



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

“Diseño de una metodología de valoración forestal y comercial de teca (*Tectona grandis* Linn F.) en pie para árboles de raleo”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y BIOLÓGICO

Presentado por:

Jonathan Mauricio Vera Villarroel

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2016

AGRADECIMIENTOS

A mis queridos Padres, que con sus consejos y enseñanzas han sido una excelente guía en mi vida social y profesional.

A mis amigos y amigas, con quienes he compartido momentos especiales y con los cuales he establecido una amistad verdadera.

A mi amiga Lena Sanjinéz quien ha sido un pilar fundamental en mi vida estudiantil y además colaboró desinteresadamente en este proyecto.

A mi maestro y director el Msc. Edwin Jiménez Ruiz, por contribuir en mi formación profesional, brindándome una guía fundamental en la elaboración del diseño del proyecto.

Y un agradecimiento especial al Ing. Néstor Medrano Guzmán quien me brindo los conocimientos necesarios para obtener experiencia en campo.

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme fortaleza espiritual, física y mental para concluir mis estudios universitarios.

A mi Madre Rosita Villarroel por haber creído en mí dándome su incondicional apoyo y respaldo que me ayudó a conseguir esta meta y así culminar mi formación académica de pregrado.

A mi querida Tía Dorita Rocío quien con sus consejos me enseñó que en la vida todo se puede conseguir a base de esfuerzo y perseverancia.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Jonathan Mauricio Vera Villarroel

Edwin Jiménez Ruiz, Msc.

Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ciencias de la Vida (FCV) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

Estamos también de acuerdo que el video de la presentación oral es de plena propiedad de la FCV.

Autor

Director

RESUMEN

En el Ecuador no es común la utilización de técnicas para determinar incrementos volumétricos de rodales de teca en pie y establecer la calidad de una plantación, por tanto, no podemos estimar producción, determinar productividad de zonas y establecer manejo del cultivo.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar índices de valoración forestal y comercial de plantaciones forestales de teca en pie previo a ser manejadas a través de raleo.

Para establecer la metodología se evaluó y procesó información dasométrica de unidades permanentes de muestreo en una plantación forestal de Teca con un distanciamiento de siembra de 3x4 a diferentes edades en la hacienda "LOS POTREROS".

Se probó la metodología en la plantación forestal y se determinó que en un total de 73 hectáreas sometidas a raleo al 50% se obtienen 6427 trozas comerciales, con un volumen de 201 m³ de madera y cuya valoración comercial aproximada es de \$ 24.515.

Con el uso de esta herramienta de valoración el productor forestal podrá obtener datos más cercanos a la realidad con los que podrá negociar mejores términos en un contrato de venta de madera de raleo.

Palabras Claves: Valoración forestal, calidad de bosques, raleo, teca, variables dasométricas.

ABSTRACT

In Ecuador it is not common the use of techniques teak stands up volumetric increases and establish the quality of a plantation. That is the reason for which we cannot estimate the production, determine the productivity on areas and establish the crop management.

This work aims to design indexes forestry and commercial valuation of forest teak plantations standing prior being managed through raleo.

To establish the methodology was evaluated and process dasometric information from permanent sampling units in a forest plantation teak with planting distance 3X4 at different ages in ranch "LOS POTREROS".

The methodology was tested in forest plantation and determined in a total of 73 hectares subject to raleo of 50% obtained 6427 pieces commercial, with a volume of 201 m³ of wood and which shows an approximate commercial valuation of \$24,515.

The use of this tool of valuation can establish this tool of valuation that will allow to the forest producer obtain data closer to reality that can negotiate better terms in a sales contract of thinning wood

Keywords: *Forest valuation, quality forestry, thinning, teak, dasometric variables.*

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VII
GLOSARIO.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Objetivos	1
Objetivo general	1
Objetivos específicos	1
1.3 Marco teórico	1
1.3.1 Teca	1
1.3.2 Origen	2
1.3.3 Características de la Especie	2
1.3.4 Características agronómicas	3
1.3.5 Parámetros Agronómicos para el Cultivo	3

1.3.6 Situación de la Teca en Ecuador y el Mundo	5
1.3.7 Unidades Permanentes de Muestreo (UPM)	8
1.3.8 Medición de Variables dasométricas en UPM	10

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO

2.1 Especificaciones técnicas	12
2.1.1 Localización y entorno geográfico	12
2.1.2 Evaluación de Unidades de muestreo	13
2.2 Metodología de valoración forestal	14
2.2.1 Evaluación de relación Albura-Duramen o calidad de madera	14
2.2.2 Metodología de valoración por reducción dasométrica	14
2.2.3 Obtención de trozas comerciales	15
2.2.4 Packing List	15
2.2.5 Cuantificación por Rango de Trozas y Valor Neto de volumen de madera	16
2.2.6 Valoración Promedio UPM's	17
2.2.7 Valoración Total de la plantación	17

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Parámetros climáticos de la hacienda	18
3.2 Uso de la metodología de valoración forestal a través del factor de reducción dasométrica	19

3.2.1 Evaluación de relación Albura-Duramen o calidad de madera	19
3.2.2 Metodología de valoración por reducción dasométrica	19
3.2.3 Obtención de trozas comerciales	22
3.2.4 Packing List	22
3.2.5 Cuantificación por Rango de Trozas y Valor Neto de volumen de madera ..	23
3.2.6 Valoración Promedio UPM's	25
3.2.7 Valoración Total de la plantación	25
CAPÍTULO 4	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1 Conclusiones	27
4.2 Recomendaciones	27
BIBLIOGRAFÍA	28
APÉNDICES	32

ABREVIATURA

GPS	=	Global Positional System
ha	=	hectárea / hectáreas
UPM	=	Unidad permanente de muestreo
CAP	=	Circunferencia a la altura del pecho
DAP	=	Diámetro a la altura del pecho
RD	=	Reducción diamétrica
mm	=	Milímetro
cm	=	Centímetro
m	=	Metros lineales (medida de longitud)
m ²	=	Metros cuadrados (medida de área)
m ³	=	Metros cúbicos (medida de volumen)
f	=	Factor de forma en latifoliadas
Ht	=	Altura total
Hc	=	Altura comercial
FRD	=	Factor de reducción dasométrica
S	=	Troza eliminada por sinuosidad
K	=	Troza eliminada por calidad
TC	=	Troza comercial
L	=	Largo de troza
La	=	Descuento establecido para venta comercial de trozas
Cir	=	Circunferencia de troza
Ca	=	Descuento calculado por careo
RC	=	Rango de circunferencia
V _{hoppus}	=	Volumen hoppus
USD	=	United States Dollar
SINAC	=	Dirección General Forestal de Costa Rica (antiguo DGF)

GLOSARIO

Caducifolio. – Se define como árboles que permanecen desprovista de hojas durante un periodo de tiempo, que por lo general se da durante la estación seca del año (Zona Gratuita, 2016).

Dosel. - Se define como la formación de los árboles en forma de cubierta, que produce la aglomeración ordenada de ramas desde la parte superior de la copa hasta la formación de inicial de ramas en cada individuo (Zona Gratuita, 2016).

Duramen. – Se considera como la fracción más interna de un tallo leñoso que se desarrolla a medida que la edad incrementa, compuesta de células lignificadas, que otorgan una coloración oscura, impregnada de sustancias, que brindan mayor peso, dureza y durabilidad (Zona Gratuita, 2016).

Plantaciones Forestales. - Se definen como el proceso de forestación o reforestación de áreas cultivables bajo sistemas de plantación o siembra de poblaciones de bosques de la misma especie forestal (FAO, 2008).

Raleo. - Se define como cortes, aclareos o eliminación de árboles de la misma especie, implementados en un bosque desde el establecimiento hasta la cosecha final durante el ciclo de vida del cultivo forestal (Winter, 1977).

UPM. – Se define como unidad de muestreo a la extensión de terreno de un cultivo forestal instalada de forma permanente, dentro de la que se miden de forma periódica variables dasométricas a los árboles existentes dentro del área definida, para dar seguimientos al crecimiento y rendimiento de la plantación forestal (FAO, 2008).

SIMBOLOGÍA

π :	3,1416
h:	Altura
mm:	Milímetros de precipitación
m:	Metro lineal
m ² :	Metros Cuadrados
m ³ :	Metros Cúbicos
\$:	Símbolo de Dólar
%:	Porcentaje

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio. Parroquia Santa Marta, Cantón El Triunfo, Guayas, Ecuador	12
Figura 2: Mapa de la Plantación de Teca con la ubicación de las unidades de muestreo	13
Figura 3: Triángulo de las zonas de vida según Holdridge	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica	2
Tabla 2. Parámetros climáticos de la especie	3
Tabla 3. Área de plantaciones de teca por región	5
Tabla 4. Valores promedio de compra de madera rolliza de teca	8
Tabla 5. Parcelas a establecer por área plantada	9
Tabla 6. Parámetros climáticos de la Hacienda "Los Potreros"	18
Tabla 7. Porcentaje de calidad de trozas por unidades de muestreo	19
Tabla 8. Metodología de valoración por reducción dasométrica	19
Tabla 9. Resumen - Obtención de trozas comerciales	22
Tabla 10. Packing list por UPM – Lote Villegas y García	22
Tabla 11. Packing list por UPM – Lote Teresa y Orellana	23
Tabla 12. Promedio de reducción por careo	23
Tabla 13. Cuantificación por Rango de Trozas y Valor Neto de volumen de madera	24
Tabla 14. Promedio por UPM	25
Tabla 15. Valoración por Lotes	25
Tabla 16. Valoración Total	26

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador actualmente el cultivo forestal de Teca es una alternativa de gran importancia para programas de reforestación, por su adaptabilidad a una gran variedad de condiciones de suelo y clima; y para orientar planes de inversión a largo plazo, por el considerable retorno económico que su adecuado manejo genera; razones que lo convierten en uno de los cultivos más importantes, en lo que a plantaciones madereras se refiere.

Existen programas de reforestación e incentivos económicos de parte del gobierno nacional que genera gran expectativa a futuro respecto a manejo y producción forestal, captura de carbono durante el ciclo del cultivo y exportación a gran escala de volúmenes de madera.

1.1 Descripción del problema

En la actualidad no existen metodologías validadas respecto de la valoración de bosques de teca, pero se utilizan metodologías obtenidas mediante experiencia de campo para establecer el nivel de productividad de la especie forestal con respecto al tiempo de implementación del cultivo.

Los programas de reforestación nacionales, productores forestales a nivel local y empresas de comercialización maderera poco han trabajado en valoración en pie de bosques comerciales.

1.2 Objetivos

Objetivo general

- ❖ Diseñar una metodología de valoración forestal y comercial en árboles de teca (*Tectona grandis Linn F.*) en pie evaluando variables dasométricas.

Objetivo específicos

- ❖ Establecer variables cuantitativas y cualitativas para valoración comercial durante la evaluación de árboles en pie.
- ❖ Diseñar la metodología de valoración forestal y comercial de árboles en pie que permitan obtener datos aproximados de venta de madera.

1.3 Marco teórico

1.3.1 Teca

Esta especie forestal tiene grandes demandas debido a las características muy bien apreciadas de su madera, tanto por su color claro, su excelente fibra y durabilidad (Roncancio D., 2001).

Cualidades físicas y estéticas que permiten calificar a la madera como importante y valiosa en el mercado mundial, siendo utilizada para la fabricación de muebles de calidad (Keogh 1979, 2009; Tewari 1992).

1.3.2 Origen

Esta especie es oriunda naturalmente de sólo cuatro países en todo el mundo: India, Myanmar, República Democrática Popular de Laos y Tailandia; grupo de países que cuenta con bosques naturales de Teca. Puede alcanzar 50 m en altura y 2 m en diámetro en su lugar de origen (Dalmau K., 2001).

Habría que decir también que se siembra por su aptitud forestal y además por las cualidades ornamentales en su lugar de origen como en zonas tropicales alrededor del mundo tales como: África, Asia, países centro y sudamericanos, entre ellos Brasil, Colombia y Ecuador. (Fonseca W., 2012).

1.3.3 Características de la Especie

La teca (*Tectona grandis*) es una especie forestal; su nombre deriva de la palabra hindú Teak, que significa madera.

Es un árbol frondoso de excelente crecimiento que por sus características biológicas y calidad maderable es muy apreciada demostrando ser de las principales especies madereras, esto le otorga gran importancia económica a nivel mundial (Roncancio D., 2001).

Es solicitada para aplicaciones suntuarias como la fabricación de muebles de fino acabado, para construcción naviera, componentes decorativos para la construcción y carpintería en general (Roncancio D., 2001).

Clasificación taxonómica

La tabla 1 especifica la clasificación taxonómica de la especie forestal:

Tabla 1.	Clasificación Taxonómica
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Verbenaceae
Genero:	<i>Tectona</i>
Especie:	<i>T. grandis</i>
Nombres comunes:	Teca, Teak, Teck

Fuente: Catálogo de vida, 2011.

1.3.4 Características agronómicas

Clima

La especie alcanza el máximo desarrollo y altura en clima tropical cálido y húmedo. Los requerimientos de humedad atmosférica para la especie son variables, pero dependerá de la procedencia o parental utilizado en la implementación del bosque. (Betancourt B., 1987).

Luminosidad

La teca es una especie heliófita, con alta demanda de luz vertical por lo que requiere un espacio apropiado para el desarrollo adecuado, por tanto, se debe evitar la presencia de malas hierbas puesto que en los primeros años de implementado el cultivo es sensible a competencia en el entorno radicular e incendios de la plantación (Fonseca W., 2012).

Características del suelo

La plantación puede establecerse sobre gran variedad de suelos y formaciones geológicas, pero el mejor crecimiento ocurre en suelos planos, aluviales, fértiles, especialmente suelos ricos en Ca y Mg. Tolera entornos de suelo extremos bajo condiciones óptimas de buen drenaje (Weaver P. L., 2000).

1.3.5 Parámetros agronómicos para el cultivo

Es necesario tener presente los parámetros agronómicos, ya que conforman los elementos primordiales para determinar el medio en el que crecerá el cultivo en un determinado lapso de tiempo. De estos parámetros dependerá el correcto establecimiento y manejo de la plantación forestal de teca (Betancourt B., 1987).

En la siguiente tabla se especifica parámetros climáticos para crecimientos óptimos de la especie forestal:

Tabla 2. Parámetros Climáticos de la Especie		
Parámetro	Detalle	Medida
Altitud	0 – 1000	msnm
Temperatura	13 – 40	°C
Precipitación	1250 – 3750	mm

Fuente: Guías técnicas para plantaciones forestales productivas en el Ecuador, 2001.

Usos

Durante el inicio del presente pasado, la teca fue utilizada en India para construir casas, muelles y puentes, además de pilotes, vagones de ferrocarril y rayos de ruedas (Troup R.S., 1921).

La estabilidad de la teca después de la manufactura ha determinado la aceptación para construir cubiertas de barcos de gran tamaño (Little Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H., 1964).

A la madera de teca se la procesa con instrumentos manuales o eléctricos, pero por el contenido de sílice tiende a dañar el borde afilado de las herramientas. Se puede realizar los procesos en la madera tales como: cepillado, modelado, taladrado, torneado. Además, en la madera se puede utilizar clavos, barnizar y pulir (Little Elbert L., 1964).

De la madera de teca se puede obtener muebles finos, puertas, parquets, detalles de interiores, entre otros. Existen referencias del uso de la madera para mástiles, puntales, durmientes de ferrocarril, pianos, entre otros (Little Elbert L., 1964).

La estructura arbórea es usada medicinalmente, tal es el caso de las hojas que en ebullición es utilizada para limpieza bucal y como método de tratamiento de hemorragias menstruales (Reddy V.A. & Reddy, M.R., 1984).

En Malabar, el tinte rojizo que producen las hojas es utilizado para dar color a la seda y algodón. En ciertos lugares de la India con propósitos medicinales, se extrae el aceite de la madera. (Betancourt B., 1987).

Características de la madera

La característica de calidad que hace tan valiosa la madera de teca, es en primer lugar el duramen, parte más oscura y dura de la madera que comienza a producirse a partir del sexto año, que siendo expuesta y secada cambia de coloración de verde olivo a pardo dorado, en segundo lugar, se encuentra la albura, la cual es de coloración levemente amarilla o blancuzca y se diferencia claramente del duramen (Rizzo P.).

La madera de esta especie esta categorizada como semi-dura y pesada, identificada por su característica de baja contracción y uniforme. La teca posee una densidad entre 650 y 750 kg/m³ y en promedio un peso específico de 0.55 g/cm³, característica variable en diversas condiciones climáticas a las cuales está expuesto cada árbol (Rizzo P.).

La madera posee gran resistencia al ataque de hongos e insectos ya que contiene un aceite natural antiséptico que la protege (Fonseca W., 2012).

1.3.6 Situación de la teca en Ecuador y el mundo

Siendo la teca una de las maderas más valiosas del mundo, incentiva el gran interés en invertir en el cultivo de esta especie (Pandey, D. Y Brown, C. 2000).

De 1975 a 2000, un número de intentos se han hecho para medir la extensión de los bosques de teca del mundo. A pesar de que los resultados de estas encuestas son difícilmente comparables, se puede concluir de las evaluaciones anteriores de que el área total de bosques naturales de teca fue cerca de 29 millones de hectáreas y el área de bosque plantado de teca muestra una tendencia creciente durante el período comprendido entre 1,3 hasta 5,7 millones hectáreas (Walter K. & Cherubini L., 2012).

Myanmar, la India e Indonesia son los 'pesos pesados' de la teca a nivel mundial y tienen por lejos la mayor parte de los recursos de teca del mundo. En África, Nigeria, Costa de Marfil y Ghana, han crecido en importancia como lo han hecho los países más pequeños de América Central y el Caribe, como Costa Rica, Panamá, El Salvador y Trinidad y Tobago (Walter K. & Cherubini L., 2012).

En la siguiente tabla se especifica el área de plantaciones de Teca a nivel mundial:

Tabla 3. Área de plantaciones de Teca por región (entre paréntesis número de países reportados)	
Continente / región	Plantaciones de teca en área de 1000 hectáreas
Africa (8)	208
Asia (13)	5408
Caribbean (1)	9
Central America (5)	66
Oceania (2)	7
South America (2)	18
World (31)	5716

Fuente: Informe del FRA, 2000

Esta especie fue introducida al país como prueba experimental por la Estación experimental INIAP Pichilingue en Quevedo, a inicios de la década de 1960 y 1970. Queriéndose comprobar que debido a la ubicación geográfica de trópico ecuatorial y bajo las características climáticas (lluvia, luminosidad y temperatura) proporcionarían condiciones idóneas para el cultivo de la especie. La cual fue verificada años después con la cosecha de árboles maduros comerciales (Ramírez G.).

Instituciones nacionales que en la actualidad colaboran con el sector forestal son: CFN (Corporación Financiera Nacional), con la apertura de líneas de crédito, periodos de gracia de hasta diez años, entre otros; ESPOL, realizando investigación científica; Cámara de la Agricultura de la II zona, con capacitaciones y asesorías, INIAP – Estación Experimental – “Pichilingue”, La Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ASOTECA-CORMADERA (Corporación de Desarrollo Forestal y Maderero del Ecuador), DURINI (Medrano N., 2012).

Distribución en el Ecuador

En Ecuador la especie forestal crece en altitudes entre el nivel del mar, hasta los 1,200 metros sobre el nivel del mar (Weaver P. L., 1993.).

Por la calidad de la madera, fue introducida en una gran cantidad de lugares que tienen clima tropical como el sureste de Asia, ciertos países Africanos, América Latina, el Caribe y de forma experimental en el norte de Australia (Roncancio D., 2001).

En el Ecuador fue introducida por medio de semillas procedentes de Centro América, a varias zonas del Litoral ecuatoriano, especialmente en las zonas de Balzar, Milagro, Montalvo, Quevedo y Quinindé, bajo distintas formas de plantación tales como: cortinas rompevientos, cercas vivas de pastizales, potreros y cultivos, linderos y en plantaciones forestales. (Suatunce P. et.al, 2004).

Demostó excelente aclimatación y prometedores resultados requiriendo de climas con una estación seca bien definida (de 3 a 6 meses), temperaturas medias anuales de 22° y 28° C., y altitudes entre los 0 y los 1000 msnm (Dalmau K.,2001).

Hasta el año 2010 en nuestro país las plantaciones a gran escala de esta especie cubren aproximadamente una superficie de 45000 has, actualmente distribuidas en las provincias de Guayas, Manabí, Esmeraldas y Los Ríos (Asoteca, 2011).

Pero el manejo técnico adecuado como cultivo no está muy difundido, por lo cual le resta competitividad en el mercado Internacional.

Comercialización de la teca en Ecuador

En el país Teca es sinónimo de inversión rentable debido a la continua demanda y valor económico en aumento que la madera genera anualmente, pero respecto a la producción y exportación no ha sido manejada correctamente. En contraste con lo anterior expuesto, algunas plantaciones productivas han motivado el interés por el financiamiento de proyectos forestales a largo plazo (Betancourt B., 1987).

En un período de 15 años en Ecuador, la superficie plantada de bosques de teca en el 2010 es de 45 veces el área sembrada para el año 1995 (Walter K. & Cherubini L., 2012).

En el 2010, se exportaron 111000 toneladas métricas en volumen de madera, esto es el 26% más que el año 2009. De donde resulta que cada año se incrementa alrededor del 68% las exportaciones. Esto demuestra la significativa demanda que genera la teca ecuatoriana (Vera J., 2012).

El Ecuador exporta el 98% de la Teca al mercado de la India, con un aumento de mercado de la Republica China. El Ecuador es uno de los mayores exportadores de teca en Latinoamérica, pero en conjunto no alcanza a significar los volúmenes de madera que se producen alrededor del mundo. Nuestro país compite con países como Colombia, Costa Rica, Panamá. (Asoteca, 2012).

En condiciones favorables, los árboles de teca llegan a medir alrededor de 45 metros de altura. El corte de madera se hace a partir del año 20 una vez sembrado, y se producen procesos continuos posteriormente cada 12 a 14 años (Vera J., 2012).

Una plantación de teca técnicamente manejada (nutrición del suelo, podas oportunas y raleos adecuados) puede iniciar la corta comercial a partir del octavo año de implementado el cultivo (Asoteca, 2011).

Mercado mundial de la teca

En los lugares de origen de la Teca, la sobreexplotación de la especie determinó que se prohibiera la cosecha de bosques naturales. Pero debido a la gran demanda de teca de excelente calidad maderable, empresas exportadoras y comerciantes, decidieron buscar en mercados de África y América latina para satisfacer esta demanda (Asoteca, 2011).

Las cualidades físicas y estéticas de la especie forestal le han dado una gran reputación como una madera de calidad Premium, razón por la cual la demanda mundial se incrementa anualmente (El gran valor comercial de la teca, 2008).

Los principales mercados para la madera de teca lo constituyen Norteamérica, Europa y Japón en los que se usa esta madera para la construcción de casas sometidas a condiciones ambientales extremas, muebles lujosos, muebles de exteriores y en el recubrimiento de superficies exteriores e interior de yates, etc. Entre los países europeos se encuentran particularmente Italia y Suecia, que importan madera aserrada de teca; estos países son muy exigentes en cuanto a la calidad y prefieren madera de duramen, sin nudos y otros defectos, así como dimensiones precisas (Cordero, L. P., & Kanninen, M., 2003).

Mecanismos de comercialización de la teca

El comercio internacional de teca es de madera rolliza y madera aserrada. En el Ecuador se comercializa por lo general en forma de trozas: con una relación duramen-albura de 60-40% respectivamente, circunferencia mínima 35 cm y largo 2,30 m, a las cuales se les asigna un valor en metro cúbico por su volumen Hoppus.

La gran parte de madera comercial que se obtiene de raléos o cosechas finales del cultivo será exportada a mercados del exterior, en especial el de la India y Centro América.

En la siguiente tabla se especifica Valores Promedio de Compra de madera rolliza de la especie forestal:

Tabla 4. Valores Promedio de Compra de Madera Rolliza de Teca	
Medida de Circunferencia (cm)	Precio USD/m3
35 – 43	80
44 – 53	130
54 – 69	180
70 – 83	240
84 – 110	300
111 – 130	380
131 – up	450

Fuente: Tecnimarket, Noviembre 2011

Cabe destacar que, para la comercialización de la madera, no se toma en cuenta la edad de los árboles (Koshy J., 1972).

Actualmente se exporta circunferencias menores a lo establecido, lo que demuestra la gran demanda de madera comparando con la de hace diez años donde solo se exportaba teca con circunferencias significativamente grandes.

Sólo en pocos países de África y América Latina existen registros de procesos de teca hacia productos semi-terminados antes de la exportación. La mayoría de los comerciantes exporta madera en rollo y así satisfacer la demanda de India (Walter K. & Cherubini L., 2012).

1.3.7 Unidades Permanentes de Muestreo (UPM)

Instalando en tiempo y tamaño apropiado, pueden ser útiles para evaluar el crecimiento de los árboles e incrementos volumétricos hasta la cosecha el final o ciclo de la plantación (Ugalde L., 2001).

La información que generan las parcelas permanentes, tanto en plantaciones como en bosques naturales, es la base para desarrollar e implementar las operaciones y actividades correctas, y en el tiempo oportuno ya que proveen datos (cuantitativos y cualitativos) sobre los cambios de la vegetación arbórea (Ugalde L., 2001).

Número de Unidades de Muestreo

Respecto a programas de reforestación a nivel comercial, para estimar y extrapolar el rendimiento en las diferentes áreas o lotes sembrados de la propiedad, el número de parcelas permanentes requerido no es un objetivo fácil de determinar y cambia respecto al material genético, manejo y variabilidad de las condiciones climatológicas del sitio donde fue implementada la plantación forestal (Ugalde L., 2001).

El Estado, bancos, o instituciones que ofrecen o financian programas de incentivos forestales, y con el fin de facilitar a los regentes, peritos o supervisores la evaluación de programas de reforestación, pueden establecer o fijar un número mínimo de parcelas por área o estrato de plantación. Tal es el caso de la Dirección General Forestal (DGF) de Costa Rica (actual SINAC), que han establecido el siguiente cuadro:

Hectáreas	Parcelas a Establecer por Área Plantada
1 - < 5	2
5 - < 25	2 a 6
25 - < 50	6 a 8
50 - < 100	8 a 10
100 - < 250	10 a 15
250 - < 500	15 a 20
500 - < 1000	20 a 25

Fuente: Dirección General Forestal - Costa Rica, 1993

Para áreas mayores de 100 ha, esta misma entidad recomienda un número de parcelas igual a la raíz cuadrada del área reforestada (Ugalde L., 2001).

Ubicación de unidades de muestreo

Se seleccionará un área con características en su extensión de homogeneidad en la edad, altura y dimensión de los árboles, tomando en cuenta la tenencia de la tierra, accesibilidad, la vigilancia permanente para evitar pérdidas o cortes en la plantación (Adler & Synott, 1992).

Las unidades de muestreo con el fin de facilitar y asegurar las mediciones a futuro deben instalarse en el terreno de tal manera que se pueda establecer su ubicación en el futuro por personas o técnicos diferentes a los que las establecieron originalmente (Adler & Synott, 1992).

Forma de unidades de muestreo

Las Parcelas de muestreo en bosques pueden ser muestras tomadas de forma circular, rectangular, o una combinación de las formas anteriores.

Adler & Synott (1992), mencionan también que las parcelas circulares se utilizan en las plantaciones, en donde su forma es ventajosa para evitar el sesgo debido a la disposición regular de filas de árboles (Philip, 1983, p.216). En la práctica, parcelas circulares son difíciles de delimitar si es mayor de 0,1 hectáreas (18 m. de radio), excepto en las formaciones de bosques muy abiertos, y por lo tanto inadecuado para grandes parcelas.

Parcelas rectangulares se pueden subdividir en aquellos que son generalmente lineales, con una relación de longitud a anchura mayor que 10, y aquellos que se acercan una forma cuadrada, con una relación de longitud a anchura que se aproxima o es exactamente 1.

Las parcelas cuadradas, o los de forma rectangular, son más rápidos para delimitar que las parcelas circulares, y la forma cuadrada minimiza los efectos de borde. Se recomienda instalar parcelas cuadradas para establecer unidades de muestreo en el bosque tropical mixto (Adler & Synott, 1992).

Tamaño de Unidades de Muestreo

El tamaño adecuado de la unidad de muestreo, en base a superficie o número de árboles, cambia respecto a los objetivos de la evaluación, del producto maderable a obtener y las variables a medir. En caso de evaluaciones científicas puede contribuir el tipo de diseño experimental a utilizar (Ugalde L., 2001).

1.3.8 Medición de Variables dasométricas en UPM

Para estimar el volumen comercial de una plantación forestal en pie para árboles de raleo se evaluaron variables dasométricas cualitativas y cuantitativas utilizadas en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Beer, J.W., 1984).

Variables cualitativas

Individuos con características no comerciales que mayormente presentan defectos observados en el fuste como estado fitosanitario, daños mecánicos (cicatrices), Jambas y acanalamiento, podas incorrectas o

exceso de ramificación, sinuosidad, bifurcación, o árboles Suprimidos (Rojas O. & Murillo O., 2000).

Variables cuantitativas

Características que se pueden evaluar numéricamente en cada árbol de una plantación como:

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Variable de un árbol medida siempre 1.3 m sobre el nivel del suelo. Si los árboles presentan irregularidades a esta altura, entonces se mide el diámetro donde termina la deformación.

Altura total del árbol (Ht)

Es una variable fundamental para determinar el crecimiento y volumen del árbol. Siendo la altura calculada desde el nivel del suelo hasta el ápice del árbol.

Altura comercial (Hc)

Es la parte del fuste de un árbol que puede utilizarse o aprovecharse de forma comercial, limitada por los defectos o diámetros en su parte superior. Siendo la altura medida desde el nivel del suelo hasta la bifurcación principal, que marque el inicio de la copa o altura del árbol donde de manera visual presenta una medida de 40 cm de circunferencia en el fuste (diámetro de 13cm con corteza).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

La investigación forestal en países del trópico es escasa, por lo que la falta de información crecimiento y rendimiento de rodales por lo que se debe enfocar objetivos con la finalidad de obtener madera para aserrío.

En Ecuador hay pocos esfuerzos respecto a las metodologías para realizar valoraciones forestales eficientes. Actualmente para establecer producción y productividad se utiliza el avalúo forestal que permite estimar el valor monetario de una plantación.

2.1 Especificaciones técnicas

En el estudio de bosques en general, las parcelas de medición o unidades permanentes de muestreo (UPM's) es la herramienta más eficaz y eficiente para monitorear el crecimiento e incrementos volumétricos de los árboles individualmente o de rodales de una plantación forestal en un período definido de tiempo.

2.1.1 Localización y entorno geográfico

La propiedad se encuentra ubicada en el Km 81 de la vía Guayaquil-Bucay, Recinto Santa Marta del cantón El Triunfo, Provincia del Guayas.

La hacienda "Potreros" cuenta con 2000 ha de terreno dedicadas al pastoreo de ganado vacuno, de las cuales implementó un área forestal de 73 hectáreas.

El área de estudio se encuentra en las coordenadas geográficas: 17M 0699174, 9749550. Ubicada al noreste del cantón El Triunfo.

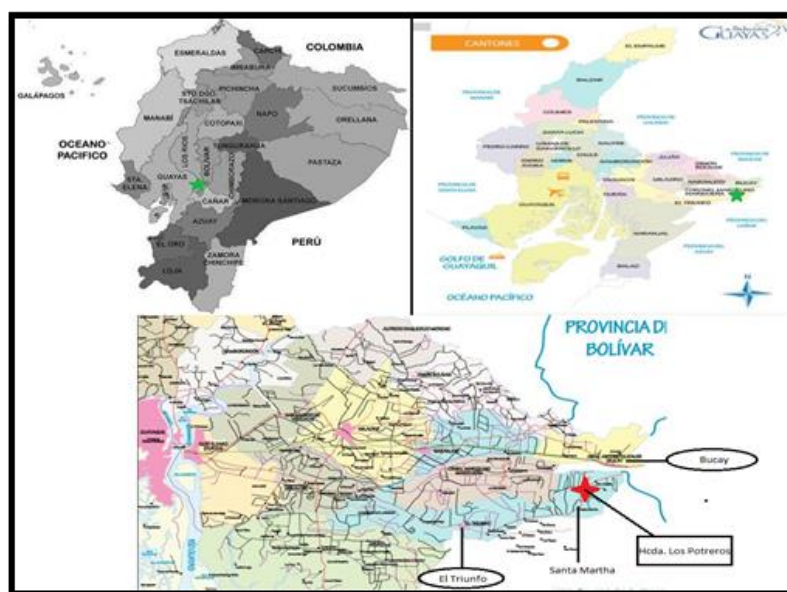


Figura 1. Ubicación geográfica. (Fuente: Prefectura del Guayas).

2.1.2 Evaluación de Unidades de muestreo

Habiéndose realizado un estudio previo y establecido el manejo de la plantación (intensidad y característica de raleo), se ubican 4 lotes en la hacienda, 3 diferentes edades del rodal y 13 unidades de muestreo de 500 m² georreferenciadas, se decidió evaluar las unidades de muestreo ya establecidas en la hacienda (Figura 2).

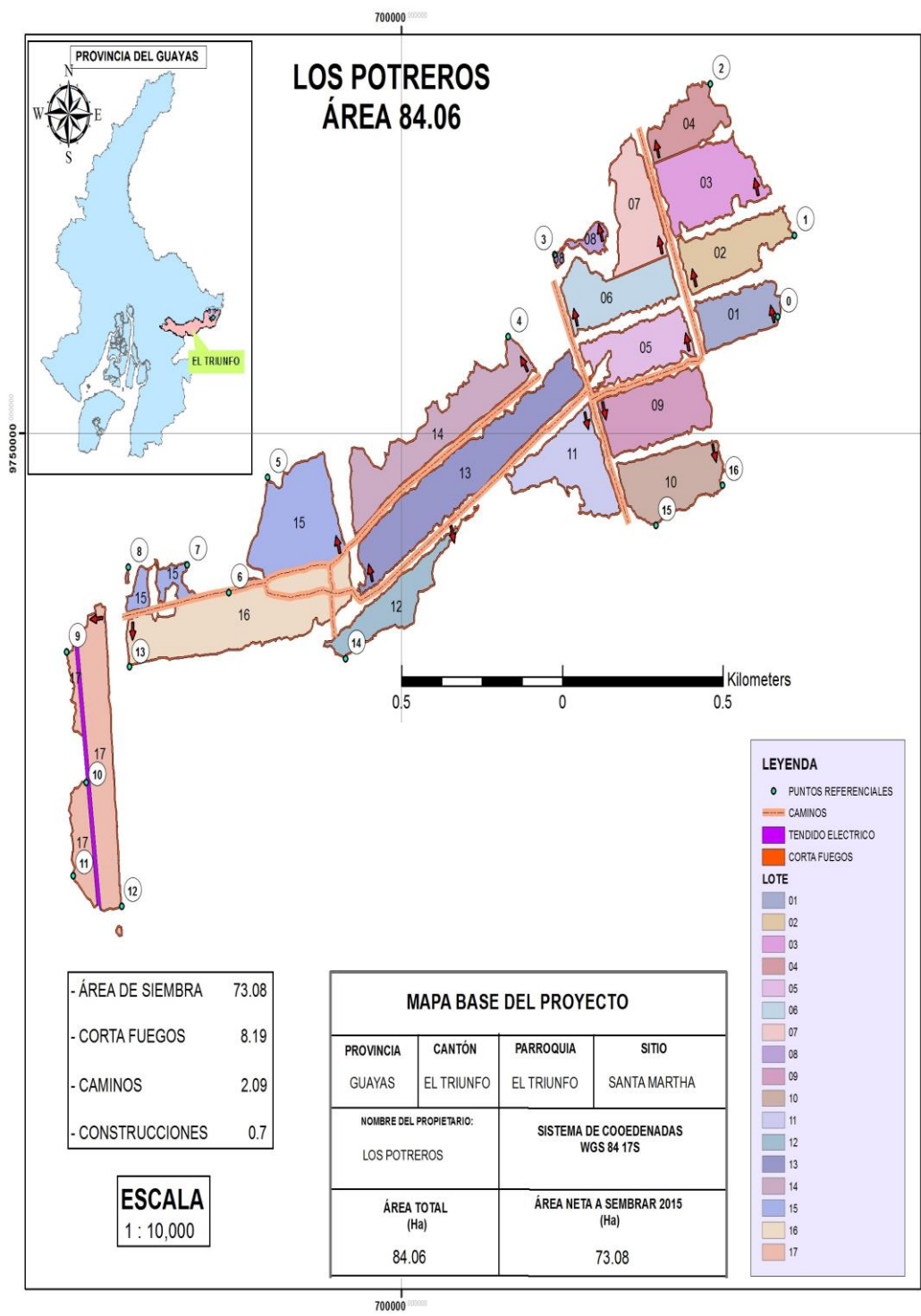


Figura. 2. Mapa de la Hacienda "Potreritos" con la ubicación de las unidades de muestreo.

2.2 Metodología de valoración forestal

Una valoración forestal es un proceso técnico, lógico y coherente, que permite analizar, procesar e interpretar información dasométrica obtenida mediante toma de datos en campo, las cuales determinan la calidad y valor comercial más cercano a la realidad de una plantación forestal en términos monetarios.

Este proceso en campo se lo realiza mediante la implementación de unidades de muestreo, con las que se obtiene datos cualitativos y cuantitativos de la plantación. A través de ellos se estima volúmenes de madera para la densidad de árboles en el área plantada, determinando calidad y cantidad de madera del bosque.

El diseño de la metodología de valoración forestal inicia con la evaluación de unidades de muestreo permanentes y en base a los datos obtenidos se realiza el siguiente procedimiento:

2.2.1 Evaluación de relación Albura-Duramen o calidad de madera

En avalúos forestales la variabilidad de zonas y procedencia de semillas puede ser un factor determinante para la calidad de una plantación, por lo que se debe realizar una evaluación de calidad de la madera (presencia de duramen en las piezas maderables o trozas comerciales).

Para establecer parámetros de calidad de las trozas se procede a realizar la evaluación de la relación albura-duramen de cada troza obtenida de al menos 3 árboles destinados a ser raleados a fin de cuantificar esta variable por cada parcela de muestreo. La relación comercial mínima de madera aceptable para compra es albura (40%) - duramen (60%).

Si la elección de árboles a ser raleados en la unidad de muestreo no presenta calidad comercial, no se cuantifica piezas maderables o trozas en metodología.

2.2.2 Metodología de valoración por reducción dasométrica

En cada unidad de muestreo se evaluó árboles en pie seleccionados para raleo bajo los parámetros dasométricos de Altura total del árbol en metros (Ht), Altura comercial del árbol en metros (Hc) y Circunferencia a la altura del pecho en centímetros (CAP).

Cabe destacar que todas las variables cualitativas, así como la altura total y altura comercial fueron datos evaluados a 15 metros de distancia del árbol. Con respecto a esta distancia se determinó que los defectos observados eran significativos para la evaluación de piezas comerciales por árbol.

Con estos datos se procedió a calcular el factor de reducción para establecer circunferencia de trozas de árboles en pie.

Factor de reducción dasométrica (FRD). - Esta variable hace referencia a la reducción del diámetro respecto a la altura comercial del árbol calculado con la fórmula de factor de reducción dasométrica adaptada a la metodología propuesta.

$$FRD = \frac{CAP}{\Delta h}$$

FRD = Factor de reducción dasométrica (cm-reducción/m-lineal).

CAP = Circunferencia a la altura del pecho (cm).

Δh = Diferencia entre la altura total y altura comercial del árbol (m).

2.2.3 Obtención de trozas comerciales

Se establece una base de cálculos que nos permita determinar trozas comerciales y no comerciales, tomando en consideración los siguientes criterios de eliminación de trozas:

Cantidad de trozas comerciales por circunferencia. - Se califican como piezas comerciales a las trozas que muestran circunferencia inicial mayor o igual a 39 cm debido a que al momento del careo se descuenta centímetros de su circunferencia.

Cantidad de trozas comerciales eliminadas por altura comercial (Hc). - Se descartan las trozas que comparadas con la variable altura comercial (medida en el muestreo de árboles en pie), no correspondan en largo de troza a la altura estimada en metodología.

Cantidad de trozas comerciales eliminadas por Sinuosidad (S). - Se descartan las trozas que muestran defecto en el fuste de acuerdo a la metodología establecida en el muestreo de árboles en pie.

Cantidad de trozas comerciales eliminadas por Calidad (K). - Para estimar una valoración con mayor precisión, del universo de trozas restantes, por calidad se descartan las piezas que presenten valores extremos de circunferencias. Incluyendo además en esta variable la cantidad de trozas descartadas por sinuosidad.

Cantidad de Trozas Comerciales en Metodología (TC). - Una vez realizado el descarte de las trozas de acuerdo con la metodología establecida (altura comercial, sinuosidad y calidad), se cuantificará la cantidad de piezas comerciales que permitirán realizar la valoración.

2.2.4 Packing List.

Cada unidad de muestreo otorga una cantidad de piezas comerciales, las cuales fueron agrupadas en una base de datos que permitirá determinar la valoración promedio por lotes de la plantación.

2.2.5 Cuantificación por Rango de Trozas y Valor Neto de volumen de madera.

Con la obtención del packing list o lista de trozas comerciales y en base a la tabla 4 (Valores Promedio de Compra de Madera Rolliza de Teca), se establece una segunda base de cálculos que permitirá reagrupar y cuantificar por rangos de circunferencia de trozas comerciales las variables más representativas de una valoración como son: número de trozas comerciales, volumen neto de madera (expresado en m³) y precio en dólares.

En la nueva base de cálculos se consideró las variables establecidos en el contrato de compra de madera de teca previo embarque de contenedores:

Castigo de largo de trozas y circunferencia. - Esta variable hace referencia a la reducción por careo de trozas en longitud y circunferencia, establecido por los compradores (exportadores de procedencia India) previo a embarque de contenedores. En venta comercial de madera, años atrás este descuento por troza de madera estaba establecido de 5cm en longitud y 5 cm en circunferencia.

En la actualidad existe un nuevo parámetro de reducción por careo para trozas, esta variable fue evaluada en campo para determinar el respectivo descuento por característica de careo. El descuento por careo queda expresado de la siguiente manera:

Descuento Piezas cuadradas (Cir < 50cm); Ca=9cm,

Descuento Piezas rollizas (Cir >= 50cm); Ca=7cm.

Descuento establecido por longitud o largo de troza:

Piezas cuadradas y rollizas (Cir >= 39cm); La=5cm.

Volumen de trozas. - Esta variable hace referencia al valor numérico calculado con la fórmula de volumen HOPPUS adaptado a la metodología para determinar volumen neto comercial de cada troza.

$$V_{hoppus} = \frac{(L - La) * (Cir - Ca)^2}{160000}$$

V_{hoppus} = Volumen de madera (m³).

L = Largo de troza (cm).

La = Descuento de largo de troza (cm).

Cir = Circunferencia de troza (cm).

Ca = Descuento de circunferencia por careo (cm).

Cabe destacar que, bajo los descuentos por careo de troza, el volumen bruto permitirá obtener una referencia en cuanto a volumen real de una plantación, pero este valor no es cuantificado como valor de volumen real de venta respecto al contrato inicial establecido por el comprador.

2.2.6 Valoración Promedio UMP's

Los resultados obtenidos en la base de cálculos de volumen por rangos permitirán determinar la cantidad de trozas comerciales, volumen de madera (m^3) y precio por rangos de circunferencia (RC) respecto a las unidades muestrales implementadas.

Cada unidad de muestreo permitirá establecer promedios para cada lote de bosque implementado en la hacienda.

2.2.7 Valoración Total de la plantación

Para obtener valores respecto a la lotización de la plantación, se multiplica la valoración promedio de unidades de muestreo por el área forestal establecida por lote.

La valoración del bosque se obtiene realizando la sumatoria de los valores obtenidos por lotes determinando de esta manera la cantidad de trozas comerciales, volumen de madera (m^3) y precio por rangos de circunferencia (RC) de la plantación en general.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Parámetros climáticos de la hacienda

Los parámetros climáticos presentes en el bosque establecido en la Hacienda “Potreros” se describe en la siguiente tabla:

Tabla 6. Parámetros Climáticos de la Hacienda "Los Potreros"		
Detalle	Valor	Medida
Altitud	188	msnm
Temperatura	24-26	°C
Pluviosidad Promedio	1500 - 2000	mm
Tiempo sin precipitación	5	meses

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

Considerando la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área de investigación tiene características agroecológicas de Bosque seco Tropical (Cañadas L., 1983).

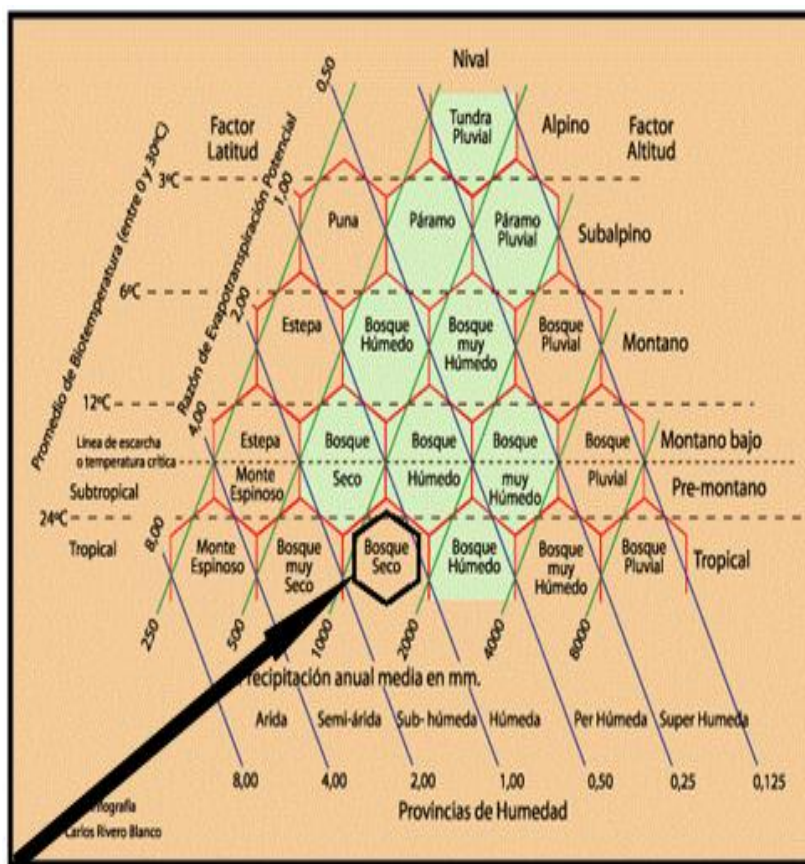


Fig.3. Triángulo de las zonas de vida según Holdridge.

3.2 Uso de la metodología de valoración a través del factor de reducción dasométrica

3.2.1 Evaluación de relación Albura-Duramen o calidad de madera

Durante la evaluación respecto a la calidad de madera por unidad de muestreo se obtuvo los resultados descritos en la siguiente tabla:

Tabla 7. % de Calidad de Trozas por Unidades de Muestreo

UMP #:	Lote Plantación:	% de Calidad elegido (*)	
		Comerciales	No Comerciales
1	Villegas	42	58
2	Villegas	54	46
3	Villegas	0	100
4	Villegas	11	89
5	Villegas	20	80
6	García	50	50
7	García	43	57
8	Teresa	17	83
9	Teresa	60	40
10	Teresa	0	100
11	Teresa	20	80
12	Orellana	25	75
13	Orellana	0	100
Promedio		26,3	73,7

*Tomando 3 individuos representativos de cada unidad muestral.

3.2.2 Metodología de valoración por reducción dasométrica

Se estableció una base de cálculos para cada unidad de muestreo a fin de determinar trozas útiles de árboles en pie, con base a la fórmula de reducción dasométrica. Bajo parámetros cuantitativos de calidad se obtuvo los resultados descritos en la siguiente tabla:

Tabla 8. METODOLOGÍA DE VALORACIÓN POR REDUCCIÓN DASOMÉTRICA										
UM	Árbol Raleado #	Altura Total del Árbol (m)	Altura Comercial del Árbol (m)	CAP (cm)	FRD (cm/m)	FRD por largo de Troza (cm)	Trozas Obtenidas del Árbol			
							1 / CAP 0-2,3	2 2,3-4,6	3 4,6-6,9	4 6,9-9,2
1	6	19,4	5,2	55,8	3,93	9,038 Castigo	55,8 TC	46,76 K	37,72 C	28,69 C
	8	20	3,4	47,9	2,886	6,637 Castigo	47,9 TC	41,26 HC-S	34,63 CS	27,99 C
	10	16,2	3,4	45,4	3,547	8,158 Castigo	45,4 TC	37,24 CS	29,08 CS	20,93 C
	15	19,8	7,8	60,4	5,033	11,577 Castigo	60,4 K	48,82 K	37,25 C	25,67 C
	17	18,4	8,0	52	5,00	11,5 Castigo	52 TC	40,5 K	29 CS	17,5 CS
	18	20,6	5,4	57,6	3,789	8,716 Castigo	57,6 TC	48,88 K	40,17 HC	31,45 CS
	30	19,9	9	67,4	6,183	14,222 Castigo	67,4 S	53,18 S	38,96 C	24,73 C
	32	20,9	7,2	56,2	4,102	9,435 Castigo	56,2 TC	46,76 S	37,33 CS	27,89 C
	42	19,1	7,2	57,9	4,866	11,191 Castigo	57,9 TC	46,71 K	35,52 CS	24,33 CS

UM	Árbol Raleado #	Altura Total del Árbol (m)	Altura Comercial del Árbol	CAP (cm)	FRD (cm/m)	FRD por largo de Troza (cm)	Trozas Obtenidas del Árbol			
							1 / CAP	2	3	4
							0-2,3	2,3-4,6	4,6-6,9	6,9-9,2
2	3	17,7	4,2	52	3,852	8,559 Castigo TC	52 AC	43,14 C	34,28 C	25,42 C
	7	14,2	Suprimido	25,6	N/D	0,000 Castigo C	25,6	NE	NE	NE
	13	18,5	3,4	48	3,179	7,311 Castigo TC	48 AC	40,69 C	33,38 C	26,07 C
	16	21,1	10,6	64,7	6,162	14,172 Castigo TC	64,7 K	50,53 C	36,36 C	22,18 C
	18	18,1	7,6	64,5	6,143	14,129 Castigo TC	64,5 K	50,37 C	36,24 C	22,11 C
	30	21,7	10	67	5,726	13,171 Castigo TC	67 K	53,83 C	40,66 C	27,49 C
	31	19,8	6,4	58,8	4,388	10,093 Castigo TC	58,8 K	48,71 C	38,61 C	28,52 C
	39	20,2	10	70,4	6,902	15,875 Castigo TC	70,4 K	54,53 C	38,65 C	22,78 CS
	41	20	8,2	63,4	5,373	12,358 Castigo TC	63,4 K	51,04 C	38,68 C	26,33 CS
4	2	10,2	6,7	67,2	19,200	44,160 Castigo K	67,2 C	23,04 NE	-21,12 NE	-65,28 NE
	5	18,9	5,8	53,8	4,107	9,446 Castigo K	53,8 K	44,35 C	34,91 C	25,46 C
	20	18,7	6	60,8	4,787	11,011 Castigo S	60,8 K	49,79 C	38,78 C	27,77 C
	22	20,2	3,5	47,2	2,826	6,501 Castigo TC	47,2 HC	40,70 C	34,20 C	27,70 C
	30	18,6	5,8	48,6	3,797	8,733 Castigo K	48,6 K	39,87 C	31,13 C	22,40 C
5	2	17,9	7,6	58,4	5,670	13,041 Castigo K	58,4 K	45,36 C	32,32 C	19,28 CS
	4	18,7	3	41,6	2,650	6,094 Castigo TC	41,6 C	35,51 C	29,41 C	23,32 C
	6	20,9	8,2	57,9	4,559	10,486 Castigo K	57,9 K	47,41 C	36,93 C	26,44 C
	14	20,1	8,8	57,8	5,115	11,765 Castigo K	57,8 S	46,04 CS	34,27 C	22,51 C
	17	17,5	5,7	50	4,237	9,746 Castigo TC	50 K	40,25 C	30,51 C	20,76 C
	24	19,7	8	55,6	4,752	10,930 Castigo K	55,6 K	44,67 C	33,74 C	22,81 C
	35	17,6	7,7	47,7	4,818	11,082 Castigo TC	47,7 C	36,62 C	25,54 C	14,45 C
	39	19,4	8,4	52,7	4,791	11,019 Castigo K	52,7 K	41,68 C	30,66 C	19,64 CS
	40	20,2	8,1	63	5,207	11,975 Castigo K	63 S	51,02 S	39,05 S	27,07 C
6	6	16,1	7,3	58	6,591	15,159 Castigo S	58 S	42,84 C	27,68 C	12,52 C
	19	14,7	7,8	41,3	5,986	13,767 Castigo S	41,3 HC-S	27,53 CS	13,77 CS	0,00 NE
	24	12,2	Suprimido	37,3	N/D	0,000 Castigo C	37,3	NE	NE	NE
	25	14,3	Suprimido	42,1	N/D	0,000 Castigo HC	42,1	NE	NE	NE
	26	16,4	6,3	57,7	5,713	13,140 Castigo TC	57,7 TC	44,56 CS	31,42 CS	18,28 CS
	30	12,7	Suprimido	30,6	N/D	0,000 Castigo C	30,6	NE	NE	NE
	36	16,8	4,3	50,1	4,008	9,218 Castigo TC	50,1 HC	40,88 C	31,66 C	22,44 C
	37	16,1	4	46,7	3,860	8,877 Castigo TC	46,7 CS	37,82 CS	28,95 C	20,07 C
7	3	17,3	4,6	42,8	3,370	11,035 Castigo S	47,5 C	36,46 CS	25,43 CS	14,39 CS
	3	17,3	4,6	42,8	3,370	7,751 Castigo TC	42,8 C	35,05 C	27,30 C	19,55 C
	4	17,7	5,6	49,8	4,116	9,466 Castigo TC	49,8 K	40,33 C	30,87 C	21,40 C
	6	16,3	7	54,5	5,860	13,478 Castigo TC	54,5 K	41,02 CS	27,54 CS	14,06 CS
	8	19	10,1	63,6	7,146	16,436 Castigo K	63,6 K	47,16 C	30,73 C	14,29 C
	10	20,1	9,0	58,8	5,297	12,184 Castigo K	58,8 K	46,62 C	34,43 C	22,25 C
	12	15	Suprimido	40	N/D	0,000 Castigo S	40	NE	NE	NE
	13	20,7	6,6	58,2	4,128	9,494 Castigo TC	58,2 K	48,71 HC	39,21 C	29,72 C
	15	17,1	8,5	49,3	5,733	13,185 Castigo TC	49,3 C	36,12 C	22,93 C	9,75 C
	21	11,8	Suprimido	30,1	N/D	0,000 Castigo C	30,1	NE	NE	NE
	25	13	Suprimido	33,6	N/D	0,000 Castigo C	33,6	NE	NE	NE
	26	22	8,1	52,2	3,755	8,637 Castigo S	52,2 S	43,56 CS	34,93 CS	26,29 CS
	28	17,1	2,4	48,9	3,327	7,651 Castigo TC	48,9 HC	41,25 C	33,60 C	25,95 C
	34	15	5,9	48,4	5,319	12,233 Castigo TC	48,4 C	36,17 C	23,93 C	11,70 C
	35	11,8	Suprimido	31,5	N/D	0,000 Castigo C	31,5	NE	NE	NE
	36	17,1	2,8	47,1	3,294	7,576 Castigo TC	47,1 HC	39,52 CS	31,95 CS	24,37 C
42	12,9	Suprimido	35,3	N/D	0,000 Castigo CS	35,3	NE	NE	NE	

UM	Árbol Raleado #	Altura Total del Árbol (m)	Altura Comercial del Árbol	CAP (cm)	FRD (cm/m)	FRD por largo de Troza (cm)	Trozas Obtenidas del Árbol			
							1 / CAP			
							0-2,3	2,3-4,6	4,6-6,9	6,9-9,2
8	5	19,1	11,6	57	7,600	17,480	57	39,52	22,04	4,56
						Castigo	K	C	C	C
	14	21	9,2	66,1	5,602	12,884	66,1	53,22	40,33	27,45
						Castigo	K	S	S	C
	16	18,9	9,6	49,5	5,323	12,242	49,5	37,26	25,02	12,77
						Castigo	TC	C	C	C
	17	17	7,8	36,6	3,978	9,150	36,6	27,45	18,30	9,15
					Castigo	C	C	CS	C	
31	17,9	7,9	41,5	4,150	9,545	41,5	31,96	22,41	12,87	
					Castigo	TC	C	CS	CS	
33	19,1	9,9	50,5	5,489	12,625	50,5	37,88	25,25	12,63	
					Castigo	K	C	C	CS	
34	19,2	11,1	58,1	7,173	16,498	58,1	41,60	25,10	8,61	
					Castigo	K	C	C	CS	
9	6	15,8	Suprimido	38,5	N/D	0,000	38,5			
						Castigo	CS	NE	NE	NE
	8	15,3	9,2	61,5	10,082	23,189	61,5	38,31	15,12	-8,07
						Castigo	S	CS	C	NE
	12	20,1	10,5	64,8	6,750	15,525	64,8	49,28	33,75	18,23
						Castigo	TC	TC	C	CS
	13	18,8	9	60,9	6,214	14,293	60,9	46,61	32,31	18,02
						Castigo	TC	TC	CS	CS
	15	17,1	3,9	49,2	3,727	8,573	49,2	40,63	32,05	23,48
						Castigo	S	HC-S	CS	C
	16	13,8	4,5	43,3	4,656	10,709	43,3	32,59	21,88	11,17
						Castigo	TC	CS	CS	C
	17	9,1	Suprimido	21,2	N/D	0,000	21,2			
						Castigo	C	NE	NE	NE
	18	20,1	7	51,2	3,908	8,989	51,2	42,21	33,22	24,23
						Castigo	TC	K	C	C
	20	19,2	10,4	52,6	5,977	13,748	52,6	38,85	25,10	11,36
					Castigo	TC	C	C	CS	
22	20,3	8,4	60,3	5,067	11,655	60,3	48,65	36,99	25,34	
					Castigo	TC	TC	C	C	
24	10,3	Suprimido	37,3	N/D	0,000	37,3				
					Castigo	CS	NE	NE	NE	
30	20,9	11	69,9	7,061	16,239	69,9	53,66	37,42	21,18	
					Castigo	S	S	CS	C	
31	15,2	7,2	48,7	6,088	14,001	48,7	34,70	20,70	6,70	
					Castigo	TC	C	C	C	
32	17,7	4,1	42,1	3,096	7,120	42,1	34,98	27,86	20,74	
					Castigo	TC	C	C	C	
33	16,5	6,8	53,8	5,546	12,757	53,8	41,04	28,29	15,53	
					Castigo	TC	K	C	C	
35	19,1	3,9	50,1	3,296	7,581	50,1	42,52	34,94	27,36	
					Castigo	TC	HC-S	CS	C	
37	18,3	7,9	59,5	5,721	13,159	59,5	46,34	33,18	20,02	
					Castigo	S	CS	CS	C	
11	1	13,5	2,5	40,9	3,718	8,552	40,9	32,35	23,80	15,24
						Castigo	C	C	C	C
	6	13,8	Suprimido	32,2	N/D	0,000	32,2	0,10	0,10	0,10
						Castigo	C	NE	NE	NE
	7	8,7	Suprimido	21,6	N/D	0,000	21,6	0,10	0,10	0,10
						Castigo	C	NE	NE	NE
	9	14	3,5	45,4	4,324	9,945	45,4	35,46	25,51	15,57
						Castigo	K	C	C	C
	10	18,9	9	63,4	6,404	14,729	63,4	48,67	33,94	19,21
						Castigo	K	K	C	C
	12	14,7	Suprimido	33,1	N/D	0,000	33,1	0,10	0,10	0,10
						Castigo	C	NE	NE	NE
	14	14	Suprimido	36,5	N/D	0,000	36,5	0,10	0,10	0,10
						Castigo	C	NE	NE	NE
	17	15,3	Suprimido	37	N/D	0,000	37	0,10	0,10	0,10
						Castigo	C	NE	NE	NE
	19	14,5	8	65,4	10,062	23,142	65,4	42,26	19,12	-4,02
						Castigo	S	S	C	NE
	20	15,9	3,2	43,4	3,417	7,860	43,4	35,54	27,68	19,82
						Castigo	K	CS	C	C
22	17	Suprimido	39,9	N/D	0,000	39,9	0,10	0,10	0,10	
					Castigo	K	NE	NE	NE	
23	16,1	2,6	40,7	3,015	6,934	40,7	33,77	26,83	19,90	
					Castigo	TC	C	C	C	
26	16,9	9,6	56,9	7,795	17,927	56,9	38,97	21,05	3,12	
					Castigo	K	CS	CS	CS	
28	13,1	7,9	50,5	9,712	22,337	50,5	28,16	5,83	-16,51	
					Castigo	K	C	C	NE	
29	16,7	10,4	54,9	8,714	20,043	54,9	34,86	14,81	-5,23	
					Castigo	S	CS	CS	NE	
34	15,3	2,8	42,2	3,376	7,765	42,2	34,44	26,67	18,91	
					Castigo	TC	C	C	C	
39	12,7	Suprimido	32,9	N/D	0,000	32,9	0,10	0,10	0,10	
					Castigo	C	NE	NE	NE	
41	14,3	6,2	49,4	6,099	14,027	49,4	35,37	21,35	7,32	
					Castigo	S	CS	C	C	
12	2	13,8	Suprimido	39,6	N/D	0,000	39,6			
						Castigo	K	NE	NE	NE
	4	17,3	3,7	48,9	3,596	8,270	48,9	40,63	32,36	24,09
						Castigo	TC	HC	C	C
	7	18,2	6,3	57,7	4,849	11,152	57,7	46,55	35,40	24,24
						Castigo	K	S	C	C
	10	11,8	Suprimido	26,7	N/D	0,000	26,7			
						Castigo	C	NE	NE	NE
	11	17,8	7,9	55	5,556	12,778	55	42,22	29,44	16,67
						Castigo	K	K	C	C
	12	8	Suprimido	19,7	N/D	0,000	19,7			
						Castigo	C	NE	NE	NE
	15	11,9	Suprimido	32,6	N/D	0,000	32,6			
						Castigo	C	NE	NE	NE
	16	15,9	6,3	49,1	5,115	11,764	49,1	37,34	25,57	13,81
						Castigo	TC	C	C	C
18	17,1	6,9	52,2	5,118	11,771	52,2	40,43	28,66	16,89	
					Castigo	K	K	CS	CS	
19	18,2	5,2	49,5	3,808	8,758	49,5	40,74	31,98	23,23	
					Castigo	TC	K	C	C	
20	16,5	6,1	54,8	5,269	12,119	54,8	42,68	30,56	18,44	
					Castigo	K	K	C	C	
23	17,4	6,4	57,3	5,209	11,981	57,3	45,32	33,34	21,36	
					Castigo	K	K	C	C	
29	8	Suprimido	20,4	N/D	0,000	20,4				
					Castigo	C	NE	NE	NE	
30	15,1	3,7	45,4	3,982	9,160	45,4	36,24	27,08	17,92	
					Castigo	TC	C	C	C	
32	9,3	Suprimido	24,8	N/D	0,000	24,8				
					Castigo	C	NE	NE	NE	
37	6,6	Suprimido	17,2	N/D	0,000	17,2				
					Castigo	C	NE	NE	NE	

3.2.3 Obtención de trozas comerciales

El proceso de eliminación de piezas de madera por características no deseadas determinará la cantidad de trozas comerciales por unidad de muestreo, las cuales se describe en la siguiente tabla:

UMP #:	Lote de Plantación:	# Trozas Comerciales por Circunferencia	# Trozas Comerciales Eliminadas * Hc	# Trozas Comerciales Eliminadas * Sinuosidad	# Trozas Comerciales Eliminadas * Calidad	# Trozas Comerciales en Metodología
1	Villegas	18	2	3	6	7
2	Villegas	17	2	0	7	8
3	Villegas	13	1	1	11	0
4	Villegas	9	1	1	6	1
5	Villegas	17	0	3	11	3
6	García	10	2	4	0	4
7	García	21	3	3	7	8
8	Teresa	10	0	2	6	2
9	Teresa	23	2	6	2	13
10	Teresa	12	0	5	7	0
11	Teresa	14	0	4	7	3
12	Orellana	17	1	1	11	4
13	Orellana	29	1	17	11	0

3.2.4 Packing List

En base a la metodología descrita se logró establecer la lista de trozas comerciales por unidad de muestreo en cada lote de hacienda. La lista de piezas comerciales se describe en tabla 10 y 11:

Lote:		Villegas						García					
Unidad #:	UMP 1	UMP 2		UMP 4		UMP 5		UMP 6		UMP 7			
Troza #	Largo (m)	Circ (cm)	Largo (m)	Circ (cm)	Largo (m)	Circ (cm)	Largo (m)	Circ (cm)	Largo (m)	Circ (cm)	Largo (m)	Circ (cm)	
1	2,30	55,8	2,30	52,0	2,30	47,2	2,30	41,6	2,30	57,7	2,30	42,8	
2	2,30	47,9	2,30	48,0	N/D		2,30	50,0	2,30	44,6	2,30	49,8	
3	2,30	45,4	2,30	64,7			2,30	47,7	2,30	50,1	2,30	54,5	
4	2,30	52,0	2,30	64,5			N/D		2,30	46,7	2,30	58,2	
5	2,30	57,6	2,30	67,0					N/D		2,30	49,3	
6	2,30	56,2	2,30	58,8							2,30	48,9	
7	2,30	57,9	2,30	70,4							2,30	48,4	
8	N/D		2,30	63,4							2,3	47,1	

Tabla 11. Packing list por UMP								
Lote:		Teresa				Orellana		
Unidad #:	UMP 8		UMP 9		UMP 11		UMP 12	
Troza #	Largo (m)	Circ (cm)	Largo (m)	Circ (cm)	Largo (m)	Circ (cm)	Largo (m)	Circ (cm)
1	2,30	49,5	2,30	64,8	2,30	40,9	2,30	48,9
2	2,30	41,5	2,30	49,3	2,30	40,7	2,30	49,1
3	N/D		2,30	60,9	2,30	42,2	2,30	49,5
4			2,30	46,6	N/D		2,30	45,4
5			2,30	43,3			N/D	
6			2,30	51,2				
7			2,30	52,6				
8			2,30	60,3				
9			2,30	48,7				
10			2,30	48,7				
11			2,30	42,1				
12			2,30	53,8				
13			2,30	50,1				

3.2.5 Cuantificación por Rango de Trozas y Valor Neto de volumen de madera

La siguiente tabla describe los cálculos obtenidos de la evaluación de careo de trozas tanto para las catalogadas como rollizas como las catalogadas como filo vivo o cuadradas.

Tabla 12.	Promedio de Reducción por Careo	
Datos de Reducción	Trozas Rollizas	Trozas Cuadradas
# de Trozas	108	101
Valor Mínimo	0	0,2
Valor Máximo	10,3	11,1
<i>Media</i>	1,58	4,02
Mediana	1,2	3,8
Varianza	2,17	2,73
Desviación Estándar	1,47	1,65
Test de Normalidad	8,63E-14	4,17E-08

La tabla 13 presenta la base de caculos que hace referencia al cálculo y ubicación de volumen neto por rango de circunferencia comercial respecto a compra de madera de teca:

Tabla 13. Cuantificación por Rango de Trozas y Valor Neto de volumen de madera											
UM	SR.NO.	LENGTH	GIRTH	VOL.GROSS	VOL.NET	BELOW 44	#	44 - 53	#	54 - 69	#
1	1	2,30	55,8	0,0448	0,0335	0,0000	0	0,0335	1	0,0000	0
	2	2,30	47,9	0,0330	0,0213	0,0213	1	0,0000	0	0,0000	0
	3	2,30	45,4	0,0296	0,0186	0,0186	1	0,0000	0	0,0000	0
	4	2,30	52,0	0,0389	0,0285	0,0000	0	0,0285	1	0,0000	0
	5	2,30	57,6	0,0477	0,0360	0,0000	0	0,0360	1	0,0000	0
	6	2,30	56,2	0,0454	0,0340	0,0000	0	0,0340	1	0,0000	0
	7	2,30	57,9	0,0482	0,0364	0,0000	0	0,0364	1	0,0000	0
	Total				0,2875	0,2084	0,0399	2	0,1684	5	0,0000
2	1	2,30	52,0	0,0389	0,0285	0,0000	0	0,0285	1	0,0000	0
	2	2,30	48,0	0,0331	0,0214	0,0214	1	0,0000	0	0,0000	0
	3	2,30	64,7	0,0602	0,0468	0,0000	0	0,0000	0	0,0468	1
	4	2,30	64,5	0,0598	0,0465	0,0000	0	0,0000	0	0,0465	1
	5	2,30	67,0	0,0645	0,0506	0,0000	0	0,0000	0	0,0506	1
	6	2,30	58,8	0,0497	0,0377	0,0000	0	0,0377	1	0,0000	0
	7	2,30	70,4	0,0712	0,0565	0,0000	0	0,0000	0	0,0565	1
	8	2,30	63,4	0,0578	0,0447	0,0000	0	0,0000	0	0,0447	1
Total				0,4352	0,3328	0,0214	1	0,0662	2	0,2452	5
4	1	2,30	47,2	0,0320	0,0205	0,0205	1	0,0000	0	0,0000	0
	Total			0,0320	0,0205	0,0205	1	0,0000	0	0,0000	0
5	1	2,30	41,6	0,0249	0,0149	0,0149	1	0,0000	0	0,0000	0
	2	2,30	50,0	0,0359	0,0260	0,0000	0	0,0260	1	0,0000	0
	3	2,30	47,7	0,0327	0,0211	0,0211	1	0,0000	0	0,0000	0
Total				0,0935	0,0620	0,0360	2	0,0260	1	0,0000	0
6	1	2,30	57,7	0,0479	0,0391	0,0000	0	0,0391	1	0,0000	0
	2	2,30	44,6	0,0285	0,0247	0,0247	1	0,0000	0	0,0000	0
	3	2,30	50,1	0,0361	0,0318	0,0000	0	0,0318	1	0,0000	0
	4	2,30	46,7	0,0314	0,0273	0,0273	1	0,0000	0	0,0000	0
Total				0,1438	0,1229	0,0521	2	0,0708	2	0,0000	0
7	1	2,30	42,8	0,0263	0,0201	0,0201	1	0,0000	0	0,0000	0
	2	2,30	49,8	0,0357	0,0313	0,0000	0	0,0313	1	0,0000	0
	3	2,30	54,5	0,0427	0,0380	0,0000	0	0,0380	1	0,0000	0
	4	2,30	58,2	0,0487	0,0436	0,0000	0	0,0436	1	0,0000	0
	5	2,30	49,3	0,0349	0,0307	0,0000	0	0,0307	1	0,0000	0
	6	2,30	48,9	0,0344	0,0302	0,0302	1	0,0000	0	0,0000	0
	7	2,30	48,4	0,0337	0,0295	0,0295	1	0,0000	0	0,0000	0
	8	2,30	47,1	0,0319	0,0278	0,0278	1	0,0000	0	0,0000	0
Total				0,2882	0,2512	0,1076	4	0,1436	4	0,0000	0
8	1	2,30	49,5	0,0352	0,0278	0,0000	0	0,0278	1	0,0000	0
	2	2,30	41,5	0,0248	0,0212	0,0212	1	0,0000	0	0,0000	0
	Total			0,0600	0,0491	0,0212	1	0,0278	1	0,0000	0
9	1	2,30	64,8	0,0604	0,0503	0,0000	0	0,0000	0	0,0503	1
	2	2,30	49,3	0,0349	0,0307	0,0000	0	0,0307	1	0,0000	0
	3	2,30	60,9	0,0533	0,0480	0,0000	0	0,0000	0	0,0480	1
	4	2,30	46,6	0,0312	0,0272	0,0272	1	0,0000	0	0,0000	0
	5	2,30	43,3	0,0270	0,0232	0,0232	1	0,0000	0	0,0000	0
	6	2,30	51,2	0,0377	0,0333	0,0000	0	0,0333	1	0,0000	0
	7	2,30	52,6	0,0398	0,0352	0,0000	0	0,0352	1	0,0000	0
	8	2,30	60,3	0,0523	0,0470	0,0000	0	0,0000	0	0,0470	1

9	2,30	48,7	0,0340	0,0298	0,0298	1	0,0000	0	0,0000	0	
10	2,30	48,7	0,0341	0,0299	0,0299	1	0,0000	0	0,0000	0	
11	2,30	42,1	0,0255	0,0219	0,0219	1	0,0000	0	0,0000	0	
12	2,30	53,8	0,0416	0,0369	0,0000	0	0,0369	1	0,0000	0	
13	2,30	50,1	0,0361	0,0318	0,0000	0	0,0318	1	0,0000	0	
Total			0,5078	0,4451	0,1321	5	0,1678	5	0,1453	3	
11	1	2,30	40,9	0,0240	0,0181	0,0181	1	0,0000	0	0,0000	0
	2	2,30	40,7	0,0238	0,0203	0,0203	1	0,0000	0	0,0000	0
	3	2,30	42,2	0,0256	0,0220	0,0220	1	0,0000	0	0,0000	0
Total			0,0735	0,0605	0,0605	3	0,0000	0	0,0000	0	
12	1	2,30	48,9	0,0344	0,0271	0,0271	1	0,0000	0	0,0000	0
	2	2,30	49,1	0,0347	0,0304	0,0000	0	0,0304	1	0,0000	0
	3	2,30	49,5	0,0352	0,0309	0,0000	0	0,0309	1	0,0000	0
	4	2,30	45,4	0,0296	0,0257	0,0257	1	0,0000	0	0,0000	0
Total			0,1339	0,1142	0,0528	2	0,0614	2	0,0000	0	

3.2.6 Valoración Promedio por UPMs

La base de cálculos anteriormente descrita nos permite determinar cantidad de trozas, volumen de madera (m³) y precio por rangos de circunferencia (RC) como lo muestra la tabla 14 descrita a continuación:

Tabla 14. PROMEDIO UPMs

Lote	Villegas			García			Teresa			Orellana		
RC	#- Trozas	Vol (m ³)	Price	#- Trozas	Vol (m ³)	Price	#- Trozas	Vol (m ³)	Price	#- Trozas	Vol (m ³)	Price
Below 44	1	0,0236	\$ 1,89	3	0,0798	\$ 6,39	2	0,0534	\$ 4,27	1	0,0264	\$ 2,11
44 - 53	2	0,0521	\$ 6,78	3	0,1072	\$ 13,94	2	0,0489	\$ 6,36	1	0,0307	\$ 3,99
54 - 69	1	0,0490	\$ 8,83	0	0,0000	\$ -	1	0,0363	\$ 6,54	0	0,0000	\$ -
Total	4	0,1247	\$ 17,49	6	0,1870	\$ 20,32	5	0,1387	\$ 17,17	2	0,0571	\$ 6,10

3.2.7 Valoración Total de la plantación

Para obtener valores respecto a la lotización de la plantación, se multiplica la valoración promedio por unidades de muestreo por el área forestal establecida por lote como lo demuestra la tabla 15 descrita a continuación:

Tabla 15. VALORACIÓN POR LOTES

Lote	Villegas (17,3 has)			García (15,8 has)			Teresa (32,4 has)			Orellana (7,5 has)		
RC	#- Trozas	Vol (m ³)	Price	#- Trozas	Vol (m ³)	Price	#- Trozas	Vol (m ³)	Price	#- Trozas	Vol (m ³)	Price
Below 44	415	8,15	\$ 652,29	948	25,22	\$ 2.017,80	1458	34,63	\$ 2.770,04	150	3,96	\$ 316,99
44 - 53	554	18,04	\$ 2.344,86	948	33,88	\$ 4.403,92	972	31,70	\$ 4.120,41	150	4,60	\$ 598,30
54 - 69	346	16,97	\$ 3.054,14	0	0,00	\$ -	486	23,53	\$ 4.235,83	0	0,00	\$ -
Total	1315	43,16	\$ 6.051,29	1896	59,10	\$ 6.421,72	2916	89,85	\$ 11.126,28	300	8,56	\$ 915,29

La valoración de la plantación se la obtiene realizando la sumatoria de los valores obtenidos por lotes como lo demuestra la tabla 16 descrita a continuación:

Tabla 16. VALORACIÓN TOTAL			
RC	# - Trozas	Volumen (m³)	Price
Below 44	2971	71,96	\$ 5.757,12
44 - 53	2624	88,21	\$ 11.467,49
54 - 69	832	40,50	\$ 7.289,97
Total	6427	200,68	\$ 24.514,58

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

1. Las variables dasométricas cualitativas y cuantitativas para determinar valoración comercial de árboles en pie son las adecuadas para el estudio de bosques.
2. El uso de la herramienta de valoración en el bosque de teca de la hacienda “Potreros” permitió determinar 6427 trozas comerciales, con un volumen de 201 m³ de madera, cuyo valor comercial puede estar en el orden de \$24.515.
3. La metodología del factor de reducción dasométrica es de utilidad para establecer valoración comercial de plantaciones forestales en pie para árboles de raleo.

4.2 Recomendaciones

1. Para valoración de bosques, implementar unidades de monitoreo estableciendo la intensidad de muestreo no menor al 1.5% del total del área sembrada con teca.
2. Para avalúos forestales la variabilidad de zonas y procedencia de semillas puede ser un factor determinante respecto a la calidad de la plantación por lo que, dependiendo de las características climáticas de la zona plantada, se recomienda realizar una evaluación de calidad de madera de al menos 30% de árboles a ser raleados por parcela.
3. Con la finalidad de ser más preciso y conservador durante la valoración se deberá realizar una evaluación más exhaustiva respecto a las variables cualitativas y cuantitativas puesto que se desea obtener árboles que generen un rédito económico considerable durante el proceso de raleo de la plantación.
4. Esta herramienta podrá ser implementada por el productor forestal para obtener datos significativos con los que podrá negociar mejores términos en un contrato de venta de madera de raleo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Adler & Synott. (1992). Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Tropical Forestry Papers No. 25, Oxford Forestry Institute, Oxford, 1992. p. 22 – 24.
2. Adler, d. & T. J. Synott. (1992). Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Tropical Forestry Papers No. 25, Oxford Forestry Institute, Oxford. p.124.
3. Asoteca. (2012). Creación de la asociación ecuatoriana de productores de teca y maderas tropicales. Consultado el 15 de enero del 2011, disponible en: <http://asoteca.org.ec/>.
4. Beer, J.W. (1984). Estudio y Promoción de Sistemas Agroforestales Tradicionales en Centro y Sudamérica: Parte II. Introducción al establecimiento de parcelas permanentes en asociaciones agroforestales tradicionales, CATIE, Editores Turrialba - Costa Rica, Serie técnica. p. 52-65.
5. Betancourt Barroso, A. (1987). Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. p. 427.
6. Briscoe, B. (1995). Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote (Vol. 270). Catie.
7. Cañadas, L. (1983). El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería/Programa Nacional de Regionalización Agraria, Quito. p. 242.
8. Cordero, L. P., & Kanninen, M. (2003). Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science*, 199-213.
9. Coronel, G. D., Navarrete, E. T., Ormaza, S. Á., & Osorio, B. G. (2010). Análisis de la producción de viveros y de la comercialización de plántulas en el área de influencia del Cantón Quevedo, provincia de Los Ríos para el establecimiento de plantaciones de Teca. *Revista Ciencia y Tecnología*, 3(2), 13-20.
10. Dalmau K., et al. (2001). Proyecto del Cultivo de la Teca, como Alternativa de Forestación e Inversión a Largo Plazo, Ecuador. p. 2.
11. Dietrich B. Famoso forestal alemán de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT).

12. El gran valor comercial de la teca. (2008). Consultado el 30 de junio 2012, disponible en: <http://teakecuadorian.com/esp/index.jsp?pg=2>.
13. Enciclopedia Agropecuaria Terranova (2004). Producción Agrícola. Tomo I y II. Terranova Editores, Ltda. Colombia.
14. Espol Informa. (2004). Espol estimula el cultivo rentable de la teca, generando trabajo y buenas prácticas ambientales y sociales. Consultado el 3 de octubre del 2010, disponible en: <http://www.espolinforma.espol.edu.ec/informativo/detalle.jsp?id=373&catid=0>.
15. FAO Document (2008). Consultado en mayo 2016, disponible en: <http://www.fao.org/forestry/site/11470/es/page.jsp>.
16. Fonseca W. (2012). Manual de Productores de Teca en Costa Rica. Heredia - Costa Rica. Consultado en febrero 2016, disponible en: www.fonafifo.com.pdf.
17. Honduras C.A. Programa de manejo de los recursos naturales renovables de la cuenca el Cajón. 18-24 p.
18. Kadambi, K. (1972). Silviculture and management of teak. Bull. 24. Nacogdoches, TX: Stephen F. Austin State University, School of Forestry. p. 137.
19. Keogh, R. M. (1979). Does teak have a future in tropical America? *Unasylva*, v. 31, n. 126, p. 13- 19.
20. Koshy J., A.I.; M.M. (1972). A study of the morphological, physical and chemical characteristics of soils as influenced by teak vegetation. *Indian Forester*. p. 338- 348.
21. Lamprecht, H. (1990). "Silvicultura en los Trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-". Cooperación técnica, Alemania.
22. Little Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. (1964). Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. p. 548.
23. Medrano N. (2012), "La Técnica Forestal: Garantía de una producción rentable", *Revista el AGRO*, edición 189, editorial Unimasa, Ecuador. p. 33.

24. Murillo O., Meza A., Cabrera J. (2004) Estimación del Valor Real y del Valor de Mercado en Pie de la Plantación Forestal, Revista Agronomía Costarricense, Costa Rica. p 47-55.
25. Noboa P. (2012). "India Demanda el 98% de nuestra Teca", Revista el AGRO, edición 189, editorial Unimasa, Ecuador. p. 29-31.
26. Pandey, D., & Brown, C. (2000). Teak: a global overview. UNASYLVA-FAO-, 3-13.
27. Ramírez G., Plegable divulgativo "La Teca", Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Investigación Agropecuaria-División Forestal.
28. Reddy V.A.; Reddy, M.R. (1984). Utilization of fallen dry teak leaves (*Tectona grandis*) as roughage source in complete pelleted rations of sheep. Indian Journal of Animal Sciences. 54(9): 843-848.
29. Rizzo P., consultado en mayo 2012, disponible en: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%rizzo/forestacion/especies_maderas.doc
30. Rojas O., Murillo O. (2000) Calidad de las Plantaciones de Teca en la Península de Nicoya, Costa Rica, Revista Agronomía Costarricense, Costa Rica. p. 65-75.
31. Roncancio D. (2001). Guías técnicas para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales productivas en el litoral ecuatoriano. Quito, Ecuador. Corporación de desarrollo forestal y maderero del Ecuador (CORMADERA). p. 1-2.
32. Suatunce P. et. Al. (2004). Manejo de *Tectona grandis* L. f. (Teca) en el litoral ecuatoriano. Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
33. Troup R.S. (1921). The silviculture of Indian trees. Leguminosae (Caesalpinieae) to Verbenaceae. Oxford, UK: Clarendon Press. Vol. 2
34. Ugalde L. (2001). Guía para el Establecimiento y Medición de Parcelas para el Monitoreo y Evaluación del Crecimiento de Árboles en Investigación y en Programas de Reforestación con la Metodología del Sistema MIRA, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Turrialba - Costa Rica.
35. Vera J., Consulta personal al Ing. Néstor Medrano, Gerente técnico Menproe, Guayas, Mayo 2016.

36. Walter K. & Cherubini L. (2012). Teak resources and market assessment 2010, Forest Assessment, Management and Conservation Division, Forestry Department, FAO, Rome, Italy. p. 4.
37. Weaver P. L. (1993). *Tectona grandis* L. f. Teak. SO-ITF-SM-64. New Orleans, LA - U.S., Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Tectonagrandis.pdf>. Consultado mayo 2012.
38. Weaver P. L. (2000). *Tectona grandis* L.F. Teca. Producción de semillas y su diseminación. (Consultado el 28 de ago. del 2007. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/globaliitfTectonagrandis.pdf>).
39. Winter. (1977). Raleo y aprovechamiento de plantaciones.
40. Zona Gratuita (2016). Consultado en mayo 2016, disponible en: www.zonagratis.com/curiosidades/DicForestacion/R.htm.

APÉNDICES

APÉNDICE A: Medición de variables en unidades de muestreo



APÉNDICE B: Evaluación de calidad de la plantación

APÉNDICE C: Evaluación de Careo de trozas

APÉNDICE D: Embarque de contenedores

