci%C3%B3n%20y%20regeneraci%C3%B3n,122.224%20hect%C3%A1reas%20\(Mapa%203\).](http://certificacionpuntoverde.ambiente.gob.ec/libraries/EAlfresco.php/?doc=5708eb09-80c7-4c92-aca0-21dfa0ee711b#:~:text=3.3.-,Resultados%20de%20deforestaci%C3%B3n%20y%20regeneraci%C3%B3n,122.224%20hect%C3%A1reas%20(Mapa%203).)

MAE. *Gestión integrada para la lucha contra la desertificación, degradación de la tierra y adaptación al cambio climático* [en línea]. Quito- Ecuador: Ministerio del Ambiente, 2014. p. 11.

[Consulta: 12 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/GIDDACC.pdf>.

MARTÍNEZ, D.; et al. “Guía de densidad para el manejo de rodales naturales de *Pinus rudis* Endl. en Oaxaca”. Revista Mexicana de Ciencias Forestales [en línea], 2021, (México) 12(64), pp. 23-44. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 2448-6671. Disponible en: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/822/2418>.

MCMULLEN, C. *Flowering Plants of the Galápagos*. Virginia-Estados Unidos: Cornell University Press, 1ra ed., 1999. ISBN: 0801486211. pp. 29-35.

MCROBERTS, R.; et al. *Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 1992. pp. 2-6. [Consulta: 17 febrero 2021]. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES_4_.pdf.

MEJÍA, E.; & PACHECO, P. *Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la amazonia ecuatoriana* [en línea]. Bogor-Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), 2013. pp. 16-21. [Consulta: 19 febrero 2021]. ISBN: 9786021504147. Disponible en: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-97.pdf.

MERINO, J. Evaluación de calidad y valoración de una plantación de pino (*Pinus radiata* D Don), en la Comunidad Chausan San Alfonso, Parroquia Palmira, Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo (Tesis) (Ingeniería). [en línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. 2010. pp. 10-60. [Consulta: 17 febrero 2021]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/711/1/33T0065.pdf>.

MEZA, A.; & TORRES, G. “El raleo: una operación silvicultural fundamental”. Revista Forestal Mesoamerica Kurú [en línea], 2006, (Costa Rica) 3(8), pp. 88-90. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 2215-2504. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123388.pdf>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. *Manual de procedimientos. Para la evaluación de la sobrevivencia y el mantenimiento de las plantaciones forestales comerciales* [en línea]. Guayaquil-Ecuador: Dirección de Desarrollo Forestal, 2016. p. 3. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en:

https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/WEB%20FORESTAL/INCLUIR_EN_BASE_LEGAL/MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTO%20PARA%20LA%20EVALUACION%20DE%20LA%20SOBREVIVENCIA%20Y%20EL%20MANTENIMIENTO%20DE%20LAS%20PLANTACIONES%20FORESTALES%20COMERCIALES%E2%80%9D.pdf

MOGROVEJO, P. Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático (Tesis) (Maestría). [en línea] Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, Área de Estudios Sociales y Globales, Programa de Maestría en Cambio Climático y Negociación Ambiental. Quito-Ecuador. 2017. pp. 49-53. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5862/1/T2432-MCCNA-Mogrovejo-Bosques.pdf>.

MONTILLA, A.; et al. “Análisis de deforestación en ecosistemas boscosos del refugio de vida silvestre Pacoche, Manabí Manta, Ecuador”. Revista de Investigación [en línea], 2017, (Ecuador) 41(92), pp. 74-94. [Consulta: 12 febrero 2021]. ISSN: 1010-2914. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/ri/v41n92/art05.pdf>.

MORALES, E.; & HERRERA, G. *Cedro (Cedrela odorata L.). Protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje* [en línea]. Yucatán-México: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 2009. pp. 4-7. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1299Cedro%20rojo%20Yucat%C3%A1n.pdf>.

MORÁN, M. Plan de Aprovechamiento de Tres Especies Maderables, Cedrela (*Cedrela odorata*) Cascarilla (*Cinchona pubescens*), Matazarno (*Piscidia carthagenesis*) en la Isla Santa Cruz, Galápagos (Tesis) (Ingeniería). [en línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2009. pp. 45-60. [Consulta: 20 febrero 2022]. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1HPJMfi3d41qC0v64TYKRxyF5_KuJeKWn/edit.

MOSTACEDO, B.; & FREDERICKSEN, T. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal* [en línea]. Santa Cruz-Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR), 2000. p. 3. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.bionica.info/biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>.

MUÑOZ, J. “Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador”. Bosques Latitud Cero [en línea], 2017, (Ecuador)7(2),

pp. 130-143. [Consulta: 10 abril 2022]. ISSN: 2528-7818. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326/294>.

MURILLO, O. “Índices de calidad para la reforestación en Costa Rica”. *Agronomía Costarricense* [en línea], 2000, (Costa Rica) 24(2), pp. 41-47. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/436/43624204.pdf>.

MURILLO, O. “Metodología para el control de calidad en plantaciones forestales”. *Tecnología en marcha* [en línea], 1991, (Costa Rica) 11(1), pp. 19-30. [Consulta: 19 febrero 2021]. ISSN: 0379-3962. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2633/pdf.

MURILLO, O.; & CAMACHO, P. “Calidad de la poda en plantaciones forestales: Metodología para su evaluación”. *Agronomía Costarricense* [en línea], 1997b, (Costa Rica) 21(2), pp. 229-238. [Consulta: 18 febrero 2021]. ISSN: 2215-2202. Disponible en: https://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n02_229.pdf.

MURILLO, O.; & CAMACHO, P. “Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas”. *Agronomía Costarricense* [en línea], 1997a, (Costa Rica) 21(2), pp. 189-206. [Consulta: 18 febrero 2021]. ISSN: 2215-2202. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n02_189.pdf.

MURILLO, O.; et al. *Método de inventario para plantaciones pequeñas* [en línea]. Cartago-Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2012. p. 2. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: http://www.cnf.org.pe/secretaria_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%20/Olman%20Murillo.pdf.

MURILLO, Y.; et al. “Índice de sitio en plantaciones de *Cedrela odorata* en el trópico húmedo de México”. *Rev. FCA UNCUY* [en línea], 2017, (México) 49(1), pp. 15-31. [Consulta: 13 febrero 2022]. ISSN: 1853-8665. Disponible en: <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCFA/article/view/3100/2250>.

NACIMBA, M. Crecimiento y dendroconología de *Cedrela odorata* en un bosque de la amazonía ecuatoriana (Disertación) (Licenciatura). [en línea] Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Biológicas. Quito-Ecuador. 2015. pp. 11-13. [Consulta: 10 enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9661/Tesis%20Mayra%20Nacimba.pdf?s>

equence=1.

NASH, D. *Diámetros mínimos de corta en bosques tropicales de Bolivia: Opciones basadas en investigación sobre manejo forestal* [en línea]. Santa Cruz-Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR) y The Forest Management Trust (FMT), 2003. pp. 1-9. [Consulta: 26 febrero 2022]. Disponible en: https://rmportal.net/library/content/Environmental_Policy_and_Policy_Reform_Process/ciclos-de-corta-en-bosques-tropicales-de-bolivia-opciones-basadas-en-investigacion-sobre-manejo-forestal/at_download/file.

NAVARRO, C.; et al. “Diagrama de manejo de densidad y su aplicación a raleo en bosques de segundo crecimiento de *Drimys winteri* en el sur de Chile”. *Bosque* [en línea], 2011, (Chile) 32(2), pp. 175-186. [Consulta: 20 febrero 2021]. ISSN: 03048799. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/bosque/v32n2/art08.pdf>.

NIEMBRO, A.; et al. *Árboles de Veracruz: 100 especies para la reforestación estratégica*. Veracruz-México: Gobierno del Estado de Veracruz, 2010. ISBN: 9786073300001. pp. 52-61.

OMOIYOLA, B. “Initial observation on *Cedrela odorata* provenance trial in Nigeria”. *Investigación de procedencias y progenies tropicales y cooperación internacional*, (1973), (Reino Unido) pp. 250-254.

OROZCO, L.; et al. *Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados* [en línea]. Turrialba-Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2006. pp. 33-44. ISSN: 9977574189. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Navarro-3/publication/303370380_Determinacion_de_costos_productividad_y_rendimientos_del_aprovechamiento_forestal/links/57434e3508ae9f741b3a1716/Determinacion-de-costos-productividad-y-rendimientos-del-aprove.

OTZEN, T.; & MANTEROLA, C. “Técnicas de muestreo sobre una población a estudio”. *International Journal of Morphology* [en línea], 2017, (Chile) 35(1), pp. 227-232. [Consulta: 18 febrero 2021]. ISSN: 07179502. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>.

PANTAENIUS, P. *Manejo Forestal: EL apeo dirigido* [en línea]. Comodoro Rivadavia-Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, 2013. pp. 115-118. [Consulta:

20 febrero 2021]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_forestal26_apeo_dirigido.pdf.

PENNINGTON, T.; & MUELLNER, A. *A monograph of Cedrela (Meliaceae)*. Londres-Inglaterra: DH Books, 2010. ISBN: 0953813479. p. 153.

PENNINGTON, T.; & SARUKHÁN, J. *Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies* [en línea]. Ciudad de México-México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2005. p. 294. [Consulta: 17 febrero 2021]. ISBN: 970-32-1643-9. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=Uwm6MuLlnU0C&pg=PA5&hl=es&source=gbs_select_ed_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false.

PEÑA, M. “Changes in forest structure and species composition during secondary forest succession in the Bolivian amazon”. *Biotropica* [en línea], 2003, (Bolivia) 35(4), pp. 450-461. [Consulta: 17 febrero 2021]. ISSN: 00063606. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/227793115_Changes_in_Forest_Structure_and_Species_Composition_during_Secondary_Forest_Succession_in_the_Bolivian_Amazon1.

PÉREZ, N. La biodiversidad de las islas Galápagos como recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la biología vegetal en tercer semestre de la carrera de pedagogía de Química y Biología, periodo abril- agosto 2019 (Tesis) (Licenciatura). [en línea] Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías, Carrera de Biología, Química y Laboratorio. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 11-12. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5839/1/UNACH-EC-FCEHT-TG-E.BQYLAB-2019-000006.pdf>.

PETERSON, L.; & AMAZON WATCH. *Invertir en crudo Amazónico II: Informe sobre como «tres grandes» empresas de gestión de acciones financian activamente la industria petrolera en la Amazonía* [en línea]. San Francisco-Estados Unidos: Amazon Watch, 2021. p. 5. [Consulta: 12 febrero 2021]. Disponible en: <https://amazonwatch.org/assets/files/2021-investing-in-amazon-crude-ii-es.pdf>.

PHILLIPS, S.; et al. “A maximum entropy approach to species distribution modeling”. XXI Conferencia Internacional sobre Aprendizaje Automático [en línea], 2004, (Estados Unidos), pp. 1-8. [Consultado: 21 febrero 2022]. Disponible en: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1015330.1015412>.

PINEDA, B.; et al. *Metodología de la investigación, manual para el desarrollo de personal de salud. Segunda Ed.* Washington DC-Estado Unidos: Organización Panamericana de la salud, 1994. ISBN: 92-75-32135-3. p. 109.

PINELO, G. *Manual para el establecimiento de sitios permanentes de muestreo en la reserva de la biosfera maya, Petén, Guatemala* [en línea]. Petén-Guatemala: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2000. p. 14. [Consulta: 19 febrero 2021]. ISBN: 9977573484. Disponible en: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3006/Manual_para_el_establecimiento_de_parcelas_permanentes.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

PORRAS, A. *Diplomado en análisis de información geoespacial. Tipos de muestreo* [en línea]. Ciudad de México-México: Centro Público de Investigación (CONACYT), 2017. pp. 4-5. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: [https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/163/1/19-Tipos de Muestreo - Diplomado en Análisis de Información Geoespacial.pdf](https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/163/1/19-Tipos%20de%20Muestreo%20-%20Diplomado%20en%20Análisis%20de%20Información%20Geoespacial.pdf).

POWELL, K.; et al. “A synthesis of plant invasion effects on biodiversity across spatial scales”. *American Journal of Botany* [en línea], 2011, (Estados Unidos) 98(3), pp. 539-548. [Consulta: 15 febrero 2021]. ISSN: 00029122. Disponible en: <https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.3732/ajb.1000402>.

POZZER, J.; & GUZOWSKI, E. *Madera. Guía didáctica: Materiales y materias primas* [en línea]. Ciudad Autónoma de Buenos Aires-Argentina: Ministerio de Educación e Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011. p. 8. [Consulta: 07 abril 2022]. Disponible en: <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/madera.pdf>.

PRODAN, M.; et al. *Mensura Forestal* [en línea]. San José-Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1997. pp. 28-122. [Consulta: 18 febrero 2021]. ISBN: 92-9039-304-1. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B4179e/B4179e.pdf>.

RAMÍREZ, C.; et al. “El cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) como alternativa de reconversión en terrenos abandonados por la agricultura comercial en el sur de Tamaulipas”. *Agricultura técnica en México* [en línea], 2008, (México) 34(2), pp. 243-250. [Consulta: 03 marzo 2022]. ISSN: 0568-2517. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v34n2/v34n2a11.pdf>.

RÍOS, V. Mapas topográficos digitalizados y determinación de la calidad de las plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f), en la empresa Panamerican Woods, finca Palo Arco, Nandayure, Guanacaste, Costa Rica (Proyecto de graduación) (Bachillerato). [en línea] Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago-Costa Rica. 2010. pp. 37-78. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5835/MAPAS_TOPOGRAFICOS_TECA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

RIVAS, G.; et al. “Plant community composition and structural characteristics of an invaded forest in the Galapagos”. *Biodiversity and Conservation* [en línea], 2017, (Ecuador) 27(2), pp. 329-344. [Consulta: 13 febrero 2021]. ISSN: 2141-243X. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-017-1437-2>.

RIVERA, D.; & LOWY, P. “Reintroducción y propagación de especies maderables. Estudio de caso “Caoba” *Swietenia Macrophylla* King y “Cedro” *Cedrela Odorata* L. en la isla de San Andrés”. *Cuadernos del Caribe* [en línea], 2009, (Colombia) 7(2), pp. 95-119. [Consulta: 17 febrero 2021]. ISSN: 2390-0555. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/74003/41331-186510-1-PB.pdf?sequence=1>.

RODRÍGUEZ, D. *Semillas de especies forestales* [en línea]. Chapingo-México: División de Ciencias Forestales, UACH, 2021. p. 50. [Consulta: 16 febrero 2021]. Disponible en: <http://dicifo.chapingo.mx/pdf/publicaciones/SemillasdeEspeciesForestales.pdf>.

ROEH, R.; & MAGUIRE, D. “Crown profile models based on branch attributes in coastal Douglas-fir”. *Forest Ecology and Management* [en línea], 1997, (Estados Unidos) 96(1-2), pp. 77-100. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112797000339?via%3DIhub>.

ROJAS, O.; & MURILLO, O. “Calidad de las plantaciones de teca en la península de Nicoya, Costa Rica”. *Agronomía Costarricense* [en línea], 2000, (Costa Rica) 24(2), pp. 65-75. [Consulta: 12 febrero 2021]. ISSN: 0377-9424. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/26459497_Calidad_de_las_plantaciones_de_teca_en_la_Peninsula_de_Nicoya_Rosta_Rica/fulltext/00b270380cf245659d01b0ca/Calidad-de-las-plantaciones-de-teca-en-la-Peninsula-de-Nicoya-Rosta-Rica.pdf.

ROLDÁN, M.; et al. “Estimadores de muestreo para inventario de plantaciones forestales comerciales de eucalipto en el sureste mexicano”. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea], 2018, (México) 5(26), pp. 38-57. ISSN: 2007-1132. Disponible en: <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/289/310>.

ROMO, J.; 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. 9 [Consulta: 17 febrero 2021]. ISSN: 14050471. Disponible en: <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/2127/2225>.

RUÍZ, C.; et al. “Evaluación de la categoría de riesgo de extinción del cedro rojo (*Cedrela odorata*) en México”. *Revista mexicana de biodiversidad* [en línea], 2018, (México) 89(3), pp. 938-949. [Consulta: 16 febrero 2021]. ISSN: 2007-8706. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v89n3/2007-8706-rmbiodiv-89-03-938.pdf>.

SABOGAL, C.; et al. *Manejo forestal comunitario en América Latina: Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro* [en línea]. Belém-Brasil: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), 2008. p. 60. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BSabogal0801S2.pdf.

SALAS, C.; & JONES, G. “Manejo forestal sostenible del bosque y monitoreo ecológico en dos bosques muy húmedos tropicales de Zona Norte de Costa Rica”. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* [en línea], 2019, (Costa Rica) 16(39), pp. 10-22. [Consulta: 19 febrero 2021]. ISSN: 2215-2504. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/kuru/v16n39/2215-2504-kuru-16-39-10.pdf>.

SALAZAR, J.; et al. “Modelo para determinar calidad de sitio a edades tempranas de cuatro especies tropicales”. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea], 2019, (México) 3(11), pp. 71-80. [Consulta: 17 febrero 2021]. ISSN: 2448-6671. Disponible en: <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/518/1074>.

SAMANIEGO, C. Efecto de un incendio forestal en una plantación de *Eucalyptus globulus* Labill. subsp. *globulus* en Huaraz (Tesis) (Ingeniería). [en línea] Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Lima-Perú. 2013. p. 28. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1762/K70-S187-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SANTOS, E. Geomática aplicada en la determinación de la estructura y funcionalidad del sistema hídrico hidrogeológico de la isla Santa Cruz Galápagos (Tesis) (Licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Historia, Geografía y Ciencia Política, Diplomado en Geomática. Quito-Ecuador. 2009. p. 17.

SARZOSA, V. Caracterización morfológica del cedro (*Cedrela odorata*) en el Bosque Húmedo de La Maná (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga-Ecuador. 2017. p. 14. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4297/1/UTC-PC-000172.pdf>.

SEGURA, B. Propiedades de la madera de *Cedrela odorata* de nueve y diez años en un saf con *theobroma cacao*, comparado con una plantación pura de diez años. Turrialba, Costa Rica (Tesis) (Ingeniería). [en línea] Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago-Costa Rica. 2019. p. 18. [Consulta: 13 febrero 2022]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10853/propiedades-madera-cedrela-odorata.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SERRADA, R. *Apuntes de Selvicultura* [en línea]. Madrid-España: Fundación Conde del Valle de Salazar, 2011. pp. 39-49. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: https://distritoforestal.es/images/Apuntes_de_Selvicultura_completo_2011.pdf.

SIERRA, R.; et al. “Evaluación de la rectitud del fuste en seis procedencias de *Pinus pinaster* Ait”. *Forest Systems* [en línea], 1999, (España) 8(2), pp. 263-278. [Consulta: 19 febrero 2021]. ISSN: 2171-5068. Disponible en: <https://revistas.inia.es/index.php/fs/article/view/614/611>.

SIERRA, R.; et al. *La deforestación en el Ecuador, 1998-2018: factores, promotores y tendencias recientes* [en línea]. Quito-Ecuador: Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador y Ministerio de Agricultura del Ecuador, 2021. p. 32. [Consulta: 12 febrero 2021]. Disponible en: https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/06/Deforestación_Ecuador_com2.pdf.

SORIANO, M.; et al. “Implementing multiple forest management in Brazil nut-rich community forests: Effects of logging on natural regeneration and forest disturbance”. *Forest Ecology and Management* [en línea], 2012, (Bolivia) 268(1), pp. 92-102. [Consulta: 13 febrero 2022]. ISSN: 03781127. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112711002738>.

SWAINE, M.; et al. “The dynamics of tree populations in tropical forest: a review”. *Journal of Tropical Ecology* [en línea], 1987, (Estados Unidos) 3(4), pp. 359-366. [Consulta: 21 febrero 2022]. ISSN: 1469-7831. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/M-D-Swaine/publication/231894306_The_dynamics_of_tree_populations_in_tropical_forest_a_review/links/54eb3b6c0cf25ba91c864de5/The-dynamics-of-tree-populations-in-tropical-forest-a-review.pdf.

TANNER, H. *Técnica de corta dirigida. Manual Ilustrado* [en línea]. Santa Cruz-Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR), 1997. pp. 49-81. [Consulta: 20 febrero 2021]. Disponible en: https://rmportal.net/library/content/libros/tecnica-de-corta-dirigida-manual-ilustrado.pdf/at_download/file.

TIMYAN, J. *Bwa yo: important trees of Haití* [en línea]. Washington DC-Estado Unidos: Universidad de Michigan, 1996. p. 64. [Consulta: 17 febrero 2021]. ISBN: 0-9645449-0-3. Disponible en: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015040685151&view=1up&seq=78>.

TOLEDO, M. *Ecología y silvicultura de especies menos conocidas Cedro, Cedrela spp.* Santa Cruz-Bolivia: Proyecto BOLFOR II/ Instituto Boliviano de Investigación Forestal, 2008. ISBN 9789990595291. pp. 5-10.

TORAL, V.; et al. “Alien species pathways to the Galápagos Islands, Ecuador”. *PLoS ONE* [en línea], (2017), (Ecuador) 12(9), pp. 1-21. [Consulta: 12 febrero 2021]. ISSN: 19326203. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0184379&type=printable>.

TORRES, J. Evaluación dasométrica de *Cedrela odorata* L. en diferentes modelos de plantación forestal en el recinto El Carmen cantón Santa Cruz, Galápagos (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2022. pp. 38-56.

TORRES, M. Evaluación de plantaciones forestales mixtas en Santa Cecilia, La Cruz, Guanacaste (Proyecto de graduación) (Bachillerato). [en línea] Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago-Costa Rica. 2007. p. 46. [Consulta: 17 febrero 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/60988954.pdf>.

TROPICOS. *Cedrela odorata* L. [en línea]. San Luis-Estados Unidos: Jardín Botánico de Misuri, 2020. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <http://legacy.tropicos.org/Name/20400353>.

TRUEMAN, M.; & D'OZOUVILLE, N. "Characterizing the Galápagos terrestrial climate in the face of global climate change". *Galapagos Research* [en línea], 2010, (Ecuador) 67(1), pp. 26-37. ISSN: 1390-2830. Disponible en: <https://www.darwinfoundation.org/en/publications/galapagos-research/galapagos-research-67>.

TRUEMAN, M.; et al. "Residence time and human-induced propagule pressure at work in the alien flora of Galapagos". *Biol Invasions* [en línea], 2010, (Ecuador) 12(12), pp. 3849-3960. [Consulta: 15 febrero 2021]. ISSN: 13873547. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-010-9822-8>.

TYE, A. *The status of the endemic flora of Galapagos: the number of threatened species is increasing* [en línea]. San Francisco-Estados Unidos: Charles Darwin Foundation, 2006. p. 99. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.galapagos.org/wp-content/uploads/2012/04/biodiv1-status-of-endemic-flora.pdf>.

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO. *Capacidades para el manejo y gestión del bosque nativo: Manual técnico manejo del bosque nativo* [en línea]. Concepción-Chile: Universidad del Bío-Bío, 2014. pp. 4-5. [Consulta: 10 abril 2022]. Disponible en: https://investigacion.conaf.cl/archivos/repositorio_documento/2018/10/Material-educactivo-manual-manejo-tecnico-Bosque-Nativo..pdf.

VALLEJOS, J.; et al. "Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal". *Agronomía Costarricense* [en línea], 2010, (Costa Rica) 34(1), pp. 105-119. [Consulta: 19 febrero 2021]. ISSN: 0377-9424. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v34n1/a11v34n1.pdf>.

VIERA, C.; & PINEDA, A. "Productividad de lindero maderable de *Cedrela odorata*". *Agronomía Mesoamericana* [en línea], 2004, (Costa Rica) 15(1), pp. 85-92. [Consulta: 20 enero 2022]. ISSN: 1021-7444. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/26507494_Productividad_de_lindero_maderable_de_Cedrela_odorata/fulltext/0e605553f0c46d4f0ab1133b/Productividad-de-lindero-maderable-de-Cedrela-odorata.pdf.

VILÁ, M.; et al. "Ecological impacts of invasive alien plants: A meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems". *Ecology Letters* [en línea], 2011, (España) 14(7), pp. 702-708. [Consulta: 15 febrero 2021]. ISSN: 1461023X. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x>.

WABO, E. *Medición de diámetros, alturas y edad del árbol* [en línea]. La Plata-Argentina: Universidad Nacional de la Plata, 2002. pp. 1-2. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76146/mod_folder/content/0/WABO%20Diámetros.pdf?forcedownload=1.

WATSON, J.; et al. “Mapping terrestrial anthropogenic degradation on the inhabited islands of the Galapagos Archipelago”. Cambridge University Press [en línea], 2009, (Estados Unidos) 44(1), pp. 79-82. [Consulta: 15 febrero 2021]. ISSN: 0030-6053. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/2EC68F76E2F5BE48EA078C78FDB30270/S0030605309990226a.pdf/mapping-terrestrial-anthropogenic-degradation-on-the-inhabited-islands-of-the-galapagos-archipelago.pdf>.

WATSON, J.; et al. “Mapping terrestrial anthropogenic degradation on the inhabited islands of the Galapagos Archipelago”. Oryx [en línea], 2010, (Ecuador) 44(1), pp. 79-82. [Consulta: 12 febrero 2021]. ISSN: 00306053. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/2EC68F76E2F5BE48EA078C78FDB30270/S0030605309990226a.pdf/mapping-terrestrial-anthropogenic-degradation-on-the-inhabited-islands-of-the-galapagos-archipelago.pdf>.

YEPES, A.; et al. *Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia* [en línea]. Bogotá-Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales (IDEAM), 2011. p. 45. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Protocolo+para+la+estimación+nacional+y+subnacional_1.pdf/11c9d26b-5a03-4d13-957e-0bcc1af8f108.



D.B.R.A.I.
Ing. Cristian Castillo

ANEXOS

ANEXO A: SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO CON TÉCNICOS DE MAG DE LA DIRECCIÓN DISTRITAL GALÁPAGOS Y DUEÑOS DE PREDIOS A EVALUAR



ANEXO B: BREVE CAPACITACIÓN A ESTUDIANTES DEL COLEGIO MIGUEL ÁNGEL CAZARES, QUE APORTARON CON EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO



ANEXO C: TOMA Y REGISTRO DE MEDIDAS



ANEXO D: INACCESIBILIDAD POR ESPECIES INVASORAS



ANEXO E: INADECUADO MANEJO DE RESIDUOS PRODUCTO DEL APROVECHAMIENTO



ANEXO F: RALEO EFECTUADO POR PROPIETARIOS



ANEXO G: RESUMEN DE VARIABLES DE PRODUCTIVIDAD DEL RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ

UR	Variables	X̄	Límites de Confianza		Error Relativo (%)	Total
			Sup	Inf		
A	No. Árboles/parcela	11	28	6		
	No. Árboles/ha	220	560	120		6270
	DAP (m)	0,29	0,32	0,27	8,69	
	Altura comercial (m)	8,31	8,71	7,92	4,72	
	Altura total (m)	15,55	15,55	15,13	2,67	
	Área basal (m2)	0,08	0,10	0,07	16,83	
	Volumen comercial (m3)	0,56	0,66	0,45	18,78	
	Volumen total (m3)	1,00	1,19	0,82	18,11	
	Volumen comercial/ha	122,67	370,88	54,34		3496,02
Volumen total/ha (m3)	220,82	664,56	98,74		6293,46	
B	No. Árboles/parcela	10	18	5		
	No. Árboles/ha	200	360	100		2320
	DAP (m)	0,33	0,36	0,30	9,62	
	Altura comercial (m)	7,91	8,31	7,52	4,97	
	Altura total (m)	14,94	15,37	14,51	2,88	
	Área basal (m2)	0,10	0,12	0,08	19,15	
	Volumen comercial (m3)	0,63	0,77	0,49	22,28	
	Volumen total (m3)	1,13	1,36	0,49	20,67	
	Volumen comercial/ha	126,47	278,38	49,15		1467,10
Volumen total/ha (m3)	225,99	490,88	49,15		2621,52	
C	No. Árboles/parcela	26	39	18		
	No. Árboles/ha	520	780	360		6552
	DAP (m)	0,29	0,31	0,27	5,54	
	Altura comercial (m)	9,17	9,50	8,84	3,60	
	Altura total (m)	15,38	15,67	15,10	1,87	
	Área basal (m2)	0,08	0,09	0,07	10,71	
	Volumen comercial (m3)	0,58	0,65	0,51	12,12	
	Volumen total (m3)	0,95	1,06	0,84	11,56	
	Volumen comercial/ha	302,69	509,05	184,17		3813,93
Volumen total/ha (m3)	492,03	823,34	301,27		6199,57	
D	No. Árboles/parcela	16	29	10		
	No. Árboles/ha	328	580	200		3504
	DAP (m)	0,24	0,25	0,22	7,80	
	Altura comercial (m)	8,46	8,92	7,99	5,53	
	Altura total (m)	14,66	15,08	14,23	2,90	
	Área basal (m2)	0,05	0,06	0,05	15,71	
	Volumen comercial (m3)	0,36	0,42	0,30	17,15	
	Volumen total (m3)	0,60	0,71	0,50	17,22	
	Volumen comercial/ha	117,38	243,53	59,39		1255,99
Volumen total/ha (m3)	197,65	410,33	99,91		2114,90	
E	No. Árboles/parcela	16	25	10		
	No. Árboles/ha	646	1000,00	400		4911
	DAP (m)	0,27	0,29	0,26	5,76	
	Altura comercial (m)	6,62	6,93	6,31	4,71	
	Altura total (m)	13,72	14,06	13,38	2,46	
	Área basal (m2)	0,07	0,08	0,06	10,69	
	Volumen comercial (m3)	0,38	0,42	0,33	13,03	
	Volumen total (m3)	0,75	0,83	0,66	11,70	
	Volumen comercial/ha	242,60	424,37	130,61		1843,76
Volumen total/ha (m3)	481,67	832,66	263,28		3660,66	
F	No. Árboles/parcela	12	17	6		
	No. Árboles/ha	488	680	240		1078

	DAP (m)	0,37	0,40	0,33	10,01	
	Altura comercial (m)	8,69	9,36	8,02	7,67	
	Altura total (m)	15,37	15,99	14,76	4,01	
	Área basal (m2)	0,12	0,15	0,10	18,58	
	Volumen comercial (m3)	0,83	1,01	0,65	21,70	
	Volumen total (m3)	1,41	1,68	1,13	19,66	
	Volumen comercial/ha	406,01	688,50	156,36		897,29
	Volumen total/ha (m3)	686,22	1144,22	271,13		1516,54
G	No. Árboles/parcela	9	12	7		
	No. Árboles/ha	370	480	280		685
	DAP (m)	0,25	0,28	0,21	13,19	
	Altura comercial (m)	5,98	6,56	5,41	9,56	
	Altura total (m)	14,41	15,16	13,66	5,21	
	Área basal (m2)	0,06	0,07	0,04	24,25	
	Volumen comercial (m3)	0,27	0,35	0,19	28,98	
	Volumen total (m3)	0,62	0,79	0,46	26,48	
	Volumen comercial/ha	100,56	168,25	54,05		186,03
Volumen total/ha (m3)	229,74	376,97	127,82		425,02	
H	No. Árboles/parcela	4	6	3		
	No. Árboles/ha	173	240	120		232
	DAP (m)	0,31	0,34	0,29	8,72	
	Altura comercial (m)	7,20	8,47	5,93	17,64	
	Altura total (m)	15,01	15,76	14,26	5,01	
	Área basal (m2)	0,08	0,09	0,07	16,70	
	Volumen comercial (m3)	0,40	0,50	0,30	23,80	
	Volumen total (m3)	0,83	0,98	0,68	18,17	
	Volumen comercial/ha	69,36	118,89	36,59		92,94
Volumen total/ha (m3)	143,55	234,88	81,33		192,36	
I	No. Árboles/parcela	4	5	4		
	No. Árboles/ha	173	200	160		213
	DAP (m)	0,59	0,67	0,50	14,60	
	Altura comercial (m)	7,43	8,07	6,79	8,64	
	Altura total (m)	15,77	16,49	15,06	4,55	
	Área basal (m2)	0,29	0,37	0,21	27,82	
	Volumen comercial (m3)	1,53	1,98	1,08	29,70	
	Volumen total (m3)	3,23	4,20	2,27	29,77	
	Volumen comercial/ha	265,23	396,94	172,11		326,24
Volumen total/ha (m3)	560,36	839,02	363,29		689,24	
J	No. Árboles/parcela	15	21	10		
	No. Árboles/ha	618	840	400		4099
	DAP (m)	0,22	0,24	0,21	6,69	
	Altura comercial (m)	6,24	6,53	5,98	4,37	
	Altura total (m)	14,38	14,79	13,97	2,85	
	Área basal (m2)	0,05	0,05	0,04	15,05	
	Volumen comercial (m3)	0,24	0,28	0,19	17,93	
	Volumen total (m3)	0,52	0,60	0,44	15,88	
	Volumen comercial/ha	145,42	233,03	77,23		964,14
Volumen total/ha (m3)	321,49	506,23	174,98		2131,46	
K	No. Árboles/parcela	9	12	6		
	No. Árboles/ha	347	480	240		506
	DAP (m)	0,27	0,32	0,22	18,59	
	Altura comercial (m)	5,57	6,25	4,89	12,24	
	Altura total (m)	16,00	16,74	15,26	4,64	
	Área basal (m2)	0,07	0,09	0,04	36,32	
	Volumen comercial (m3)	0,31	0,44	0,19	39,07	
	Volumen total (m3)	0,83	1,14	0,52	37,44	
	Volumen comercial/ha	109,00	209,88	45,98		159,14
Volumen total/ha (m3)	287,81	547,72	124,64		420,20	

UR	Variables	\bar{X}	Límites de Confianza		Error Relativo (%)	Total
			Sup	Inf		
D	No. Árboles/parcela	16	29	10		
	No. Árboles/ha	328	580	200		3504
	DAP (m)	0,24	0,25	0,22	7,80	
	Altura comercial (m)	8,46	8,92	7,99	5,53	
	Altura total (m)	14,66	15,08	14,23	2,90	
	Área basal (m2)	0,05	0,06	0,05	15,71	
	Volumen comercial (m3)	0,36	0,42	0,30	17,15	
	Volumen total (m3)	0,60	0,71	0,50	17,22	
	Volumen comercial/ha	117,38	243,53	59,39		1255,99
Volumen total/ha (m3)	197,65	410,33	99,91		2114,90	
E	No. Árboles/parcela	16	25	10		
	No. Árboles/ha	646	1000	400		4911
	DAP (m)	0,27	0,29	0,26	5,76	
	Altura comercial (m)	6,62	6,93	6,31	4,71	
	Altura total (m)	13,72	14,06	13,38	2,46	
	Área basal (m2)	0,07	0,08	0,06	10,69	
	Volumen comercial (m3)	0,38	0,42	0,33	13,03	
	Volumen total (m3)	0,75	0,83	0,66	11,70	
	Volumen comercial/ha	242,60	424,37	130,61		1843,76
Volumen total/ha (m3)	481,67	832,66	263,28		3660,66	
F	No. Árboles/parcela	12	17	6		
	No. Árboles/ha	488	680	240		1078
	DAP (m)	0,37	0,40	0,33	10,01	
	Altura comercial (m)	8,69	9,36	8,02	7,67	
	Altura total (m)	15,37	15,99	14,76	4,01	
	Área basal (m2)	0,12	0,15	0,10	18,58	
	Volumen comercial (m3)	0,83	1,01	0,65	21,70	
	Volumen total (m3)	1,41	1,68	1,13	19,66	
	Volumen comercial/ha	406,01	688,50	156,36		897,29
Volumen total/ha (m3)	686,22	1144,22	271,13		1516,54	
UR	Variables	\bar{X}	Límites de Confianza		Error Relativo (%)	Total
			Sup	Inf		
G	No. Árboles/parcela	9	12	7		
	No. Árboles/ha	370	480	280		685
	DAP (m)	0,25	0,28	0,21	13,19	
	Altura comercial (m)	5,98	6,56	5,41	9,56	
	Altura total (m)	14,41	15,16	13,66	5,21	
	Área basal (m2)	0,06	0,07	0,04	24,25	
	Volumen comercial (m3)	0,27	0,35	0,19	28,98	
	Volumen total (m3)	0,62	0,79	0,46	26,48	
	Volumen comercial/ha	100,56	168,25	54,05		186,03
Volumen total/ha (m3)	229,74	376,97	127,82		425,02	
H	No. Árboles/parcela	4	6	3		
	No. Árboles/ha	173	240	120		232
	DAP (m)	0,31	0,34	0,29	8,72	
	Altura comercial (m)	7,20	8,47	5,93	17,64	
	Altura total (m)	15,01	15,76	14,26	5,01	
	Área basal (m2)	0,08	0,09	0,07	16,70	
	Volumen comercial (m3)	0,40	0,50	0,30	23,80	
	Volumen total (m3)	0,83	0,98	0,68	18,17	
	Volumen comercial/ha	69,36	118,89	36,59		92,94
Volumen total/ha (m3)	143,55	234,88	81,33		192,36	
I	No. Árboles/parcela	4	5	4		
	No. Árboles/ha	173	200	160		213

	DAP (m)	0,59	0,67	0,50	14,60	
	Altura comercial (m)	7,43	8,07	6,79	8,64	
	Altura total (m)	15,77	16,49	15,06	4,55	
	Área basal (m2)	0,29	0,37	0,21	27,82	
	Volumen comercial (m3)	1,53	1,98	1,08	29,70	
	Volumen total (m3)	3,23	4,20	2,27	29,77	
	Volumen comercial/ha	265,23	396,94	172,11		326,24
	Volumen total/ha (m3)	560,36	839,02	363,29		689,24
UR	Variables	X̄	Límites de Confianza		Error Relativo (%)	Total
			Sup	Inf		
J	No. Árboles/parcela	15	21	10		
	No. Árboles/ha	618	840	400		4099
	DAP (m)	0,22	0,24	0,21	6,69	
	Altura comercial (m)	6,24	6,53	5,98	4,37	
	Altura total (m)	14,38	14,79	13,97	2,85	
	Área basal (m2)	0,05	0,05	0,04	15,05	
	Volumen comercial (m3)	0,24	0,28	0,19	17,93	
	Volumen total (m3)	0,52	0,60	0,44	15,88	
	Volumen comercial/ha	145,42	233,03	77,23		964,14
Volumen total/ha (m3)	321,49	506,23	174,98		2131,46	
K	No. Árboles/parcela	9	12	6		
	No. Árboles/ha	347	480	240		506
	DAP (m)	0,27	0,32	0,22	18,59	
	Altura comercial (m)	5,57	6,25	4,89	12,24	
	Altura total (m)	16,00	16,74	15,26	4,64	
	Área basal (m2)	0,07	0,09	0,04	36,32	
	Volumen comercial (m3)	0,31	0,44	0,19	39,07	
	Volumen total (m3)	0,83	1,14	0,52	37,44	
	Volumen comercial/ha	109,00	209,88	45,98		159,14
Volumen total/ha (m3)	287,81	547,72	124,64		420,20	

ANEXO H: PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILK PARA VOLUMEN COMERCIAL Y TOTAL POR HECTÁREA

Volumen comercial											
Shapiro-Wilk	Unidades de remanente										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Estadístico	0,95	0,95	0,90	0,88	0,93	0,91	0,88	1,00	0,98	0,74	0,98
gl	11	8	10	8	13	5	4	3	3	11	3
Sig.	0,64	0,67	0,19	0,18	0,35	0,45	0,36	0,96	0,71	0,00	0,70

Volumen total											
Shapiro-Wilk	Unidades de remanente										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Estadístico	0,94	0,94	0,96	0,95	0,96	0,86	0,83	0,82	0,84	0,91	0,99
gl	11	8	10	8	13	5	4	3	3	11	3
Sig.	0,54	0,60	0,77	0,75	0,81	0,21	0,15	0,17	0,23	0,26	0,80

ANEXO I: PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS PARA VOLUMEN COMERCIAL Y TOTAL POR HECTÁREA

Prueba de Levene para volumen total					
F.V.	SC	gl	CM	F	p
UR	152942,92	10	15294,29	3,42	0,0011
Error	304378,25	68	4476,15		
Total	457321,16	78			
Prueba de Levene para volumen comercial					
F.V.	SC	gl	CM	F	p
UR	73886,32	10	7388,63	3,95	0,0003
Error	127103,72	68	1869,17		
Total	200990,04	78			

C	1	11	8	11	8	19	0	14	5	8	11	19	0	17	2	12	7	19	0	19	0	19	0	17	2
	2	12	10	11	11	22	0	17	5	11	11	22	0	22	0	15	7	21	1	22	0	21	1	22	0
	3	14	13	11	16	27	0	22	5	14	13	27	0	27	0	22	5	27	0	27	0	27	0	27	0
	4	11	7	6	12	18	0	13	5	9	9	18	0	18	0	16	2	17	1	17	1	18	0	17	1
	5	14	8	6	16	22	0	12	10	11	11	22	0	19	3	18	4	19	3	21	1	19	3	20	2
	6	15	19	11	23	34	0	27	7	19	15	34	0	34	0	28	6	34	0	33	1	34	0	33	1
	7	12	14	11	15	26	0	15	11	14	12	26	0	26	0	18	8	26	0	25	1	26	0	22	4
	8	15	15	20	10	30	0	25	5	17	13	29	1	30	0	21	9	29	1	30	0	30	0	27	3
	9	17	5	12	10	22	0	14	8	9	13	20	2	22	0	17	5	17	5	22	0	13	9	22	0
	10	16	23	22	17	39	0	37	2	24	15	39	0	39	0	27	12	38	1	38	1	37	2	37	2
	Suma	137,0	122,0	121,0	138,0	259,0	0,0	196,0	63,0	136,0	123,0	256,0	3,0	254,0	5,0	194,0	65,0	247,0	12,0	254,0	5,0	244,0	15,0	244,0	15,0
Promedio	13,7	12,2	12,1	13,8	25,9	0,0	19,6	6,3	13,6	12,3	25,6	0,3	25,4	0,5	19,4	6,5	24,7	1,2	25,4	0,5	24,4	1,5	24,4	1,5	
S2	4,5	32,6	26,8	20,0	45,7	0,0	64,9	7,3	26,3	3,6	46,9	0,5	52,5	1,2	26,3	7,8	54,0	2,6	43,8	0,3	59,2	8,1	43,6	1,8	
Error E	0,7	1,8	1,6	1,4	2,1	0,0	2,5	0,9	1,6	0,6	2,2	0,2	2,3	0,3	1,6	0,9	2,3	0,5	2,1	0,2	2,4	0,9	2,1	0,4	

Unidad de remanente "D"

N° Plantación	N° Parcela	CR		LT		EF		ND		FAR		RA60°		RG		FLI		TS		AMI		B		RV	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
D	1	12	7	10	9	19	0	11	8	8	11	19	0	18	1	17	2	18	1	18	1	19	0	19	0
	2	7	3	5	5	10	0	8	2	4	6	10	0	9	1	6	4	10	0	10	0	7	3	9	1
	3	8	2	4	6	10	0	9	1	3	7	10	0	10	0	6	4	9	1	10	0	8	2	7	3
	4	5	9	9	5	13	0	11	3	9	5	14	0	12	2	10	4	14	0	14	0	14	0	12	2
	5	12	17	9	20	29	0	25	4	18	11	29	0	29	0	23	6	28	1	28	1	28	1	28	1
	6	6	4	4	6	10	0	8	2	5	5	10	0	10	0	9	1	9	1	10	0	10	0	10	0
	7	11	5	4	12	16	0	12	4	5	11	16	0	16	0	15	1	16	0	16	0	16	0	15	1
	8	11	12	11	12	23	0	23	0	13	10	23	0	22	1	22	1	21	2	23	0	22	1	23	0
	Suma	72	59	56	75	130	0	107	24	65	66	131	0	126	5	108	23	125	6	129	2	124	7	123	8
	Promedio	9,0	7,4	7,0	9,4	16,3	0,0	13,4	3,0	8,1	8,3	16,4	0,0	15,8	0,6	13,5	2,9	15,6	0,8	16,1	0,3	15,5	0,9	15,4	1,0
S2	8,0	26,0	9,1	26,8	49,1	0,0	45,4	6,0	26,4	7,6	48,3	0,0	49,4	0,6	46,0	3,6	44,3	0,5	44,1	0,2	53,1	1,3	54,6	1,1	
Error E	1,0	1,8	1,1	1,8	2,5	0,0	2,4	0,9	1,8	1,0	2,5	0,0	2,5	0,3	2,4	0,7	2,4	0,3	2,3	0,2	2,6	0,4	2,6	0,4	

Unidad de remanente "E"

N° Plantación	N° Parcela	CR		LT		EF		ND		FAR		RA60°		RG		FLI		TS		AMI		B		RV	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
E	1	14	11	10	15	25	0	21	4	13	12	25	0	24	1	20	5	23	2	25	0	23	2	24	1
	2	6	11	6	11	17	0	15	2	11	6	17	0	17	0	15	2	17	0	17	0	17	0	17	0
	3	11	8	9	10	19	0	17	2	9	10	19	0	19	0	15	4	18	1	18	1	19	0	19	0
	4	10	11	12	9	21	0	17	4	15	6	21	0	21	0	19	2	17	4	21	0	21	0	21	0
	5	4	6	6	4	10	0	8	2	8	2	10	0	10	0	8	2	8	2	10	0	8	2	9	1
	6	5	6	7	4	11	0	10	1	6	5	11	0	11	0	9	2	11	0	11	0	11	0	10	1

	7	8	4	5	7	12	0	12	0	7	5	12	0	12	0	9	3	9	3	12	0	12	0	10	2
	8	9	6	6	9	15	0	11	4	4	8	15	0	14	1	12	3	14	1	15	0	15	0	14	1
	9	14	4	7	11	18	0	15	3	6	12	18	0	18	0	14	4	16	2	18	0	16	2	18	0
	10	10	6	6	10	16	0	16	0	7	9	16	0	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1
	11	8	7	11	4	15	0	10	5	11	4	15	0	15	0	14	1	11	4	14	1	14	1	15	0
	12	9	8	10	7	17	0	13	4	12	5	17	0	16	1	15	2	13	4	17	0	16	1	14	3
	13	8	6	3	11	14	0	14	0	6	8	14	0	14	0	10	4	14	0	14	0	13	1	13	1
	Suma	116,0	94,0	98,0	112,0	210,0	0,0	179,0	31,0	115,0	92,0	210,0	0,0	206,0	4,0	175,0	35,0	186,0	24,0	207,0	3,0	200,0	10,0	199,0	11,0
	Promedio	8,9	7,2	7,5	8,6	16,2	0,0	13,8	2,4	8,8	7,1	16,2	0,0	15,8	0,3	13,5	2,7	14,3	1,8	15,9	0,2	15,4	0,8	15,3	0,8
	S2	9,1	6,0	6,9	10,9	17,0	0,0	12,9	3,1	10,8	9,4	17,0	0,0	15,8	0,2	13,9	1,6	16,6	2,3	16,9	0,2	16,6	0,7	19,7	0,8
	Error E	0,8	0,7	0,7	0,9	1,1	0,0	1,0	0,5	0,9	0,9	1,1	0,0	1,1	0,1	1,0	0,3	1,1	0,4	1,1	0,1	1,1	0,2	1,2	0,2
Unidad de remanente "F"																									
Nº Plantación	Nº Parcela	CR		LT		EF		ND		FAR		RA60°		RG		FLI		TS		AMI		B		RV	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
F	1	2	4	3	3	6	0	5	1	4	2	6	0	5	1	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0
	2	7	6	6	7	13	0	8	5	6	7	12	1	13	0	11	2	13	0	13	0	11	2	13	0
	3	8	5	5	4	13	0	5	8	6	7	13	0	12	1	10	3	12	1	13	0	9	4	13	0
	4	4	8	7	5	12	0	12	0	8	4	12	0	11	1	10	2	12	0	12	0	8	4	12	0
	5	10	7	7	10	17	0	13	4	8	9	17	0	14	3	14	3	16	1	16	1	17	0	17	0
	Suma	31,0	30,0	28,0	29,0	61,0	0,0	43,0	18,0	32,0	29,0	60,0	1,0	55,0	6,0	51,0	10,0	59,0	2,0	60,0	1,0	51,0	10,0	61,0	0,0
	Promedio	6,2	6,0	5,6	5,8	12,2	0,0	8,6	3,6	6,4	5,8	12,0	0,2	11,0	1,2	10,2	2,0	11,8	0,4	12,0	0,2	10,2	2,0	12,2	0,0
	S2	10,2	2,5	2,8	7,7	15,7	0,0	14,3	10,3	2,8	7,7	15,5	0,2	12,5	1,2	8,2	1,5	13,2	0,3	13,5	0,2	17,7	4,0	15,7	0,0
Error E	1,4	0,7	0,7	1,2	1,8	0,0	1,7	1,4	0,7	1,2	1,8	0,2	1,6	0,5	1,3	0,5	1,6	0,2	1,6	0,2	1,9	0,9	1,8	0,0	
Unidad de remanente "G"																									
Nº Plantación	Nº Parcela	CR		LT		EF		ND		FAR		RA60°		RG		FLI		TS		AMI		B		RV	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
G	1	6	5	6	5	11	0	9	2	6	5	11	0	11	0	6	5	10	1	11	0	9	2	10	1
	2	8	4	6	6	12	0	11	1	5	7	11	1	11	1	9	3	11	1	12	0	11	1	12	0
	3	7	0	1	6	7	0	5	2	1	6	7	0	7	0	5	2	6	1	7	0	5	2	5	2
	4	5	2	2	5	7	0	7	0	2	5	7	0	6	1	3	4	7	0	7	0	7	0	6	1
	Suma	26	11	15	22	37	0	32	5	14	23	36	1	35	2	23	14	34	3	37	0	32	5	33	4
	Promedio	6,5	2,8	3,8	5,5	9,3	0,0	8,0	1,3	3,5	5,8	9,0	0,3	8,8	0,5	5,8	3,5	8,5	0,8	9,3	0,0	8,0	1,3	8,3	1,0
	S2	1,7	4,9	6,9	0,3	6,9	0,0	6,7	0,9	5,7	0,9	5,3	0,3	6,9	0,3	6,3	1,7	5,7	0,3	6,9	0,0	6,7	0,9	10,9	0,7
Error E	0,6	1,1	1,3	0,3	1,3	0,0	1,3	0,5	1,2	0,5	1,2	0,3	1,3	0,3	1,3	0,6	1,2	0,3	1,3	0,0	1,3	0,5	1,7	0,4	
Unidad de remanente "H"																									
Nº Plantación	Nº Parcela	CR		LT		EF		ND		FAR		RA60°		RG		FLI		TS		AMI		B		RV	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
H	1	2	4	6	0	6	0	4	2	4	2	6	0	6	0	4	2	6	0	6	0	4	2	6	0

	2	1	3	2	2	4	0	4	0	3	1	4	0	4	0	5	1	6	0	6	0	6	0	4	0
	3	0	3	1	2	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	1	2	3	0	3	0	3	0	3	0
	Suma	3	10	9	4	13	0	11	2	10	3	13	0	13	0	10	5	15	0	15	0	13	2	13	0
	Promedio	1,0	3,3	3,0	1,3	4,3	0,0	3,7	0,7	3,3	1,0	4,3	0,0	4,3	0,0	3,3	1,7	5,0	0,0	5,0	0,0	4,3	0,7	4,3	0,0
	S2	1,0	0,3	7,0	1,3	2,3	0,0	0,3	1,3	0,3	1,0	2,3	0,0	2,3	0,0	4,3	0,3	3,0	0,0	3,0	0,0	2,3	1,3	2,3	0,0
	Error E	0,6	0,3	1,5	0,7	0,9	0,0	0,3	0,7	0,3	0,6	0,9	0,0	0,9	0,0	1,2	0,3	1,0	0,0	1,0	0,0	0,9	0,7	0,9	0,0
Unidad de remanente "I"																									
Nº Plantación	Nº Parcela	CR		LT		EF		ND		FAR		RA60°		RG		FLI		TS		AMI		B		RV	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	1	2	2	2	2	4	0	2	2	2	2	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	1	3
	2	5	0	4	1	5	0	4	1	0	5	5	0	3	2	3	2	5	0	5	0	4	1	3	2
	3	3	1	2	2	4	0	1	3	1	3	4	0	4	0	4	0	4	0	3	1	2	2	3	1
	Suma	10	3	8	5	13	0	7	6	3	10	13	0	11	2	11	2	13	0	12	1	10	3	7	6
	Promedio	3,3	1,0	2,7	1,7	4,3	0,0	2,3	2,0	1,0	3,3	4,3	0,0	3,7	0,7	3,7	0,7	4,3	0,0	4,0	0,3	3,3	1,0	2,3	2,0
	S2	2,3	1,0	1,3	0,3	0,3	0,0	2,3	1,0	1,0	2,3	0,3	0,0	0,3	1,3	0,3	1,3	0,3	0,0	1,0	0,3	1,3	1,0	1,3	1,0
	Error E	0,9	0,6	0,7	0,3	0,3	0,0	0,9	0,6	0,6	0,9	0,3	0,0	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,0	0,6	0,3	0,7	0,6	0,7	0,6
Unidad de remanente "J"																									
Nº Plantación	Nº Parcela	CR		LT		EF		ND		FAR		RA60°		RG		FLI		TS		AMI		B		RV	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
J	1	6	8	7	7	14	0	11	3	8	6	14	0	14	0	11	3	14	0	13	1	14	0	14	0
	2	8	2	5	5	10	0	7	3	2	8	10	0	10	0	6	4	10	0	10	0	8	2	9	1
	3	7	6	9	4	13	0	11	2	7	6	13	0	13	0	12	1	12	1	12	1	9	4	13	0
	4	6	6	4	8	12	0	11	1	6	6	12	0	12	0	9	3	12	0	12	0	10	2	12	0
	5	9	12	6	14	21	0	17	4	13	8	20	1	20	1	16	5	20	1	21	0	20	1	20	1
	6	4	7	2	9	11	0	8	3	7	4	11	0	11	0	10	1	11	0	11	0	11	0	10	1
	7	10	6	4	12	16	0	13	3	6	10	16	0	15	1	14	2	16	0	16	0	16	0	16	0
	8	16	4	7	13	20	0	18	2	4	16	20	0	20	0	16	4	20	0	19	1	14	6	20	0
	9	8	9	8	9	17	0	16	1	9	8	17	0	17	0	13	4	17	0	17	0	15	2	17	0
	10	3	17	14	6	20	0	19	1	17	3	20	0	19	1	14	6	20	0	20	0	20	0	20	0
	11	10	6	6	10	16	0	15	1	7	9	16	0	16	0	13	3	15	1	16	0	16	0	14	2
	Suma	87,0	83,0	72,0	97,0	170,0	0,0	146,0	24,0	86,0	84,0	169,0	1,0	167,0	3,0	134,0	36,0	167,0	3,0	167,0	3,0	153,0	17,0	165,0	5,0
	Promedio	7,9	7,5	6,5	8,8	15,5	0,0	13,3	2,2	7,8	7,6	15,4	0,1	15,2	0,3	12,2	3,3	15,2	0,3	15,2	0,3	13,9	1,5	15,0	0,5
S2	12,3	16,5	10,1	10,6	14,5	0,0	16,2	1,2	17,0	12,1	13,5	0,1	12,6	0,2	9,2	2,4	14,0	0,2	14,6	0,2	16,7	3,9	15,6	0,5	
Error E	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1	0,0	1,2	0,3	1,2	1,0	1,1	0,1	1,1	0,1	0,9	0,5	1,1	0,1	1,2	0,1	1,2	0,6	1,2	0,2	
Unidad de remanente "K"																									
Nº Plantación	Nº Parcela	CR		LT		EF		ND		FAR		RA60°		RG		FLI		TS		AMI		B		RV	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
K	1	6	6	7	5	12	0	11	1	7	5	12	0	12	0	8	4	11	1	11	1	12	0	12	0

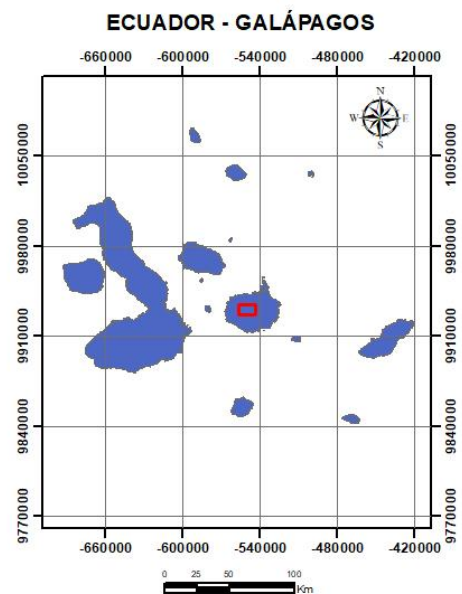
	2	0	6	3	3	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0
	3	5	3	6	2	8	0	7	1	3	5	8	0	8	0	5	3	8	0	7	1	8	0	8	0
	Suma	11	15	16	10	26	0	24	2	16	10	26	0	26	0	19	7	25	1	24	2	26	0	26	0
	Promedio	3,7	5,0	5,3	3,3	8,7	0,0	8,0	0,7	5,3	3,3	8,7	0,0	8,7	0,0	6,3	2,3	8,3	0,3	8,0	0,7	8,7	0,0	8,7	0,0
	S2	10,3	3,0	4,3	2,3	9,3	0,0	7,0	0,3	4,3	8,3	9,3	0,0	9,3	0,0	2,3	4,3	6,3	0,3	7,0	0,3	9,3	0,0	9,3	0,0
	Error E	1,9	1,0	1,2	0,9	1,8	0,0	1,5	0,3	1,2	1,7	1,8	0,0	1,8	0,0	0,9	1,2	1,5	0,3	1,5	0,3	1,8	0,0	1,8	0,0



ANEXO K: MAPAS DE LAS PARCELAS MUESTREADAS

A – RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



- PUNTOS CENTROIDES
- ÁREA MUESTREADA
- PARCELAS

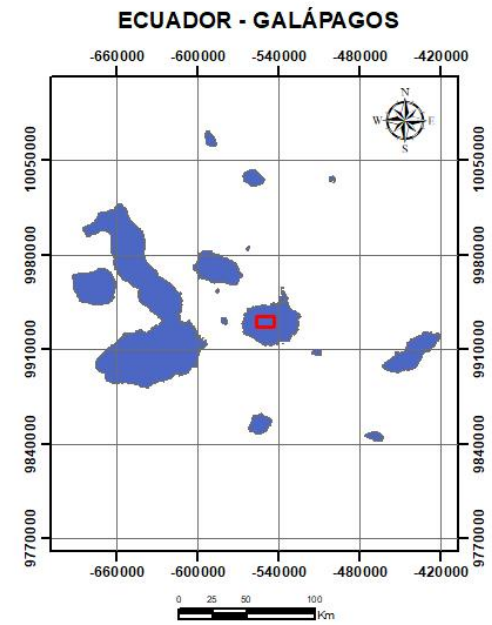




 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO 	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS	
SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA: 1:4.000.000
PROYECCIÓN: UTM	ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S	
COORDENADAS: WGS-84	

B – RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



- PUNTOS CENTROIDES
- PARCELAS
- ÁREA MUESTREADA

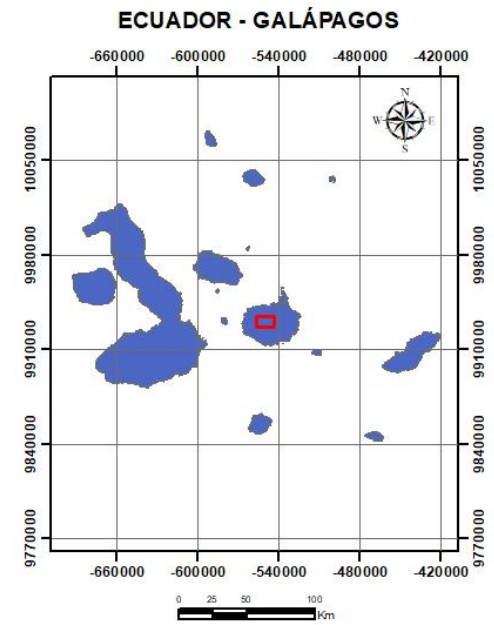




	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS		
SISTEMA DE COORDENADAS		ESCALA: 1:4.000.000
PROYECCIÓN: UTM		ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S		
COORDENADAS: WGS-84		

D – RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



- PUNTOS CENTRIDES
- PARCELAS
- ÁREA MUESTREADA



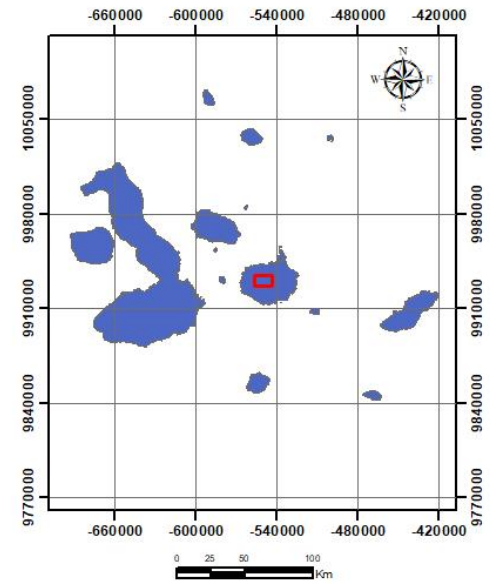
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS		
SISTEMA DE COORDENADAS		ESCALA: 1:4.000.000
PROYECCIÓN: UTM		ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S		
COORDENADAS: WGS-84		



E- RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



- PUNTOS CENTROIDES
- PARCELAS
- ÁREA MUESTREADA

ECUADOR - GALÁPAGOS



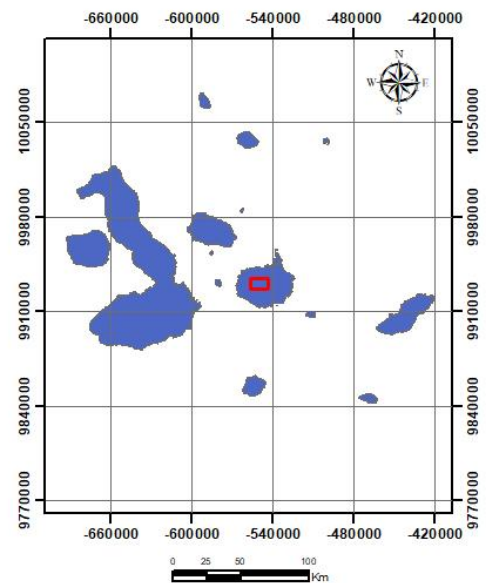
	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS		
SISTEMA DE COORDENADAS		ESCALA: 1:4.000.000
PROYECCIÓN: UTM		ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S		
COORDENADAS: WGS-84		



F- RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



- PUNTOS CENTROIDES
- PARCELAS
- ÁREA MUESTREADA

ECUADOR - GALÁPAGOS



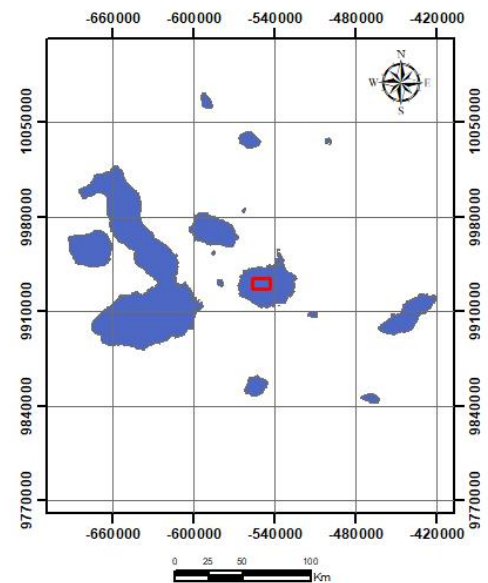
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO 	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS	
SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA: 1:2.500
PROYECCIÓN: UTM	ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S	
COORDENADAS: WGS-84	



G- RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



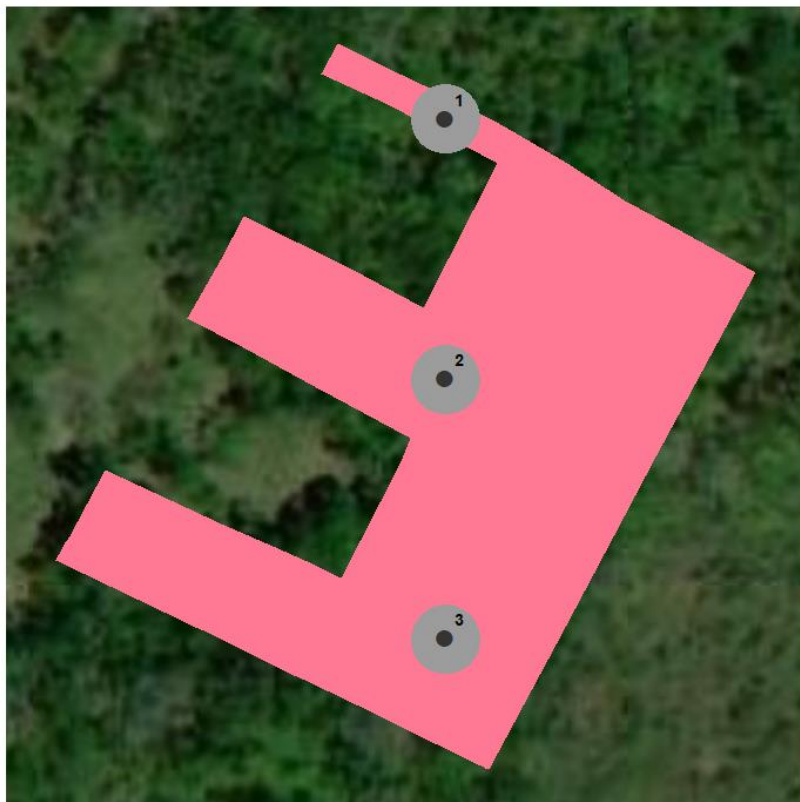
- PUNTOS CENTROIDES
- PARCELAS
- ÁREA MUESTREADA

ECUADOR - GALÁPAGOS



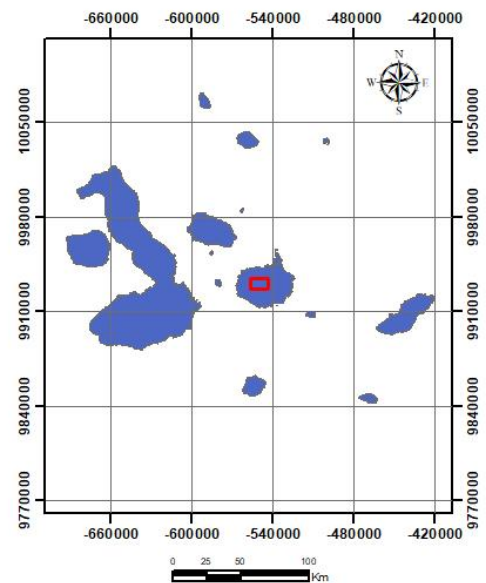
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO 	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedre la odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS	
SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA: 1:2.500
PROYECCIÓN: UTM	ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S	
COORDENADAS: WGS-84	



H – RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



- PUNTOS CENTROIDES
- PARCELAS
- ÁREA MUESTREADA

ECUADOR - GALÁPAGOS



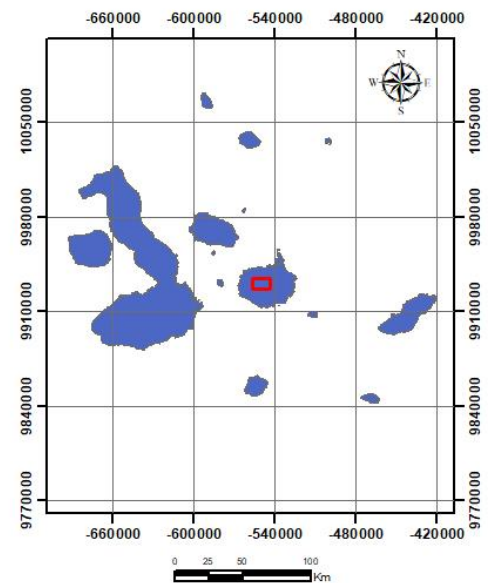
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO 	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS	
SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA: 1:2.500
PROYECCIÓN: UTM	ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S	
COORDENADAS: WGS-84	



I – RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



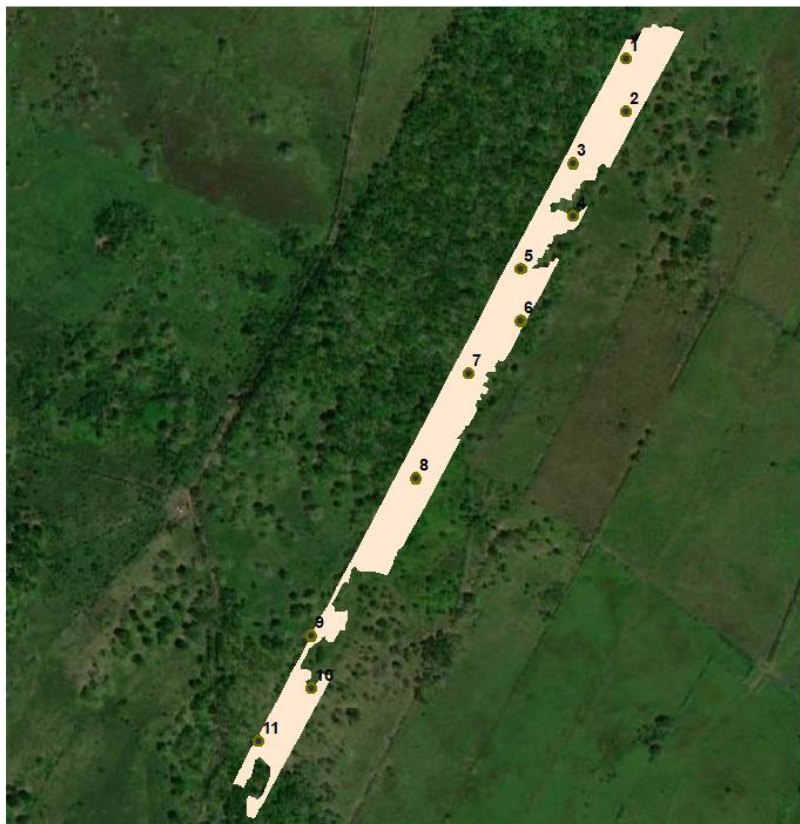
- PUNTOS CENTROIDES
- PARCELAS
- ÁREA MUESTREADA

ECUADOR - GALÁPAGOS



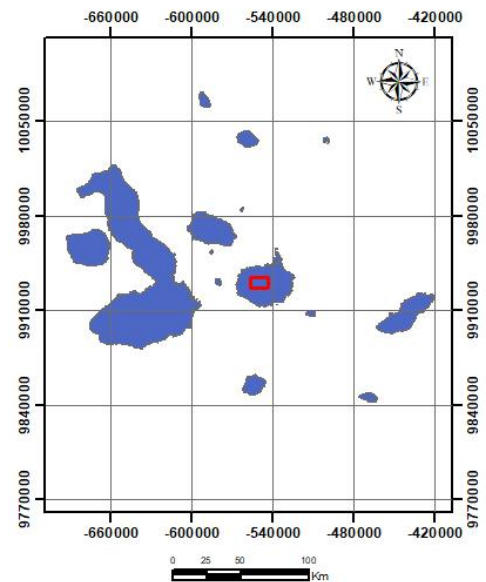
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO 	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS	
SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA: 1:1.500
PROYECCIÓN: UTM	ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S	
COORDENADAS: WGS-84	

J – RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



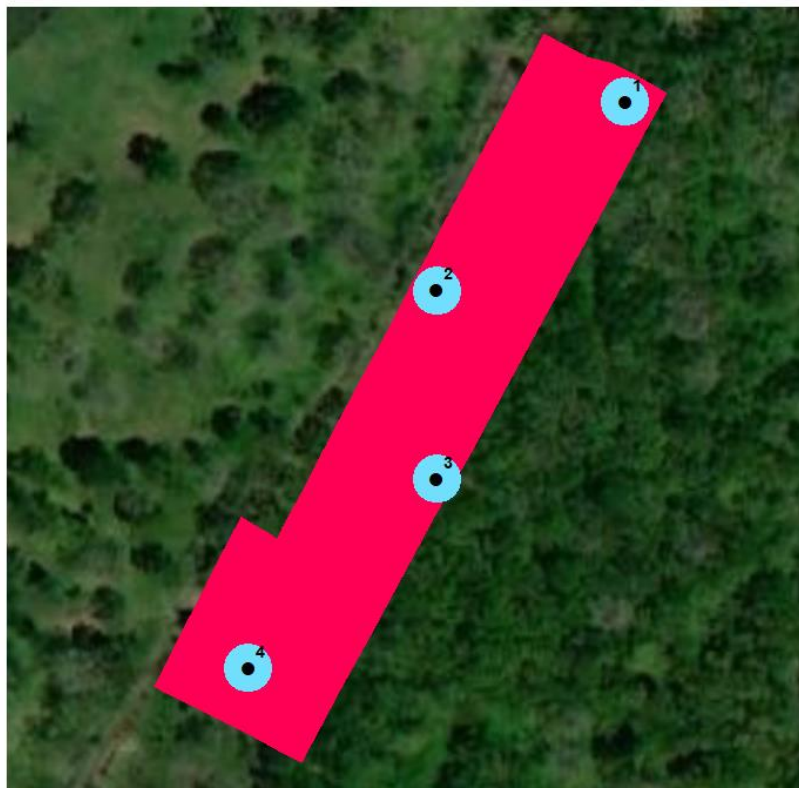
- PUNTOS CENTROIDES
- PARCELAS
- ÁREA MUESTREADA

ECUADOR - GALÁPAGOS



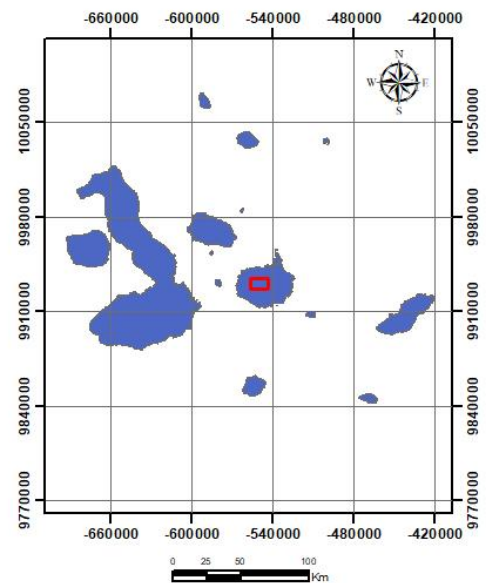
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO 	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS	
SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA: 1:8.000
PROYECCIÓN: UTM	ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S	
COORDENADAS: WGS-84	



K – RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



- PUNTOS CENTROIDES
- PARCELAS
- ÁREA MUESTREADA

ECUADOR - GALÁPAGOS



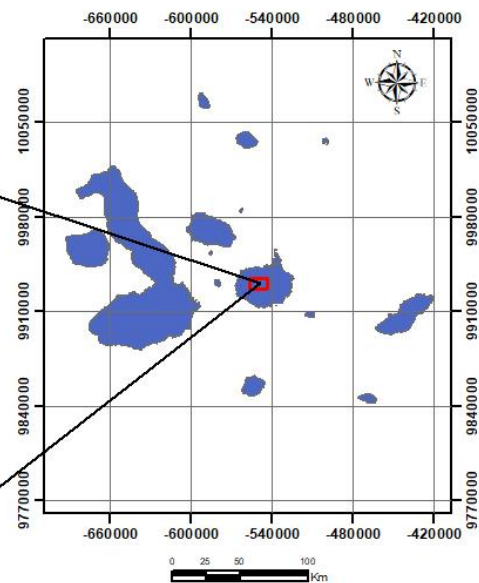
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO 	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS	
SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA: 1:8.000
PROYECCIÓN: UTM	ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S	
COORDENADAS: WGS-84	



CENSO – RECINTO SALASACA, CANTÓN SANTA CRUZ



 LÍMITE

ECUADOR - GALÁPAGOS



 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO 	
EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE <i>Cedrela odorata</i> EN DIFERENTES MODELOS DE PLANTACIÓN FORESTAL EN EL RECINTO SALASACA CANTÓN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS	
SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA: 1:8.000
PROYECCIÓN: UTM	ELABORADO POR: VIANKA GIRÓN VÁSQUEZ
ZONA: 15 S	
COORDENADAS: WGS-84	



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24/05/2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Vianka Girón Vásquez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniera Forestal
f. responsable: Ing. Crísthian Fernando Castillo Ruiz


D.B.R.A.I.
Ing. Crísthian Castillo

