



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

TESIS DE GRADO

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTACIONES DE BALSA
***Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. DE UN AÑO DE EDAD,**
EN LOS CANTONES VALENCIA Y MOCACHE, PROVINCIA DE
LOS RÍOS.

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA

MISHELLE STEFANÍE BARRAGÁN MÁRQUEZ

DIRECTOR

Ing. For. EDWIN JIMÉNEZ ROMERO M.Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Barragán Márquez Mishelle Stefaníe**, 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 Técnica 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.

Barragán Márquez Mishelle Stefaníe

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTO DE TESIS

El suscrito, **Ing. For. Edwin Jiménez Romero**, docente de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la Egresada **Barragán Márquez Mishelle Stefaníe**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de **Ingeniera Forestal** de grado titulada: **“Evaluación de la calidad de plantaciones de balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de un año de edad, en los cantones Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. For. Edwin Jiménez Romero M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS



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

Evaluación de la calidad de plantaciones de balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de un año de edad, en los cantones Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos.

Presentada al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Ambientales como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniería Forestal

APROBADO POR:

Ing. For. Pedro Suatunce Cunuhay
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. For. Fidel Troya Zambrano
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. For. Darwin Salvatierra Piloza
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR
AÑO 2015

AGRADECIMIENTO

La autora deja constancia de su agradecimiento principalmente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

Además, agradece a las siguientes instituciones y personas:

- A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- A la Facultad de Ciencias Ambientales de la UTEQ
- A la Carrera de Ingeniería Forestal de la UTEQ
- Al Ing. For. Elías Cuásquer Fuel, Decano de la Facultad de Ciencias Ambientales
- Al Ing. For. Edwin Jiménez Romero. M. Sc.
- Al Ing. For. Fidel Troya Zambrano. M. Sc.
- Al Ing. For. Antonio Veliz Mendoza. M. Sc.
- Al Ing. For. Pedro Suatunce Cunuhay, M. Sc.
- Al Ing. For. Darwin Salvatierra Piloza, M. Sc.
- A mis maestros quienes de manera generosa compartieron sus enseñanzas para una mejor formación académica integral.
- A mis hermanas Vera Márquez y Cherne Barragán por ser el ejemplo de hermanas mayores y por estar conmigo en todo momento.
- A mi cuñado John Ávila, por su apoyo.
- A todos mis compañeros de mi promoción que de una forma u otra han colaborado en el transcurso de mi carrera.
- A mis amigas/os, por su apoyo incondicional.
- Y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Gracias a ustedes!

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a:

Mi mami María Leonor Barragán Núñez

Por ser mi mayor fortaleza para culminar este proyecto y el haberme apoyado en cada uno de mis pasos, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su paciencia y amor.

Mis padres

“Con todo mi cariño para las personas que me dieron la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, tanto en la educación como en la vida, por motivarme y darme la mano cuando la necesitaba, a ustedes por siempre mi corazón y amor”. Leonor María Márquez Leal (+) y Héctor Jacinto Barragán Núñez.

A mi familia por su apoyo incondicional y motivación de superación.

¡A todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis!

CONTENIDO GENERAL

Contenido	Página
PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
TRIBUNAL DE TESIS.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
INDICE DE ANEXOS.....	xv
DUBLIN CORE.....	xvi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I: MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.2. OBJETIVOS	4
1.2.1. Objetivo General:.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos:.....	4
1.3. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1.1. Silvicultura de plantaciones	6
2.1.2. Plantaciones forestales.....	7
2.1.3. Importancia de las plantaciones forestales	8
2.1.4. Plantaciones forestales en el Ecuador.....	8
2.1.5. Plantaciones de balsa en el Ecuador.....	8
2.1.6. Zonas aptas para el cultivo de la balsa en el Ecuador.....	9
2.1.7. Evaluación de plantaciones forestales.....	10
2.1.8. Metodología para la evaluación de plantaciones forestales.....	11

2.1.8.1. Procedimiento del inventario de campo.....	11
2.1.8.1.1. Mapa de la plantación.....	11
2.1.8.1.2. Estratificación de la plantación	11
2.1.8.1.3. Sistema de muestreo	11
2.1.8.2. Evaluación de los árboles dentro de las unidades de muestreos de muestreo.....	12
2.1.8.2.1. Formulario general.....	12
2.1.8.2.2. Variables que se evalúan en las unidades de muestreos...	13
2.1.9. Densidad y competencia.....	17
2.1.9.1. Área basimétrica del rodal.....	18
2.1.9.2. Índice de espaciamiento relativo	18
2.1.9.3. Factor de competencia de copa	19
2.1.9.4. Cobertura	19
2.1.10. Especie forestal en estudio.....	20
2.1.10.1. Generalidades de la balsa	20
2.1.10.2. Clasificación taxonómica	21
2.1.10.3. Descripción botánica.....	22
2.1.10.4. Requerimiento edafológico de la especie	23
2.1.10.5. Factores limitantes de crecimiento.....	24
2.1.10.6. Manejo silvicultural.....	24
2.1.10.7. Usos.....	24
2.1.10.8. Importancia económica.....	25
2.1.11. Manejo forestal	25
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	27
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1.1. Ubicación de la zona de estudio	28
3.1.2. Características climatológicas y edafológicas de los cantones Valencia y Mocache.....	29
3.1.3. Materiales	30
3.1.3.1. Materiales de campo	30
3.1.3.2. Materiales de Oficina.....	30
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	31

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.4. METODOLOGÍA.....	32
3.4.1. Comparación del crecimiento inicial en plantaciones de balsa de un año de edad.....	32
3.4.1.1. Reconocimiento preliminar y selección del área de estudio	32
3.4.1.2. Localización de las unidades de muestreo	32
3.4.1.3. Diseño de las unidades de muestreo	33
3.4.1.4. Registro de datos de campo.....	33
3.4.1.5. Evaluación de la calidad de las plantaciones	34
3.4.1.6. Toma de datos de las variables cuantitativas y cualitativas	34
3.4.1.6.1. Variables cuantitativas	34
3.4.1.7. Tabulación de datos de las variables cuantitativas y cualitativas	38
3.4.1.7.1. Número de árboles/ha	38
3.4.1.7.2. Cálculo de la media	39
3.4.1.7.3. Cálculo de la varianza	39
3.4.1.7.4. Cálculo de la desviación estándar	39
3.4.1.7.5. Cálculo del coeficiente de variación (CV)	40
3.4.1.7.6. Error estándar.....	41
3.4.1.7.7. Error de muestreo (EM)	41
3.4.1.7.8. Límite de confianza.....	41
3.4.1.8. Criterio de tolerancia	41
3.4.2. Establecimiento de los parámetros de competencia.....	42
3.4.2.1. Parámetros de competencia dentro de los rodales	42
3.4.3. Elaboración de una propuesta de plan de manejo forestal	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. RESULTADOS.....	46
4.1.1. Evaluación de la calidad de las plantaciones de <i>Ochroma pyramidale</i> en los cantones Valencia y Mocache.....	46
4.1.1.1. Variables cuantitativas y cualitativas	46
4.1.1.1.1. Variables cuantitativas	47
4.1.1.1.2. Variables cualitativas	48
4.1.1.1.3. Variable Calidad	49

4.1.1.2. Análisis respecto al criterio de tolerancia	49
4.1.1.3. Criterio de calificación de la plantación	51
4.1.1.4. Análisis estadístico del volumen por unidades de muestreo	52
4.1.1.5. Comparación de volumen entre los cantones Mocache y Valencia.....	53
4.1.2. Parámetros de competencia	54
4.1.2.1. Área basimétrica del rodal.....	54
4.1.2.2. Bal & Balmond.....	55
4.1.2.3. Índice de espaciamento relativo	55
4.1.2.4. Factor de competencia de copa	56
4.1.3. Propuesta de plan de manejo forestal	57
4.1.3.1. Título de la propuesta.....	57
4.1.3.2. Justificación.....	57
4.1.3.3. Objetivos	58
4.1.3.3.1. Objetivo general.....	58
4.1.3.3.2. Objetivos específicos.....	58
4.1.3.4. Importancia.....	58
4.1.3.5. Factibilidad	59
4.1.3.6. Plan de trabajo	59
4.1.3.7. Actividades	61
4.1.3.7.1. Mantenimiento (control de competencia y fitosanitario).....	61
4.1.3.7.2. Manejo de la plantación.....	65
4.1.3.8. Recursos	68
4.1.3.8.1. Recurso humano	68
4.1.3.8.2. Recurso material y financiero	68
4.1.3.9. Impacto.....	69
4.1.3.10. Evaluación	69
4.2. DISCUSIÓN	71
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
5.1. CONCLUSIONES.....	74
5.2. RECOMENDACIONES	76
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....	77

6.1. LITERATURA CITADA	78
ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación de las unidades de muestreo en el cantón Valencia	32
Cuadro 2. Ubicación de las unidades de muestreo en el cantón Mocache.....	33
Cuadro 3. Niveles de interpretación de rectitud del fuste.....	36
Cuadro 4. Niveles de interpretación de daño mecánico.....	36
Cuadro 5. Niveles de interpretación del estado fitosanitario	37
Cuadro 6. Niveles de interpretación de ángulo de inserción de ramas	37
Cuadro 7. Niveles de interpretación de variable calidad	38
Cuadro 8. Criterios de calificación de calidad de una plantación, con base en el coeficiente de variación.....	40
Cuadro 9. Criterios de calificación de la calidad de una plantación recién establecida con base al porcentaje del área efectivamente plantada	42
Cuadro 10. Niveles de interpretación del factor de competencia de copa	44
Cuadro 11. Promedios de las variables cuantitativas de la balsa en los cantones Mocache y Valencia	48
Cuadro 12. Porcentaje de las variables cualitativas en los cantones Mocache y Valencia	49
Cuadro 13. Porcentaje del número de árboles por categorías de calidad en las plantaciones de balsa en los cantones Mocache y Valencia	49
Cuadro 14. Criterio de tolerancia respecto al número de árboles plantados por hectárea en el cantón Mocache	50
Cuadro 15. Criterio de tolerancia respecto al número de árboles plantados por hectárea en el cantón Valencia.....	51
Cuadro 16. Criterio de calidad con base al coeficiente de variación y variable número de árboles para las plantaciones de balsa de un año de edad en los cantones Mocache y Valencia	51
Cuadro 17. Análisis estadístico del volumen por árbol y volumen por unidad de muestreo de cinco unidades de muestreo evaluadas en las plantaciones de balsa de un año de edad en el cantón Mocache....	52

Cuadro 18. Análisis estadístico del volumen de cuatro unidades de muestreo evaluadas en las plantaciones de balsa de un año de edad en el cantón Valencia	53
Cuadro 19. Promedio del volumen en los cantones Mocache y Valencia.....	53
Cuadro 20. Promedio de área basimétrica por 1000 m ² y área basimétrica por hectárea en los cantones Mocache y Valencia	55
Cuadro 21. Índice de espaciamento relativo de las unidades de muestreo en las plantaciones de balsa de un año de edad en los cantones Mocache y Valencia	56
Cuadro 22. Índice de espaciamento relativo de las unidades de muestreo en las plantaciones de balsa de un año de edad en los cantones Mocache y Valencia	56
Cuadro 23. Plan de trabajo determinado para la propuesta	60
Cuadro 24. Cronograma de mantenimiento de limpias.....	61
Cuadro 25. Cronograma de chapia en las plantaciones	63
Cuadro 26. Cronograma del manejo de raleo	65
Cuadro 27. Recursos y costos requeridos para las actividades de la propuesta	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de las unidad de muestreos permanentes de muestreo de <i>O. pyramidale</i> ubicadas en los cantones Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos.	28
Figura 2. Número de individuos entre localidades	46
Figura 3. Porcentaje de mortalidad entre localidades	47
Figura 4. Estadísticas descriptivas para la variable volumen entre los cantones Mocache y Valencia	54

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Formulario de campo para la toma de datos en las Unidades de Muestreo	87
ANEXO 2. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de las unidades de muestreo en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos	88
ANEXO 3. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de las unidades de muestreo en el cantón Valencia, provincia de Los Ríos	89
ANEXO 4. Resultados de la categoría calidad en las plantaciones de balsa en los cantones Mocache y Valencia	90
ANEXO 5. Estadística descriptiva del volumen entre los cantones Mocache y Valencia	90
ANEXO 6. Área basimétrica por 1000 m ² y área basimétrica por hectárea en las unidades de muestreo de los cantones Mocache y Valencia	90
ANEXO 7. Bal & Balmond: área basimétrica de los 15 árboles mayores de las unidades de muestreo de las plantaciones de balsa en los cantones Mocache y Valencia	91
ANEXO 8. Plantaciones de <i>Ochroma pyramidale</i>	92

(DUBLIN CORE) ESQUEMAS DE CODIFICACIÓN			
1	Título/Title	M	Evaluación de la calidad de plantaciones de balsa <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. de un año de edad, en los cantones Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos.
2	Creador/Creator	M	Barragán, M; Universidad Técnica Estatal Quevedo
3	Materia/Subject	M	Ciencias Ambientales; plantaciones forestales.
4	Descripción /Description	M	Esta investigación se realizó en las localidades de Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos; cuyo objetivo principal fue evaluar la calidad de plantaciones de <i>Ochroma pyramidale</i> (balsa) de un año de edad en los dos cantones citados. Se concluye que las variables dasométricas no presentaron diferencias significativas. Las plantaciones en general tuvieron una calidad aceptable en los dos cantones.
5	Editor/Publisher	M	FACAMB; Carrera Ingeniería Forestal; Barragán, M.
6	Colaborador /Contributor	O	Ing. Edwin Jiménez; Proyecto Siembra Balsa
7	Fecha/Date	M	Enero/2015
8	Tipo/Type	M	Tesis de Grado
9	Formato/Format	R	.doc MS Word 2014; .pdf
10	Identificador /Identifier	M	http://biblioteca.uteq.edu.ec
11	Fuente/Source	O	Investigación Forestal. Evaluación de plantaciones de balsa de un año de edad.
12	Lenguaje/Language	M	Español
13	Relación/Relation	O	Ninguno
14	Cobertura/Coverage	O	Localización geoespacial electromagnética
15	Derechos/Rights	M	Ninguno
16	Audiencia /Audience	O	Tesis de Pregrado/ BachelorThesis

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad de plantaciones de balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de un año de edad en los cantones Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos. El estudio se realizó en plantaciones establecidas con un año de edad del proyecto “Siembra Balsa”, en diferentes sectores dentro de las localidades mencionadas, en nueve unidades de muestreo de 1000 m² cada una. Se utilizó la metodología propuesta por Camacho y Murillo (1997), para la medición y estimación de las variables cuantitativas y cualitativas por unidad de muestreo se registraron: diámetro, altura total, altura bifurcación, daño mecánico, estado fitosanitario, ángulo de inserción de rama y rectitud del fuste. Para el análisis de parámetros de competencia se utilizaron los siguientes índices: área basimétrica, competencia de copa, espaciamento relativo y Bal & Balmond. Las variables cuantitativas no presentaron diferencias significativas entre los cantones, las variables cualitativas presentaron diferencias entre los rangos y la variable calidad presentó diferencia entre las categorías, obteniendo como resultado una calidad 2 (zona aceptable) para el cantón Mocache a diferencia del cantón Valencia que fue calidad 3 (zona mala). Mientras los parámetros determinaron que no existe competencia entre los árboles de los diferentes rodales dentro de las dos localidades. En función de los resultados obtenidos se elaboró una propuesta que está orientada a un plan de manejo forestal para la balsa en su estado inicial.

ABSTRACT

The objective the research was to evaluate the quality of balsa plantations *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. about one year of age in Valencia and Mocache, Los Ríos province. The study was conducted in established plantations were a year old of the project "Sowing Balsa" in different sectors within these towns, and nine sample units of 1000 m² each. The methodology proposed by Camacho and Murillo (1997), for measurement and estimation of quantitative and qualitative variables per sample unit were recorded was used: diameter, total altitude, high fork, mechanical damage, plant health, insertion angle branch and stem straightness. To analyze the parameters of competition the following indices were used: Basal area, competition cup, relative spacing and Bal & Balmon. Quantitative variables were not significantly different between the cantons, qualitative variables showed differences between ranges and variable of quality presented differences between categories, obtaining as a result a Quality 2 (acceptable zone) for the Mocache canton unlike the Valencia canton was quality 3 (bad area), while the parameters determined that there is no competition between trees of different stands within these two localities. Depending on these results a proposal was developed that is oriented to a forest management plan for the balsa in its initial state.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales se centra en la productividad, logrando una retribución económica para el silvicultor, inversionista y el estado, ya que esto permite obtener una ganancia óptima, en función de los tipos de cultivo a realizar (corto, mediano o largo plazo), es vital estimar al corto plazo posible, debido que la actividad forestal requiere un largo plazo y si la plantación conseguirá alcanzar las metas de producción esperadas según Merino (2010), el poder conocer la calidad de las plantaciones forestales, se convierte entonces en un insumo vital para la toma de decisiones apropiadas y oportunas sobre el futuro de la misma.

En el Ecuador se estima que existen alrededor de 3,7 millones de hectáreas en vocación forestal entre bosques naturales y reforestados, donde al menos 750 especies forestales son aprovechadas anualmente con el fin de proveer madera y productos forestales no maderables (Añazco et al., 2010). Siendo las zonas de mayor producción las provincias de Esmeraldas, Los Ríos y parte de la región amazónica.

Según González et al. (2010), las características edafoclimáticas de la provincia de Los Ríos, hacen de este territorio un espacio idóneo para la producción de la balsa (crecimiento, mejores características de su madera, posición ante los mercados). Las zonas aptas para desarrollar cultivos puros de balsa se encuentran en aquellas áreas potenciales que forman parte o se encuentra en una faja del país como: Buena Fe, Quevedo, Mocache, El Empalme, Ventanas, Catarama, Valencia y en la parte sur del país (Vocalia, 2007).

La especie forestal *Ochroma pyramidale*, es un recurso de alto potencial económico y ecológico, donde una evaluación del establecimiento inicial de las plantaciones, permitirá conocer la buena calidad de las plantaciones forestales de balsa en nuestra provincia, así como los principales aspectos que afectan su

calidad; sean estos fitosanitarios, ambientales, rendimiento volumétrico, entre otros. Con la finalidad de dar a conocer sobre el manejo inicial que las plantaciones requieren en sus primeros años, permitiendo a los agricultores mejorar las plantaciones y a la vez su economía.

El conocimiento del manejo inicial en las plantaciones forestales es importante para conocer la calidad y su adecuado manejo; debido a que muchas especies son de alto interés comercial y ambiental, bajo estos principios se emplearon datos cuantitativos y cualitativos en nueve unidades de muestreo en los cantones Valencia y Mocache correspondiente al programa “Siembra Balsa” organizado por la Prefectura, la UTEQ en conjunto con la empresa privada.

Situación por la cual se realizó el estudio para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales de *O. pyramidale* (balsa) en los cantones Valencia y Mocache mediante el establecimiento de unidades de muestreo temporales en plantaciones de un año de edad, esto ayudó a conocer los procesos inadecuados que se da en el manejo inicial, para luego estimar y comparar su calidad, contribuyendo así a futuras investigaciones centradas en conocer de forma más profunda el estado inicial de las plantaciones a fin de mejorar la calidad, productividad y beneficio para el productor.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General:

Evaluar la calidad de plantaciones de balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de un año de edad en los cantones Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos.

1.2.2. Objetivos Específicos:

Comparar el crecimiento inicial en plantaciones de balsa de un año de edad en Valencia y Mocache

Establecer los parámetros de competencia dentro de los rodales de balsa en las zonas de estudio.

Elaborar una propuesta de plan de manejo forestal de *Ochroma pyramidale*.

1.3. HIPÓTESIS

H₁. La calidad de plantaciones de *O. pyramidale* (balsa) de un año de edad presentan diferencias en los cantones Valencia y Mocache de la provincia de Los Ríos.

H₀. La calidad de plantaciones de *O. pyramidale* (balsa) de un año de edad no presentan diferencias en los cantones Valencia y Mocache de la provincia de Los Ríos.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La actividad forestal de un país pretende poner a disposición de la sociedad, eficiente y permanentemente, los bienes y servicios derivados del bosque y así brindar a la sociedad la máxima cantidad de productos (agua, madera, leña, fibras, belleza escénica, alimentos, entre otros.) de la mejor calidad, al más bajo costo Ortiz, (1993) citado por Torres (2007).

2.1.1. Silvicultura de plantaciones

Han sido varias las definiciones de silvicultura que se han propuesto a través del tiempo, según Rojas (2001) estas definiciones coinciden en que la silvicultura “es la rama de las ciencias forestales que se encarga de la creación, mantenimiento y tratamiento del bosque que permiten su aprovechamiento racional”.

En cuanto a plantaciones forestales Rojas (2001) menciona que es “el cultivo de árboles forestales técnicamente planeado para la obtención de productos y beneficios forestales de la mejor calidad, con el mínimo costo y en el menor tiempo”. Esto implica que la silvicultura es más que la utilización de los productos y servicios que posee una plantación, supone también la existencia de una hábil planificación para garantizar una producción, de tal manera que se pueda obtener el máximo de efectividad con bajos costos y de forma sostenible.

Según Murillo y Badilla (2004) citado por Merino (2010) mencionan que definiciones como competitividad, calidad y producción, pueden ser obtenidos introduciendo una cultura de evaluación, que debe ir desde la semilla, el vivero y hasta la cosecha del producto.

2.1.2. Plantaciones forestales

Según la clasificación de la FAO, los bosques plantados son áreas productivas con fines de protección y componentes plantados de bosques semi-naturales (Del Lungo & Carle, 2005).

Las plantaciones forestales corresponden a una porción pequeña de la cobertura vegetal del mundo, pero generan tanta controversia como cualquier uso de la tierra. Autores como Carrere (2006) ha declarado una guerra directa y sin cuartel. En su libro "Ten Replies to Ten lies", Carrere expone al menos diez frases que se usan en relación con las plantaciones forestales. Algunas de éstas son:

- Reducen la presión en los bosques naturales,
- Contribuyen a disminuir el efecto invernadero, entre otras.

Entre los argumentos señalados por Carrere (2006) están que las plantaciones han sido por el contrario una razón de la deforestación, que en ausencia de pruebas cualquier área plantada con árboles debe ser considerada una fuente neta de carbono y no un sumidero y por último dice que el consumo de papel no es una necesidad sino más bien es un patrón insostenible de consumo.

Palo, (2000) indica que bajo circunstancias de baja rentabilidad y bajos precios de la madera en pie, la deforestación con diversos fines ha sido financieramente más beneficiosa para los agentes económicos que toman ese tipo de decisiones. Por tanto la valorización de los bienes y servicios que presta el bosque y las plantaciones podría también promover la desaceleración de la deforestación. Según esta afirmación y los datos del autor, un aumento en los precios de la madera en pie dará como resultado una disminución en la demanda de madera en rollo; simultáneamente los incentivos financieros para el manejo de bosque naturales y semi-naturales aumentará, lo cual podría proveer un incentivo al incremento en la inversión en plantaciones forestales y con esto un aumento en la cobertura vegetal de país, así como un incentivo para

aumentar el valor agregado de la madera mediante el procesamiento de madera en rollo.

2.1.3. Importancia de las plantaciones forestales

Según Alarcón (2013) menciona que las plantaciones tienen una importancia creciente para indemnizar las necesidades de madera y productos derivados de ella, siendo útiles para la población, mejorar los niveles de vida, y contrarrestar la disponibilidad de madera y otros productos forestales provenientes de los bosques naturales y plantaciones. También se necesitan plantaciones en los casos en que se desea rehabilitar zonas despojadas de vegetación arbórea, como páramos afectados por la salinidad, donde se necesita la regeneración rápida de la cubierta vegetal como, en la protección de cuencas, represas y canales, o la estabilización de laderas o arenas móviles.

2.1.4. Plantaciones forestales en el Ecuador

Las ventajas comparativas de nuestro país, la ubicación geográfica, la presencia de la Cordillera de Los Andes y la influencia de corrientes marinas determinan que el Ecuador disponga de gran variedad de climas y formaciones vegetales. En algunas zonas disponen de 12 horas de luz al día, durante todo el año, lo que incide en una mayor velocidad de crecimiento de especies forestales valiosas, tanto nativas como exóticas, que requiere el mercado nacional e internacional (Ecuador Forestal, 2013).

2.1.5. Plantaciones de balsa en el Ecuador

Según González et al. (2010) mencionan que la especie *Ochroma pyramidale*, llamada balsa, es una especie forestal y maderera que posee gran demanda en el mercado internacional. Se cultiva de manera natural y por reforestación, especialmente en la selva sub-tropical de Ecuador, donde es uno de los

recursos de mayor explotación; por tal razón es uno de los rubros económicos de importancia en la economía del 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 balsa de mayor calidad a nivel mundial mencionan González et al. (2010).

Según González et al. (2010), la balsa requiere de un clima cálido y húmedo. La cantidad mínima de precipitaciones 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; además esta especie demanda de una rica provisión de nutrientes y un suelo bien drenado (León, S/f.).

Los árboles de balsa mueren con facilidad debido a las inundaciones. La balsa coloniza suelos arcillosos, margosos y limosos, e incluso el relleno de construcción recientemente depositado, pero no tolera los suelos de alta salinidad (Espinoza, 2007).

2.1.6. Zonas aptas para el cultivo de la balsa en el Ecuador

Las zonas potenciales para desarrollar cultivos puros de balsa son todas aquellas que forman parte o que se encuentran en una faja iniciando en el norte del país como: San Lorenzo, Quinindé, El Carmen, Santo Domingo, Buena Fe, La Mana, Quevedo, El Empalme, Ventanas, Catarama, Juan Montalvo, Bucay, La troncal; Naranjal, terminando en el Guabo; en la zona central esta Valencia, Mocache y en la parte sur del país (Sinónimo, 2011).

Según Sinónimo (2011) indica que las zonas de mayor producción de balsa son las provincias de Los Ríos, Guayas, Pichincha y El Oro. Las exportaciones se realizan siguiendo la demanda externa ya que la demanda nacional es muy

pequeña. En nuestro país apenas el 7 % es utilizado para elaborar artesanías caseras, mientras que el 93 % se exporta.

2.1.7. Evaluación de plantaciones forestales

La evaluación de una plantación concierne en aplicar cierta técnica para recopilar información de alguna o algunas características particulares de la misma, tal información es sometida a un análisis, que posteriormente se usara para escoger apropiadamente un plan eficiente de acciones a llevar a cabo en la plantación, tanto en el manejo de la masa arbolada, como en la administración de la misma. La evaluación de una plantación es una actividad de extrema relevancia en su administración, independientemente de que se cuente con guías bien definidas sobre el manejo de plantaciones establecidas en condiciones similares (Torres & Magaña, 2001).

Según Merino (2010) indica que evaluar cualquier objeto, individuo o población es una actividad que debe obedecer a un propósito y debe existir toda una estrategia para llevar a cabo de la forma más eficiente posible. La evaluación de un área reforestada requiere de un objetivo donde determina su estado actual, el potencial arbolado y demás recursos presentes. La aplicación primordial en la evaluación del arbolado se concentra en la estimación de la presencia o ausencia de árboles jóvenes, su número, distribución y calidad, como las condiciones de vegetación competitiva, tasa de crecimiento y la composición de cada estrato de la plantación (Merino, 2010).

El objetivo de la evaluación no siempre es una actividad sencilla, se debe considerar elementos tan importantes como: tiempo de uso del inventario, calidad, cantidad de información y costos de la evaluación, entre otros y obviamente debe identificarse preferentemente dentro de un grupo interdisciplinario que considere a especialistas y personal de amplia experiencia en el campo forestal (Merino, 2010).

2.1.8. Metodología para la evaluación de plantaciones forestales

2.1.8.1. Procedimiento del inventario de campo

2.1.8.1.1. Mapa de la plantación

Murillo (2000), menciona que para la efectuación de una adecuada evaluación en una plantación recién establecida, es preciso un levantamiento del área efectiva plantada. Esto permitiría definir el número de unidad de muestreos e intensidad de muestreo a seguir, datos de las distancias y rumbos de las fajas de muestreo, así como la distancia entre fajas y entre unidad de muestreos.

2.1.8.1.2. Estratificación de la plantación

La estratificación es una de las tareas principales, que permite dividir a la plantación en rodales con características homogéneas, de manera que se minimiza la variabilidad dentro de cada estrato. Ciertamente la estratificación puede ejecutarse considerando una amplia variedad de factores o variables que afecten el desarrollo de la plantación, es posible estratificar a la plantación por su edad, por especie o grupo de especies plantadas, por las características de los suelos, por la densidad de la plantación o por diferencias en condiciones fisiográficas según Torres y Malaña (2000) citado por Merino (2010).

2.1.8.1.3. Sistema de muestreo

Según Merino (2010) la evaluación de una plantación no siempre se realiza a través de un censo de toda la plantación. Es habitual que se tome una muestra de dicha población y posteriormente, de acuerdo con las características de la muestra y con un nivel de confiabilidad predeterminada, se proceda a inferir sobre las características de la población.

- **Muestreo simple al azar**

Husch (1982) citado por Merino (2010) indica que lo esencial del muestreo simple aleatorio, es que cada una de las posibles combinaciones de unidades muestrales tiene la misma posibilidad de ser elegida. Este tipo de muestreo pretende conocer el número de unidades muestrales, la variable de interés. Esta variable define las características del muestreo. Por ejemplo, si la variable es volumen entonces la variable puede tomar cualquier valor real; si la variable es cualitativa, por ejemplo condición del árbol, entonces solo toma valores discretos.

- **Muestreo estratificado al azar**

Merino (2010) menciona que el muestreo estratificado al azar es un muestreo que obtiene ventaja de la información adicional que se tiene de la población, las unidades de muestreo se agrupan por alguna característica en común. En plantaciones, la agrupación se la hace por edad, densidad, o bien alguna otra variable como sistema, o método de plantación.

2.1.8.2. Evaluación de los árboles dentro de las unidades de muestreos de muestreo

Para evaluar la calidad de los árboles dentro de las unidades de muestreos Murillo y Camacho (1997), proponen un formulario el cual contiene información general y específica.

2.1.8.2.1. Formulario general

Según Merino (2010) Es esta sección general del formulario de campo se registra lo siguiente: el mantenimiento de la plantación, el cual engloba tres aspectos:

- a) Estado del control de malezas;
- b) Estado de las rondas contrafuego; y

c) Estado de las cercas (cuando aplica).

Con base a estos tres criterios se le asigna una calificación, dentro de los tres niveles descritos solo para plantaciones de menores a dos años (Murillo, 1991).

Excelente o muy buena: Donde la corona (de 1,0 m de diámetro) de los árboles están totalmente limpias; la línea plantada (aproximadamente de 1 m de ancho) mantiene plantas indeseables bajas (< 50 cm) y no se observan plantas trepadoras, las entre calles muestran una cobertura vegetal baja (que permite el tránsito libre dentro de la plantación, < 1 m) las rondas y cortinas corta fuego están totalmente limpias y son lo suficientemente amplias. Todas las cercas que rodean la plantación se encuentran en buen estado y previenen la presencia de ganado (Merino, 2010).

Buena o aceptable: Cuando uno de los criterios expuesto anteriormente no se cumplen. Sin embargo la corona debe estar limpia, la línea plantada debe de estar libre de trepadoras y plantas indeseables altas, las malezas en las entrecalles no deben sobrepasar 1 m de altura (Murillo, 2000).

Mala: Cuando la plantación incumple en 2 o más aspectos deseables de los mencionados anteriormente, con corona cubierta de malezas o presencia de trepadoras (Merino, 2010).

2.1.8.2.2. Variables que se evalúan en las unidades de muestreos

Murillo y Camacho (1997) mencionan que en cada uno de los árboles que se encuentran dentro de la unidad de muestreo, se debe medir y evaluar lo siguiente:

1. Variable cuantitativas

- **Diámetro**

Según Lozano et al. (2013) indica que representa el área del fuste, se mide el DAP a 1,30 m desde el nivel del suelo. Esta característica se expresa en cm. Se puede realizar con los instrumentos como: cinta métrica, forcípula, cinta diamétrica, entre otros.

La cinta diamétrica tienen la ventaja de medir directamente del diámetro del árbol, debido el caso de utilizar una cinta métrica, dando como resultado el perímetro del árbol, se divide el resultado por π (3,1416) para obtener el diámetro (Merino, 2010).

- **Altura comercial**

Según Letraherido (2012) menciona que la altura puede medirse directamente con varas graduadas, o bien utilizando algún instrumento de medición; los más comunes son: clinómetro, hipsómetro, dendrómetro, plancheta dendrométrica, relascopeo y equipos láser.

Según Quirós (1999) menciona que la medición de la altura del árbol por lo general presenta problemas con el error del instrumento y el personal técnico. Mientras que Merino (2010) indica que se estima la altura hasta donde el árbol presente alguna bifurcación, copa quebrada, o cualquier otro defecto que impida la obtención de madera útil.

- **Área basal**

Letraherido (2012) indica que el área basal es la superficie de la sección transversal del árbol. Se mide a 1,30 m de altura y se calcula mediante su fórmula, utilizando π (3,1416) y diámetro (m^2). Puede medirse directamente utilizando el relascopeo, la cuña óptica.

2. Variables cualitativas

Según Merino (2010) las variables cualitativas solicitan de constante entrenamiento y unificación de criterios. Esta metodología ha tratado de ajustar las variables a un sistema binomial (1= defecto ausente, 2= defecto presente). El acumulado de estas variables se resumen en una variable común llamada calidad, las variables cualitativas se registran y clasifican de la siguiente manera:

- **Bifurcación**

Según Merino (2010) esta variable, es en la mayoría de los casos, es por mala calidad de semilla utilizada. Rojas (2000) señala que también hay causas silviculturales y no hereditarias de la presencia de bifurcación, como son árboles descopados, árboles afectados por plagas, entre otros. Lo importante es que el fuste bifurcado es material totalmente indeseable para fines de producción de madera para aserrío.

- **Rectitud del fuste**

Según Merino (2010) indica que tiene un alto control genético y debe calificarse según la observación del árbol desde su base hacia su copa, girando a su alrededor para verificar sus lados.

Los fustes semejantes a los utilizados como postes de luz, es un árbol de rectitud "1", el que presenta torceduras o alabeos leves, es un árbol de rectitud "2" y el que presenta torceduras tan severas que definitivamente no permite obtener ninguna pieza de madera a partir de un corte longitudinal de una sierra, es un árbol con rectitud "3". Las trozas deberán entonces ser clasificadas en forma individual con respecto a la rectitud (Merino, 2010).

- **Daño mecánico**

Se registra en esta variable cualquier anomalía que se detecte en el fuste debido a malas prácticas silviculturales, mantenimiento, heridas en el fuste, reventaduras o cualquier otro daño que le provoque una futura bifurcación, muerte o pérdida considerable del crecimiento, exponiéndolo al ataque de plagas y enfermedades (Camacho, 2000).

- **Ángulo de inserción de las ramas**

Según Merino (2010) Esta característica es de alta genética y de interés para determinar la calidad del origen de la semilla. Entre más se acerque la inserción de la rama a un ángulo de 90° (ángulo recto), menor será el tamaño del nudo que se producirá. Así será menor el costo de la poda y de la posibilidad de provocar heridas al momento de podar. No debe confundirse el ángulo de inserción de la rama, con la inclinación o torcedura que pueda tomar la rama posteriormente en su proceso de crecimiento (Camacho, 1995).

- **Estado fitosanitario**

Según Merino (2010) esta característica es fundamental en la calidad de la plantación y deben medirse todos los árboles situados dentro de cada unidad de muestreo, observando detenidamente a su alrededor, calificándola según los criterios.

3. Variable calidad

Merino (2010) menciona que es una variable general donde se recopila todas las variables anteriormente mencionadas. Y su finalidad es obtener una designación global sobre el estado de la calidad de cada árbol. De forma que permita con los datos de las otras unidades de muestreos estimar el estado de

la calidad de la plantación en su totalidad. Si se desea obtener información de mayor precisión, es preferible valorar la calidad troza por troza.

Calidad 1: troza recta o muy levemente torcida. Ausencia de plagas y enfermedades, heridas, nudos grandes, grano en espiral. La sola presencia de ramas descalifica inmediatamente la troza de la calidad 1 menciona Silva 1999 citado por Merino (2010).

Calidad 2: troza con el fuste aceptablemente recto o aserrable, con ramas que se insertan en el fuste en ángulo de 60°. Presencia o evidencia de ramas gruesas, muchas ramas y fuste levemente inclinado (Camacho, 2000).

Calidad 3: Merino (2010) indica que son las troza que presenta al menos una de las siguientes características o condiciones que permiten un aserrío de un 50 % del fuste: torceduras severas, grano o hilo en espiral, árbol muy inclinado, con bifurcaciones, ramas muy gruesas, abundantes o insertando en ángulo menor de 45°; heridas importantes en el fuste, presencia de ramas viejas o daños por plagas y enfermedades (Camacho, 2000).

Calidad 4: troza no aserrable, por sus características físicas y sus dimensiones (menores a 10 cm de diámetro sin corteza). Su utilidad es para leña, en postes rollizos o biomasa (Merino, 2010).

2.1.9. Densidad y competencia

Existe competencia entre los árboles cuando con sus copas y raíces ocupan el espacio disponible para el crecimiento. Esta densidad del rodal, es una característica que no solo se ve influida por los tratamientos silvícolas sino también por el crecimiento arbóreo de la misma. La densidad del rodal facilita información sobre la ocupación del espacio por una población dentro de un área de superficie conocida (Gadow et al., 2007).

Según Gadow et al. (2007), se desarrollaron unos indicadores para describir la densidad de un rodal, entre los más conocidos está el área basimétrica, el índice de densidad, la distancia relativa y el factor de competencia de copas, tomando en cuenta que las variables del rodal más importantes que deben ser consideradas en estos modelos son la altura dominante, el número de pies y el área basimétrica.

2.1.9.1. Área basimétrica del rodal

Cuando se desconoce la historia del rodal considerando el área basimétrica como un indicador de competencia sirve de medida para estimar la densidad del rodal. La medida de densidad más frecuente es el área basimétrica la cual se calcula dividiendo el área basimétrica por la superficie del rodal (ha) y puede ser comparada con otras superficies cuando son idénticas (Gadow et al., 2007).

Gadow et al. (2007) menciona que mayor el número de árboles gruesos, mayor área basimétrica. Si el número de individuos permanece constante, a lo largo del tiempo el área basimétrica se incrementa debido al crecimiento de los mismos.

2.1.9.2. Índice de espaciamiento relativo

Según Gadow et al. (2007) el índice de espaciamiento relativo (RS) es un indicador de la densidad simple para masas regulares, que se calcula a partir del número de pies por hectárea y la altura dominante, este procedimiento se ha utilizado para el control intensivo de la densidad en el manejo de las plantaciones menciona Rodríguez et al. (2009).

Algunos autores consideran que si el tamaño de la unidad de muestreo es pequeño y la cantidad proporcional de árboles de un sitio es igual a uno se recomienda utilizar la altura promedio de al menos los tres árboles más

grandes por unidad de muestreo para determinar la altura dominante (Corella, 2009).

Menciona Gadow et al. (2007) que cuando aumenta el número de individuos con una misma altura dominante se incrementa la densidad del rodal y disminuye el valor de RS. Este índice es manejado en la construcción de diagramas de manejo de densidad para diferentes especies en los que se incluyen variables como el volumen del rodal entre otras (Barrio et al., 2006).

2.1.9.3. Factor de competencia de copa

Según Gadow et al. (2007) describe la relación entre la suma de la máxima superficie de proyección de la copa posible y la superficie del rodal al factor de copa. Un rodal es más denso cuanto mayor es el número de individuos y mayor es la suma de la superficie de proyección teórica de las copas.

El FCC asume que el área ocupada por un árbol de crecimiento libre es proporcional al área proyectada de la copa y que la relación del diámetro de la copa y el diámetro a la altura del pecho de cada árbol es de la forma lineal. Este índice de densidad permite cuantificar el estado competitivo de un rodal y se tiene la finalidad de ser empleado en futuros modelos de crecimiento (Chauchard et al, 2001).

Según Rodríguez et al. (2009) menciona que este método es sencillo y práctico, empleándose para establecer el espacio máximo de crecimiento que el árbol puede requerir y el número mínimo de individuos creciendo en un área determinada sin competencia.

2.1.9.4. Cobertura

Según Gadow et al. (2007) menciona que la cobertura es un indicador que se refiere a la situación de competencia relativa de los árboles individuales del

rodal. Un árbol dominante padece menos competencia que un árbol de los estratos inferiores.

- **BAL & BALMOND: “Área basimétrica de los árboles mayores”**

Según Gadow et al. (2007) una medida para la dominancia relativa de un árbol dentro de la distribución de frecuencias del área basimétrica es el percentil de (G), siendo esto igual a la proporción del área basimétrica total que es ocupada por los árboles que poseen un área basimétrica mayor o igual al área basimétrica (gi). El percentil del área basimétrica indica solamente el rango social del árbol de referencia pero no considera la densidad del rodal.

Mencionan Gadow et al. (2007) que el índice BAL es una medida simple y efectiva que considera la dominancia relativa del árbol de referencia y la densidad del rodal. Este índice se puede obtener de las frecuencias acumulativas del área basimétrica. El índice BALMOND combina la dominancia relativa del árbol individual (el percentil del área basimétrica) con la distancia relativa (RS).

El índice BALMOND de los árboles con el mismo percentil de área basimétrica se incrementa de manera exponencial a medida que desciende el RS (Gadow et al., 2007).

2.1.10. Especie forestal en estudio

2.1.10.1. Generalidades de la balsa

La balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. es un árbol de extensa distribución, es de crecimiento rápido y de fácil regeneración por lo que está lista para su corte alrededor de 4 a 5 años La madera tiene un sinnúmero de cualidades que la distinguen y hacen superior a muchos otros productos. Dentro de estas cualidades tenemos su gran capacidad de aislamiento térmico y acústico, su resistencia, su bajo peso, su facilidad para encolarse y su poco

movimiento de agua entre sus celdas y por su cualidad ecológica al favorecer la conservación del medio ambiente (Cuenca, 2013).

La madera balsa es la más ligera ya que tiene una densidad de 0,10 a 0,15 lb/ft lo que la hace más liviana que el corcho. Según Román et al. (S/f) la balsa es una especie pionera y de rápido crecimiento que coloniza claros y áreas abiertas, es intolerante a la sombra y favorecida por la luz directa; se observa en la vegetación secundaria de selvas altas y medianas perennifolias por debajo de los 500 m de altitud donde sus semillas es dispersada por el viento.

Según CATIE (2000) la balsa se distribuye desde los 19° N en el sur de México, a través de América Central, hasta los 20° S en América del Sur, mientras que Cuenca (2013) menciona que la balsa crece en estado salvaje en los bosques tropicales del sur, especialmente en Ecuador de donde se la exporta a varios países. Menciona CATIE (2000) la balsa se distribuye en altitudes que varían de 0 a 2000 msnm con precipitaciones anuales de 1500 a 4000 mm y temperaturas de 20 a 30 °C, prefiere suelos con buen drenaje de textura arcilla limosa a franco arenosa, con pH de alcalino a neutro.

2.1.10.2. Clasificación taxonómica

Según APG II (2009) la balsa presenta la siguiente nomenclatura.

NOMENCLATURA

Reino	:	Plantae
División	:	Angiosperma
Clado	:	Rosides
Clado	:	Core eudicots
Orden	:	Malvales
Familia	:	Malvaceae
Subfamilia	:	Bombacoideae
Género	:	<i>Ochroma</i>
Especie	:	<i>pyramidale</i>
Determinante	:	(Cav. ex Lam.) Urb.

Nombres comunes: Balsa, boya, palo de balsa (Ecuador); boya, topa (Perú); balso real (Colombia); Tacarigua, palo de lana (Venezuela); Enea, Pin uru, Nisperillo (Costa Rica); Gonote real, Maho, Mo-ma-ah (Mexico); Balsa Wood, Guano (U.S.A) (SENA, S/f).

2.1.10.3. Descripción botánica

- **Hábito**

O. pyramidale es un árbol grande perennifolio de hasta 30 m de altura y un diámetro de hasta 0,70 m., copa tipo caliciforme con ramas dispersas (SENA, S/f).

- **Tronco**

Su fuste es liso, recto y cilíndrico, pocas ramas gruesas ascendentes, extendidas y distanciadas, raíces tubulares (Córdoba, 2009).

- **Corteza**

Córdoba (2009) afirma que la corteza es lisa o ligeramente agrietada, gris pálida y con cicatrices lineales pero internamente fibrosas de color crema-amarillento.

- **Hojas**

Según la ficha técnica de CATIE (S/f) son hojas simples alternas dispuestas en espiral de 15 a 30 cm de largo y de 13 a 24 cm de ancho y peciolo largo, haz verde oscuro glabro y envés verde claro pubescente.

- **Flores**

Según Zamora (2011) son flores grandes campanuladas solitarias, sobre ligeramente perfumadas, pedicelos de 4 a 11 cm de largo, lóbulos del cáliz

tomentosos de 2,5 a 4 cm de largo, cáliz rojo, pétalos blanquecinos de 11 a 15 cm de largo.

- **Frutos**

Son frutos en forma de cápsulas alargadas dehiscentes, que se abren en cinco valvas de 14 – 28 cm de largo por 3 a 5 cm de ancho, las valvas son pardas a negras, densamente lanosas en el interior (Zamora, 2004).

- **Semillas**

Según Rojas & Torres (2009) oscilando entre 500 a 800 semillas por fruto, son ovoides con forma de pequeña gota, de 3 a 5 mm de largo, cubierta por tricomas castaños (lana amarillenta y sedosa).

2.1.10.4. Requerimiento edafológico de la especie

Según Santos (2013) la balsa requiere de un clima cálido y húmedo, determinándose que la formación ecológica adecuada para cultivos comerciales de esta especie es el bosque húmedo tropical, aunque también se cultiva en zonas de mayor o menor humedad.

Esta especie demanda una rica provisión de nutrientes y un suelo bien drenado. Los árboles mueren con facilidad debido a las inundaciones. La especie tiene su mejor crecimiento en suelos aluviales a lo largo de ríos y es aquí en donde se le encuentra con mayor frecuencia, no tolera los suelos de alta salinidad, el pH de suelo que prefiere la planta es ligeramente ácido. Los rodales de balsa se pueden encontrar tanto en áreas llanas como en pendientes escarpadas (Santos, 2013).

Los suelos recomendados para este cultivo deben tener buen drenaje, buena disponibilidad de humedad, textura franca, franco arenosos o francos limosos, aunque esta planta cuando está en estado silvestre crece en cualquier tipo de

suelo. El contenido de materia orgánica debe ser sobre el 3 % con el fin de mantener la humedad, temperatura y disponibilidad de nutrientes en el suelo (Sinónimo, 2011).

2.1.10.5. Factores limitantes de crecimiento

Según Francis (1991) mencionan que la balsa no soporta suelos con niveles bajos de humedad y en suelos superficiales es susceptible a volcamientos por vientos. El crecimiento en sitios desfavorables y las lesiones causadas a los árboles, conducen a la producción de madera pesada y de baja calidad.

2.1.10.6. Manejo silvicultural

Según Medina (2013) en la fase inicial de desarrollo es imprescindible el cuidado intensivo de la plantación, especialmente el combate regular de plantas indeseables. En cuanto a actividades de mantenimiento, se realiza limpiezas las cuales son de forma mecánica y químicas, evitando lastimar los fustes de las plantas, ya que se puede producir daños en la madera. En cuanto al manejo silvicultural, no se poda, debido a que esta especie es de copa alta, se realiza raleos. Un aspecto que se debe tener en cuenta durante estas operaciones, es que la herida causada al fuste son difícil de sanar.

2.1.10.7. Usos

Existen varios usos para la madera balsa, entre ellos tenemos:

Aislamiento térmico, acústico y vibratorio: tableros, cielos rasos, tabiques interiores, embalajes especiales para alimentos perecederos congelados, material aislante masivo y libre de fuerzas electrostáticas en barcos para transportes criogénicos, cajones de embalaje liviano, debajo de maquinaria pesada para evitar la transmisión de vibraciones a otras partes (Ecobalsa, S/f).

Productos flotadores: boyas, flotadores de redes y anzuelos sonda, artículos deportivos acuáticos como tablas hawaianas y deslizadores, cinturones y botes salvavidas, casa flotantes y diferentes tipos de balsa (Ecobalsa, S/f).

Modelajes: maquetas, modelos reducidos, aeromodelismo, ornas de sombreros y zapatos. Artesanías, juguetes y bisutería (Ecobalsa, S/f).

Pulpa y papel: su fibra es muy larga y produce una pulpa muy valiosa, con un rendimiento de 45 a 50 %, además la celulosa cruda es fácil de blanquear (Ecobalsa, S/f).

Madera: extremadamente liviana (pesa menos que el corcho; su peso específico es 0,22). Por su rápido crecimiento y condiciones en las que crece, resulta un recurso maderable susceptible de explotación inmediata (Castro, 2002). Según Ecobalsa (2010), esta madera es cotizada mundialmente por poseer una resistencia mecánica relativamente elevada en relación con su peso liviana, puede ser cortada y cepillada con facilidad.

2.1.10.8. Importancia económica

Ecuador es el primer productor al nivel mundial de plantaciones produciendo el 96 % de madera de balsa consumida a nivel mundial, pero en Colombia y otras partes están comenzando a capitalizar en este árbol de crecimiento rápido. La madera se vende en bloques en m³, con los precios según calidad y peso (Cadavid, 2010).

2.1.11. Manejo forestal

Se denomina manejo forestal al conjunto de técnicas de intervención silvicultural que se realiza en un bosque o plantación, con el objetivo de incrementar la productividad referida básicamente a la parte maderable. El manejo se basa en dos factores: los que la planta necesita para poder crecer (agua, luz, nutrientes) y el propósito de la plantación. El grado de intervención

de la plantación o bosque dependerá de la relación de estas dos condiciones (WADSWORTH, 1994).

Según Alarcón (2013), el manejo de las plantaciones forestales es inherente en el cumplimiento de objetivos y metas planteados para satisfacer la demanda de bienes y servicios; así como también de las necesidades de todos los actores, afectados por el proceso, que participan en el diseño, ejecución, evaluación y distribución de los costos. Evans (1997) citado por Alarcón (2013) menciona que siguen siendo muy escasas las pruebas objetivas sobre la productividad a largo plazo de las plantaciones forestales.

Según Carrero et al. (2008) mencionan que diferencias en la productividad de las plantaciones determinan aspectos críticos para su manejo como: cuando aplicar tratamientos silviculturales, determinan el turno de corta, las técnicas de explotación, los productos a obtener y la rentabilidad de la inversión en la plantación; reiterando que la rentabilidad que la clasificación de sitios de acuerdo a su capacidad productiva es de gran importancia para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales independientemente del tamaño de estas.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Ubicación de la zona de estudio

La presente investigación se ejecutó en las plantaciones de *Ochroma pyramidale* en la provincia de Los Ríos en los cantones Valencia y Mocache considerando diferentes zonas dentro del área de estudio (Figura 1).

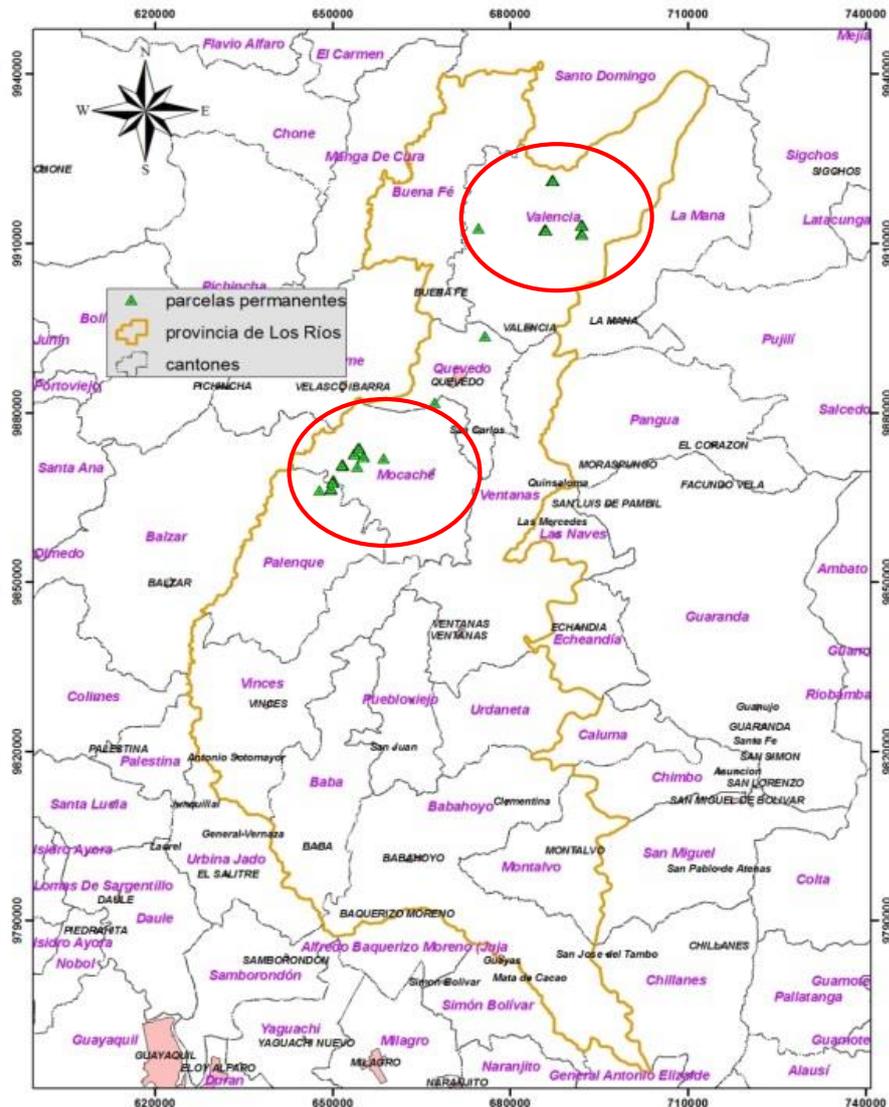


Figura 1. Mapa de ubicación de las unidades de muestreo permanentes de *O. pyramidale* ubicadas en los cantones Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos.

3.1.2. Características climatológicas y edafológicas de los cantones Valencia y Mocache

El cantón Valencia presenta los siguientes parámetros edafoclimáticos:

Altitud.....	110 msnm
Precipitación anual.....	2000 a 2500 mm
Temperatura promedio anual.....	26 °C
Humedad relativa.....	84 %
Heliofanía.....	7,52 h/día
Zona de vida.....	bh-T
Topografía.....	irregular
Longitud.....	79° 20' 54" Oeste
Latitud.....	0° 57' 09" Sur
Tipo de suelo.....	franco arcilloso-limoso
pH.....	6,5 – 7,0

Fuente: INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

El cantón Mocache presenta los siguientes parámetros edafoclimáticos:

Altitud.....	73 msnm
Precipitación anual.....	1500 a 2500 mm
Temperatura promedio anual.....	25 °C
Humedad relativa.....	84 %
Zona de vida.....	bh-T
Topografía.....	regular
Longitud.....	79° 45' 5,25" Oeste
Latitud.....	0° 55' Sur
pH.....	6,0 – 7,0

Fuente: INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

3.1.3. Materiales

3.1.3.1. Materiales de campo

- Machete
- Balizas
- Receptor GPS Navegador
- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Pinturas Spray
- Flexómetro
- Formulario de campo
- Lápiz
- Navaja
- Piola
- Cámara digital
- Hipsómetro

3.1.3.2. Materiales de Oficina

- Libros
- Computadora
- Memoria flexible
- Impresora
- Cartuchos de tinta
- Resmas de papel
- Bolígrafo
- Libreta de apuntes
- Cartas geográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM)

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio se realizó en plantaciones de balsa de un año de edad, en los cantones de Valencia y Mocache. El ensayo cuenta con nueve unidades de muestreo de 1000 m² cada una.

Para el presente estudio se utilizaron los siguientes tipos de investigación:

1. Hipotético-Deductivo

Es la investigación que permitió realizar la clasificación de la diferente información que se obtuvo durante el período de investigación, ayudó en la deducción de ciertas interrogantes de la presente investigación.

2. Analítico

Este tipo de investigación es la que permitió analizar los resultados que se obtuvieron mediante la observación directa, muestreo y cálculos matemáticos en el presente estudio.

3. Descriptivo

Esta investigación es de carácter descriptivo (diagnóstico) debida a que su propósito es evaluar la calidad de las plantaciones de balsa en los cantones de Valencia y Mocache en la provincia de Los Ríos.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar, considerando los cantones como tratamientos, los sitios como repeticiones y las variables cuantitativas como variables de respuesta, utilizando un análisis de varianza.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Comparación del crecimiento inicial en plantaciones de balsa de un año de edad

3.4.1.1. Reconocimiento preliminar y selección del área de estudio

Para la demarcación del sitio de estudio primeramente se realizó la observación y localización de las diferentes plantaciones en los cantones Valencia y Mocache en la provincia de Los Ríos, las cuales fueron establecidas en el año 2012 en convenio entre la Prefectura, UTEQ y autora, localizándose un total de nueve áreas de estudio.

3.4.1.2. Localización de las unidades de muestreo

Se realizó la georreferenciación de las plantaciones en los cantones Valencia y Mocache con la utilización de un Receptor GPS Navegador con el fin de delimitarlos geográficamente dentro de la zona de estudio. Posterior a la obtención de la ubicación se procedió al establecimiento de las unidades de muestreo en cada uno de los sectores seleccionados.

En el cantón Valencia se localizaron un total de cuatro unidades de muestreo descritas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ubicación de las unidades de muestreo en el cantón Valencia

Recinto	Sector	Coordenadas UTM
El Vergel	La Federico Intriago	674734 9912582
Seis de Agosto	La Banquera	692266 9913040
Delia María	Ni Un Paso Atrás	692179 9911513
Toachi	Galicia del Toachi	687213 9920983

Fuente: Proyecto Siembra Balsa, 2012.

En las diferentes comunidades y recintos del cantón Mocache, se localizaron un total de cinco unidades de muestreo descritas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Ubicación de las unidades de muestreo en el cantón Mocache

Recinto	Sector	Coordenadas UTM
Guarumal de arriba	La Cruz	655277 9872054
Maculillo	4 de Junio	654498 9873572
Maculillo	4 de Junio	653778 9872600
Guarumal del medio	Negrita	650116 9867993
Maculillo del medio	La Cruz	651778 9870528

Fuente: Proyecto Siembra Balsa, 2012.

3.4.1.3. Diseño de las unidades de muestreo

La ubicación de los sectores y su delimitación del sitio de estudio en donde se establecieron las unidades de muestreo se realizó utilizando la técnica del muestreo al azar para el establecimiento de las nueve unidades dentro de las plantaciones de un año de edad identificadas.

La forma y dimensiones de las unidades de muestreo se establecieron según el diseño de forma rectangular para cada una de las nueve unidades establecidas en el área de estudio, con las siguientes dimensiones: 50 m de largo por 20 m de ancho dando una unidad de muestreo con una cantidad de superficie total de 1000 m², ubicadas en el centro de la plantación evitando el efecto de borde.

3.4.1.4. Registro de datos de campo

Se realizó el registro de la información en un formulario de campo diseñado para la evaluación de la calidad considerando las variables cualitativas y cuantitativas de acuerdo al diseño modificado propuesto por Murillo y Camacho (1997) marcando cada uno de los árboles que se encuentran dentro de las unidades de muestreo, con un número utilizando pintura en spray de color rojo, para no tener pérdida de datos.

3.4.1.5. Evaluación de la calidad de las plantaciones

Para la determinación de la calidad de las plantaciones se utilizó la metodología propuesta por Murillo y Camacho (1997), quien considera dos tipos de información en el formulario de campo: una general al inicio sobre aspectos y variables de la plantación y otra específica donde se anota la calificación para cada árbol dentro de la unidad de muestreo, descritas en el Anexo 1.

3.4.1.6. Toma de datos de las variables cuantitativas y cualitativas

Se registraron los datos de los árboles que se encontraron dentro de las unidades de muestreos según el formulario.

3.4.1.6.1. Variables cuantitativas

Las variables cuantitativas evalúan el carácter morfológico de cada uno de los árboles dentro de las unidades de muestreo. Estos datos se los tomó en forma directa con la ayuda de los instrumentos de medida.

- **Diámetro**

Se registró a la altura de 1,30 m desde la base del árbol, utilizando la cinta diamétrica, registrándolos en la hoja de campo al momento.

- **Altura total**

La estimación de la altura se hizo en metros utilizando el hipsómetro a una distancia de 15 m del árbol, considerando desde el nivel del suelo hasta el ápice del árbol para la altura total, mientras que para la altura comercial se tomó como referencia la primera bifurcación.

- **Radio de copa**

Se registró considerando los cuatro puntos cardinales desde la base del árbol a la distancia de las yemas terminales de las ramas. Posterior al registro se determinó un promedio con el fin de obtener el área de copa.

- **Área basal**

Posterior a la obtención de los datos del diámetro se procedió a calcular el área basal (m²) de cada uno de los árboles mediante la siguiente fórmula:

$$AB = \pi \cdot (D)^2 / 4$$

Dónde:

AB: Área basal en m²

π: 3,1416

DAP: Diámetro en cm

- **Volumen**

Utilizando los datos de la altura total y el área basal se procedió a calcular el volumen (m³) para cada árbol aplicando la siguiente fórmula:

$$V = AB \cdot h \cdot f$$

Dónde:

V: Volumen m³

AB: Área basal m²

h: Altura total m

f: Factor de forma

3.4.1.6.2. Variables cualitativas

Las variables cualitativas describen las características del manejo inicial de las plantaciones. Para la toma de estas variables se procedió a la observación

directa del árbol y de acuerdo a la metodología de evaluación de calidad de los árboles, descrita por Murillo y Camacho (1997).

- **Rectitud del fuste**

Para medir esta variable, se procedió a observar todo el alrededor del árbol desde la parte inferior, fijándose si el fuste va en forma uniforme hacia arriba o si tiene defecto de curvatura, utilizando un rango de calificación de 1 a 3, descrito en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Niveles de interpretación de rectitud del fuste

Rango	Valores	Interpretación
1	0° a 10°	Árbol recto con leve torcedura
2	10° a 20°	Árbol recto con más torcedura
3	20° a 30°	Árbol con torceduras

Fuente: Murillo, 2000

- **Daño mecánico**

Se verificó si el fuste presentaba alguna lesión por algún agente externo y se calificó utilizando valores de 1 y 2, descrito en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Niveles de interpretación de daño mecánico

Valores	Interpretación
1	Sin daños visibles
2	Con algún daño visible

Fuente: Murillo, 2000

- **Estado fitosanitario**

Para evaluar el estado fitosanitario se procedió a observar de arriba hacia abajo todo el árbol para ver si tiene síntomas causados por plaga o enfermedad, y se utilizará un rango de calificación de 1 a 3, descrito en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Niveles de interpretación del estado fitosanitario

Valores	Interpretación
1	Sano
2	Aceptablemente sano
3	Enfermo

Fuente: Murillo, 2000

- **Ángulo de inserción de ramas**

Este ángulo de inserción se estimó de acuerdo al ángulo de la rama y el eje perpendicular del fuste, en un rango de calificación de 1 a 3, descritos en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Niveles de interpretación de ángulo de inserción de ramas

Rango	Valores	Interpretación
1	De 90°	Ángulo ideal
2	De 90° a 45°	Ángulo promedio
3	Mayor a 45°	Ángulo regular

Fuente: Murillo, 2000

3.4.1.6.3. Variable calidad

Según las variables cualitativas de la evaluación estudiada, se puede calificar a cada árbol como: Calidad 1, Calidad 2 y Calidad 3, con la finalidad de obtener el porcentaje del estado de la calidad por unidad de muestreo, permitiendo

luego con los datos de las otras unidades de muestreos estimar la calidad de las plantaciones en su totalidad por cantón.

Cuadro 7. Niveles de interpretación de variable calidad

Rango	Interpretación
Calidad 1	Excelente
Calidad 2	Aceptable
Calidad 3	Mala

Fuente: Murillo, 2000

Excelente: cuyas calificaciones han sido absolutamente de “1”

Aceptable: son aquellos que han recibido 1 y 2 veces al menos una calificación de “2” en las siguientes variables específicas: rectitud y estado fitosanitario.

Mala: son aquellos que han recibido más de 2 veces una calificación de “2”; muertos en pie; calificación de “2” en la variable daño mecánico; finalmente cuando al menos en 1 ocasión hayan recibido calificación “3” en alguna variable específica.

3.4.1.7. Tabulación de datos de las variables cuantitativas y cualitativas

Los datos de las variables cuantitativas como diámetro y altura se tabularon para calcular el volumen, número de árboles/ha. Además se estimó la mortalidad, calidad de árbol, para la cual se utilizó fórmulas de estadística descriptiva. Estas fórmulas se describen a continuación:

3.4.1.7.1. Número de árboles/ha

Este valor se determinó con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{(n * 1ha)}{ap}$$

Dónde:

N = Número de árboles/ha

n = Número de árboles por unidad de muestreo

ha = 10000 m²

ap = Área de la unidad de muestreo (1000 m²)

3.4.1.7.2. Cálculo de la media

Todos los promedios de las variables cuantitativas y cualitativas se calcularon con la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_1$$

Dónde:

\bar{x} = Media

$\sum_{i=1}^n x_1$ = La suma de todas las unidades de cada variable

n = El número de unidades en la muestra

3.4.1.7.3. Cálculo de la varianza

Para el cálculo de la varianza se utilizó la siguiente fórmula:

$$s = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}$$

Dónde:

$\sum x^2$ = La suma de los valores elevados al cuadrado de todas las mediciones individuales

$(\sum x)^2$ = El cuadrado de la suma de todas las mediciones

3.4.1.7.4. Cálculo de la desviación estándar

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

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}}$$

Dónde:

S = Desviación estándar

$\sum x^2$ = La suma de los valores elevados al cuadrado de todas las mediciones individuales

$(\sum x)^2$ = El cuadrado de la suma de todas las mediciones

3.4.1.7.5. Cálculo del coeficiente de variación (CV)

Para el cálculo del coeficiente se utilizó la siguiente fórmula:

$$c = \frac{S}{\bar{x}} * 100 \%$$

Dónde:

C = Coeficiente de variación

S = Desviación estándar

\bar{x} = Media

En esta investigación se utilizó los criterios de calificación con base al coeficiente de variación para el número de árboles, indicándonos la homogeneidad del número de árboles entre las unidades de muestreo.

Cuadro 8. Criterios de calificación de calidad de una plantación, con base en el coeficiente de variación

Coeficiente de variación	Calificación de la plantación
Menor a 10 %	Excelente
10 a 20 %	Aceptable
Mayor a 20 %	No aceptable

Fuente: Murillo, O y Camacho, P. 2000.

3.4.1.7.6. Error estándar

Existe un índice para medir el desvío de las medias muestrales con respecto a la media poblacional, se calcula con la fórmula siguiente:

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

Dónde:

S = Desviación estándar

n = Número de unidad de muestreos

3.4.1.7.7. Error de muestreo (EM)

Se calculó con la siguiente formula:

$$EM = t * S_x$$

Dónde:

S_x = Error estándar

t = Valor de distribución de t al 5 %

3.4.1.7.8. Límite de confianza

Para el cálculo del límite de confianza se utilizó un valor tabular "t", dependiendo los grados de libertad (n-1), con la siguiente fórmula:

$$L. C. = \bar{x} \pm t * STD\bar{x}$$

Dónde:

L.C. = Límite de confianza

STD \bar{x} = Desviación estándar de la media

t = Valor de la tabla de student al 95 %

3.4.1.8. Criterio de tolerancia

Para el criterio de tolerancia se utilizó la calificación de la plantación propuesta por Camacho y Murillo (2000), descrita en el Cuadro 9, que nos permite

observar si existe o no una homogeneidad y así poder ubicar con mejor criterio todas aquellas plantaciones, siendo otra de las categorías de la calidad.

Cuadro 9. Criterios de calificación de la calidad de una plantación recién establecida con base al porcentaje del área efectivamente plantada

Área efectiva plantada	Calificación de la plantación
Mayor a 90 %	Excelente
80 a 90 %	Aceptable
Menor a 80 %	No aceptable

Fuente: Murillo, O y Camacho, P. 2000.

3.4.2. Establecimiento de los parámetros de competencia

3.4.2.1. Parámetros de competencia dentro de los rodales

Para la determinación de los parámetros de competencia se utilizó la metodología propuesta por Alarcón et al. (2013), quien considera los conceptos de Área basimétrica del rodal, Índice de espaciamiento relativo, Factor de competencia de copa y Bal & Balmond. Se utilizaron las siguientes fórmulas para la determinación de los parámetros.

- **Área basimétrica del rodal**

$$G = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

Dónde:

G = Área basimétrica y

$\sum_{i=1}^n d_i^2$ = Suma del área basal

- **Índice de espaciamiento relativo**

$$RS = \frac{\sqrt{\frac{10000}{N}}}{H_0}$$

Dónde:

RS = Espaciamiento relativo

N = Número de individuos

H₀ = Altura dominante

- **Factor de competencia de copa**

$$KKF = \frac{1}{F} \left(\sum_{i=1}^n KS_i \right)$$

Dónde:

F = Superficie del rodal en m²

KS_i = Superficie de proyección de la copa en m²

$$KS_i = \pi * \left(\frac{KD_i}{2} \right)^2 = \frac{\pi}{4} (\alpha_0 + \alpha_1 D_i)$$

$\alpha_0 + \alpha_1$ = relación lineal entre diámetro y diámetro de la copa

D_i = diámetro en cm

- **Bal & Balmond: área basimétrica**

$$P_j = 1 - \left(\frac{GG_{ij}}{G_i} \right)_y \quad GG_{ij} = G_i * (1 - p_j)$$

Dónde:

GG_{ij} = Suma del área basimétrica de todos los árboles con un diámetro mayor que el árbol de referencia j (m²/ha).

G_i = Es el área basimétrica total del rodal i (m²/ha).

Para los parámetros de competencia se utilizaron los valores propuestos por (Alarcón, et al., 2013) respectivamente.

Cuadro 10. Niveles de interpretación del factor de competencia de copa

Niveles	Interpretación
< 1	No existe competencia
> 1	Existe competencia

Fuente: Alarcón, et al., 2013.

3.4.3. Elaboración de una propuesta de plan de manejo forestal

La propuesta descrita a la elaboración de un manejo forestal, se estructuró en función de los resultados obtenidos en la investigación, los cuales definen las actividades silvícolas que requiere una plantación en el estado inicial, como son: chapia, limpieza de corona, control de maleza, raleo, entre otras, mejorando así la calidad de las plantaciones de balsa, debido a que ha sido un problema para los agricultores.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Evaluación de la calidad de las plantaciones de *Ochroma pyramidale* en los cantones Valencia y Mocache.

4.1.1.1. Variables cuantitativas y cualitativas

Los resultados de los valores promedios de la suma, media, porcentaje y desviación estándar de las variables cualitativas y cuantitativas evaluadas en cada una de las unidades de muestreo dentro de los cantones Valencia y Mocache se describen en el Anexo 2 y 3.

- **Número de árboles**

Del número de individuos registrados en las unidades de muestreo fue un total de 439 para el cantón Valencia y en el cantón Mocache de 464 indicando mayor presencia en esta localidad (Figura 2; Cuadro 12).

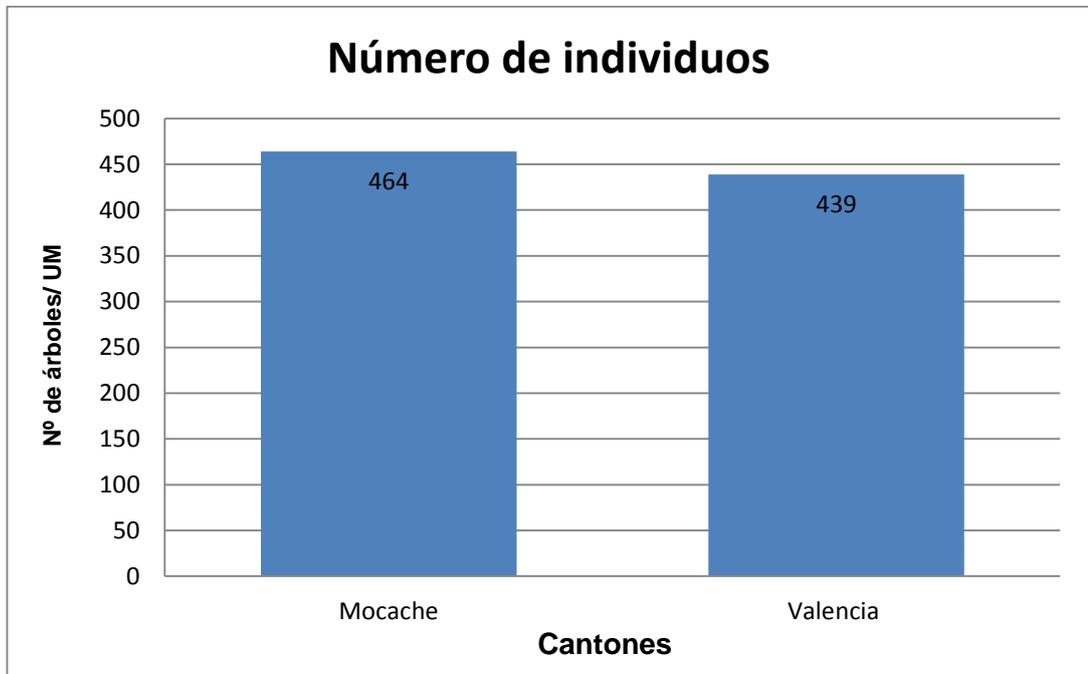


Figura 2. Número de individuos entre localidades

- **Mortalidad**

En la localidad de Mocache se presentó un total de 425 árboles en pie indicando una mortalidad de 8,41 % (39 individuos), a diferencia de Valencia que registró un total de 345 árboles en pie con una mortalidad del 21,41 % (94 individuos). Esto se pudo originar por causa de ataque de plagas o caídas causadas por el viento (Figura 3; Cuadro 12).

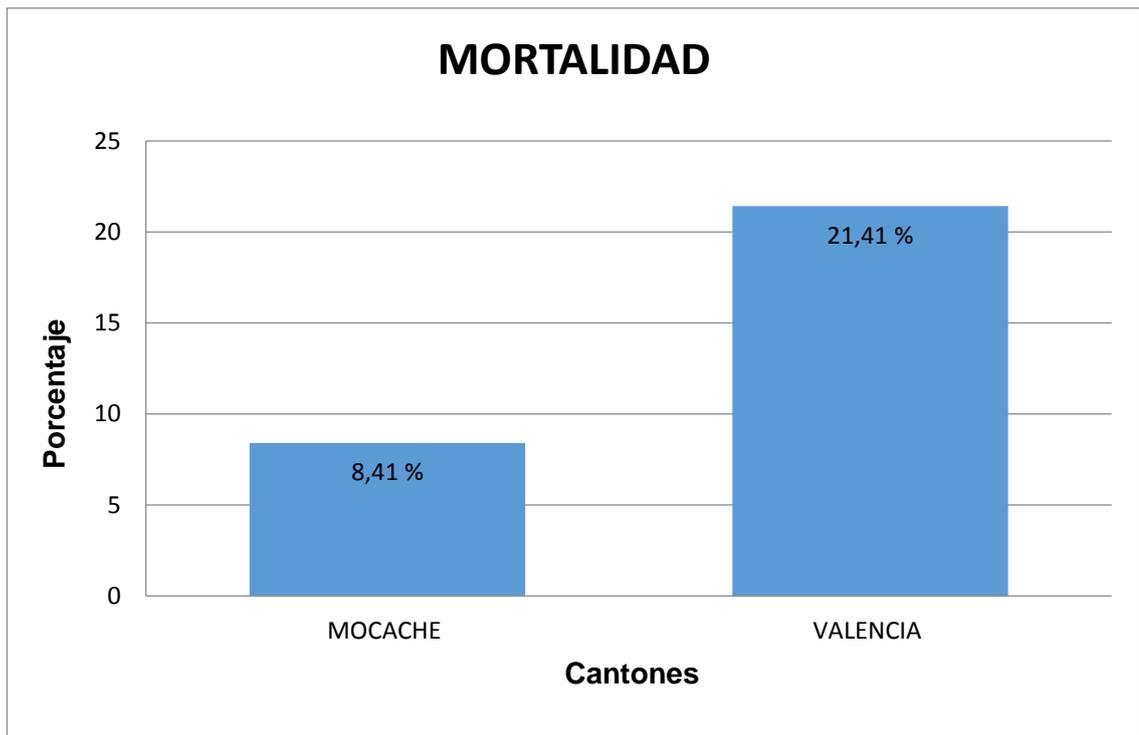


Figura 3. Porcentaje de mortalidad entre localidades

4.1.1.1.1. Variables cuantitativas

Las variables cuantitativas DAP, altura total, altura de bifurcación y área de copa no presentaron diferencia significativa entre los cantones (Cuadro 11).

Cuadro 11. Promedios de las variables cuantitativas de la balsa en los cantones Mocache y Valencia

Cantón	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura bifurcación (m)	Área de copa (m)
Mocache	10,97 a	8,59 a	6,27 a	11,29 a
Valencia	10,25 a	8,00 a	4,92 a	9,83 a
CV %	36,70	33,99	24,85	53,60

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

4.1.1.1.2. Variables cualitativas

El porcentaje de árboles sin daño mecánico visible (Valor 1) fue mayor al porcentaje de árboles con daño visible (Valor 2) en los dos cantones, posiblemente originados por mala manipulación de herramientas en el manejo silvicultural (Cuadro 12).

Respecto a la variable estado fitosanitario, el porcentaje de árboles sanos (Valor 1) indica que por condiciones climáticas en el cantón Mocache es mejor en cuanto a la sanidad de los individuos, seguido de los aceptablemente sanos (Valor 2) donde Valencia tuvo el mayor porcentaje, existiendo en las dos localidades pocos árboles enfermos (Valor 3), que presentaron pata roja, marchitez, y otras malformaciones (Cuadro 12).

En el cantón Mocache se obtuvo el mayor porcentaje de árboles con el ángulo ideal (Rango 1) y ángulo promedio (Rango 2), a diferencia del cantón Valencia que presentó mayor porcentaje en el ángulo regular (Rango 3) (Cuadro 12).

Entre los rangos para la variable rectitud del fuste, el más representativo en los dos cantones fue el Rango 1 (árboles con leve torcedura), seguido de los árboles con más de una leve torcedura (Rango 2) donde Mocache obtuvo el mayor número de árboles (Cuadro 12).

Cuadro 12. Porcentaje de las variables cualitativas en los cantones Mocache y Valencia

Cantón	N° de árbol	Daño mecánico (%)		Estado fitosanitario (%)			Ángulo de inserción de rama (%)			Rectitud del fuste (%)			Mortalidad (%)	
		1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Vivo	muerto
Mocache	464	91,53	8,47	97,88	1,65	0,47	40,00	26,35	33,65	65,18	33,65	1,18	91,59	8,41
Valencia	439	86,38	13,62	83,19	16,23	0,58	36,81	19,42	43,77	70,43	28,12	1,45	78,59	21,41

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

4.1.1.1.3. Variable Calidad

La variable calidad presenta diferencia entre los cantones con respecto a la calificación, obteniéndose como resultado, para el cantón Mocache un promedio de 43,65 % en la Calidad 2 (zona aceptable), a diferencia del cantón Valencia con un promedio de 43,37 % en la Calidad 3 (zona mala), esto se produce por problemas en las variables de rectitud y estado fitosanitario o las anteriores variables descritas (Cuadro 13).

Cuadro 13. Porcentaje del número de árboles por categorías de calidad en las plantaciones de balsa en los cantones Mocache y Valencia

Cantón	Calidad 1 (%)	Calidad 2 (%)	Calidad 3 (%)
Mocache	22,02	43,65	34,55
Valencia	20,83	35,80	43,37

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

4.1.1.2. Análisis respecto al criterio de tolerancia

En las cinco unidades de muestreo del cantón Mocache los resultados del criterio de tolerancia respecto al número de árboles por hectárea fueron: las

unidades de muestreo 4 y 5, criterio excelente, con un valor de 95,87 % y 91,88 % respectivamente, en contraste con las unidades de muestreo 1, 2, y 3, criterio no aceptable, debido a su valor de porcentaje de 78,30 %, 75,60 % y 79,20 % respectivamente. Utilizando la calificación descrita para el área efectivamente plantada (Cuadro 14).

Cuadro 14. Criterio de tolerancia respecto al número de árboles plantados por hectárea en el cantón Mocache

N° de unidad de muestreos	N° de árboles	Espaciamiento (m)	Forma	N° de árboles x hectárea teórico	N° de árboles x 1000 m ² teórico	Porcentaje de árboles x cada 1000 m ² (%)	Criterio
1	87	3 x 3	Cuadrada	1111	111	78,30	no aceptable
2	84	3 x 3	Cuadrada	1111	111	75,60	no aceptable
3	88	3 x 3	Cuadrada	1111	111	79,20	no aceptable
4	91	3,5 x 3,5	tres bolillo	949	95	95,87	Excelente
5	75	3,5 x 3,5	Cuadrada	816	82	91,88	Excelente

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

Dentro de las cuatro unidades de muestreo en el cantón Valencia se obtuvo en la unidad de muestreo 2 un criterio excelente con un valor de 90,90 %, a diferencia de las unidades de muestreo 1, 3, y 4, criterio no aceptable, debido a su valor de porcentaje de 66,56 %, 57,28 % y 75,60 % respectivamente. Utilizando la calificación descrita para el área efectivamente plantada (Cuadro 15).

Cuadro 15. Criterio de tolerancia respecto al número de árboles plantados por hectárea en el cantón Valencia

N° de unidad de muestreos	N° de árboles	Espaciamiento (m)	Forma	N° de árboles x hectárea teórico	N° de árboles x 1000 m ² teórico	Porcentaje de árboles x cada 1000 m ² (%)	Criterio
1	86	3 x 3	tres bolillo	1292	129	66,56	no aceptable
2	101	3 x 3	Cuadrada	1111	111	90,90	Excelente
3	74	3 x 3	tres bolillo	1292	129	57,28	no aceptable
4	84	3 x 3	Cuadrada	1111	111	75,60	no aceptable

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

4.1.1.3. Criterio de calificación de la plantación

Las unidades de muestreo localizadas en el cantón Mocache tuvieron una calificación excelente (menor a 10 %) con un valor de 7,20 %, a diferencia de las unidades de muestreo en el cantón Valencia tuvieron una calificación aceptable (10 a 20 %) con un valor de 12,92 %, utilizando el criterio de calificación para calidad de plantación (Cuadro 16).

Cuadro 16. Criterio de calidad con base al coeficiente de variación y variable número de árboles para las plantaciones de balsa de un año de edad en los cantones Mocache y Valencia

Cantón	Coeficiente de variación (%)	Calificación de la plantación
MOCACHE	7,20	EXCELENTE
VALENCIA	12,92	ACEPTABLE

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

4.1.1.4. Análisis estadístico del volumen por unidades de muestreo

En el análisis del volumen para el cantón Mocache se observaron diferencias significativas entre las unidades de muestreo, obteniendo como resultado la unidad de muestreo 4 el mayor volumen por árbol ($0,0599 \text{ m}^3$) y por unidad de muestreo ($6,2843 \text{ m}^3$), a diferencia de la unidad de muestreo 5 que obtuvo el menor promedio con un volumen por árbol de $0,0208 \text{ m}^3$ y volumen por unidad de muestreo de $1,6466 \text{ m}^3$ (Cuadro 17).

Cuadro 17. Análisis estadístico del volumen por árbol y volumen por unidad de muestreo de cinco unidades de muestreo evaluadas en las plantaciones de balsa de un año de edad en el cantón Mocache

UM	N° de árboles	Área basal (m^2)	Volumen por árbol (m^3)	Volumen por unidad de muestreo (m^3)
1	87	0,0109	$0,0429 \pm 0,0055$	$4,3708 \pm 0,5569$
2	84	0,0100	$0,0544 \pm 0,0067$	$4,8937 \pm 0,6066$
3	88	0,0076	$0,0357 \pm 0,0035$	$3,1400 \pm 0,3098$
4	91	0,0173	$0,0599 \pm 0,0063$	$6,2843 \pm 0,6657$
5	75	0,0046	$0,0208 \pm 0,0039$	$1,6466 \pm 0,3081$

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

El análisis del volumen del cantón Valencia expone como resultado la unidad de muestreo 1 obtuvo el mayor volumen por árbol ($0,0958 \text{ m}^3$) y por unidad de muestreo ($9,3889 \text{ m}^3$), mientras que la unidad de muestreo que obtuvo el menor promedio fue la 3 con un volumen por árbol de $0,0013 \text{ m}^3$ y volumen por unidad de muestreo de $0,1725 \text{ m}^3$ (Cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis estadístico del volumen de cuatro unidades de muestreo evaluadas en las plantaciones de balsa de un año de edad en el cantón Valencia

UM	N° de árboles	Área basal (m ²)	Volumen por árbol (m ³)	Volumen por unidad de muestreo (m ³)
1	86	0,0244	0,0958 ± 0,0108	9,3889 ± 1,0613
2	101	0,0068	0,0212 ± 0,0036	2,5224 ± 0,4320
3	74	0,0012	0,0013 ± 0,0006	0,1725 ± 0,0739
4	84	0,0133	0,0546 ± 0,0067	4,9117 ± 0,6012

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

4.1.1.5. Comparación de volumen entre los cantones Mocache y Valencia

El análisis de varianza (ANOVA) al 95 % de probabilidad no presento diferencias significativas entre los valores medios de los volúmenes (m³) de madera de balsa en pie entre los cantones Valencia y Mocache.

Cuadro 19. Promedio del volumen en los cantones Mocache y Valencia

Cantón	Volumen (m ³)
Mocache	4,6722 a
Valencia	4,2489 a

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

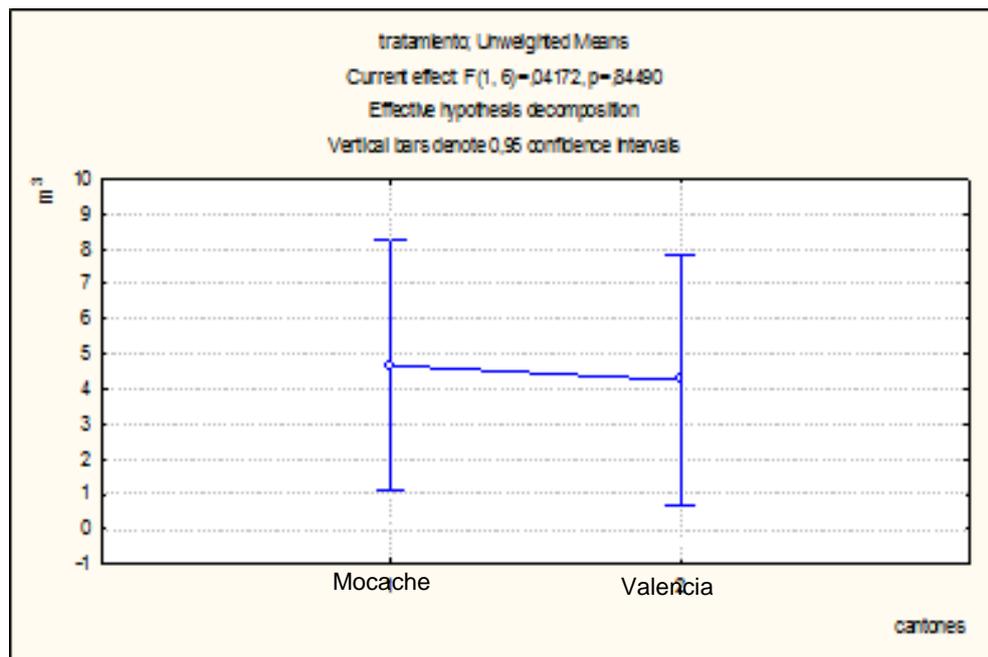


Figura 4. Estadísticas descriptivas para la variable volumen entre los cantones Mocache y Valencia

4.1.2. Parámetros de competencia

4.1.2.1. Área basimétrica del rodal

Los valores de área basimétrica en las zonas de estudio registran una media en la superficie de 1000 m² de 0,8969 m² en el cantón Mocache y de 0,9428 m² en Valencia, es decir en la media de área basimétrica por hectárea nos indica que mejor calidad de sitio se encuentra en el cantón Valencia a diferencia del cantón Mocache, debido a que presento menor valor. (Cuadro 20; Anexo 6).

Cuadro 20. Promedio de área basimétrica por 1000 m² y área basimétrica por hectárea en los cantones Mocache y Valencia

MOCACHE		VALENCIA	
AB/UM (m ²)	AB/ha (m ²)	AB/UM (m ²)	AB/ha (m ²)
0,8969	8,9694	0,9428	9,4278

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

4.1.2.2. Bal & Balmond

El índice de Bal & Balmond de los árboles mayores dentro de la unidad de muestreo en los cantones Valencia y Mocache, presentaron un Bal de manera proporcional al área basimétrica, en cuanto al Balmond dio a notar que entre mayor el diámetro menor resulta ser el valor, demostrando que no existe competencia (Anexo 7).

4.1.2.3. Índice de espaciamiento relativo

Los valores de espaciamiento entre los árboles del rodal, registró el menor espaciamiento en la unidad de muestreo 4 (91 individuos) con un total de 0,2420 m a diferencia de la unidad de muestreo 5 (75 individuos) que presentó el mayor espaciamiento con un total de 0,4266 m para el cantón Mocache. En el cantón Valencia determinó un espaciamiento menor la unidad de muestreo 1 (86 individuos) con un total de 0,2436 m, en contraste de la unidad de muestreo 3 (74 individuos) que presentó el mayor espaciamiento con un total de 0,6338 m (Cuadro 21).

Cuadro 21. Índice de espaciamiento relativo de las unidades de muestreo en las plantaciones de balsa de un año de edad en los cantones Mocache y Valencia

CANTÓN	UM 1 (m)	UM 2 (m)	UM 3 (m)	UM 4 (m)	UM 5 (m)
Mocache	0,3229	0,2760	0,3065	0,2420	0,4266
Valencia	0,2436	0,3147	0,6338	0,2760	

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

4.1.2.4. Factor de competencia de copa

El valor del factor de competencia de copa, para las unidades de muestreo en los cantones Mocache y Valencia, se encontraron dentro de los niveles (< 1) dando como resultado que no existe competencia entre los árboles dentro de los diferentes rodales, utilizando la calificación descrita para el factor de competencia de copa (Cuadro 22).

Cuadro 22. Índice de espaciamiento relativo de las unidades de muestreo en las plantaciones de balsa de un año de edad en los cantones Mocache y Valencia

CANTÓN	UM 1 (m²)	UM 2 (m²)	UM 3 (m²)	UM 4 (m²)	UM 5 (m²)
Mocache	0,2318	0,2278	0,2328	0,3727	0,1601
Valencia	0,3147	0,2438	0,0633	0,2278	

Elaborado por: Barragán, M. (2015)

4.1.3. Propuesta de plan de manejo forestal

4.1.3.1. Título de la propuesta

Plan de manejo forestal para plantaciones de balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb de un año de edad.

4.1.3.2. Justificación

El plan de manejo es un instrumento dinámico, viable, legal y realista que establece los objetivos y fines de la gestión de una determinada área forestal, plasmadas un documento técnico y normativo, las actividades silviculturales de protección, conservación, restauración y aprovechamiento, que fueran requeridas para lograr la sostenibilidad de las plantaciones o bosque Gabaldón. (1997) citado por Cáceres & Jácome (2013).

La presente investigación tiene como finalidad resolver los problema de los bajos rendimientos obtenidos por los productores de balsa en la provincia de Los Ríos, por motivo de la falta de asistencia técnica al momento de aplicar las labores silviculturales en las etapas iniciales que requiere las plantaciones.

Lo que se propone para resolver los problemas, es la elaboración de un Plan de Manejo Forestal, que proporcione los lineamientos técnicos, económicos y ambientales para establecer un sistema forestal óptimo para el desarrollo del cultivo de balsa en sus etapas iniciales.

Los productores de balsa en el Ecuador deben adoptar tecnologías y sistemas de producción sostenible, que resalten la productividad para sobrevivir en el mercado global que cada vez es más competitivo en sus estándares de calidad.

Los cambios que generará la implementación de un plan de manejo forestal en las plantaciones de balsa contribuirán directamente en la calidad y cantidad de estas, además del crecimiento significativo del volumen de producción.

4.1.3.3. Objetivos

4.1.3.3.1. Objetivo general

Proponer un plan de manejo para plantaciones de balsa *Ochroma pyramidale*.

4.1.3.3.2. Objetivos específicos

Determinar las actividades para la ejecución del plan de manejo forestal.

Establecer los recursos humanos y costos que con llevan el mantenimiento y manejo forestal en las primeras etapas.

4.1.3.4. Importancia

El cultivo de balsa *O. pyramidale*, requiere durante su primer año de plantación, características propias, en cuanto se refiere al clima, suelo, humedad y control fitosanitario, para su óptimo desarrollo. Durante su etapa inicial, los árboles de balsa crecen de forma extremadamente rápida, por lo que dependerá del manejo técnico apropiado, que se convierta en un árbol fuerte y vigoroso, o por el contrario débil y desde el punto de vista económico, poco rentable.

El óptimo desarrollo de los rodales de balsa requiere la aplicación de un plan de manejo estructurado con fundamentos científicos y aplicables en función de la realidad ambiental en la cual se va utilizar. En el análisis hecho al estudio realizado, por John K. Francis sobre el cultivo de balsa en América Central, Universidad del Estado de Colorado (Francis, J. s.f.), se ha podido establecer que un óptimo manejo del cultivo de la balsa en su primer año necesita de:

- Entresacado para mejorar y optimizar su crecimiento.
- Aplicación del Patrón de Kamba, durante su primer año para que su crecimiento y maduración.
- Evitar la saturación de agua, debido a que los árboles jóvenes poseen una radicación poco profunda.
- Espacios amplios para aprovechar al máximo la luz solar.
- Adecuado control fitosanitario, ya que agentes dañinos como un Lepidópteros, barrenadores pueden devastar las plantaciones.

4.1.3.5. Factibilidad

La propuesta se empleara en cualquier zona apta para el cultivo, donde empresas, propietarios y productores podrán poseer la predisposición de brindar las facilidades aplicar el plan de manejo.

4.1.3.6. Plan de trabajo

La propuesta se fundamenta en función del plan de trabajo descrito en el Cuadro 23, estructurado con objetivos, localización, actividades propuestas, metas, responsable, costos (USD) asociados directamente a las actividades en su ejecución.

Cuadro 23. Plan de trabajo determinado para la propuesta

Proyecto	Objetivo	Localización	Actividades propuestas	Meta	Costos (USD)	Responsables
Plan de manejo forestal para plantaciones de balsa <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. de un año de edad	Manejar de forma técnica las plantaciones de balsa	Provincia de Los Ríos, cantones y sectores adyacentes	Limpieza de corona Chapia Control fitosanitario Raleo	En el 2 ^{do} y 3 ^{er} año se realizara tres limpiezas Se realizara tres controles en los años 2, 3 y 4 Dos controles preventivos en el 2 ^{do} año Raleo al 25 % en el segundo año de la plantación	\$ 2205,00	Técnico Propietario de la finca

Elaborado por: Barragán. M, 2015

4.1.3.7. Actividades

4.1.3.7.1. *Mantenimiento (control de competencia y fitosanitario)*

El mantenimiento comprenderá labores de limpieza de la plantación, se efectúan de manera manual y mecanizada. Con el fin de evitar la competencia por parte de especies indeseables, por nutrientes y luz que inhiben el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta. Se tiene proyectada limpiezas durante los dos años después del establecimiento.

Cuadro 24. Cronograma de mantenimiento de limpiezas

Descripción	Tiempo	
	2 ^{do} año	3 ^{er} año
Limpia mecanizada	X	
Limpia manual	X	X
Limpia química (herbicida)		X

Instrumentos para las diferentes labores de limpieza:

- Manual (machetes)
- Mecanizada (moto-guadaña, chapiadora)
- Productos químicos (bomba de mochila)

a. Limpia de corona

Es un trabajo muy delicado, evitando no lastimar las raíces con el fin de no provocar el ingreso de patógenos y causar enfermedades a las plantas. Se lo realiza de manera manual con la ayuda de machetes. Se proyecta realizar 3 limpiezas de corona por los años 2 y 3.

Instructivo de limpia de corona

1. El trabajador antes de iniciar su labor debe revisar que su equipo se encuentre en buen estado y tenga disponible la vaina del machete para guardarlo en el momento que no se esté utilizando, evitando así no herir al árbol.
2. Se elige una hilera de planta de balsa e inicia con la limpieza de las plantas indeseables alrededor de la corona, teniendo en cuenta de no lastimar la base del árbol.
3. La apertura de corona se realiza alrededor de cada planta en un radio aproximado a un metro a partir de la base del árbol.

b. Chapia

La balsa requiere de chapia desde su inicio hasta años después de la plantación, de ser realizada la chapia en plantaciones de balsa pequeña se debe tener cuidado de no cortar o maltratar la planta. Se realiza de manera manual o mecanizada, tomando en cuenta el tipo de maleza presente en la plantación de manera que se evite la competencia. Se proyecta realizar en los años 2, 3 y 4 de la plantación

Tipos de chapias

- Chapia ligera (Planta indeseable suculenta)
- Chapia semi-ligera (Planta indeseable suculenta + hoja ancha)
- Chapia semi-mediana (Hoja ancha + hierba)
- Chapia mediana (hierba)
- Chapia semi-pesada (hoja ancha + hierba + plantas indeseable)
- Chapia semi-pesada (Planta indeseable leñosa + hoja ancha + hierba)

Cuadro 25. Cronograma de chapia en las plantaciones

Descripción	Tiempo		
	2 ^{do} año	3 ^{er} año	4 ^{to} año
Primer control	X	X	X
Segundo control	X	X	
Tercer control	X		

Procedimiento

- Antes de iniciar el chapiador recibe instrucción verbal del jefe o técnico de cuál es el área a trabajar y cuidados que debe tomar en el momento de manejar los instrumentos a utilizar para la actividad.
- El trabajador revisa el equipo de protección personal asegurándose que este todo correctamente.
- El trabajador tiene que tener algunas precauciones con respecto a las plantas indeseables.
- El corte de la planta indeseable debe ser igual o menor a la altura de la bota.
- Identificar zonas peligrosas como hoyos, abejas, y otros insectos que pudieran causar peligro, colocándole cinta de peligro.

c. Instructivo de aplicación de herbicidas

Procedimiento

1. El supervisor verifica que la plantación este chapeada unos 15 días antes de la aplicación del herbicida (primer ciclo).

2. A partir del segundo ciclo de aplicación de herbicida, el supervisor evalúa el tamaño de la maleza antes de la próxima aplicación.
3. El técnico evalúa la plantación y determina el tipo de maleza existente en esta, el mismo que sugiere al dueño contratante sobre el producto a aplicar y la dosificación adecuada, con el fin de conocer si el producto está autorizado para ser usado.
4. El trabajador prepara el área de maleza, que es básicamente colocar un plástico negro sobre este una tina en la que se coloca la bomba de mochila manual, todo esto se lo realiza para cada preparación. Esta actividad se lo realiza con el fin de evitar el derrame del producto al suelo.
5. El trabajador prepara la solución con la dosis de herbicida recomendada por el supervisor, la preparación de la solución lo realiza directamente en la bomba con agua limpia y luego se la agita hasta tener una buena mezcla.
6. El trabajador procede a aplicar el producto desplazándose a paso moderado moviendo la lanza de derecha a izquierda y viceversa tratando de mantener un palanqueo constante y moderado para lograr una presión uniforme. El trabajador luego de haber terminado la aplicación en el campo, se retira la bomba, el equipo y materiales realizando respectivamente su limpieza.
7. El supervisor revisa el trabajo realizado por el trabajador.

Ingredientes activos de herbicidas utilizados:

Glifosato	1,0 galón/400 l de agua
Paraquat	de 2 a 4 kg/ha
Gramoxone	1 l/ha

4.1.3.7.2. Manejo de la plantación

a. Raleo

El raleo en las plantaciones comerciales de balsa se realiza con el fin de reducir la alta densidad de la población, con el objeto de que la mismas tengan un espacio adecuado para su normal crecimiento, recibiendo suficiente luz, aireación, agua, nutrientes del suelo y que facilite las labores de control fitosanitarias en caso de ser necesario (Sinónimo, S/f).

En las plantaciones de balsa se tiene previsto un raleo fitosanitario con intensidad moderada que se llevara a cabo de forma selectiva.

Cuadro 26. Cronograma del manejo de raleo

Descripción	Intensidad del raleo	1 ^{er} año	2 ^{do} año
Pre-Raleo	Moderado	X	
Raleo	25 %		X

No obstante, se recuerda que la rotación se basa en consideraciones económicas y por eso, se deberá realizar un estudio respecto según las características propias que presentara la plantación después del primero o segundo raleo.

Instructivo de raleo

1. Antes de iniciar el raleo el trabajador recibe capacitación verbal por uno de sus supervisores de las actividades a realizar durante la jornada de trabajo.
2. Al llegar a la plantación la persona encargada del raleo debe ubicar los árboles previamente marcados resultado de un inventario

fitosanitario/pre-raleo, que se lo realiza conjuntamente con las mediciones de las unidades de muestreos de crecimiento. El inventario pre raleo se lo realiza con el fin de determinar el número aproximado de árboles a ser eliminados, esta actividad se realiza con anterioridad (dos meses aproximadamente).

3. Una vez realizado el inventario pre-raleo, dentro de las unidades de muestreos de crecimiento, se procede a marcar el resto de la plantación, realizando un anillo en el fuste a una altura aproximadamente del pecho desde la base del árbol, utilizando un spray. Debe de considerarse la población a quedar para plantaciones de 24-28 meses = 500-550 árboles/ha, para plantaciones de 36-40 meses = 400-440 árboles/ha.

b. Plagas y enfermedades

Es recomendado realizar controles preventivos durante los dos primeros años de establecimiento de la plantación con consecutivas revisiones periódicas y solo dar tratamientos curativos en caso del apareamiento. Las aplicaciones preventivas para los dos primeros años son de insecticidas y fungicidas, las mismas que se dan dos o tres por año.

Las enfermedades más frecuentes en las plantaciones de balsa son: *Phytophthora*, corazón de agua y *Lasiodiplodia*.

- **Instructivo de aplicación de insecticidas**

Procedimiento

1. El supervisor, mediante un reporte de evaluación sanitaria de la plantación que tiene la presencia de daños ocasionados por insectos, comunica a sus superiores sobre esta afectación, los cuales a su vez amerita el control con la aplicación de químicos, contrata a un técnico.

2. El técnico, evalúa la plantación que esta atacada por insectos, el mismo que sugiere al dueño contratante sobre el producto a aplicar (según el tipo y grado de afectación), con el fin de conocer si el producto está autorizado para ser usado.
3. Las plantaciones a las cuales se deben aplicar productos químicos, por su grado de daño es principalmente por la presencia de:
 - Picudo
 - Hormiga
 - Gallina ciega
4. El trabajador del contratista debe recibir las indicaciones por el técnico sobre el manejo a realizar (dosis a utilizar, áreas a aplicar, precauciones que deben de tomar durante sus labores), antes de iniciar las actividades de aplicación.
5. El trabajador una vez en la hacienda, antes de iniciar su jornada de trabajo debe verificar que el equipo de protección personal, también las herramientas deben estar en perfectas condiciones.
6. El trabajador prepara la solución con la dosis de insecticida recomendada por el fabricante, la preparación de la solución lo realiza directamente en la bomba con agua limpia y luego se la agita hasta tener una solución homogénea (que se disuelva el producto totalmente en el agua).
7. Es importante señalar que al momento de llenar la bomba con el producto químico, esta deberá estar sobre un plástico con el fin de no derramar el producto al suelo.
8. El trabajador procede a aplicar el producto preparado, roseando a cada planta afectada en la plantación.

9. Luego de haber terminado la aplicación en la plantación, se retira la bomba y el equipo realizando su respectiva limpieza en un lugar destinado, para realizar esta labor y lejos de fuentes de contaminación (reserva de agua o cerca de alimentos) sin olvidar que al final debe recoger los desperdicios (empaques) para realizar su adecuado tratamiento.

Ingredientes activos de fungicidas utilizados:

Butilcarbamoil	75 g/20 l de agua
Vitavax	2 g/1 l de agua

Ingredientes activos de insecticidas utilizados:

Cypermectrina	1,5 ml a 2 ml/1 L de agua
Enndosulfan	1,5 a 2 l/ha
Sulfluramid	8 – 10 g/m ²

4.1.3.8. Recursos

Los recursos requeridos para la implementación de la propuesta en el plan de manejo forestal son los siguientes:

4.1.3.8.1. *Recurso humano*

Se solicitará de personal capacitado a nivel de limpieza de corona, chapia, raleo entre otras actividades, además de un técnico capacitado en el área forestal para realizar el seguimiento de las actividades propuestas.

4.1.3.8.2. *Recurso material y financiero*

En el Cuadro 27, se describen los materiales y costos para la implementación de la propuesta.

4.1.3.9. Impacto

La implementación de la propuesta en las plantaciones de balsa ubicadas en la provincia de Los Ríos generará un impacto positivo en la producción, llegando a niveles óptimos que se verán reflejados en el ámbito económico y ambiental.

La balsa en sus primeros instares es muy susceptible a las condiciones climáticas adversas y ataque de plagas, las aplicaciones correctas y oportunas de las labores culturales requeridas es la forma de garantizar una producción exitosa, en las que se emplean un plan de manejo forestal como guía técnica para llegar a esa meta.

La calidad de la balsa es uno de los parámetros a tomarse en cuenta al momento de implementar un plan de manejo, porque esto permitirá que se abran nuevas puertas para los productores en el mercado global, aumentando la demanda del producto final.

4.1.3.10. Evaluación

En función de la realización de las actividades propuestas en el plan de manejo se evaluó el siguiente presupuesto.

Cuadro 27. Recursos y costos requeridos para las actividades de la propuesta

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor total
Técnico forestal	Sueldo	1	500,00
Mantenimiento y Manejo de la plantación			
2° año			
Machete	Unidad	8	50,00
Chapia	Jornal	10	120,00
Corona	Jornal	20	240,00
Raleo fitosanitario	Jornal	10	120,00
Subtotal			530,00
3er año			
Machetes	Unidad	5	30,00
Bomba de mochila/20 litros	Unidad	2	400,00
Control de maleza	Jornal	10	120,00
Corona	Jornal	15	180,00
Subtotal			730,00
4to año			
Machete	Unidad	3	20,00
Chapia	Jornal	10	120,00
Raleo	Jornal	16	200,00
Subtotal			340,00
Subtotal			
Subtotal			2100,00
Imprevistos (5 %)			105,00
Total			2205,00

4.2. DISCUSIÓN

La evaluación de las plantaciones forestales en su estado inicial es primordial, para saber cuáles son las causas que afectan a su calidad, debido a que no solo influyen los factores edafoclimáticos, sino el mantenimiento o manejo que se le da, señalan (Camacho y Murillo, 1997) que la calificación de calidad se realiza en base a variables como: diámetro, altura, volumen, rectitud, estado fitosanitario, entre otros.

De manera general la especie de *Ochroma pyramidale* a los 12 meses de edad en las plantaciones evaluadas en el cantón Mocache y Valencia en la provincia de Los Ríos presentaron un diámetro de 10,97 cm en el cantón Mocache y 10,25 cm en el cantón Valencia, observándose que no existe mucha diferencia entre los cantones.

Estos resultados indican valores bajos en comparación a otra evaluación del crecimiento inicial de la balsa realizada en el cantón Santo Domingo, específicamente en la hacienda Salazar, donde Almagro de la Cueva & Jiménez, (2013) reportan que en una plantación de 12 meses de edad el diámetro registrado fue de 14,82 cm. En otro estudio reportado por Paillacho, (2010), en el cual refiere que en una plantación de esta especie con dosis de potasio en la hacienda Zoila Luz, a los 14 meses de edad presento valor por encima a los obtenidos en el presente estudio con 18,71 cm.

El promedio en altura de balsa en este estudio en las localidades Mocache(8,59 m) y Valencia (8,00 m) fue menor a los reportados por Almagro & Jiménez, (2013); siendo superior el valor encontrado por Paillacho, (2010) a los 14 meses de la plantación.

Esta diferencia se debió principalmente a que en la hacienda Zoila Luz las plantaciones tuvieron un tratamiento de fertilización en su estado inicial a diferencia de la hacienda Salazar y la provincia de Los Ríos.

En cuanto a la variable rectitud se obtuvo en la localidad Mocache y Valencia un promedio de 65,18; 70,43 %, siendo este resultado inferior al reportado por Almagro & Jiménez. (2013), con un valor de 91,7 % a diferencia de Paillacho, (2010) que mantuvo el 99,2 % de árboles rectos en densidades de 1111 árboles/ha.

Es importante descartar que de las investigaciones sobre balsa, poseen condiciones edafoclimáticas parecidas, diferenciándose en el manejo y mantenimiento de la plantación. Debido a que el cultivo de balsa requiere durante su primer año de plantación, características propias en cuanto se refiere al clima, suelo, humedad y control fitosanitario, Para su óptimo desarrollo, siendo necesaria la aplicación de un plan de manejo estructurado con fundamentos múltiples (Francis, s/f.).

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Los promedios de las variables cuantitativas: DAP, altura total, altura de bifurcación, área basal, área de copa y volumen, no presentaron diferencias significativas entre los cantones Mocache y Valencia en la provincia de Los Ríos.

Los porcentajes de las variables cualitativas: daño mecánico, estado fitosanitario, ángulo de inserción de rama y rectitud del fuste, presentaron diferencias entre los rangos de criterio en los cantones Mocache y Valencia de la provincia de Los Ríos. Los mejores promedios se obtuvieron en el Rango 1.

Los valores de la variable calidad presentaron diferencia entre las categorías, obteniéndose en el cantón Mocache una calidad 2 (zona aceptable) con un valor de 43,65 % a diferencia del cantón Valencia con un promedio de 43,37 % respectivamente en calidad 3 (zona mala), según la calificación dada por Camacho y Murillo.

Los criterios correspondientes al análisis de criterio de tolerancia por unidad de muestreo fueron en ambos cantones de excelentes y no aceptables, dependiendo del espaciamiento, forma y número de árboles.

La calificación que obtuvo las plantaciones de balsa en la provincia de Los Ríos, fue de excelente para el cantón Mocache con un promedio de 7,20 %, a diferencia del cantón Valencia que fue de aceptable con un promedio de 12,92 % respectivamente.

Los promedios del área basimétrica nos indica que mejor calidad de sitio se encuentra en el cantón Valencia con un promedio de 9,4278 m²/ha, en contraste del cantón Mocache con un valor de 8,9694 m²/ha.

En el análisis de los parámetros de competencia, se obtuvo que no existe competencia entre los árboles dentro de los diferentes rodales en los cantones Mocache y Valencia de la provincia de Los Ríos, debido a la edad de las plantaciones.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las variables cuantitativas: DAP, altura total, altura de bifurcación, área de copa y volumen en los cantones se acepta la hipótesis nula: **H₀**. “La calidad de plantaciones de *O. pyramidale* (balsa) de un año de edad no presentan diferencias en los cantones Valencia y Mocache de la provincia de Los Ríos”.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las variables cualitativas: daño mecánico, estado fitosanitario, ángulo de inserción de rama y rectitud del fuste, se acepta la hipótesis alternativa: **H₁**. “La calidad de plantaciones de *O. pyramidale* (balsa) de un año de edad presentan diferencias en los cantones Valencia y Mocache de la provincia de Los Ríos”.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones de calidad en las plantaciones de *Ochroma pyramidale* en diferentes localidades, realizando estudios más profundos en la causa y manejo de enfermedades de la especie forestal, a fin de llegar a soluciones sin causar daños económicos.

Capacitar a los silvicultores sobre el adecuado mantenimiento y manejo que requiere la plantación en su estado inicial, haciendo énfasis en efectos negativos que puede tener una plantación por falta de manejo.

Establecer plantaciones de balsa puras ya que las plantaciones combinadas con otras especies agrícolas no tienen un adecuado desarrollo, es por eso que se va a obtener un resultado bajo los sistemas agroforestales con esta especie, no se recomienda ya que es una especie que necesita luz y nutrientes, no desarrolla mucho como se mostró los resultados obtenidos en las unidades de muestreo del cantón Valencia donde hubo una combinación de plantación con sistema agroforestal.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. LITERATURA CITADA

- Alarcón, A. (2013). *“Evaluación de las plantaciones forestales comerciales establecidas entre 1994 y 1996 en los Tuxtlas, Ver”*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2014, del sitio Web de la Universidad Veracruzana: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32685/1/vegaalarcon.pdf>
- Almagro de la Cueva, P. y Jimenez, H. (2013). *Evaluación del crecimiento inicial de la balsa (Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb.) de dos procedencias, bajo cinco densidades poblacionales en el cantón Santo Domingo*. Recuperado el 18 de Marzo de 2015, del sitio Web de la Escuela Politecnica del Ejercit: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6542/1/T-ESPE-002473.pdf>
- Añazco, M., Morales, M., Palacios, W., Vega, E. & Cuesta, A. (2010). *Sector Forestal Ecuatoriano: Propuestas para una gestion forestal sostenible*. Quito, Ecuador : Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION.
- Barrio, M., Balboza, M., Castedo, F., Dieguez, U. & Alvarez, J. (2006). *An ecoregional model for estimating volume, biomass and carbon pools in maritime pine stands in Galicia (northwestern)*. España: For. Ecol. Manage.
- Cáceres, C. y Jácome, B. (2013). *Elaboración del plan de manejo bosque protector el placer y la florida*. Recuperado el 21 de Enero de 2015, del sitio Web de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra: <http://www.icf.gob.hn/files/tramites/Servicio%20Prestado%20Plan%20de%20Manejo%20Forestal.pdf>
- Camacho, P. (1995). *Evaluación de la calidad de plantaciones forestales en la region Hueta Norte de Costa Rica*. Manuscrito no publicado.

- Camacho, P. (2000). *Propuesta metodológica para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales*. Primer taller nacional de la evaluación de la calidad de plantaciones forestales, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Carrere, R. (2006). *Ten Replies to Ten Lies, World Rainforest Movement Campaign*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2014, del sitio Web del Instituto Tecnológico de Costa Rica: <http://www.wrm.org.uy/plantations/material/lies.html>.
- Carrero, O., Jerez, M., Macchiavelli, R., Orlandoni, G. & Stock, J. (2008). Ajuste de curvas de índice de sitio mediante modelos mixtos para plantaciones de *Eucalyptus urophylla* en Venezuela. *Interciencia*, 3.
- Castro, J. (2002). *Anatomía O. lagopus (Balsa) en diferentes edades y períodos secos y lluvias y efectos de agentes externos*. Tesis de grado no publicada, Universidad Técnica Estatal Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- CATIE. (2000). Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina Turrialba, Costa Rica Proyecto de Semillas Forestales. *Danida Forest Seed Centre Serie Técnica, Manual técnico: CATIE,41*, 204.
- CATIE. (s.f.). *Nota Técnica No 46*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2014, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0008S/a0008s46.pdf>
- Cavidad, J. (2010). *Balso (O. pyramidale) una alternativa de inversión segura*. Recuperado el 14 de Octubre de 2014, de <http://inversion-forestal.globe-red.com/categoria.asp?idcat=32>.
- Chauchard, L., Sbrancia, R., González, M., Maresca, L., Rabino, A., & Mazzuchelli, M. (2001). Aplicación de leyes fundamentales de la

densidad a bosques de *Nothofagus*: II. Línea de inicio de competencia y diagramas de manejo de la densidad. *BOSQUE*, 4-5.

Córdoba, F. (2009). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. *Revista Forestal: Kurú*, 2-3.

Corella, O. (2009). *Valoración de la base forestal de las plantaciones y su contribución al abastecimiento de madera en la zona del Atlántico norte de Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica : Programa de educación para el desarrollo y la conservación. 129 p.

Cuenca, M. (2013). *Propuesta de guía metodológica para el diseño de un sistema integrado de gestión en calidad, seguridad y ambiente. Caso: "Industria Procesadora de Madera de Balsa, Produbal*. Recuperado el 21 de Febrero de 2015, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4289>

Del Lungo, A & Carle, J. (2005). *Suplemento temático sobre los bosques plantados mundiales de la evaluación de los recursos forestales 2005, Directrices para la elaboración de las tablas informativas nacionales sobre los bosques plantados, Documentos de trabajo sobre los bosques y árboles, Documento de Trabajo 35E. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, Roma: FAO. 27p.*

Ecobalsa. (S/f). *Ficha técnica de la madera de balsa*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2014, de http://www.ecobalsa.com/descargar/FICHA_TECNICA_DE_LA_MADERA_BALSA.pdf

Ecobalsa. (2010). *características de la madera balsa*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2014, de <http://ecobalsaperu.blogspot.com/2010/07/prueba.html>

Ecuador Forestal. (2013). *Planeación estratégica plantaciones forestales en el Ecuador*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2014, de http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Plantaciones.pdf

Espinoza, E. (2007). *Incentivan cultivo de Balsa*. Recuperado el 10 de Marzo de 2014, de <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=A3662695-188B-7C0FF2A69FDD2F484F46>

Francis, J. (1991). *Ochroma pyramidale Cav. Balsa SO-ITF-SM-41. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 6.*

Francis, J. (s.f.). *Ochroma pyramidale Cav. balsa*. Recuperado el 17 de Enero de 2015, de <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Ochromapyramidale.pdf>

Gadow, K., Sanchez, S. & Alvarez, J. (2007). *Estructura y crecimiento del bosque*. Recuperado el 17 de Enero de 2015, de http://www.usc.es/uxfs/IMG/pdf/Estructura_y_crecimiento_del_bosque1-3.pdf

Gonzalez, B. Cervantes, X. Torres, E. Sanchez, C. y Simba, L. (2010). *Caracterización del cultivo de balsa (Ochroma pyramidale) en la provincia de Los Ríos - Ecuador. Ciencia y Tecnología, 5-6.*

León, R. (s.f.). *Maderas Colombianas*. Bogota, Colombia: En fondo de promociones de exportaciones.

Letraherido. (2012). *Instrumentos de la D a la O*. Recuperado el 22 de Enero del 2015, de <http://www.letraherido.com/170402do.htm>

- Lozano, P., Torres, B., & Rodriguez, X. (2013). *Investigación de ecología vegetal en Ecuador. Muestreo y herramientas geográficas*. Puyo, Ecuador : Universidad Estatal Amazonica.
- Medina, L. (2013). *Incidencia de sustratos y fertilizantes foliares en el crecimiento inicial de balsa (Ochroma pyramidale Cav. ex Lam.) en el vivero forestal de la finca "la represa" de propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Tesis no publicada. Pag 8 -10
- Merino, J. (2010). *Evaluación de calidad y valoración de una plantación de pino (Pinus radiata D Don), en la comunidad de Chausan San Alfonso, parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo*. Recuperado el 20 de Enero de 2015, del sitio Web de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/711/1/33T0065%20MerinoRenato.pdf>
- Murillo, O. (2000). *Propuesta metodológica para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Murillo, O. & Badilla, Y. (2004). *Calidad y valoración de plantaciones forestales*. Taller de publicaciones, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Murillo, O. (1991). *Metodología para el control de la calidad en plantaciones forestales*. Costa Rica: Tecnología en Marcha.
- Murillo, O & Camacho, P. (1997). *Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2014, del sitio Web del Instituto Tecnológico de Costa Rica: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n02_189.pdf

- Paillacho, C. (2010). *Evaluación del crecimiento inicial de Eucalyptus urograndis, Gmelina arborea Roxb y Ochroma pyramidale Cav bajo la aplicación de cuatro dosis de potasio en la hacienda Zoila Luz del canton Santo Domingo*. Recuperado el 18 de Marzo de 2015, del sitio Web de la Escuela Politécnica del Ejercito: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2966>
- Palo, M. (2000). Global Prospects on Deforestation and Forest Transition. *World Forest From Deforestation to Transition*, 3-21 p.
- Quiros, M. (1999). *Evaluación de la calidad de las especies forestales nativas utilizadas en reforestación en la zona norte de Costa Rica*. Costa Rica.
- Rodriguez, R., Razo, R., Diaz, D. & Meza, J. (2009). *Guía de densidad para pinus montezumae en su área de distribución natural en el estado de Hidalgo*. Recuperado el 25 de Enero de 2015, de http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Laguna/1.pdf
- Rojas. (2000). *Calidad de las plantaciones de teca en la península de Nicoya, Costa Rica*. Costa Rica: Agronomía Costarricense.
- Rojas, F. (2001). *Plantaciones Forestales* (2ª.Ed.). San José, Costa Rica: EUNED.
- Rojas, F. & Torres, G. (2009). Solución tecnológica. Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. *Revista Forestal: Kurú*, 6(17).
- Román, F., Beytia, S., Tacher, L. & Rivera, R. (s.f.). *Árboles de la Selva Lacandona útiles para la restauración ecológica*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2014, de http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/arboles-selva-lacandona.pdf

- Santos, E. (2013). *Proyecto de pre factibilidad para la exportación de bloques de madera balsa(Ochroma pyramidale) a Shanghai China*. Recuperado el 12 de Febrero de 2015, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/17145/1/55272_1.pdf
- SENA. (s.f.). *Balso*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2014, de <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Balso.pdf>
- Sinónimo. (2011). *Tierras para balsa*. Recuperado el 12 de Febrero del 2015 de <http://www.freewebs.com/bolsanegocios/balsa.htm>
- Torres, M. (2007). *Evaluación de plantaciones forestales mixtas en Santa Cecilia, La Cruz, Guanacaste*. Tesis doctoral, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Torres, R. & Magaña, T. (2001). *Evaluación de plantaciones forestales*. Mexico: Limusa. D.F.
- VOCALIA. (2007). La madera de balsa. *FDACM. (Federación de Deportes Aereos de Castilla La Mancha)*, 5-6.
- WADSWORTH, F. (1994). El árbol al servicio del agricultor - Manual de agroforestería para el desarrollo rural. *CATIE*, 580.
- Zamora, N. (2011). *Especies de Costa Rica-Ochroma pyramidale*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, de <http://atta2.inbio.ac.cr/neoportal-web/species/Ochroma%20pyramidale#description>
- Zamora, N. (2004). *Árboles y arbustos del Bosque Seco de Costa Rica*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, del sitio Web de Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica: <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?>

DB=UBIpub.fp3&.lay=weball&Format=/ubi/detail,html&.Op=bw&id=1431
&.Find

ANEXOS

ANEXO 2. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de las unidades de muestreo en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos

N° de unidad de muestreos	N° de árboles	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura de Bifurcación (m)	Daño Mecánico		Estado Fitosanitario			Angulo de Inserción de Ramas			Rectitud del Fuste			Mortalidad	
					1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Vivo	Muerto
1	102	11,54	8,37	6,31	86	1	86	0	1	54	21	12	33	54	0	87	15
2	90	12,63	9,75	6,25	57	27	78	5	1	10	39	35	58	26	0	84	6
3	88	9,71	8,56	6,49	86	2	87	1	0	52	30	6	31	56	1	88	0
4	105	13,77	10,52	6,55	89	2	90	1	0	3	5	83	88	3	0	91	14
5	79	7,20	5,76	5,74	71	4	75	0	0	51	17	7	67	4	4	75	4
Suma	464	54,85	42,95	31,34	389	36	416	7	2	170	112	143	277	143	5	425	39
Promedio	92,80	10,97	8,59	6,27	77,80	7,20	83,20	1,40	0,40	34,00	22,40	28,60	55,40	28,60	1,00	85,00	7,80
Desviación	10,66	2,59	1,81	0,32	13,59	11,12	6,38	2,07	0,55	25,25	12,92	32,61	23,99	25,80	1,73	6,12	6,50
Porcentaje					91,53	8,47	97,88	1,65	0,47	40,00	26,35	33,65	65,18	33,65	1,18	91,59	8,41

ANEXO 3. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de las unidades de muestreo en el cantón Valencia, provincia de Los Ríos

N° de unidad de muestreos	N° de árboles	DAP	Altura total	Altura de Bifurcación	Daño Mecánico		Estado Fitosanitario			Angulo de Inserción de Ramas			Rectitud del Fuste			Mortalidad	
		(cm)	(m)	(m)	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	vivo	muerto
1	98	16,53	12,49	6,86	82	4	66	20	0	0	16	70	56	28	2	86	12
2	119	8,37	6,87	4,71	90	11	94	7	0	45	11	45	68	30	3	101	18
3	132	3,47	2,90	1,85	69	5	49	24	1	72	1	1	61	13	0	74	58
4	90	12,63	9,75	6,27	57	27	78	5	1	10	39	35	58	26	0	84	6
Suma	439	41	32	20	298	47	287	56	2	127	67	151	243	97	5	345	94
Promedio	109,75	10,25	8,00	4,92	74,50	11,75	71,75	14,00	0,50	31,75	16,75	37,75	60,75	24,25	1,25	86,25	23,50
Desviación	19,22	5,62	4,10	2,24	14,53	10,63	19,02	9,42	0,58	33,05	16,09	28,58	5,25	7,68	1,50	11,15	23,52
Porcentaje					86,38	13,62	83,19	16,23	0,58	36,81	19,42	43,77	70,43	28,12	1,45	78,59	21,41

ANEXO 4. Resultados de la categoría calidad en las plantaciones de balsa en los cantones Mocache y Valencia

UM	%	Mocache			Valencia		
		Calidad 1	Calidad 2	Calidad 3	Calidad 1	Calidad 2	Calidad 3
1		24,14	60,92	14,94	0,00	18,60	81,40
2		5,95	51,19	42,86	28,71	24,75	46,53
3		21,59	70,45	7,95	48,65	48,65	2,70
4		1,10	7,69	92,31	5,95	51,19	42,86
5		57,33	28,00	14,67			
Promedio (%)		22,02	43,65	34,55	20,83	35,80	43,37

ANEXO 5. Estadística descriptiva del volumen entre los cantones Mocache y Valencia

Univariate Results for Each DV (Spreadsheet10) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	Degr. of Freedom	m3 SS	m3 MS	m3 F	m3 p
Intercept	1	159,1712	159,1712	18,52869	0,005068
tratamiento	1	0,3584	0,3584	0,04172	0,844904
Error	6	51,5432	8,5905		
Total	7	51,9016			

ANEXO 6. Área basimétrica por 1000 m² y área basimétrica por hectárea en las unidades de muestreo de los cantones Mocache y Valencia

UM	MOCACHE		VALENCIA	
	AB/1000 m ²	AB/ha	AB/1000 m ²	AB/ha
1	0,9452	9,4519	1,922	19,22
2	1,1207	11,2068	0,6378	6,378
3	0,6727	6,7272	0,0906	0,906
4	1,3979	13,9789	1,1207	11,207
5	0,3482	3,4822		
Promedio	0,8969	8,9694	0,942775	9,42775

ANEXO 7. Bal & Balmond: área basimétrica de los 15 árboles mayores de las unidades de muestreo de las plantaciones de balsa en los cantones Mocache y Valencia

MOCACHE																
UM	Nº de árboles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	BAL	2,2749	2,1297	1,9801	1,8283	1,6766	1,5227	1,3687	1,2103	1,0452	0,8801	0,7150	0,5498	0,3824	0,1986	0
	BALMONDij	2,7750	2,5978	2,4153	2,2302	2,0451	1,8573	1,6696	1,4764	1,2750	1,0735	0,8721	0,6707	0,4665	0,2422	0
2	BAL	3,2684	3,0773	2,8737	2,6624	2,4486	2,2296	1,9945	1,7594	1,5216	1,2784	1,0323	0,7807	0,5262	0,2717	0
	BALMONDij	3,1511	2,9668	2,7705	2,5669	2,3607	2,1496	1,9229	1,6963	1,4670	1,2325	0,9953	0,7526	0,5073	0,2620	0
3	BAL	1,7401	1,6362	1,5324	1,4267	1,3192	1,2117	1,0948	0,9720	0,8454	0,7167	0,5860	0,4491	0,3060	0,1629	0
	BALMONDij	2,8927	2,7200	2,5474	2,3717	2,1929	2,0142	1,8199	1,6159	1,4053	1,1914	0,9741	0,7466	0,5087	0,2707	0
4	BAL	3,1105	2,9069	2,6982	2,4844	2,2680	2,0516	1,8351	1,6161	1,3971	1,1701	0,9431	0,7161	0,4811	0,2405	0
	BALMONDij	3,5796	3,3453	3,1052	2,8591	2,6100	2,3610	2,1119	1,8598	1,6078	1,3465	1,0853	0,8241	0,5536	0,2768	0
5	BAL	1,2302	1,1593	1,0884	1,0130	0,9376	0,8590	0,7805	0,7019	0,6153	0,5288	0,4422	0,3419	0,2362	0,1287	0
	BALMONDij	2,1655	2,0407	1,9159	1,7832	1,6504	1,5121	1,3739	1,2356	1,0832	0,9308	0,7783	0,6018	0,4158	0,2265	0
VALENCIA																
1	BAL	4,8575	4,5558	4,2509	3,9430	3,6130	3,2829	2,9528	2,6163	2,2699	1,9236	1,5772	1,1971	0,8170	0,4264	0
	BALMONDij	3,8218	3,5844	3,3446	3,1023	2,8426	2,5829	2,3232	2,0585	1,7859	1,5134	1,2409	0,9418	0,6428	0,3355	0
2	BAL	1,8170	1,7039	1,5889	1,4701	1,3493	1,2266	1,1039	0,9752	0,8465	0,7138	0,5769	0,4359	0,2949	0,1517	0
	BALMONDij	2,8422	2,6653	2,4854	2,2996	2,1107	1,9187	1,7267	1,5255	1,3242	1,1165	0,9025	0,6819	0,4613	0,2374	0
3	BAL	0,4815	0,4619	0,4406	0,4177	0,3948	0,3711	0,3473	0,3209	0,2945	0,2571	0,2186	0,1779	0,1276	0,0709	0
	BALMONDij	1,6379	1,5711	1,4989	1,4210	1,3431	1,2623	1,1815	1,0916	1,0017	0,8745	0,7436	0,6051	0,4341	0,2411	0
4	BAL	3,3432	3,1396	2,9283	2,7145	2,4955	2,2604	2,0253	1,7876	1,5443	1,2982	1,0466	0,7921	0,5376	0,2717	0
	BALMONDij	3,1071	2,9179	2,7215	2,5228	2,3192	2,1008	1,8823	1,6613	1,4352	1,2065	0,9727	0,7362	0,4997	0,2525	0

ANEXO 8. Plantaciones de *Ochroma pyramidale*



Imagen 1. Plantacion de balsa



Imagen 2. Establecimiento de la unidad de muestreo



Imagen 3. Árbol enumerado