



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto de Investigación:

Previo a la obtención del título

Ingeniero Forestal

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE MADERA DE Balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam. Urb.) EN PLANTACIONES COMERCIALES DE CUATRO DIFERENTES EDADES EN EL LITORAL ECUATORIANO.

AUTOR:

ERICK JOAO PINARGOTE MELENDRES

DIRECTOR:

MSc. ING. FOR. ROLANDO MANUEL LOPEZ TOBAR M. Sc.

CO DIRECTOR:

ING. MARCELINO GUACHAMBALA CANDO

QUEVEDO - LOS RIOS - ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Erick Joao Pinargote Melendres**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; el cual no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Erick Joao Pinargote Melendres
C.I. 1205597881

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. For. Rolando Manuel López Tobar**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Estudiante **Erick Joao Pinargote Melendres**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Determinación de la densidad de madera de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam. Urb.) en plantaciones comerciales de cuatro diferentes edades en el litoral ecuatoriano.**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

MSc. Ing. For. Rolando Manuel López Tobar

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Título:

“Determinación de la densidad de madera de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam. Urb.) en plantaciones comerciales de cuatro diferentes edades en el Litoral ecuatoriano.”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniera Forestal:

Aprobado:

Dr. Rommel Crespo Gutiérrez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dra. Betty Gonzáles Osorio
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. Cesil Moreno Cedeño
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2019

AGRADECIMIENTO

Antes de todo agradecerle a Dios quien me dio la fortaleza, fe, salud y esperanza para alcanzar este sueño que se vuelve una realidad, siempre estuvo a mi lado y me doto de grandes dones y talentos que hoy puedo utilizar en mi vida.

A mis padres, mi familia y amigos que me han ayudado a conseguir este logro, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos propuestos, ayudándome día a día a mejorar como persona.

A la empresa Plantabal S.A. que me dio la apertura, me brindó su apoyo y toda su colaboración para la realización de este proyecto, en especial al departamento de innovación y desarrollo silvícola, quienes con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia, y su motivación han logrado hacer posible esta tesis.

De igual manera a mi tutor de tesis, el Ingeniero Rolando López Tobar y docentes de la carrera, quienes con su profesionalismo me han ayudado adquirir conocimientos y afianzando mi formación universitaria, fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida que gracias a su desinteresado apoyo supieron guiarme en el desarrollo de la presente tesis desde el inicio hasta su culminación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos difíciles, siempre los llevare en mi corazón muchas gracias y que Dios los bendiga.

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza y sabiduría, quien me dio fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaron, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante toda mi vida.

Especialmente para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, por ayudarme en todo el camino de mi vida estudiantil, a todas las personas que creyeron en mí y depositaron su confianza, porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi vida, ayudándome a no darme por vencido, y a salir adelante.

Sinceramente.

Erick Pinargote.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación fue determinar la densidad de la madera de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam. Urb.) y su nivel de variación con la altura en árboles de plantaciones de 4 edades (8 meses; 1 año 6 meses; 2 años 7 meses y 3 años 2 meses). Para esto se tomaron 15 árboles por plantación a los cuales se les extrajo muestras (rodels de 10 cm de largo) a diferentes alturas del fuste, ya obtenido las muestras, fueron sometidos a un secado hasta obtener un 12 % de humedad, una vez secos se calculó el volumen y densidad por disco. Para estimar la densidad de cada individuo se promediaron las densidades calculadas anteriormente a las diferentes edades. Los resultados mostraron que el promedio de la densidad de madera de balsa a la edad de 3,2 años es de 117,14 kg/cm³, mientras que a la edad de 2,7 años tuvo una densidad promedio de 129,74 kg/cm³, a la edad de 1,6 años presentó una densidad promedio de 118,17 kg/cm³ y a los 0,8 años de edad tuvo una densidad promedio de 136,15 kg/cm³. Para establecer el cálculo de desperdicio se realizó el aprovechamiento de los árboles, y toma de las variables dasométricas, se realizó el desrame y se procedió a trocear los árboles a la medida de 2,60 m. Para embarcar, se cubicó la madera que se envió al patio de almacenamiento en Plantabal S.A. y se cubicó cuanto madera se obtendría. También se cubicó la madera que no usan o queda como desperdicio, que vienen a ser nudos de los árboles, esto para tomar en cuenta al momento que se realizó el cálculo de desperdicio de madera. Una vez la madera estuvo en el patio de almacenamiento, pasa al aserrío, para su transformación en listones de madera, aquí con ayuda de los maquinistas, se clasificó la madera en: madera que se aprovecha y madera que se pierde por desperdicio o defectos, dando un 88,36 % de desperdicio total de madera.

Palabras clave: Densidad, Madera, Plantaciones, Balsa, Desperdicio.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the density of the balsa wood (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.) And its level of height with the height in the trees of the plants of 4 ages (8 months, 1 year 6 months 2 years 7 months and 3 years 2 months). For this, 15 trees were taken per plantation to which samples were taken (10 cm long shields) at different heights of the stem, the samples have been obtained, dried and up to 12% moisture has been obtained, once dry The volume and density per disc were calculated. To calculate the density of each individual, the densities previously calculated at different ages were averaged. The results that we obtained the average density of balsa wood at the age of 3.2 years is 117.14 kg/cm³, while at the age of 2.7 years it had an average density of 129.74 kg/cm³, at the age of 1.6 years it presented an average density of 118.17 kg/cm³ and the 0.8 years of age had an average density of 136.15 kg/cm³. To establish the calculation of the waste of the realization of the use of the trees, and the taking of the dasometric variables, the felling was carried out and the trees were cut to the measure of 2.60 m. To ship, the wood that was sent to the storage yard in Plantabal S.A. and how much wood would be harvested. It also shows the issue of wood that is not used or wasted, which comes in the knots of trees. Once the wood was in the storage yard, it passes by, for its transformation into lists of wood, here with the help of the machinists, the wood was classified into: wood that is harvested and wood that is lost due to waste or defects, It gives 88.36% of total waste of wood.

Keywords: Density, Wood, Plantations, Raft, Waste.

INDICE

	Pag.
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Problematización de la Investigación.....	15
1.1.1. Diagnóstico.....	15
1.1.2. Pronóstico.....	15
1.1.3. Formulación del problema.....	15
1.2. OBJETIVOS.....	16
1.2.1. General.....	16
1.2.2. Específicos.....	16
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	17
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	18
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1. MARCO TEÓRICO	19
2.1.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	19
2.1.2. Plantaciones forestales.....	19
2.1.3. Importancia de las plantaciones forestales.....	19
2.1.4. Generalidades de la balsa.....	20
2.1.5. Descripción taxonómica de la balsa.....	21
2.1.6. Descripción Botánica.	21
2.1.6.1. Árbol.....	21
2.1.6.2. Copa y hojas.....	21
2.1.6.3. Flores.....	22
2.1.6.4. Fruto.....	22
2.1.7. Características de la madera.....	22
2.1.8. Rodal semillero.....	22
2.1.9. Secado	23
2.1.10. Durabilidad natural y preservación.....	23
2.1.11. Aplicaciones.....	23
2.1.12. Área de distribución natural y de naturalización.....	25
2.1.13. Clima	25

2.1.14. Suelos.....	26
2.1.15. Factores que inciden sobre las propiedades de la madera.....	26
2.1.15.1. Densidad.....	27
2.1.16. Estructura microscópica.....	28
2.2. MARCO REFERENCIAL	31
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.1.MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1.1. Localización del área a evaluar.....	35
3.1.1.1. Coordenadas de ubicación:.....	36
3.2.1.2. Características climáticas	36
3.2.1.3. Características del suelo	36
3.2.2. Materiales.....	36
3.2.2.1. De campo.....	36
3.2.2.2. De oficina.....	37
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.4. METODOLOGIA	37
3.4.1. Selección de los árboles	37
3.4.2. Medición del DAP.....	38
3.4.3. Aprovechamiento	38
3.4.4. Desrame.....	38
3.4.5. Medición de la altura total y comercial.....	38
3.4.6. Marcación y seccionado del tronco del árbol.....	39
3.4.7. Toma de coordenadas.....	39
3.4.8. Procesamiento de las muestras.....	39
3.4.9. Análisis Estadístico.....	40
3.4.10. Cálculo del desperdicio de madera.....	40
3.4.11. Selección de los árboles.....	40

3.4.12. Medición del DAP.....	40
3.4.13. Tumba del árbol, desrame y medición de la altura total y comercial.....	41
3.4.14. Marcación y cálculo de desperdicio.....	41
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSION	422
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Densidad de la rodela a la altura de 0,1 m.....	43
4.2. Densidad de la rodela a la altura de 1,3 m.....	43
4.3. Densidad de la rodela a la altura de 3 m.....	44
4.4. Densidad de la rodela a 5 cm bajo la primera ramificación.....	45
4.5. Densidad de la rodela a mitad del segundo entrenudo.....	45
4.6. Densidad de la rodela a 5 cm bajo el segundo nudo.....	46
4.7. Densidad de la rodela a mitad del tercer entrenudo.....	46
4.8. Densidad de la rodela a 5 cm bajo el tercer nudo.....	47
4.9. Densidad de la rodela a mitad del cuarto entrenudo.....	47
4.10. Densidad de la rodela a 5 cm bajo el cuarto nudo.	48
4.11. Densidad por árbol.....	49
4.12. Altura total y altura comercial por edad.....	49
4.13. Porcentaje de desperdicio.	50
4.14. Discusión.....	50
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1. CONCLUSIONES.....	53
5.2. RECOMENDACIONES.....	53
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFIA.....	54
6. BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS.....	60

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Determinación de la densidad de madera de balsa (<i>Ochroma pyramidale</i> Cav. ex Lam. Urb.) en plantaciones comerciales de cuatro diferentes edades en el litoral ecuatoriano.				
Autor:	Erick Joao Pinargote Melendres				
Palabras claves:	Densidad	Madera	Plantaciones	Balsa	Desperdicio
Fecha de publicación:					
Editorial:	FCAMB; Carrera de Ingeniería Forestal; Pinargote, E.				
Resumen:	El objetivo de esta investigación fue determinar la densidad de la madera de balsa (<i>Ochroma pyramidale</i> Cav. ex Lam. Urb.) y su nivel de variación con la altura en árboles de plantaciones de 4 edades (8 meses; 1 año 6 meses; 2 años 7 meses y 3 años 2 meses). Para esto se tomaron 15 árboles por plantación a los cuales se les extrajo muestras (rodela de 10 cm de largo) a diferentes alturas del fuste, ya obtenido las muestras, son sometidos a un secado hasta obtener un 12 % de humedad, una vez secos se calculó el volumen y densidad por disco. Para estimar la densidad de cada individuo se promediaron las densidades calculadas anteriormente a las diferentes edades. Los resultados mostraron que el promedio de la densidad de madera de balsa a la edad de 3,2 años es de 117,14 kg/cm³, mientras que a la edad de 2,7 años tuvo una densidad promedio de 129,74 kg/cm³, a la edad de 1,6 años presentó una densidad promedio de 118,17 kg/cm³ y a los 0,8 años de edad tuvo una densidad promedio de 136,15 kg/cm³. Para establecer el cálculo de desperdicio de realizar el aprovechamiento de los árboles, y toma de las variables dasométricas, se realizó el desrame y se procedió a trocear los árboles a la medida de 2,60 m. Para embarcar, se cubicó la madera que se envió al patio de almacenamiento en Plantabal S.A. y se cubicó cuanta madera se obtendría. También se cubicó la madera que no usan o queda como desperdicio, que vienen a ser nudos de los árboles, esto para tomar en cuenta al momento que se realizó el cálculo de desperdicio de madera. Una vez la madera estuvo en el patio de almacenamiento, pasa al aserrío, para su transformación en listones de madera, aquí con ayuda de los maquinistas, se clasificó la madera en: madera que se aprovecha y madera que se pierde por desperdicio o defectos, dando un 89,97 % de desperdicio total de madera.				
Descripción:	66 Hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM				
URI:					

1. INTRODUCCIÓN

Ochroma pyramidale, comunmente llamada balsa, es una especie de tipo forestal que posee gran demanda en el mercado internacional. Crece de manera natural y por reforestación, especialmente en la selva sub-tropical del Ecuador, donde es, uno de los recursos forestales y maderables de mayor aprovechamiento; por tal razón es uno de los rubros económicos de importancia en la economía de nuestro país. En el comercio internacional se conoce por su nombre común de balsa ecuatoriano. La especie ha alcanzado un alto nivel de desarrollo, desde su reforestación hasta su posterior transformación, convirtiéndola en la madera de mayor calidad a nivel mundial (Gonzáles, 2010).

Debido a la ubicación geográfica y a las condiciones agroclimatológicas del Ecuador, la balsa es una especie de crecimiento extremadamente rápido, ya que se dispone de 12 horas de luz solar durante los 365 días del año, las condiciones climáticas para un buen crecimiento están en altitudes entre 0 a 1.000 msnm, precipitaciones entre 500 - 3.000 mm y una temperatura entre 22 a 30°C (MAGAP, 2014). El tronco es recto y cilíndrico de corteza lisa, que puede llegar a medir hasta 30 m de altura y 70 cm de diámetro. Tiene hojas simples, sus flores son blancas, grandes, el fruto es una cápsula dehiscente, necesita suelos arcillosos o limosos y bien drenados. Esta especie no tolera suelos con bajos niveles de humedad, ni suelos superficiales, ya que es susceptible al volcamiento por vientos fuertes (Ecuadorforestal, 2014).

La madera de balsa ecuatoriana tiene una alta importancia a nivel comercial debido a su peso ligero y sus propiedades mecánicas únicas. A lo largo del tiempo el uso de este material natural ha aumentado considerablemente para ser empleado como núcleo en estructuras, que se utilizan en la fabricación de aviones, aspas de aerogeneradores, y otros tipos de estructuras ligeras (Moncayo, 2017) .

Ecuador cuenta con la producción de madera de balsa más grande del mundo, seguido de Papua Nueva Guinea. El país suramericano suple alrededor del 90% de la demanda mundial, Papua Nueva Guinea aporta un 8% junto a pequeñas contribuciones de productores en Colombia, Brasil, Venezuela, Costa Rica e Indonesia. Los principales mercados para productos elaborados con balsa se encuentran en Estados Unidos, China,

India y Europa en donde es utilizado especialmente por el sector de energía eólica, la marina y la industria de transporte (Midgley, 2010)

La madera de balsa es de gran importancia comercial en el Litoral ecuatoriano, donde se obtiene la mayor producción dentro del país. La densidad de su madera con fines comerciales usualmente va de los 100 kg/m³ a 170 kg/m³, aunque dicha propiedad puede variar de 50 kg/m³ hasta 410 kg/m³, característica que le confiere el título de la madera más liviana utilizada en el mundo como material aislante y en la construcción de diferentes estructuras (Francis, 1991).

1.1. Problematicación de la Investigación

1.1.1. Diagnóstico

Se posee poca información sobre el comportamiento de la balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam. Urb.) tomando en consideración la edad y la densidad de la madera, generando inconvenientes en el momento de la elaboración de los productos solicitados por el mercado.

1.1.2. Pronóstico

La falta de información sobre la densidad de la madera y la edad de la balsa tendrá consecuencias en el momento de la comercialización de los productos elaborados con esta madera.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cómo se comporta la densidad de la madera de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam. Urb.) en distintas edades en la zona húmeda del Litoral ecuatoriano?

1.1.4. Sistematización

¿La edad influye en la densidad de la madera en las plantaciones de balsa?

¿Cómo afecta la edad en la densidad de la madera de balsa?

¿Cuál sería el porcentaje de desperdicio de madera durante el proceso de transformación hasta el nivel de aserrío?

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. General.

Determinar la densidad de madera de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav Ex. Lam. Urb.) en plantaciones comerciales de cuatro edades en la zona húmeda del Litoral ecuatoriano.

1.2.2. Específicos.

- Establecer la relación entre la densidad de la madera y las edades de las plantaciones.
- Calcular el porcentaje de desperdicio de madera en el proceso de transformación hasta el nivel de aserrio.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

La producción de madera de balsa representa una fuente de ingresos para la economía de países como Ecuador gracias a la exportación de diferentes productos elaborados con este material. En dicho contexto, es de vital importancia la disponibilidad de información verificable que pueda ayudar a justificar diferentes situaciones relacionadas al manejo de las plantaciones de balsa.

Actualmente la zona de estudio y de influencia de esta especie está liderada por las empresas exportadoras de la madera, para las cuales es de vital importancia implementar planes de manejo y nuevas tecnologías que le permitan mejorar e incrementar su producción de una manera sostenible. De la misma manera, existen instituciones universitarias y entidades del gobierno interesados en la generación de datos que sirvan como base para la toma de decisiones relacionadas a la plantaciones que se encuentran dentro del país.

La presente investigación se enfoca en la generación de información con respecto a una de las propiedades físicas de mayor importancia, como lo es la densidad de la madera, y como se ve influenciada por la variable edad, esto en plantaciones ubicadas en la Provincia de Los Ríos, Ecuador. Lo anterior, con el fin de mejorar aspectos relacionados a la producción de balsa en el país, fundamentar la toma de decisiones y hacer disponible la información para investigaciones futuras que se puedan realizar en el área de la transformación de este recurso maderable en productos forestales.

CAPÍTULO II

**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA
INVESTIGACIÓN**

2. FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.2. Plantaciones forestales

Las plantaciones forestales representan cerca del 7% del área mundial de bosques, es decir, un poco menos de 300 millones de hectáreas. Al mismo tiempo, éstas suministran más de la mitad de la madera destinada al uso industrial producida en el mundo, y tanto su extensión como productividad siguen creciendo. Estas plantaciones pueden estar conformadas por especies de árboles endémicos e introducidos. A veces también son objeto de controversia: alcanzar un equilibrio entre los beneficios de índole sociocultural, ambiental y económico, puede convertirse en un desafío (FAO, 2006).

2.1.3. Importancia de las plantaciones forestales

La plantación de árboles tiene una importancia creciente para satisfacer las necesidades de madera y productos de madera de la población mundial en constante crecimiento, y para mejorar los niveles de vida, como así mismo para contrarrestar la menor disponibilidad de madera y otros productos forestales provenientes de los bosques naturales (FAO, 2000).

También se necesitan plantaciones en los casos en que se desea rehabilitar zonas despojadas de vegetación arbórea, como páramos afectados por la salinidad, y donde se necesita la regeneración rápida de la cubierta vegetal como, por ejemplo, en el caso de la protección de cuencas, represas y canales, o la estabilización de laderas o arenas móviles (FAO, 2000).

2.1.4. Generalidades de la balsa

La balsa o boya, como se la conoce a la (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.) es una especie agreste y maderera, autóctona de las regiones amazónicas del Ecuador, que tiene una innata distribución en las regiones tropicales de América, y tiene un gran interés en el mercado internacional. Durante cientos de años, la balsa fue considerada una maleza. Se reproduce mediante cientos de semillas que están en el interior de una vaina que a su tiempo se abre, y con la ayuda del viento, se dispersa por varios lugares de la selva, donde luego son cubiertas por el limo y permanecen ahí hasta que las condiciones de luminosidad y humedad se presenten adecuada para que la semilla pueda germinar y crecer (Perez, 2012).

En esas condiciones naturales, solamente las plantas superiores son las que llegan a formarse en árboles. Esta especie de rápido crecimiento produce madera de alta calidad con muchas aplicaciones. Se la puede encontrar de manera natural en zonas aledañas a las laderas de los ríos, especialmente en la selva sub-tropical de Ecuador, y también se la está utilizando con objeto de reforestación en zonas donde cumpla todas las características edafoclimáticas para su óptimo desarrollo (Perez, 2012).

La balsa es una materia prima renovable que está adquiriendo cada vez mayor importancia en un gran número de sectores. Es extremadamente liviana, pero tiene a la vez una relación resistencia-peso muy alta. Además, tiene la cualidad de que se puede tallar con suma facilidad. Ofrece una superficie de encolado uniforme y es compatible con resinas sintéticas. Por todos estos motivos, la balsa se utiliza en algunos de los procesos de fabricación de tableros, tabiques, aviones, barcos, cascos y cubiertas de las lanchas motoras costeras de gran velocidad y aeromodelismo más avanzados del mundo (Perez, 2012).

2.1.5. Descripción taxonómica de la balsa

La balsa presenta la siguiente descripción taxonómica (EcuRed, 2013):

Nombre científico: (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.)

Reino: *Plantae*

Familia: *Malvaceae*

Clase: *Magnoliopsida*

Categoría: *Especie*

Orden: *Malvales*.

2.1.6. Descripción Botánica.

2.1.6.1. Árbol

Little y Dixon (1983) indican que esta es una especie siempre verde que alcanza alturas de 20 - 40 m de alto y 50-120 cm de diámetro. Presenta raíces tablares pequeñas en los troncos grandes. Los árboles que crecen en competencia en pleno bosque, tienen fustes limpios hasta los 15 m y a veces hasta 20 m. En espacio libre, la copa es abierta, con las ramas primarias gruesas y extendidas.

La corteza es lisa en el exterior con algunas cicatrices lineales de color claro con manchas blanquecinas, a veces pardo a pardo grisáceo. La corteza interior es fibrosa de color crema amarillento, en ocasiones rosado. El grosor total de la corteza alcanza hasta 2 centímetros. Las ramas laterales son gruesas, de más de 2 centímetros de diámetro, de color verdoso a verde pardusco, con pelos de color café herrumbroso cuando nuevas y cicatrices foliares grandes (Castro, 2002).

2.1.6.2. Copa y hojas

Copa ancha, abierta, redondeada o irregular. Hojas dispuestas en espiral, simples; láminas de 13 x 13 a 35 x 35 centímetros, grandes, casi redondas, acorazonadas, margen entero o sinuado; nervios principales de 7 a 9, muy prominentes en el envés, pecíolo de color café a rojo (Conabio, 2008).

2.1.6.3. Flores

Las flores solitarias nacen en pedúnculos largos y gruesos cerca del extremo de las ramitas, miden de 10 a 15 cm de largo y entre 7 y 9 cm de diámetro. El caliz es grueso de color verde carmelita, en forma de tubo, de unos 5 cm de largo, con 5 lóbulos extendidos alrededor de 3.5 cm de longitud, 2 lóbulos exteriores angostos y puntiagudos, 2 lóbulos muy anchos y hendidos y un lóbulo ancho a un lado. La corola está formada por 5 pétalos de color blanquecino a amarillo pálido de 12 a 17 centímetros de largo, angostas en la base, anchos y redondeados en el ápice. Los estambres en columnas de 5 cm a 8 cm de largo son de color amarillo a anaranjado (Betancourt, 1983).

2.1.6.4. Fruto

Los frutos en cápsulas tienen forma casi cilíndrica, de 10 a 20 cm de largo y de entre 3 a 5 cm de diámetro; pentaloculares, de color granate y cubierto de vellosidad. Los árboles empiezan a fructificar desde que tienen 4 o 5 años de edad. La dehiscencia de los frutos es loculicida y se produce sobre el árbol (Little y Dixon, 1983).

2.1.7. Características de la madera

Las características anatómicas se las puede determinar por el color de la misma, los poros y otros. El color de la madera balsa es blanco grisáceo o marrón pálido, y no tiene olores característicos (Moreira, 2013).

Los poros son dispersos y gruesos pero no muy numerosos, las ranuras de los cortes cuando se realizan cortes longitudinales aparecen con un color ligeramente café, la generalidad de las fibras son rectas (Moreira, 2013).

2.1.8. Rodal semillero

El rodal semillero representa una medida interina para producir semilla de mejor calidad genética a corto plazo, mientras se desarrollan otras formas más avanzadas de producción. Un rodal semillero se define como un grupo de árboles de la misma especie, que es

mejorado mediante la remoción de individuos indeseables y manejados para estimular la producción pronta y abundante de semilla (Barner, 1973)

2.1.9. Secado

La madera balsa recién cortada tiene una humedad que va del 200 al 400%, la misma que para ser exportada esta no debe pasar del 10% de humedad. El secado se puede realizar en secadoras de madera, empleando técnicas diversas y el secado al aire libre. El secado al aire libre causa el encorvado de la madera, torceduras, encorvaduras y rajaduras (Moreira, 2013).

2.1.10. Durabilidad natural y preservación

La balsa siendo una madera bastante suave es susceptible al ataque de termitas, perforadores marinos y hongos, lo que hace que sea poco durable. Por lo tanto el secado al horno permite la destrucción de la mayor parte de los parásitos. El empleo de productos químicos ayuda a dar una mayor duración y vida útil de esta (Moreira, 2013).

2.1.11. Aplicaciones

Debido a su baja densidad, resistencia y versatilidad, la balsa es adecuada para una amplia gama de usos finales. Se utiliza extensivamente para elaborar maquetas y modelos a escala, incluyendo modelos de barcos, aviones, planeadores y edificios. Debido a su flotabilidad, se utiliza para la elaboración de tablas de surf y balsas salvavidas. Los estándares técnicos para la balsa son muy altos, con clientes demandando madera uniforme de color claro, libre de nudos y otros defectos, además de corte a dimensiones exactas (Midgley, 2010).

Su principal uso industrial, y el uso que forma la mayor parte del mercado global de la madera de balsa, son como paneles end grain (perpendicular a la fibra) como se puede apreciar en la figura 1. Los paneles end grain se usan ampliamente en estructuras sándwich, que normalmente es un material de núcleo de baja densidad intercalado entre dos caras con un módulo de elasticidad relativamente alto, para producir un panel ligero con una rigidez excepcional. Las pieles de la cara actúan como los patines de una viga,

soportando cargas de tensión y compresión. El núcleo desempeña el papel de alma, separando las pieles y transfiere los esfuerzos de cizalle entre las pieles. Los materiales del núcleo proporcionan un aumento en el espesor de la estructura, con rigidez asociada, y peso mínimo (Midgley, 2010).



Figura 1: Paneles end grain

Según Midgley (2010) las características atractivas de la balsa para los fabricantes de paneles son:

- Su precio relativamente bajo en comparación con otros materiales que se usan como núcleo.
- Es un material procedente de un recurso natural.
- Tiene un amplio rango de temperatura de operación (-212 °C a 163 °C).
- Ofrece un buen aislamiento acústico y térmico.
- Tiene alta resistencia al impacto.
- Excelente resistencia a la fatiga.

La madera de balsa se desempeña muy bien en aplicaciones críticas al fuego. No es muy combustible, y cuando se quema produce un humo blanco que no es tóxico. Si la madera entra en contacto con la llama, se forma una capa uniforme de carbón que protege al núcleo material no consumido de la fuente de calor. Por el contrario algunos materiales núcleo competitivos hechos de espumas sintéticas pueden producir humos que contienen subproductos tóxicos. Es por estas razones que la balsa es aprobada en la mayoría de aplicaciones de relleno de materiales de aviación, marítimo y como aislamiento para salas de máquinas (Midgley, 2010).

2.1.12. Área de distribución natural y de naturalización

El área de distribución natural de la balsa se extiende desde el sur de México hasta Bolivia, hacia el este a través de la mayor parte de Venezuela, y a través de las islas del caribe (figura 2). La especie es de importancia comercial en la cuenca del Río Guayas en Ecuador, de donde se obtiene el 95% de la cosecha mundial. La balsa se ha cultivado con éxito en localidades exóticas, encontrándose plantaciones en la India, Sri Lanka, Malasia, Vietnam, Borneo, Fiji, las Islas Salomón, las Filipinas y Papua Nueva Guinea (Francis, 1991) .

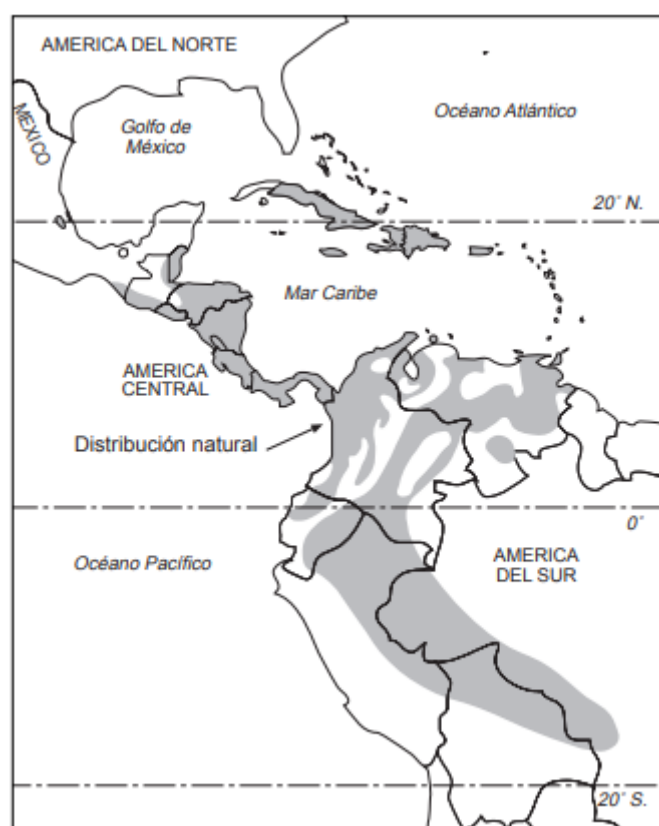


Figura 2: El área sombreada representa la distribución natural de la balsa, (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.)

2.1.13. Clima

La balsa requiere de un clima cálido y húmedo. La cantidad mínima de precipitación que tolera es de alrededor de 1500 mm anuales, excepto a lo largo de corrientes de agua, en donde el nivel del agua subterránea se encuentra cerca de la superficie y puede ser absorbida por las raíces. Los árboles de balsa crecen ocasionalmente en áreas de Puerto

Rico con una precipitación de hasta 3000 mm anuales. La estación seca deberá ser de menos de 4 meses de duración. La temperatura promedio del mes más frío varía entre 20 y 25 °C y la temperatura promedio del mes más cálido varía entre 24 y 30 °C a través de la amplia distribución natural de la balsa. La especie no es resistente a las heladas (Francis, 1991).

2.1.14. Suelos

La balsa demanda una rica provisión de nutrientes y un suelo bien drenado. De hecho, se reporta que los árboles de balsa mueren con facilidad debido a las inundaciones. La especie tiene su mejor crecimiento en suelos tipo aluviales a lo largo de ríos y es aquí en donde se le encuentra con mayor frecuencia. La balsa coloniza suelos arcillosos, margosos y limosos, e incluso el relleno de construcción recientemente depositado, pero no tolera los suelos de alta salinidad. Los rodales de balsa se pueden encontrar tanto en áreas llanas como en pendientes escarpadas. La balsa crece desde casi el nivel del mar hasta una altitud de 1,800 m en Colombia, pero no se le encuentra a más de 1,000 m en Costa Rica (Francis, 1991).

2.1.15. Factores que inciden sobre las propiedades de la madera

La madera es un material heterogéneo que se ve reflejado por la variabilidad que es posible encontrar en probetas extraídas de una misma especie maderera y de diferentes árboles, o aún más de probetas provenientes de un mismo árbol lo que muestra una marcada diferencia en su densidad y resistencia. Ésta variabilidad responde a diferencias genéticas de ambiente y/o ambas. Es por esto que posee valores de resistencia variables. Incluso pueden resultar más variables debido a que algunas de sus características no son controladas o controlables. Entre las más importantes cabe señalar (Díaz-Vaz y Cuevas, 1982):

- Contenido de humedad
- Densidad
- Angulo de fibras
- Nudosidad
- Temperatura
- Otras influencias

2.1.15.1. Densidad

La densidad indica la cantidad de sustancia celular presente en una unidad de volumen de madera. Es por esto que especies de madera densa tienen resistencias altas y maderas livianas resisten menos que las anteriores. Es importante conocer la densidad, ya que de ella depende en gran parte el comportamiento de la madera, su adaptabilidad a eventuales tratamientos y modificaciones, así como la posibilidad de utilización que ofrece. La densidad es el cociente entre la masa y el volumen de la madera, la cual varía con la humedad es decir, cuando la humedad crece, la densidad también crece (Díaz-Vaz y Cuevas, 1982).

La densidad de la madera se calcula mediante la siguiente ecuación (Torres, et al, 2012):

$$p = \frac{m}{v}$$

Donde:

- p = Densidad de la madera expresada en gr/cm^3 o kg/m^3
- m = Masa de la madera, en gramos o kilogramos
- V = Volumen de la madera, en cm^3 o m^3

Según las normas COPANT (1975) la densidad es la relación entre el peso y el volumen de la madera a un determinado contenido de humedad. Esto da lugar a que la densidad sea calculada en cuatro diferentes estados, los cuales son:

- a) **Densidad en estado saturado.**- Es el cociente entre el peso y el volumen de la madera en estado saturado.
- b) **Densidad en estado seco al aire.**- Es el cociente entre el peso y el volumen que se encuentra con un contenido de humedad en equilibrio con el medio existente.
- c) **Densidad en estado anhidro.**- Es la relación entre el peso y el volumen de la madera seca al horno.
- d) **Densidad básica.**- Es el cociente entre el peso de la madera anhidra y el volumen en estado saturado correspondiente.

La madera presenta una alta variabilidad en sus propiedades, tal es el caso de la densidad (Van Buijtenen, 1963). En muchas especies disminuye del centro a la periferia y de la base hacia ápice (Daniel *et al.*, 1982; Harold y Hocker, 1984); también se reconoce la variación que existe entre árboles, sitios, rodales y especies (Zobel y Van Buijtenen, 1989).

La densidad está descrita como la característica física más importante de la madera, y dentro de los criterios más usados para determinar la calidad de la madera. Existe variación de la densidad de la madera a diferentes niveles de altura y en diámetro; además del tamaño de las fibras, espesor de la pared celular, tipo y diámetro de las células, la edad de los árboles y la interacción con el medio ambiente (Campos, 2006).

Por otro lado, la densidad de la madera varía dentro del árbol, durante la vida del árbol y entre individuos de una misma especie (Van Buijtenen, 1963). Varios factores del sitio, específicamente la cantidad de humedad presente en forma de precipitación, o de cantidad de agua del suelo, parecen explicar en parte la variación tan amplia que presentan los individuos de una misma especie (Parolin, 2002).

Casi todas las operaciones de procesamiento de balsa segregan la madera de balsa en tres clases de densidad. Mientras que estas clases varían en la nomenclatura y el valor entre los procesadores, se describen generalmente como: baja (80 - 120 kg/m³), media (120 - 180 kg/m³) y alta (180 - 220 kg/m³) (Midgley et al, 2010).

2.1.16. Estructura microscópica

Como todas los tipos, la madera de balsa tiene su propia microestructura celular mostrada en la micrografía de la figura 3. Sus principales células componentes se describen a continuación:

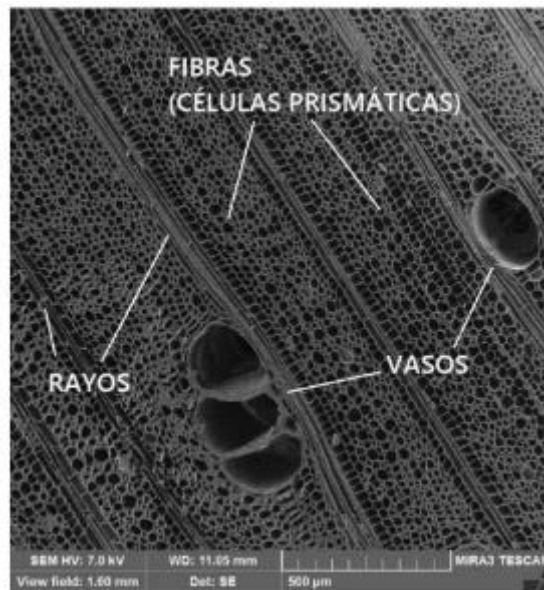


Figura 3: Micrografía de una sección transversal de madera de balsa en la que se muestra la sección transversal de las fibras, rayos y vasos (Almeida y Martínez, 2017).

Fibras o traqueidas: Son células que tienen la forma de un fríjol largo, dispuestas axialmente a lo largo del tronco del árbol (desde las raíces a la copa), representan entre el 80-90% del volumen de la madera. En la vista o sección transversal, las traqueidas aparecen como células hexagonales irregulares en filas radiales (Easterling, et al., 1982). Funcionan casi exclusivamente como células de soporte mecánico. El grosor de la pared celular de la fibra es el factor principal que gobierna la densidad y la resistencia mecánica de la madera (Wiedenhoeft, 2010). La pared celular de las traqueidas está constituida por una pared primaria exterior (P) y una pared interior secundaria (S) formada por tres subcapas, S_1 , S_2 y T o S_3 como se muestra en la figura 4, las mismas que están formadas por microfibrillas de celulosa orientadas de forma distinta en cada capa (Gracia, 2011).

Las propiedades estructurales en la dirección axial se deben a la capa secundaria S_2 que es mucho más gruesa que las demás, ocupando el 85% de espesor total de la pared secundaria (Da Silva y Kyriakides, 2007), y las microfibrillas que están orientadas de 10-30° con respecto al eje longitudinal de la célula, y por lo tanto, forma la capa estructural principal de toda la célula traqueídica (Osei et al, 2013).

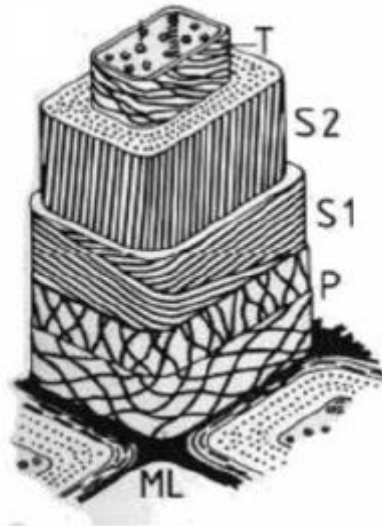


Figura 4: Estructura simplificada de la microestructura de la pared celular de la madera
Fuente: (Newaz et al., 2016)

En la capa primaria P las microfibrillas de celulosa no tienen una orientación definida, mientras que en las capas secundarias S_1 y S_3 , las microfibrillas de celulosa están orientadas casi a 90° del eje longitudinal de la célula. La contribución mecánica de las capas S_1 y S_3 parece ser significativa cuando la madera se carga en la dirección transversal (Bergander y Salmén, 2002).

Según (Borrega *et al.* 2015) el aumento del espesor de las paredes de las células de fibra con aumento de la densidad de la balsa, se debe predominantemente a la presencia de una capa S_2 más gruesa, con sólo una pequeña contribución de las demás capas.

2.2. MARCO REFERENCIAL

Silva (2012) menciona que llevó a cabo una investigación que tuvo como objetivo estimar la densidad básica de la madera y su nivel de variación con la altura y el diámetro en árboles de varias especies de los géneros *Pinus* y *Quercus* del Norte del Estado de Durango, México. Para esto se tomaron 843 especímenes a diferentes alturas del fuste y en diferentes secciones diamétricas de un muestreo aleatorio en 113 árboles. Se elaboraron probetas con dimensiones de 2,5 cm x 2,5 cm x 2,5 cm. Los resultados muestran que hubo diferencia estadística entre los componentes de albura y duramen ($P > F = 0,0001$) y la altura relativa ($P > F = 0,0001$) del fuste en el género *Pinus*. Para el género *Quercus* no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con los componentes de la madera o con la altura relativa. Los cálculos matemáticos indican que la densidad básica se debe de estimar a una altura dada por 0,22 m de altura total del fuste y no como convencionalmente se hace a 1,3 m.

Veizaga (2012) efectuó una investigación en la que ejecutaba la determinación de la densidad de la madera de *Ochroma Pyramidale* (Balsa) en plantaciones de 4 y 6 años de edad, en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, para llevar a cabo la determinación de la densidad se tuvieron que realizar probetas, a partir de diferentes árboles, los cuales para su selección y extracción tuvo que ser aleatoria, esto con el fin de que todos tengan las mismas probabilidades a ser escogidos. La extracción de las muestras se realizó en base a la Norma COPANT-Maderas 458. Para la selección de los árboles se tomó en cuenta que ninguno presente problemas de “corazón de agua” o problemas de “pata roja”, que su fuste sea lo más recto posible con la menor cantidad de ramas presentes. Una vez aserrados los árboles fueron cubiertos con plásticos para evitar su contaminación. En el aserradero se procedió a la realización de las probetas, y, se inició el secado de las mismas con una temperatura de 30°C, la cual fue incrementando gradualmente cada 20°C hasta llegar a los 103 ± 2 °C donde se obtuvo los pesos constantes. El tiempo de duración para cada cambio de temperatura fue de 24 hrs. y seis días para llegar al peso constante. Los resultados mostraron que la densidad básica obtenida fue 0.197 g/cm³ para la edad de seis años y 0.183 g/cm³ para la edad de cuatro años, la densidad anhidra fue de 0,213 g/cm³ para la edad de 6 años, y 0.201 g/cm³ para la edad de cuatro años.

Altamirano (2015) elaboró un diseño y la construcción de una tarjeta de control para un equipo de medición de la densidad de palos de balsa, con la finalidad de que sustituya al equipo adquirido por la compañía PLANTABAL ECUATORIANA de Balsa que debido a sus años de actividad, ya no presenta precisión en la medición. El diseño comprende realizar ingeniería inversa para poder entender el proceso de operación de la tarjeta de control del equipo utilizado inicialmente en la compañía PLANTABAL ECUATORIANA de Balsa. Posteriormente se realizan simulaciones con ayuda de herramientas informáticas como son los simuladores Simulink de Matlab y el software de simulación de circuitos Pspice. La implementación de la tarjeta de control se da después de obtener resultados favorables en las simulaciones del circuito, El equipo tiene que entregar la medida de densidad del palo de balsa colocado teniendo en cuenta que el largo y el espesor son medidas ingresadas por el operador. Los resultados obtenidos fueron favorables. Luego de realizar la calibración adecuada del equipo se obtuvieron mediciones con un error máximo del 5% con respecto al valor teórico de densidad.

González et al (2010) llevaron a cabo un estudio en el que se realizó la caracterización de un cultivo de *Ochoroma pyramidale* (Balsa), en la Provincia de Los Ríos, durante el año 2008. Se determinó el establecimiento, manejo y comercialización de esta especie. Además se establecieron costos, ingresos, rentabilidad y punto de equilibrio del cultivo mediante encuestas a productores de balsa. Por medio de este trabajo se demostró que los productores utilizan la semilla nativa procedente de Ecuador. El 53.50% compran las plántulas en viveros de la localidad, mientras que el 46.50% realizan su propio vivero. Cabe destacar que los productores realizan labores de establecimiento y mantenimiento a sus cultivos, no obstante el 94.00% de ellos no reciben asistencia técnica, lo cual incide en la calidad de las plantaciones y su rendimiento. Se estableció que las superficies sembradas van desde 0.37 hasta 44.40 hectáreas; donde 34.25% pertenecen a plantaciones de un año; 32.54% son plantaciones de tres años y en menores porcentajes se encuentran cultivos de dos, cuatro y cinco años. Cuando han alcanzado una edad de tres a cuatro años, los árboles son comprados directamente en las fincas de los productores en forma de trozas y por camionada, por empresas de la localidad como: PLANTABAL, INMAIA y BALSAFLEX, las mismas que exportan balsa procesada a mercados de Europa, Asia y Norteamérica. Los costos totales en cuatro años de producción en una hectárea de balsa ascienden a 2,477.06 dólares, con ingresos de 6,000.00 dólares, obteniendo un beneficio

neto de 3,522.94 dólares una rentabilidad de 142.00% y el punto de equilibrio en unidades físicas 22.80 m³ de balsa y 912.10 dólares en unidades monetarias por hectárea.

Valencia (1997) evaluó un método empírico para calcular el volumen en muestras pequeñas de madera obtenidas con taladro de Pressler, que se utilizan en la estimación de la densidad básica de la madera, y se comparó dicha estimación con otros métodos de uso común en la estimación de la densidad básica de la madera, como son el método de desplazamiento en agua y el método de máximo contenido de humedad. Los valores promedio, de desviación estándar, mínimo y máximo de densidad de la madera, obtenidos con el método empírico, fueron muy semejantes a los obtenidos con los otros dos métodos, y la correlación simple que se presentó fue cercano a la unidad, por lo que el método empírico es altamente confiable, rápido y sencillo en la estimación de la densidad en muestras pequeñas de madera, que tienen forma geométrica regular.

CAPÍTULO III

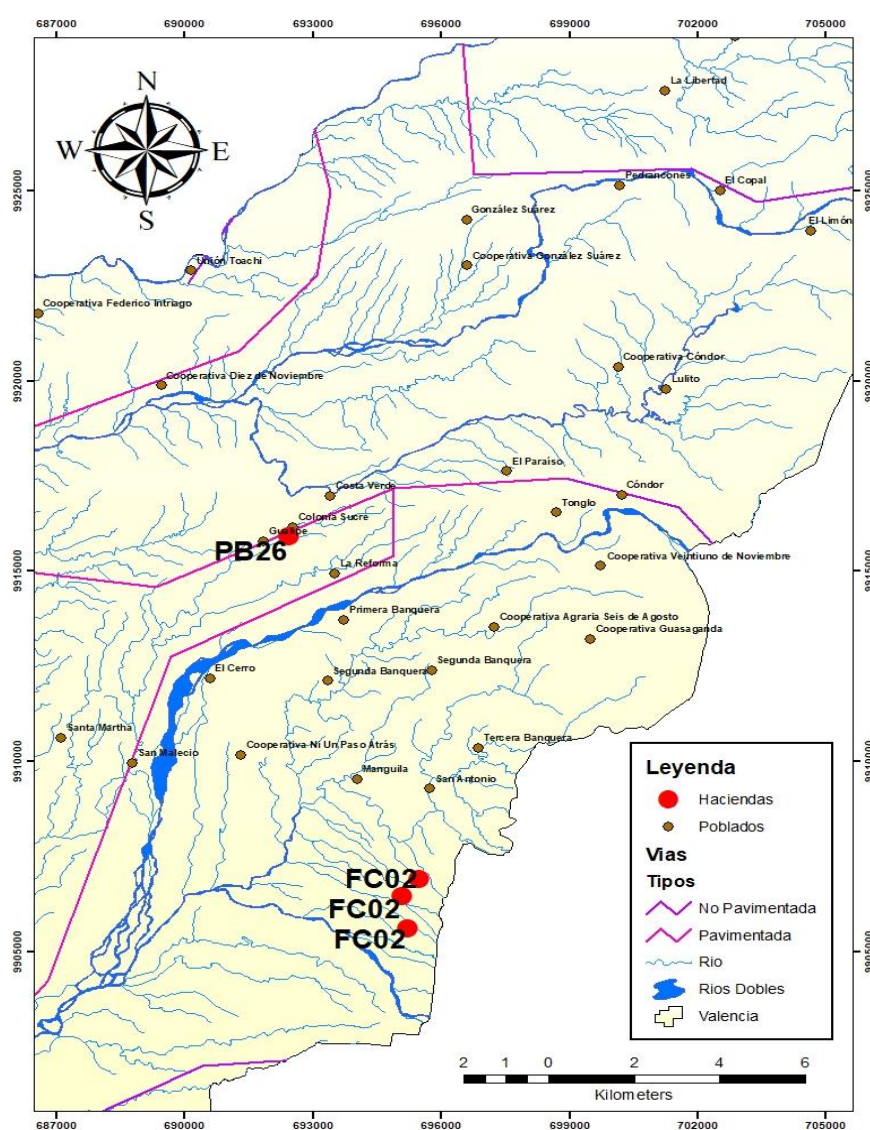
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. Localización del área a evaluar.

Para el presente estudio se establecieron cuatro sitios de muestreo dentro de las haciendas cultivadas con balsa, las mismas que son patrimonio de la empresa Plantaciones de Balsa Plantabal, S.A., que se identifican como PB26 y FC02, de acuerdo a la clasificación utilizada por la empresa. Los sitios identificados como PB26 y FC02 pertenecen a zona húmeda y están ubicados en la Provincia de Los Ríos.



3.2.1.1.Coordenadas de ubicación:

Coordenadas proyectadas UTM zona 17 S

Datum WGS84

Hacienda	Edad	Eje X	Eje Y
PB26	3 años 2 meses	692441	9915899
FC02	2 años 7 meses	695219	9905612
FC02	1 año 6 meses	695103	9906450
FC02	8 meses	695482	9906897

3.2.1.2.Características climáticas (citado por Mejia, 2013):

- Temperatura promedio anual: 24.2 ° C
- Precipitación promedio anual:1864.20mm
- Evapotranspiración: 0.10 mm
- Velocidad del viento: 0.3 Km/h
- Hidrología: Rio Lulo, San Pablo. 4.

3.2.1.3.Características del suelo (citado por Mejia, 2013):

- Textura: Franco arcilloso
- Topografía: Con pendientes irregulares hasta el 20%.

3.2.2. Materiales

3.2.2.1.De campo

- EPPs
- Mapa de ubicación de los lotes
- Hoja de datos
- GPS
- Motosierra

- Lápices
- Machete
- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Spray

3.2.2.2. De oficina

- Cuaderno
- Carpeta
- Lápiz
- Lápices
- Balanza digital
- Regla
- Impresora
- Computadora
- Libros.
- Artículos.
- Documentos electrónicos.
- Dispositivos de almacenamiento.
- Software (Microsoft Word, Microsoft Excel, SAS)

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación se empleó el método analítico-deductivo, ya que a través de una investigación de campo se pudo identificar y determinar las distintas densidades de la madera en función con la variable edad en diferentes plantaciones.

3.4. METODOLOGIA

3.4.1. Selección de los árboles

Para este trabajo se seleccionaron 60 árboles al azar, 15 árboles por cada edad, la razón de estas edades son porque son las edades de las plantaciones que la empresa posee y se desea tener una base de datos del comportamiento de la densidad de madera de balsa a estas edades.

3.4.2. Medición del DAP

Después de haber seleccionado los árboles, se les tomo el diámetro a la altura del pecho (DAP), el cual es tomado a 1.3 m de altura del suelo.

3.4.3. Aprovechamiento

Utilizando la motosierra, el árbol se corta desde la base, dejando un tocón de aproximadamente 10 cm desde el suelo.

Se escogió la dirección de caída más segura tanto para el corte del árbol como para las mediciones posteriores en el suelo. Se debe procurar también que el tronco no afecte otros árboles o se quiebre al momento de caer.

Si el tronco principal del árbol se llega a quebrar, el profesional responsable debe evaluar el grado de afectación y decidir si es posible o no realizar las mediciones. En caso que se decida realizarlas, las partes quebradas deben ser unidas de tal forma que encajen perfectamente hasta el ápice y así evitar errores en la medición de la altura y, por consiguiente, del diámetro a lo largo del tronco. En caso la parte apical del tallo principal se pierda o dañe por completo, el árbol debe ser descartado.

3.4.4. Desrame

Una vez el árbol es tumbado, con ayuda de la motosierra y machete, se procedió a cortar todas sus ramas laterales a lo largo del tallo para facilitar las mediciones en diámetro y altura.

3.4.5. Medición de la altura total y comercial

La altura total del árbol fue tomada desde la base de la primera troza hasta el ápice o yema terminal, luego se debe sumar la altura del tocón (aprox. 10 cm).

La medición de la altura comercial se realizó hasta el punto en que el árbol se ramifique por completo. Sin embargo, si alguna de las ramificaciones superiores es vertical y tiene trozas aprovechables con diámetro mayor al mínimo de corte (≥ 12 cm en el caso de

Plantabal S.A.), dicha altura comercial fué medida hasta el punto en que el diámetro de dicha rama sea < 12 cm.

3.4.6. Marcación y seccionado del tronco del árbol

La primera troza cortada comprende la sección que va desde la base (0,1 m) hasta el DAP (1,3 m), de aquí se obtuvieron las dos primeras muestras, dos discos de 10 cm de largo a la altura de 0.1m y 1,3m, los siguientes discos se obtuvieron a la altura de 3 m y el cuarto disco, fue 5 cm más abajo de donde comenzó la primera ramificación. La altura de los próximos discos varió dependiendo de la altura de la troza, y fue en el centro y a 5 cm centímetros menos del nudo que le sigue.

3.4.7. Toma de coordenadas

Luego de ser cortado el árbol se tomaron las coordenadas encima del tocón, dando un tiempo prudencial hasta que el GPS capture la señal de por lo menos 4 satélites bien distribuidos.

Es importante que el nombre dado en el GPS a las coordenadas tomadas para cada árbol, correspondió con el código del mismo en la planilla. Esto evitó errores en el manejo de la información.

3.4.8. Procesamiento de las muestras

Se tomaron rodela obtenidas de las diferentes secciones de los árboles, con el objetivo de analizar la variación de la densidad a diferentes alturas del tronco. Todas las muestras se acomodaron para poder ingresarlas al proceso de secado en horno dentro del cual permanecieron hasta alcanzar un promedio de 12% de humedad. La humedad de la madera se medirá con conductímetro marca Delmhorst modelo DB-2100.

Para el cálculo del volumen de las muestras individuales de madera aserrada (rodela) se utilizaron las medidas en centímetros, estas serán promediadas para la obtención del volumen por medio de la ecuación (Ortiz, 2015):

$$V = (\pi \cdot r^2) \cdot h$$

Donde:

π = 3,1416
d = diámetro
h = largo

Por último, las piezas fueron pesadas en gramos por medio de una balanza digital para calcular la densidad de la madera por medio de la ecuación (Torres et al, 2012):

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

ρ = densidad
m = masa
V = volumen

El procedimiento se repitió para el cálculo de la densidad de cada muestra obtenida de las diferentes secciones del tronco. Lo anterior con el fin de determinar la densidad a distintas alturas de los árboles. Para estimar la densidad de cada individuo se promedió las densidades calculadas anteriormente a las diferentes edades.

3.4.9. Análisis Estadístico

Para el análisis de varianza se utilizó la prueba de Fisher. Para la comparación de promedio se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan, con una probabilidad de error del 5%

3.4.10. Cálculo del desperdicio de madera

3.4.11. Selección de los árboles

Para este trabajo se seleccionaron 9 árboles al azar.

3.4.12. Medición del DAP

Después de haber seleccionado los árboles, se les tomo el diámetro a la Altura del Pecho (DAP), el cual es medido a 1.3 m de altura a partir de la base del suelo.

3.4.13. Tumba del árbol, desrame y medición de la altura total y comercial.

Se procedió a realizar la misma metodología de cálculo de densidad.

3.4.14. Marcación y cálculo de desperdicio.

Una vez que los troncos fueron troceados a la medida de 2,60 m. para embarcar, se cubicó la madera que fue enviada al patio de almacenamiento en Plantabal S.A. y se cubico cuanta madera se obtendría. También se cubicó la madera que no usan o queda como desperdicio, que vienen a ser nudos de los árboles, esto para tomar en cuenta al momento de realizar el cálculo de desperdicio de madera.

Una vez que la madera estuvo en el patio de almacenamiento, pasó al aserrío para su transformación en listones de madera. Aquí con ayuda de los maquinistas, se fue clasificando la madera en madera que se aprovecha y madera que se pierde por desperdicio o defectos.

Para el cálculo del volumen se utilizó la siguiente fórmula (MAE, 2001):

$$V = 0,3927 * (D^2 + d^2) * l.$$

Donde:

D = diámetro mayor

d = diámetro menor

l = largo de la troza

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

4.1. Densidad de la rodela a la altura de 0,1 m

Presentó diferencia significativa ($P = 0,0266$), el mayor promedio de densidad a 0,1 m fue para el tratamiento 3 de 2 años 7 meses de edad, y el menor promedio fue para el tratamiento 1 de 0,8 meses de edad (Figura 5).

En la figura 5 se presenta la comparación de densidad de los 4 tratamientos a la altura de 0,1 m.

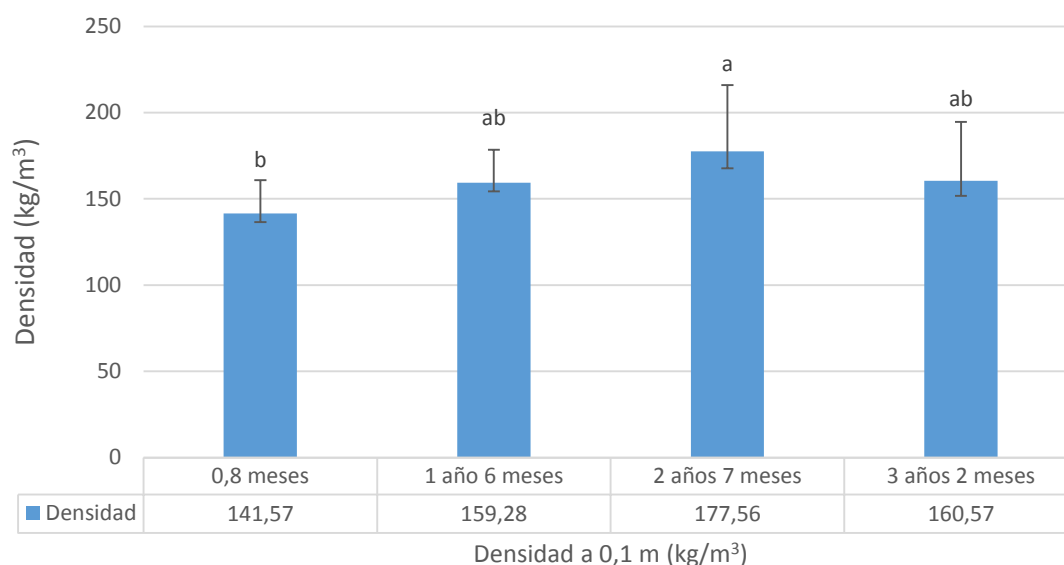


Figura 5: Comparación de la densidad de los 4 tratamientos a 0,1 m de altura.

4.2. Densidad de la rodela a la altura de 1,3 m

Presentó diferencia significativa ($P = 0,001$). El mayor promedio de densidad a 1,3 m fue para el tratamiento 4 de 3 años 2 meses y el menor promedio fue para el tratamiento 1 de 0,8 meses de edad (figura 6).

En la figura 6 se presenta la comparación de densidad de los 4 tratamientos a la altura de 1,3 m.

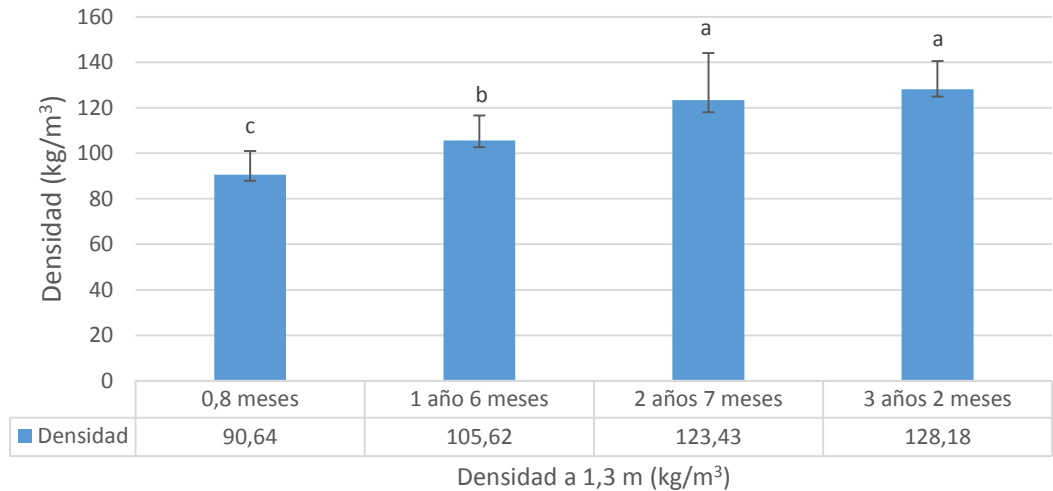


Figura 6: Comparación de la densidad de los 4 tratamientos a 1,3 m de altura.

4.3. Densidad de la rodela a la altura de 3 m

Presentó diferencia significativa ($P= 0,0067$). El mayor promedio de densidad a 3 m fue para el tratamiento 3 de 2 años 7 meses y el menor promedio fue para el tratamiento 1 de 0,8 meses de edad (figura 7).

En la figura 7 se presenta la comparación de densidad de los 4 tratamientos a la altura de 3 m.

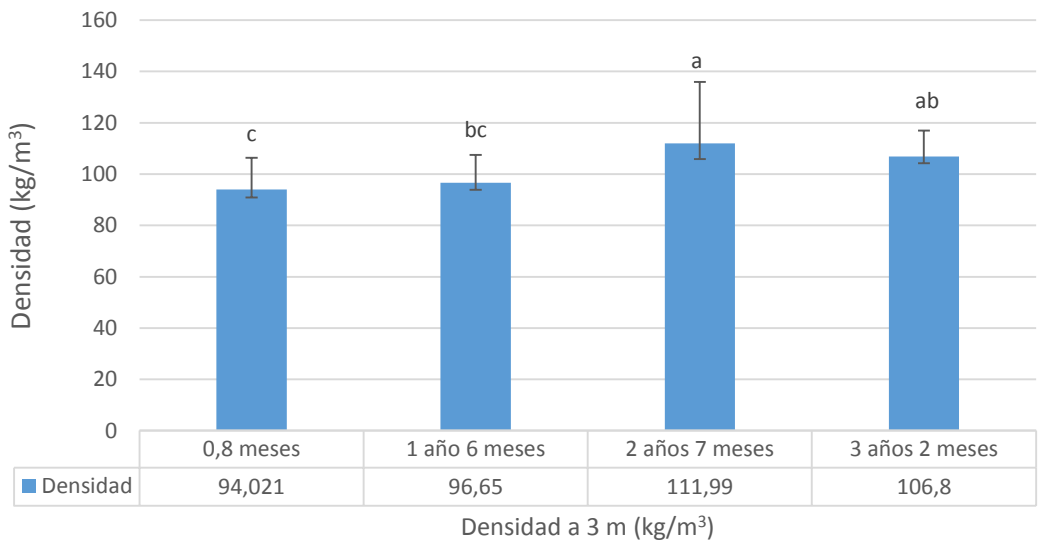


Figura 7: Comparación de la densidad de los 4 tratamientos a 3 m de altura.

4.4. Densidad de la rodela a 5 cm bajo la primera ramificación

No presentó diferencia significativa ($P= 0,5015$) (Figura 8).

En la figura 8 se presenta la comparación de densidad de los 4 tratamientos a la altura de 5 cm bajo la primera ramificación.

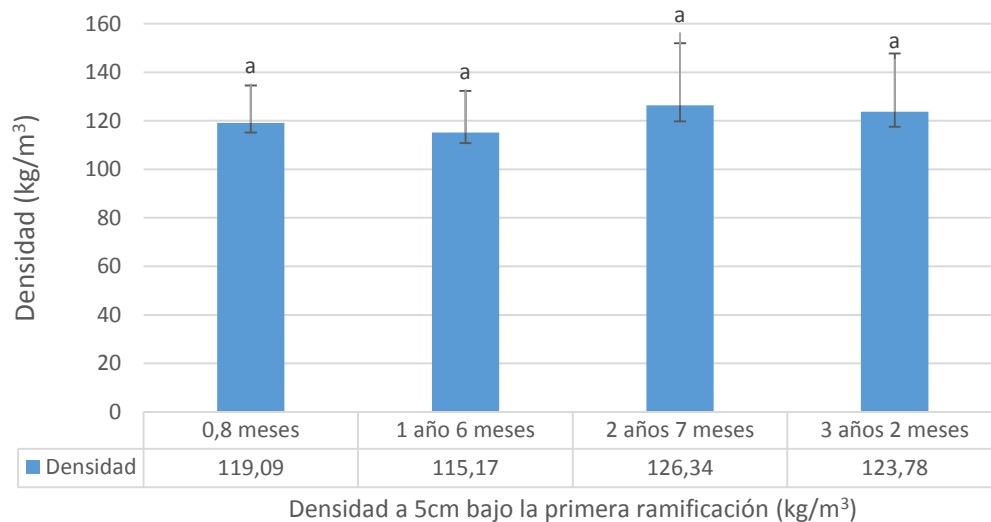


Figura 8: Comparación de la densidad de los 4 tratamientos a la altura de 5 cm bajo la primera ramificación.

4.5. Densidad de la rodela a mitad del segundo entrenudo

No presentó diferencia significativa ($P= 0,4057$) (figura 9).

En la figura 9 se presenta la comparación de densidad de los 3 tratamientos a mitad del segundo entrenudo.

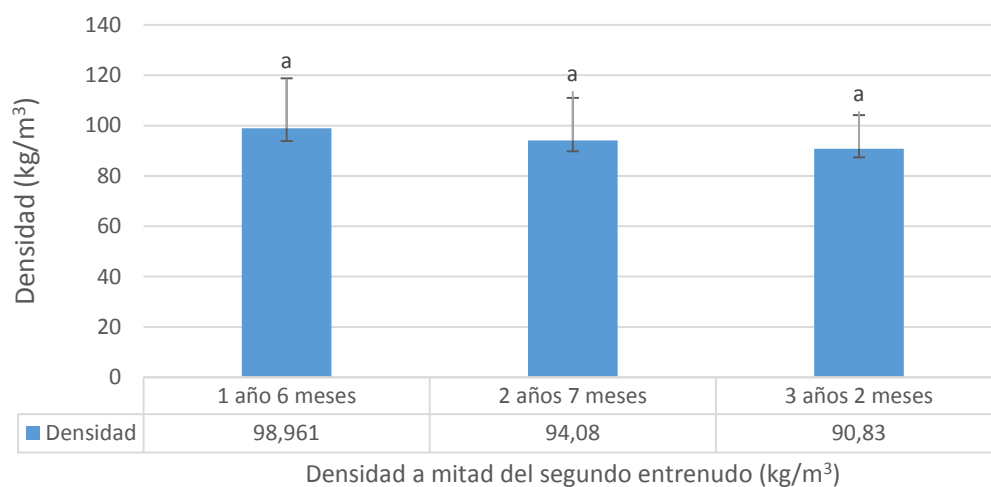


Figura 9: Comparación de la densidad de los 3 tratamientos a mitad del segundo entrenudo.

4.6. Densidad de la rodela a 5 cm bajo el segundo nudo

Presentó diferencia significativa ($P=0,0258$). El mayor promedio de densidad a 5 cm bajo el segundo nudo fue para el tratamiento 3 de 2 años 7 meses y el menor promedio fue para el tratamiento 4 de 3 años 2 meses (figura 10).

En la figura 10 se presenta la comparación de densidad de los 3 tratamientos a 5cm bajo el segundo nudo.

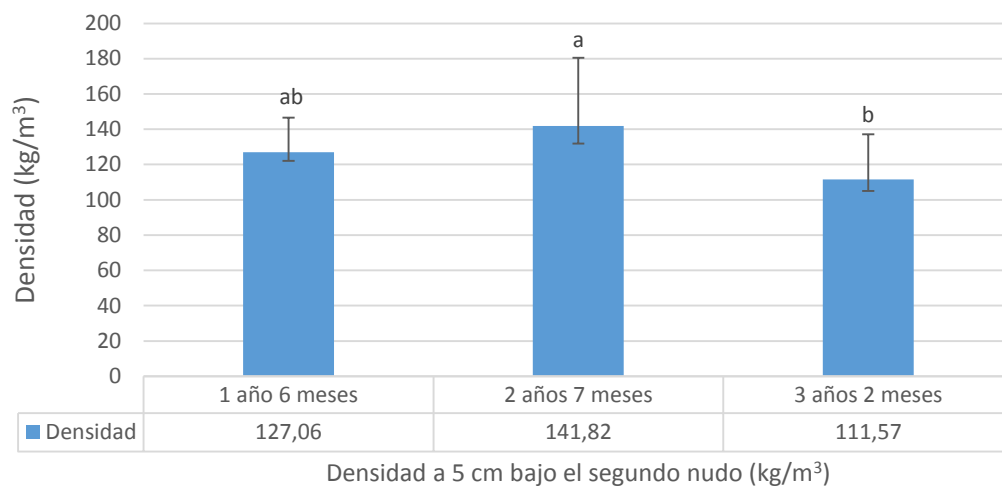


Figura 10: Comparación de la densidad de los 3 tratamientos a 5 cm bajo el segundo nudo.

4.7. Densidad de la rodela a mitad del tercer entrenudo

Presentó diferencia significativa ($P=0,0500$). El mayor promedio de densidad a mitad del tercer entrenudo fue para el tratamiento 3 de 2 años 7 meses y el menor promedio fue para el tratamiento 1 de 0,8 meses de edad (figura 11).

En la figura 11 se presenta la comparación de densidad de 2 tratamientos a mitad del tercer entrenudo.

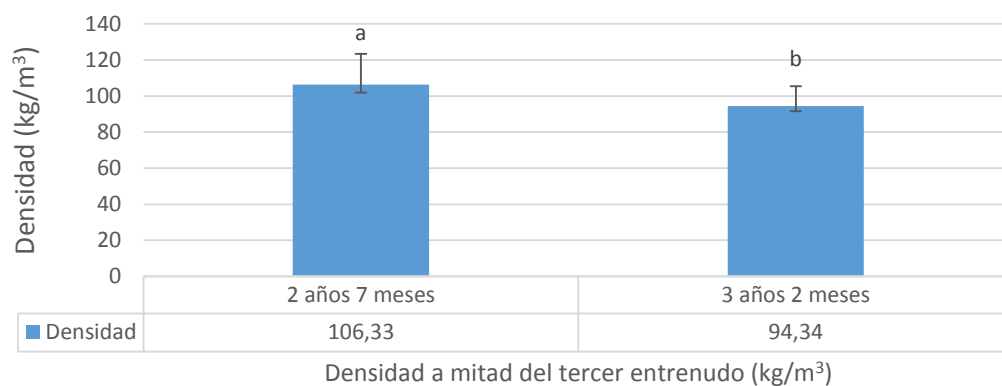


Figura 11: Comparación de la densidad de 2 tratamientos a mitad del tercer entrenudo.

4.8. Densidad de la rodela a 5 cm bajo el tercer nudo

Presentó diferencia significativa ($P= 0,0025$). El mayor promedio de densidad a 5cm bajo el tercer nudo fue para el tratamiento 3 de 2 años 7 meses y el menor promedio fue para el tratamiento 4 de 3 años 2 meses de edad (figura 13).

En la figura 12 se presenta la comparación de densidad de 2 tratamientos a 5 cm bajo el tercer nudo.

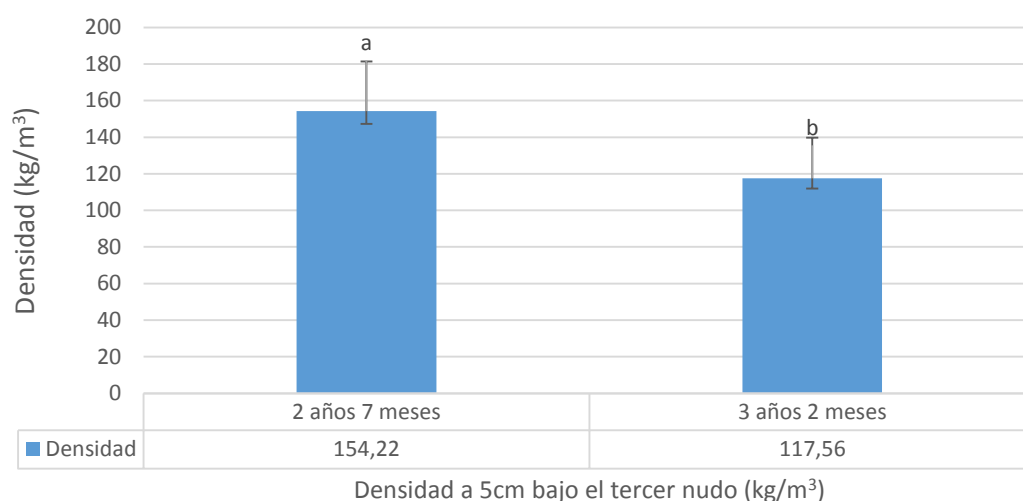


Figura 12: Comparación de la densidad de 2 tratamientos a 5cm bajo el tercer nudo.

4.9. Densidad de la rodela a mitad del cuarto entrenudo

Presentó diferencia significativa ($P= 0,0435$). El mayor promedio de densidad a mitad del cuarto entrenudo fue para el tratamiento 3 de 2 años 7 meses y el menor promedio fue para el tratamiento 1 de 0,8 meses de edad (figura 13).

En la figura 13 se presenta la comparación de densidad de 2 tratamientos a mitad del cuarto entrenudo.

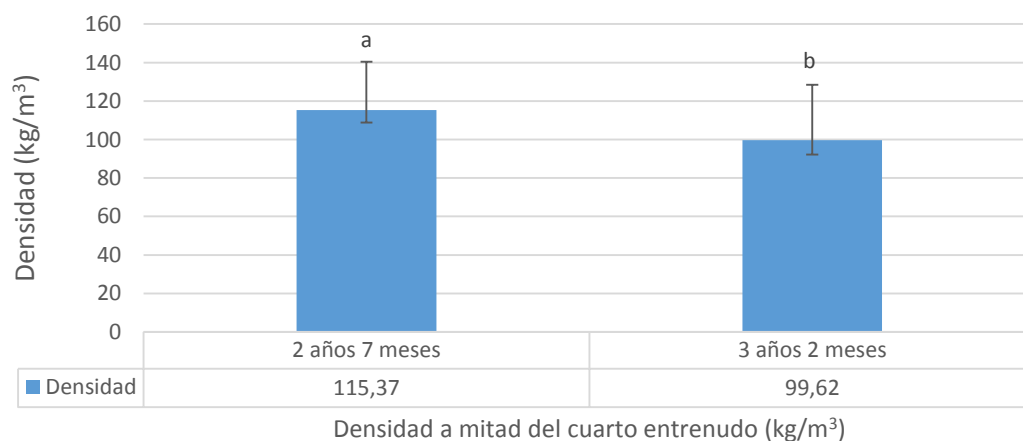


Figura 13: Comparación de la densidad de 2 tratamientos a mitad del cuarto entrenudo.

4.10. Densidad de la rodela a 5 cm bajo el cuarto nudo.

Presentó diferencia significativa ($P= 0,0016$). El mayor promedio de densidad a 5cm bajo el cuarto nudo fue para el tratamiento 3 de 2 años 7 meses y el menor promedio fue para el tratamiento 1de 0,8 meses de edad (figura 14).

En la figura 14 se presenta la comparación de densidad de 2 tratamientos a 5 cm bajo el cuarto nudo

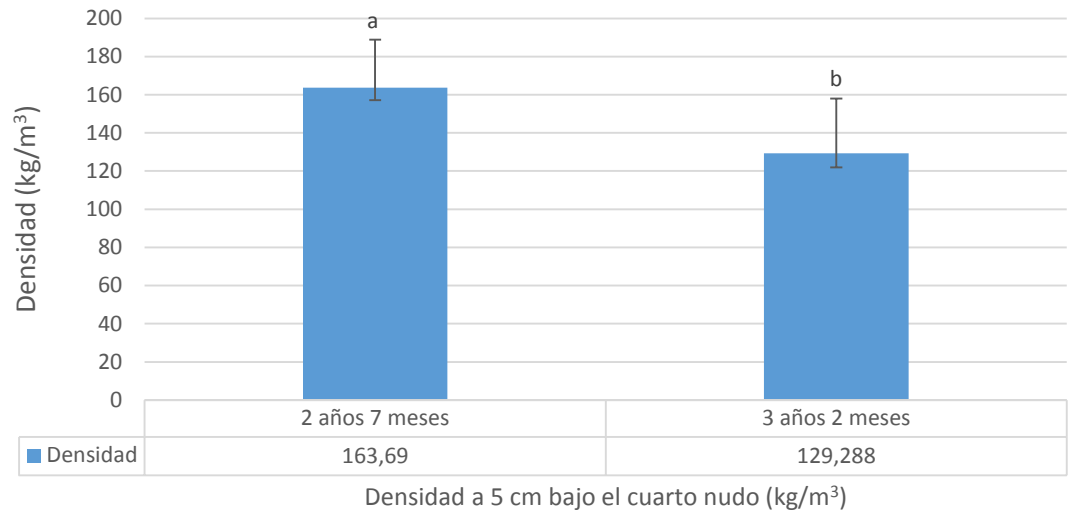


Figura 14: Comparación de la densidad de 2 tratamientos a 5cm bajo el cuarto nudo.

4.11. Densidad por edad.

En la figura 15 se presenta la comparación de densidad promedio por edad.

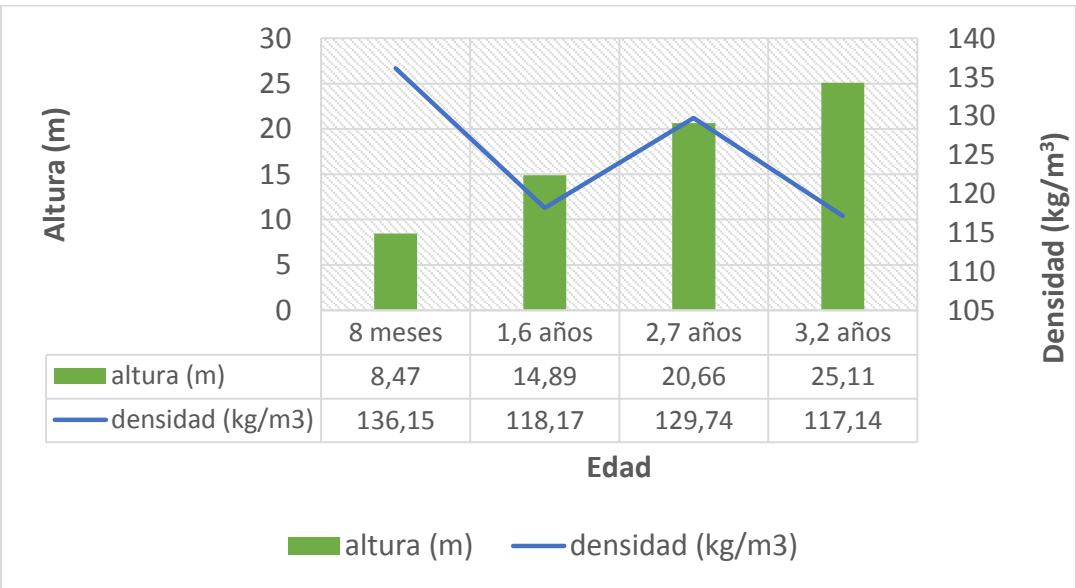


Figura 15: Comparación de densidad promedio por edad.

4.12. Altura total y altura comercial por edad.

En la figura 16 se presenta la altura total y altura comercial promedio por edad.

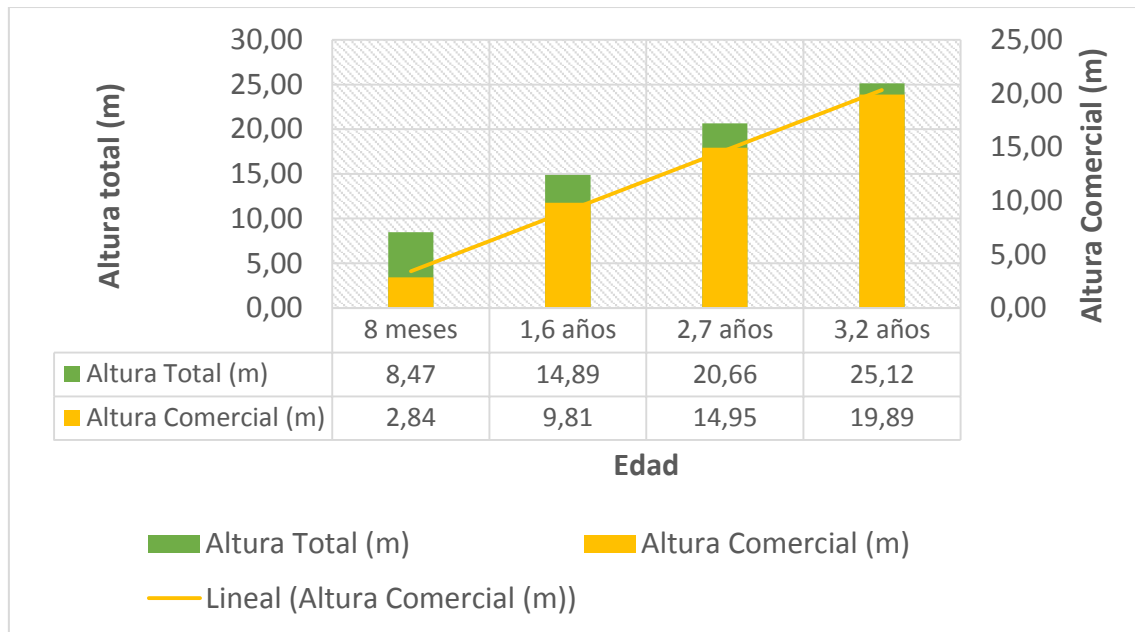


Figura 16: Comparación de la altura total y altura comercial promedio por edad.

4.13. Porcentaje de desperdicio.

En la siguiente tabla se presenta el cálculo de volumen.

Tabla 1: Calculo de volumen.

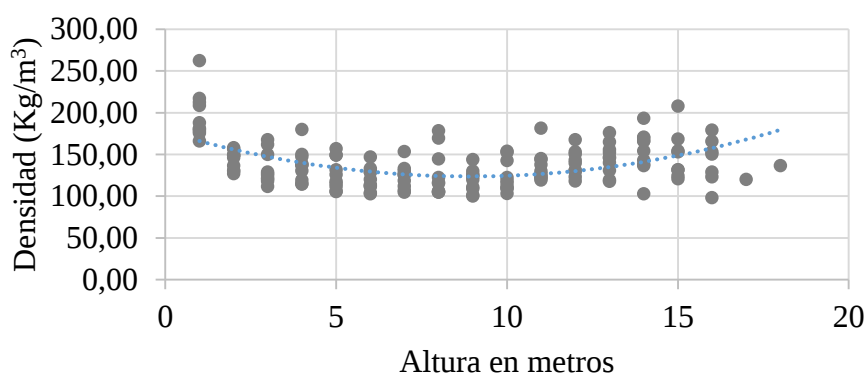
Volumen	M ³	Bft (pie tablar)	%
Para aprovechamiento	4,97	2107,92	100%
Aprovechado	0,58	245,33	11,64%
Por desperdicio en campo	0,08	31,81	1,51%
Por desperdicio en aserradero	4,40	1862,60	86,85
Desperdicio total	4,47	1.89	88,36

% de desperdicio de madera = Desperdicio total/Volumen para aprovechamiento*100

% de desperdicio de madera = 88,36%

4.14. Discusión.

Ortiz (2018) en su investigación caracterización de la densidad de madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) en dos zonas edafoclimáticas de la costa ecuatoriana, registró el comportamiento de la densidad con relación a la altura en los individuos diferentes haciendas. En las curvas de relación entre densidad y altura mostró, que la densidad se comporta de manera cuadrática a las diferentes alturas del árbol. En los primeros metros se observan altos valores de densidad de la madera, en la parte media del árbol, disminuye dicha propiedad y, a medida que incrementa la altura, la densidad tiende nuevamente a elevarse. Como se puede observar en la curva, a mayor altura, la densidad tiende a aumentar. Lo anterior, es evidencia de que, para los individuos más altos, la densidad promedio será mayor.



Baker (2000) en su investigación registró que diferentes especies forestales tienen patrones característicos en cuanto a la variación de la densidad en relación a la altura. De acuerdo a investigaciones realizadas se ha demostrado que en especies de rápido crecimiento, la densidad aumenta linealmente a medida que aumenta el diámetro del árbol y disminuye conforme incrementa la altura. Es decir que, a mayor altura, se obtiene madera de menor densidad. Sin embargo, para algunas especies como *Ochroma pyramidale* se han reportado comportamientos diferentes, de manera que, una vez que el árbol crece hasta cierto punto, la densidad aumenta drásticamente en vez de continuar disminuyendo.

En la presente investigación se encontró que las muestras estudiadas de, *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb., presentan una alta densidad en la base del árbol. Esto es debido a que tiene que servir de sostén para mantener en pie a todo el árbol, y conforme su altura va aumentando, va disminuyendo la densidad hasta un cierto punto, en el cual la densidad de la madera vuelve a aumentar. Esto es debido a que tiene que soportar el

peso de las ramas y la copa del árbol, esto sin importar la edad de la plantación, lo cual presenta concordancia con lo dicho por Ortiz (2018) y en lo referente al porcentaje de desperdicio se estimó un 89,87 % de desperdicio de madera al turno final del proceso de transformación de la madera.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En la madera de balsa de árboles de distintas edades creciendo en la zona húmeda, provincia de Los Ríos, se determinó que la densidad promedio de madera de balsa a la edad de 3,2 años fue de 117,14 kg/cm³, mientras que a la edad de 2,7 años tiene una densidad promedio de 129,74 kg/cm³. A la edad de 1,6 años se determinó una densidad promedio de 118,17 kg/cm³ y a los 0,8 años de edad una densidad de 136,15 kg/cm³.
- No existe relación directa entre densidad de la madera y edad.
- Se calculó que el porcentaje de desperdicio durante el proceso de transformación de la balsa es de aproximadamente el 88,36 %. Esto se debe a que se utilizó madera sin nudos. Además el canteo de la madera, efectos producidos de las enfermedades, tanto fúngicas como virales, conocidas como corazón de agua, o pata roja.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios relacionados a la variación de la densidad tomando en cuenta otros factores como la genética de la especie, el lugar, el suelo y el manejo silvicultural.
- Aumentar el número de individuos de muestreo para tener más datos de densidad y poder tener valores más precisos.
- Buscar aplicaciones para la madera de rechazo o con defectos, como tableros de aglomerado, para poder así reducir el porcentaje de desperdicio de madera y aumentar la cantidad de madera que se aprovecha.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

Almeida, F. y Martínez, M. (2017). Caracterización dinámica de la madera de balsa de Ecuador. Tesis de titulación de ingeniería mecánica. Sangolquí, Ecuador. P. 34-36.

Barner, H. (1973). Identification of sources for procurement of forest reproductive material. Kenya, Africa. p. 110-138.

Betancourt, A. (1983). Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Editorial científica técnica. La Habana, Cuba. p.39-45.

Bergander, A.; Salmén, L. (2002). Cell wall properties and their effects on the mechanical properties of fibers. Journal of Materials Science 37, p. 151-156.

Borrega, M; Ahvenainen, P.; Serimaa, R., Gibson, L. (2015). Composition and structure of balsa (*Ochroma pyramidale*) Wood. Wood Science Technology, 403-420.

Castro, J. (2002). Anatomía de *Ochroma lagopus* (Balsa) en diferentes edades y periodos secos y lluviosos y el efecto de agentes externos. Tesis de titulación de ingeniería forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. p.4.

Conabio. (2008). *Ochroma pyramidale*. (En línea). Consultado el 15 de Diciembre del 2018. Disponible en:http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/15-bomba6m.pdf.

Campos, E. (2006). Variación de la densidad básica de la madera, en siete familias de *Larix decidua* Miller. Tesis de titulación de ingeniería. Forestal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile. P. 4-6.

Chavé, J. (2002). Medición de densidad de madera en árboles tropicales. Manual de campo. Toulouse, Francia. p.2.

Da Silva, A., Kyriakides, S. (2007). Compressive response and failure of balsa wood. *International Journal of Solids and Structures*, 8685-8717.

Díaz-Vaz, J.; Cuevas, H. (1982). *Ensayos mecánicos de la madera*. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. p.44.

Easterling, K.; Harrysson, R.; Gibson, L.; Ashby, M. (1982). *On the mechanics of Balsa and Other Woods*. Mathematical, Physical, and Engineering Sciences. Reino Unido, Londres.

Ecuadorforestal. (2014). Balsa. (En línea). Consultado el 18 de diciembre del 2018. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-7-balsa/>

EcuRed. (2013). *ecured.cu*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2018, [https://www.ecured.cu/Balsa_\(Ochroma_pyramidale\)](https://www.ecured.cu/Balsa_(Ochroma_pyramidale)).

FAO. (2000). *El estado actual de las plantaciones forestales en América latina y el caribe y examen de las actividades relacionadas con el mejoramiento genético*. Roma, Italia. p. 2-3.

FAO. (2006). *Los bosques plantados*. (En línea). Consultado el 12 de noviembre del 2018. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/009/j9256s/J9256S03.htm>.

Francis, J. (1991). *Ochroma pyramidale* Cav. Balsa. (En línea). Consultado el 11 de diciembre del 2018. Disponible en: <https://rngr.net/publications/arboles-de-puerto-rico/ochroma-pyramidale/>

Gracia, C. (2011). *La madera: estructura, función, formación y mantenimiento*. *Ecología Forestal: Estructura, Funcionamiento y Producción de las masas forestales*. Barcelona. España. P. 221-259.

González, B; Cervantes, X; Torres, E; Sánchez, C; Simba, L. a. (2010). Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos - Ecuador. Ciencia y Tecnología 3(2): 7-11.

Hocker, H. (1984). Introducción a la biología forestal. AGT Editor, S.A. México D.F., Mexico. 446 p.

Little, J.; Dixon, R. (1983). Árboles comunes de la Provincia de Esmeraldas - Ecuador. UNESCO-FAO. Indiana, Estados Unidos. p.75-80.

MAE. 2001. Instructivo de cubicación de madera para controles forestales en vías terrestres. Quito, Ecuador. p.3.

MAGAP. (2014). Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Guayaquil, Ecuador. p.32-33.

Mejia, M. (2013). Determinación del factor de forma de *gmelina* (*gmelina arborea roxb*) en plantaciones de uno, dos y tres años de edad en la hacienda el vergel cantón valencia provincia de los ríos. Tesis de titulación de ingeniería forestal. Riobamba, Ecuador. P.29.

Meneses, O. (2011). Identificación de usos probables de *pinus patula schlect.et cham*. con base en la determinación de las propiedades físico- mecánicas y de trabajabilidad de la madera en Iltaqi- Cotacachi- Imbabura. Tesis de titulación de ingeniería forestal. Ibarra, Ecuador, pp.6-8.

Midgley, E; Blyth, M; Howcroft, N; Midgley, D; Brown, A. (2010). Balsa: biology, production and economics in Papua New Guinea. Australian Centre for International Agricultural Research. Camberra,Australia. p.32-33

Moncayo, G. (2017). Caracterización de las propiedades mecánicas de la madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) ecuatoriana. Tesis de titulación. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Mecánica. Sangolqui, Ecuador. p.8-21

Moreira, N. (2013). Proyecto de factibilidad para la creación de una micro-empresa de siembra y aserrado de madera (balsa), ubicada en la provincia de Los Ríos, cantón Buena-Fe, y su comercialización en la provincia del guayas. Tesis de titulación de ingeniería. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. p.8-10.

Newaz, G.; Mayeed, M.; Rasul, A. (2016). Characterization of balsa wood mechanical properties required for continuum damage mechanics analysis. *Journal of Materials Design and Applications*, 206-218.

NORMAS COPANT. (1972- 1975). Comisión Panamericana de normas Técnicas para Ensayos Tecnológicos de las Propiedades Físicas, Mecánicas y Preservación de la Madera, Asunción, Paraguay. P.3-4.

Ortiz, H. 2015. Cilindros, conos, esferas y pirámides. p. 58.

Osei-Antwi, M.; de Castro, J.; Vassilopoulos, A.; Keller, T. (2013). Shear mechanical characterization of balsa wood as core material of composite sandwich panels. *Construction and Building Materials*, 231-238.

Parolin, P. (2002). Radial gradients in wood specific gravity in trees of Central Amazonian floodplains. Plön, Alemania. *IAWA Journal* 23:449-450.

Perez, W. (2012). Proyecto de factibilidad agroforestal para siembra de balsa (*Ochroma pyramidale*) para la península de Santa Elena en la comunidad de limoncito. Tesis de maestria. Guayaquil. Ecuador. p. 7-12.

Torres, S; Navarrete, L; Novoa, M. 2012. Densidad y temperatura. Universidad Libre. Departamento de ciencias básicas. Bogotá, Colombia. p. 1.

Van buijtenen, J. (1963). Inheritance of wood properties and their relation .to growth rate in *Pinus taeda*. *Wood Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement*. FAO. Roma, Italia. p. 13.

Wiedenhoeft, A. (2010). Wood Handbook: wood as an Engineering Material. Madison, United States. capitulo 3.p 2-3.

Zobel, B; van Buijtenen, J. (1989). Wood variation its causes and control, Springer-Verlag. New York, United States.p.8.

ANEXOS

ANEXOS

Cronograma de actividades

FECHA	MESES	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica		x	x			x	x	x	x																
Aprobación del anteproyecto				x																					
Redacción de tesis		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Fase de campo										x	x	x	x	x	x	x	x								
Resultados																		x	x	x					
Conclusiones y recomendaciones																					x				

Fotografías.



Foto 1: Toma de datos de campo



Foto 2: Toma de coordenadas de árbol.



Foto 3: Discos para muestreo.



Foto 4: Medición del porcentaje de humedad en disco maquinaria.



Foto 5: Toma de datos de discos secos



Foto 6: Toma de datos de discos secos



Foto 7: Hoja para toma de datos de discos



Foto 8: Arrastre de árboles con el canguro



Foto 9: Codificación de árboles.



Foto 10: Codificación de árboles por troza.



Foto 11: Marcado y troceado de árboles



Foto 12: Clasificación de madera por espesor

Georreferenciación de árboles

Coordenadas UTM Datum WGS84, Zona 17 Sur de cada uno de los árboles muestreados.

CODIGO HCDA	EDAD DE PLANTACIÓN	X	Y
PB26	3,2 años	692370	9915868
PB26	3,2 años	692482	9915837
PB26	3,2 años	692384	9915935
PB26	3,2 años	692441	9915899
PB26	3,2 años	692384	9915876
PB26	3,2 años	692451	9915092
PB26	3,2 años	692418	9915513
PB26	3,2 años	692420	9915413
PB26	3,2 años	692451	9915092
PB26	3,2 años	692355	9915461
PB26	3,2 años	692569	9915492
PB26	3,2 años	692565	9915485
PB26	3,2 años	692549	9915503
PB26	3,2 años	692561	9915469
PB26	3,2 años	692575	9915553
FC02	2,7 años	695227	9905545
FC02	2,7 años	695242	9905561
FC02	2,7 años	695213	9905537
FC02	2,7 años	695192	9905537
FC02	2,7 años	695199	9905522
FC02	2,7 años	695196	9905530
FC02	2,7 años	695219	9905612

FC02	2,7 años	695236	9905588
FC02	2,7 años	695225	9905578
FC02	2,7 años	695227	9905587
FC02	2,7 años	695212	9905601
FC02	2,7 años	695202	9905601
FC02	2,7 años	695191	9965583
FC02	2,7 años	695188	9905597
FC02	1,6 años	695180	9905595
FC02	1,6 años	694937	9905710
FC02	1,6 años	694938	9905712
FC02	1,6 años	695035	9906433
FC02	1,6 años	695042	9906425
FC02	1,6 años	695060	9906403
FC02	1,6 años	695103	9906450
FC02	1,6 años	690998	9906447
FC02	1,6 años	695116	9906422
FC02	1,6 años	695237	9906422
FC02	1,6 años	695159	9906413
FC02	1,6 años	695216	9906436
FC02	1,6 años	695206	9906424
FC02	1,6 años	695225	9906470
FC02	1,6 años	695211	9906447
FC02	1,6 años	695167	9906333
FC02	0,8 años	695464	9906891
FC02	0,8 años	695455	9906884
FC02	0,8 años	695451	9906883

FC02	0,8 años	695456	9906869
FC02	0,8 años	695462	9906873
FC02	0,8 años	695482	9906897
FC02	0,8 años	695495	9906919
FC02	0,8 años	695320	9907209
FC02	0,8 años	695339	9907191
FC02	0,8 años	695411	9907187
FC02	0,8 años	695360	9907201
FC02	0,8 años	695345	9907201
FC02	0,8 años	695320	9907209