



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN MANEJO Y APROVECHAMIENTO FORESTAL

Proyecto de Investigación y
desarrollo previa la obtención del
Grado Académico de Magíster en
Manejo y Aprovechamiento Forestal

TEMA

ANÁLISIS DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS EN
PLANTACIONES DE *Ochroma lagopus* (BALSA) EN LA
PROVINCIA DE LOS RÍOS.

AUTOR

ING. WILLIAM BUSTAMANTE ALARCON

DIRECTOR

ING. FABRICIO CANCHIGNIA MARTINEZ, PhD.

QUEVEDO – ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN MANEJO Y APROVECHAMIENTO FORESTAL

Proyecto de Investigación y
desarrollo previa la obtención del
Grado Académico de Magíster en
Manejo y Aprovechamiento
Forestal

TEMA:

ANÁLISIS DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS EN
PLANTACIONES DE *Ochroma lagopus* (BALSA) EN LA
PROVINCIA DE LOS RÍOS.

AUTOR

ING. WILLIAM BUSTAMANTE ALARCON

DIRECTOR

ING. FABRICIO CANCHIGNIA MARTINEZ, PhD.

QUEVEDO – ECUADOR

2017

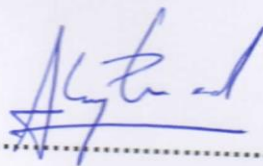
CERTIFICACIÓN

Ing. Fabricio Canchignia, PhD, en calidad de Director de Tesis, previa la obtención del grado Académico de Magister en Manejo y Aprovechamiento Forestal

CERTIFICA:

Que el Ing. William Job Bustamante Alarcón, autor del proyecto investigativo titulado: *Análisis de parámetros morfométricos en plantaciones de ochroma lagopus (balsa) en la provincia de Los Ríos*, ha sido revisada en todos sus componentes por lo que se autoriza su presentación entre el tribunal respectivo.

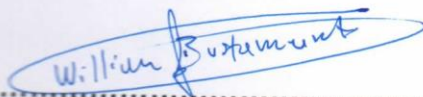
Quevedo, 21 de noviembre del 2016



Ing. Fabricio Canchignia PhD.

AUTORÍA

La Investigación, Resultados, Conclusiones y Recomendaciones presentadas en esta tesis de Magister en Manejo y Aprovechamiento Forestal, son de exclusiva responsabilidad del Autor.



.....
Ing. William Job Bustamante Alarcon

DEDICATORÍA

*A Dios, mi fortaleza por haberme permitido
alcanzar un logro más en la vida.*

*A mi esposa Moria Segura Vélez por su apoyo
incondicional, siempre le estaré agradecido.*

*A mi hijo Jeremías Bustamante Segura, que es el
mejor regalo que Dios me ha dado, el cual me
motiva a seguir adelante.*

*A mi madre, hermanos y familiares que, aunque
estén lejos, siempre los llevo en mi corazón.*

AGRADECIMIENTO

Dejo en constancia mi agradecimiento a las instituciones y personas que ayudaron a la realización de la presente investigación:

A Dios, por permitir estar aquí y darme cada segundo de vida, junto a las personas que quiero y que siempre me han dado muestra de aprecio y estima en los buenos y en los difíciles momentos de mi vida.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, especialmente a la Unidad de Posgrado con su personal docente de la Maestría de Manejo y Aprovechamiento Forestal.

A mis compañeros de II promoción de la Maestría de Manejo y Aprovechamiento Forestal por haber compartido en aula cada una de sus experiencias profesionales y también por su amistad, siempre los recordaré

A mi familia por ser parte importante en mi vida y brindarme ese apoyo incondicional para culminar con éxito esta etapa profesional en esta Maestría, no importa la distancia cuando se quiere de verdad.

A mi director de tesis Ing. Fabricio Canchignia PhD. por todo su apoyo para el desarrollo y culminación de esta Investigación.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que de alguna forma colaboraron durante la ejecución de la investigación.

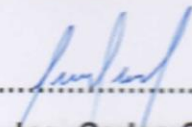
RESUMEN EJECUTIVO PRÓLOGO

Las plantaciones forestales del mundo y del Ecuador están sometidas a un constante manejo, durante las últimas décadas, fundamentalmente por el incremento de la frontera agrícola y el crecimiento poblacional que ejercen presión directa en la pérdida de los recursos naturales, las plantaciones son una alternativa viable a suplir la demanda de materia prima para industria.

El manejo intensivo de plantaciones de rápido crecimiento permite una adecuada generación de madera, pero ¿cómo lo estamos haciendo?, ¿en qué base lo hacemos?, conocer cómo crece nuestro bosque es fundamental a la hora de planificar e invertir en proyectos forestales.

La evaluación de crecimientos permite conocer el comportamiento de las especies y saber sus rendimientos en la región constituye una herramienta fundamental a la hora de tomar decisiones en el ámbito del manejo y aprovechamiento del recurso forestal.

La presente investigación titulada "Análisis de parámetros morfométricos en plantaciones de *Ochroma lagopus* (balsa) en la provincia de los ríos" contribuye a través de los Resultados propuestos por el investigador a la planificación y manejo de la especie en la Provincia.



.....

Ing. Carlos Gavilánez

SUPERINTENDENTE FORESTAL DEL GRUPO NOBOA

RESUMEN EJECUTIVO

En el proyecto de Investigación titulado, Análisis de parámetros morfométricos en plantaciones de *Ochroma lagopus* (balsa) en la provincia de Los Ríos; se establecieron seis unidades de muestreo (UM o plantaciones) a lo largo de la zona de estudio, las que se evaluaron por un periodo de tiempo de 2 a 4 años el crecimiento de los parámetros morfométricos. Para desarrollar los objetivos se presentan técnicas de muestreo y análisis de información de crecimiento bosque, además de complementarlo con un análisis de la información estadística de graficas recopilada de la fase de campo. Se utilizó indicadores por unidad de muestreo tales como: diámetro, altura total de los individuos, IMA (Incremento medio Anual) y ICA (Incremento corriente anual), Se registraron un total de 6 plantaciones distribuidas en los cantones de Quevedo, Valencia y Buena Fe, los incrementos en volumen fueron superiores para los cantones de Valencia y Buena Fe, mientras que para Quevedo se registraron los incrementos más bajos, el análisis grafico de las curvas IMA-ICA para los cantones en estudio mostro la edad de máxima de producción forestal por sitio, mostrando de esta forma la edad a la que se debe aprovechar la plantación, Las plantaciones del cantón Buena Fe presentaron la menor edad de intersección de las curvas IMA-ICA a la edad de 3 y 3,5 años el cantón con mayor edad de corte de las curvas fue Quevedo con 6 años en adelante.

Palabras Clave: Crecimiento, Incremento, Edad, Plantación

ABSTRACT

In the research project titled, Analysis of morphometric parameters in plantations of *Ochroma lagopus* (balsa) in the province of Los Ríos; Six sampling units (UM or plantations) were established along the study area, which were evaluated for a period of 2 to 4 years the growth of the morphometric parameters. To develop the objectives, techniques of sampling and analysis of forest growth information are presented, in addition to complementing it with an analysis of the statistical information of graphs compiled from the field phase. Indicators were used per sampling unit such as: diameter, total height of individuals, IMA (Annual average increase) and ICA (Annual current increase). A total of 6 plantations were registered in the cantons of Quevedo, Valencia and Buena Fe, Volume increases were higher for the cantons of Valencia and Buena Fe, while for Quevedo the lowest increases were recorded, the graphical analysis of the IMA-ICA curves for the cantons under study showed the maximum age of forest production by Site, thus showing the age at which the plantation should be used. Plantations in Canton Buena Fe had the lowest age of intersection of the IMA-ICA curves at the age of 3 and 3.5 years the oldest canton of cut of the curves was Quevedo with 6 years on.

Key Words: Growth, Increase, Age, Plantation

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

PORTADA.....	i
HOJA EN BLANCO	ii
CONTRAPORTADA.....	iii
CERTIFICACION.....	iv
AUTORIA	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
PRÓLOGO	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ANEXO	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPITULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	4
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.1. Problema general.....	4
1.3.2. Problemas derivados	4
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.5. OBJETIVOS.....	5
1.5.1. Objetivo general	5
1.5.2. Objetivos específicos	5
1.6. JUSTIFICACIÓN	5

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL	8
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	12
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	13
3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.2.1. Diseño de la unidad de muestreo	15
3.3. POBLACION Y MUESTRA	16
3.4. FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACION.....	17
3.5. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION	17
3.6. PROCESAMIENTO Y ANALISIS	17
CAPITULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	18
4.1. EL CRECIMIENTO E INCREMENTO MEDIO ANUAL DE MASAS FORESTALES DE Ochroma lagopus (BALSA) EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS	19
4.1.1. Crecimiento e incremento medio anual de las plantaciones evaluadas.....	19
4.1.2. Incremento corriente VS Incremento Medio Anual.	21
4.2. SITIOS CON LOS MEJORES CRECIMIENTOS	24
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
5.1. CONCLUSIONES	27
5.2. RECOMENDACIONES	28
BIBLIOGRAFIA.....	29
ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Plantaciones y variables morfométricas por edades para el Canton Buena Fe.	19
Tabla 2. Plantaciones y variables morfométricas por edades para el Canton Quevedo.	20
Tabla 3. Plantaciones y variables morfométricas por edades para el Canton Valencia.	20
Tabla 4. Crecimiento medio anual en volumen, circunferencia a 1,30 m y altura, en los tres sitios estudiados en la Provincia de Los Ríos.	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Grafico 1.	Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Buena Fe, plantación “21”.....	21
Grafico 2.	Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Buena Fe, plantación “10”.....	22
Grafico 3.	Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Quevedo plantación “36”.....	22
Grafico 4.	Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Quevedo plantación “6”.....	23
Grafico 5.	Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Valencia plantación “22”.....	23
Grafico 5.	Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Valencia plantación “04a”.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de la zona de estudio de las Plantaciones de Ochroma lagopus (Balsa) en la Provincia de los Ríos.....	3
Figura 2. Diseño de las unidades de muestreo	15

ÍNDICE DE ANEXO

	Pág.
Anexo 1. Fotografías de plantaciones	33

INTRODUCCIÓN

El creciente aumento de plantaciones de *O. lagopus* (Balsa) en la Provincia de Los Ríos y El Ecuador continental, hace pensar el cambio de una provincia eminentemente agrícola a una mixta o prominentemente forestal, pero es la falta de manejo, planificación y criterios técnicos de la época de cosecha o turno que constituyen una amenaza para los pequeños y medianos propietarios de plantaciones. El conocimiento, planificación y simulación de las intervenciones de manejo forestal son la clave del éxito del sector. La asistencia técnica que se aplica al cultivo de balsa es indispensable para que su desarrollo sea idóneo, no obstante, el 94% de los pequeños y medianos productores de esta especie en la provincia de Los Ríos no reciben esta capacitación y únicamente el 6% la adquieren a través de técnicos de empresas comerciales (Gonzales *et al.*, 2010). Conocer el comportamiento de características morfométricas de las plantaciones forestales y las edades de aprovechamiento óptimos de las plantaciones de balsa dentro de los cantones en la provincia, contribuyen a mejorar el manejo y aprovechamiento de plantaciones.

El presente trabajo tiene como fin analizar los parámetros morfométricos de masa forestal de los bosques de *O. lagopus* (Balsa) en la Provincia de Los Ríos del Ecuador, provincia vital para la económica del País.

El proyecto está compuesto de cinco capítulos, en el primero se describe el marco contextual de la investigación, el segundo capítulo contiene los objetivos, que son la guía para analizar las características morfométricas del bosque de *O. lagopus* (Balsa) en la Provincia de Los Ríos. Los capítulos tres, cuatro y cinco, contienen la metodología, los resultados de la investigación y conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

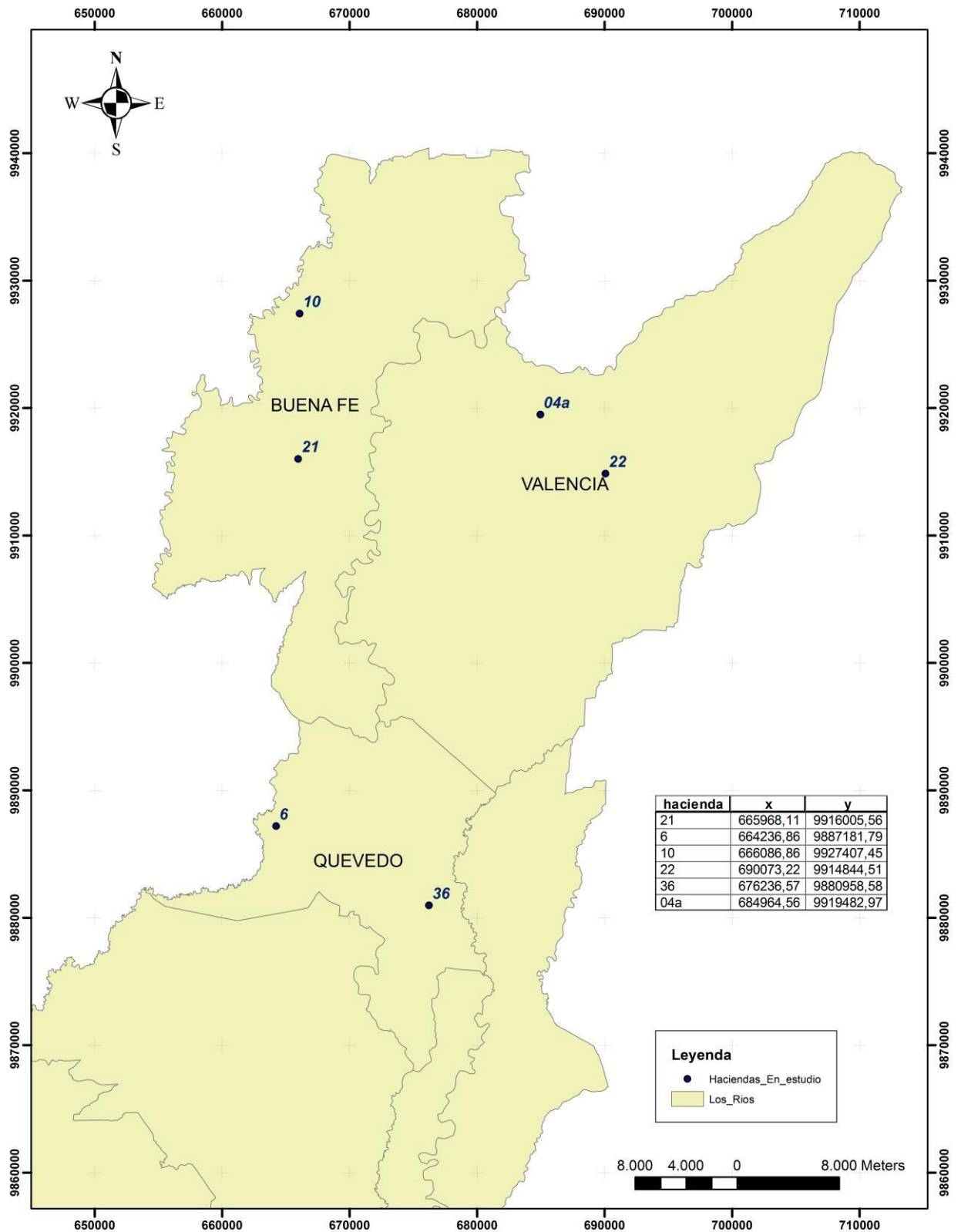
Existen varios enfoques de modelado, a los cuales los profesionales forestales recurren dependiendo de la complejidad del ecosistema forestal bajo estudio y las necesidades de manejo. Cada enfoque proporciona distintos niveles de información, desde las estimaciones directas a nivel de masa (predicción explícita), sistemas de distribuciones diamétricas (predicción implícita) hasta sistemas de crecimiento de árbol individual. Sin embargo, la mejor estrategia siempre será aquella que resulte ser más útil en la aplicación final, en términos tanto de la cantidad de información que provee como de la exactitud y detalle de la misma (Vanclay, 1994; Magaña et al., 2008).

El área de estudio se encuentra localizada en los Cantones Buena Fe, Quevedo y Valencia pertenecientes a la provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica se encuentra localizada entre las coordenadas con datum referencial WGS84: 648000 – 656000 E y 9834000 – 9840000 N.

El acceso a los sitios de las plantaciones se encuentra habilitado para el tránsito vehicular a través de vías de segundo y tercer orden, además del transporte pluvial a las comunidades para finalmente acceder a los sitios de estudio a través de la plantación para el establecimiento de las unidades de muestreo.

En la figura 1 constan las plantaciones de *O. lagopus* seleccionadas para el estudio en tres cantones de la provincia de Los Ríos.

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio de las plantaciones de *O. lagopus* (Balsa) en la Provincia de los Ríos.



1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

Los bosques coetáneos y mono-específicos suelen preferirse para el establecimiento de plantaciones de rápido crecimiento, por lo que el sitio donde se desarrollan estos proyectos debe satisfacer las necesidades mínimas de la especie, en este trabajo se evaluará los rodales de *O. lagopus* (Balsa) de la Provincia de Los Ríos, Ecuador. La evaluación permitirá seleccionar los sitios de manejo óptimos para los recursos forestales de la Provincia.

Los bosques de Balsa en general están ubicados en zonas de bosque húmedo, muchas veces en suelos aptos para cultivos, lo que permite un rápido desarrollo de la especie y es por esta razón que en la Provincia se ha popularizado las plantaciones de Balsa.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La pregunta a responder con la presente investigación es

1.3.1. Problema general

¿En la Provincia de Los Ríos cual es incremento de los caracteres morfométricos para plantaciones forestales de *O. lagopus* (Balsa)?

1.3.2. Problemas derivados

¿Cuál es el crecimiento e incremento medio anual de masas forestales de *O. lagopus* (Balsa) en la Provincia de Los Ríos?

¿Cuál es el turno Optimo para el aprovechamiento forestal de plantaciones de *O. lagopus* (Balsa) en la Provincia de los Ríos?

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación se estableció dentro de los siguientes límites:

CAMPO:	CIENCIAS FORESTALES
ÁREA:	SILVICULTURA
ASPECTO:	CRECIMIENTO DE MASAS FORESTALES
SECTOR:	PROVINCIA DE LOS RÍOS
DÓNDE:	PROVINCIA DE LOS RÍOS ZONA CENTRO Y NORTE CONFLUENCIA CON LA PROVINCIA SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS Y COTOPAXI
TIEMPO:	MARZO A DICIEMBRE, 2016

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Analizar los parámetros morfométricos para plantaciones de *O. lagopus* (Balsa) en la provincia de Los Ríos.

1.5.2. Objetivos específicos

- Calcular el crecimiento e incremento medio anual de masas forestales de *O. lagopus* (Balsa) en los cantones Valencia, Quevedo y Buena Fe, Provincia de Los Ríos.
- Evaluar el mejor sitio en crecimiento e incremento volumétrico de las plantaciones de *O. lagopus* (Balsa) en los cantones Valencia, Quevedo y Buena Fe, Provincia de Los Ríos.

1.6. JUSTIFICACIÓN

Las plantaciones de balsa son alternativas de producción forestal a corto plazo, pequeños productores se inclinan cada vez más a manejar silviculturalmente esta especie, ya sea en pequeños bosquetes, árboles en linderos y en sistemas de producción agroforestal, es entonces el perfeccionar el manejo, rendimientos y comercialización la razón fundamental para contribuir al desarrollo del Sector forestal y el País.

La presente investigación constituye un aporte significativo en función del manejo forestal con bases científicas a través del conocimiento de los sitios con mejores rendimientos dasométricos a fin de mejorar el manejo forestal de la zona de estudio, además de poder contribuir a la mejora de las plantaciones comerciales de *O. lagopus* (Balsa).

La investigación se realizó en el área de la Provincia de los Ríos delimitada por las Provincias Santo Domingo de los Tsachilas, Manabí, Guayas y Cotopaxi, dentro de 6 predios de diferentes propietarios localizados en recintos de los Cantones Valencia, Quevedo y Buena Fe, donde se distribuyeron un total de 250 unidades de muestreo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

Con el propósito de unificar significados de algunos términos utilizados en la presente investigación, a continuación, se definen estos términos:

Concepto de crecimiento. El crecimiento biológico es el proceso natural de desarrollo de los seres vivos, caracterizado por el aumento gradual de su tamaño. Para el caso de un árbol, el crecimiento tiene lugar simultánea e independientemente en sus diferentes partes, como resultado de la actividad de los meristemos primarios, que provocan el crecimiento longitudinal (altura, longitud de las ramas y raíces), así como de los meristemos secundarios, que dan lugar al crecimiento en grosor o en diámetro, al producir nueva madera hacia el interior y corteza hacia el exterior (Diéguez *et al.*, 2003).

Manejo forestal. El manejo forestal es un proceso de toma de decisiones para la conducción de una propiedad forestal a través del tiempo. Así, una de las definiciones más aceptadas de manejo forestal de acuerdo con Leuschner (1990) es: “el estudio y aplicación de técnicas analíticas, que permitan la selección de aquellas alternativas de manejo, que mejor contribuyan al logro de los objetivos empresariales”. Está claro que, debido a los largos ciclos de producción y a las numerosas alternativas de manejo, las posibilidades de aprender por experiencia o experimentación directa son limitadas. En consecuencia, para un manejo forestal racional se necesitan modelos matemáticos capaces de predecir los efectos de los tratamientos, especialmente en bosques con manejo intensivo (García, 1994).

Modelos de crecimiento. En general, un modelo es una representación simplificada de algún aspecto de la realidad (no confundir con la acepción normativa de la palabra, algo digno de ser imitado). Continuamente todos usamos modelos en alguna forma. Hay modelos mentales, que son relaciones imaginadas de causa y efecto entre componentes de algún sistema a través de las cuales tratamos de explicar y anticipar su comportamiento. Se puede plantear modelos en forma verbal, por ejemplo, la descripción en palabras del

funcionamiento de alguna máquina. Los modelos físicos o materiales (maquetas), como los modelos a escala de edificios y aviones, son bien conocidos. Un modelo matemático es como un modelo verbal, pero expresado en lenguaje matemático, teniendo la ventaja que el lenguaje matemático difiere del lenguaje natural en que es más conciso y menos ambiguo. Esto, junto con la disponibilidad de reglas que se pueden usar mecánicamente, nos permite razonar en situaciones más complejas, con menos esfuerzo, y con menos riesgo de confundirse (García, 1994).

Volumen. En inventarios forestales el volumen de un rodal se estima a partir de los volúmenes estimados para cierto número de parcelas de muestreo. A su vez, para calcular el volumen de una parcela inicialmente se calcula el volumen de cada árbol, ya sea por cubicación directa o con una función de volumen general, y posteriormente se suman. Sin embargo, en la mayoría de los casos el cubicar todos los árboles, o aún medir todas las alturas para aplicar una función de volumen, es demasiado costoso. Por ello se recurre a una estimación indirecta del volumen utilizando los DAP medidos a todos los árboles dentro de las parcelas, y las mediciones de altura o volumen calculado para una fracción de ellos. Los árboles de la parcela que se miden en detalle se llaman “árboles muestra”. Hay dos métodos de cubicación de árboles individuales comúnmente usados (García, 1995):

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Numerosos estudios han demostrado que los parámetros estimados para una típica estructura regular están más fuertemente relacionados con el diámetro medio que con la edad o la calidad de sitio, si bien estos dos últimos factores tienen considerable efecto sobre la distribución. En consecuencia, el diámetro medio es el parámetro más utilizado en la caracterización del rodal regular (Husch, 1972).

El crecimiento en altura, como regla general, es más uniforme que el crecimiento en diámetro. La variación de alturas depende de la posición

sociológica de cada individuo, según la cual se lo puede clasificar como dominante, codominante, oprimido y suprimido, con la consiguiente dispersión de los crecimientos. El crecimiento en altura culmina antes que el crecimiento en diámetro.

El crecimiento en área basal se analiza en investigaciones comparativas de diferentes especies o del crecimiento de los rodales en diferentes sitios. También se utiliza en la construcción de tablas de volumen por ser una unidad de medida comparativa para todas las especies. Además, el crecimiento medio en área basal culmina antes que el crecimiento en volumen y raramente se aplica en decisiones de manejo.

El crecimiento en volumen puede obtenerse de una tabla de producción. La curva que representa la evolución del volumen por hectárea., en relación con la edad, tiene la típica forma sigmoidea. Durante los primeros años la producción en volumen es lenta, luego la tasa de crecimiento se incrementa hasta un máximo y finalmente decrece.

El crecimiento medio anual (IMA) a medida que un árbol crece, sus dimensiones aumentan (diámetro, altura y volumen). Este crecimiento del árbol en un tiempo determinado se llama incremento. Se deben diferenciar los siguientes: incremento del árbol en diámetro, incremento del árbol en altura, incremento del árbol en volumen. Por analogía se habla del incremento de una masa o bosque (Klepac, 1983). El Incremento Medio Anual (IMA) expresa la media del crecimiento total a cierta edad del árbol, indica por lo tanto la media anual del crecimiento para cualquier edad. El Incremento Medio Anual (IMA) es el resultado de la división del mayor valor actual de la variable considerada, entre la edad a partir del tiempo cero (Avery y Burkhart 2002).

El Incremento Corriente Anual (ICA) es el crecimiento promedio anual ocurrido en intervalo determinado de tiempo (Klepac, 1983); se puede calcular dividiendo sucesivamente el rendimiento de cada periodo entre ese periodo

(David *et al.*, 2001). Expresa el crecimiento ocurrido entre el inicio y el final de la estación de crecimiento, en un periodo de 12 meses, o entre dos años consecutivo. Este crecimiento también es conocido como crecimiento acumulado, Incremento Corriente Anual (ICA) o simplemente Incremento Anual (IA), correspondiendo a lo que el árbol creció en el periodo de un año (Avery y Burkhardt, 2002).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue de carácter explicativo causal, debido a que su propósito fue analizar las características morfométricas de los bosques de *O. lagopus* (Balsa).

La investigación fue de tipo no experimental para ello se procedió a la caracterización y selección de plantaciones, se utilizaron diferentes estrategias de acuerdo a las características culturales de la región y los materiales disponibles.

Se realizó la georreferenciación de las plantaciones con la utilización de un receptor GPS navegador con el fin de delimitarlos geográficamente dentro de la zona de influencia de las plantaciones de balsa. Previo a la obtención de la posición espacial se procedió al establecimiento de las unidades de muestreo en cada uno de las plantaciones seleccionadas, posteriormente se registraron en una libreta de campo las características morfométricas, las parcelas fueron de 500 m² cada una. Las parcelas permanentes de muestreo estuvieron establecidas en rodales que contaron con las siguientes características:

- Puros y coetáneos
- Sin presencia de plagas o enfermedades visibles
- Sin evidencia de muerte catastrófica
- Con diferentes niveles de densidad
- Cubriendo diferentes rangos de edad y de sitio.

Se extrajo la siguiente información dasométrica para la evaluación del crecimiento de los rodales:

- Altura total de los árboles dominantes marcados en las parcelas (4 árboles dominantes por parcela);
- Diámetro normal con corteza de todos los árboles;
- Altura total del resto del arbolado.

La información obtenida se analizó considerando la hectárea como unidad de superficie; los parámetros estimados fueron:

Número de árboles por hectárea (NA); Diámetro promedio (DP); Diámetro cuadrático (DQ); Altura promedio de los árboles dominantes (HD); Área basal por hectárea (AB) y, Volumen total por hectárea (VHA).

- Crecimiento en área basimétrica

El crecimiento en área basimétrica se evaluó en función de la medición del diámetro. Un crecimiento constante por año del área basimétrica significa que el crecimiento diamétrico viene disminuyendo. Para calcular el crecimiento del área basimétrica (C_{AB}) se puede emplear la siguiente expresión matemática:

$$C_{AB} = (\pi/4) \times 2 \times DAP \times I$$

Dónde:

I = crecimiento diamétrico

- Crecimiento en volumen

El crecimiento en volumen se refiere al aumento del volumen en un determinado período de tiempo y como en los casos anteriores, se evalúa calculando la diferencia de los volúmenes que el árbol tuvo al inicio y al final del Período (n) correspondiente:

$$C_V = (V_f - V_i) / n$$

dónde:

C_V = crecimiento en volumen

V_f = volumen final

V_i = volumen inicial

n = años

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación que se emplea es el método inductivo, el cual parte de conocimientos particulares y los extiende a conocimientos generales. Es este el caso de crecimiento de Plantaciones de Balsa, que a través de parcelas se puede hacer afirmaciones sobre todo el bosque y su comportamiento.

3.2.1. Diseño de la unidad de muestreo

La información obtenida después del establecimiento de las Unidades de Muestreo siguió un diseño sistemático dentro de las plantaciones identificadas para el estudio, Tabla 1 y Figura 1.

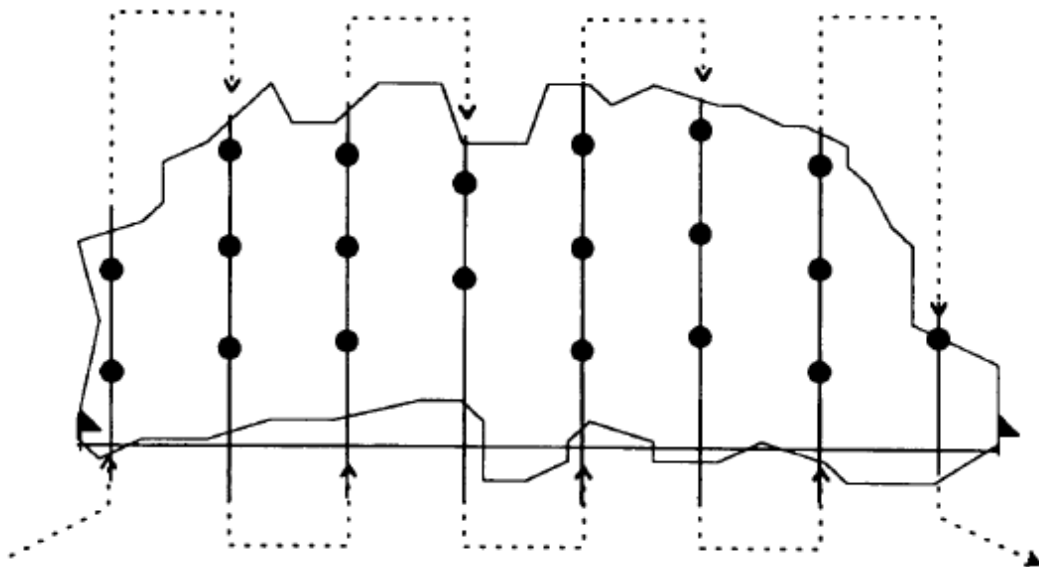


Figura 2. Diseño de las unidades de muestreo

Para la elaboración del marco teórico se recurrió a las fuentes bibliográficas disponibles, en bibliotecas nacionales o extranjeras.

Tabla 1. Localidad, Plantaciones, Área de Plantación, Dimensión de Parcelas, Descripción, Tipo de Parcelas.

LOCALIDAD	PLANTACIONES	AREA DE PLANTACION (Ha)	DIMENSION PARCELAS	DESCRIPCION	TIPO DE PARCELAS
QUEVEDO	36-6	49,43	500	Se registraron DAP (1.30 m) altura total y estado sanitario	CIRCULAR
BUENA FE	21-10	97,55	500	Se registraron DAP (1.30 m) altura total y estado sanitario	CIRCULAR
VALENCIA	22-04a	67	500	Se registraron DAP (1.30 m) altura total y estado sanitario	CIRCULAR

Las plantaciones en la localidad de Quevedo corresponden a las siguientes coordenadas; x: 676236,57; y: 9880958,58 el código "36" y para el código "6" en x: 664236,86; y: 9887181,79. La localidad Buena Fe las siguientes coordenadas, Código 21, x: 665968,11; y: 9916005,56, Código "10", x: 666086,86; y: 9927407,45. La localidad Valencia las siguientes coordenadas, Código "22", x: 690073,22; y: 9914844,51, Código "04a", x: 684964,56; y: 9919482,97. Las haciendas muestreadas son propiedad de la empresa Plantabal S.A., las mediciones se las realizo entre 2008 y 2013.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La Población

Para investigación se consideró a las plantaciones establecidas en la provincia de Los Ríos durante más de 7 años como la población total de la cual se realizó un muestreo, La población es una población finita.

Muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra se utilizó información secundaria de investigaciones anteriores realizadas en la zona de estudio, también se consultó con profesores docentes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y adicionalmente se contó con el apoyo de profesionales afines y agricultores que disponen de plantaciones de balsa con registro en la empresa PLANTABAL.

3.4. FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACION

La información necesaria para la investigación se obtuvo directamente a través de la medición y estimación de las variables a evaluar en las diferentes unidades de Muestreo establecidas en los sitios donde se encuentran los bosques de Balsa dentro del área de la Provincia de los Ríos.

3.5. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Los principales instrumentos para la investigación son los paquetes de procesamiento de datos como el Excel y otros especializados, GPS, las observaciones directas en las parcelas de campo permitieron levantar toda la información visual relevante.

3.6. PROCESAMIENTO Y ANALISIS

Para la descripción de las plantaciones de bosque a nivel de plantación se utilizó el método del análisis “grafico” y el cual permitió comparar los resultados de las Localidades o sitios, y determinar grupos con características de crecimiento similares.

Una vez que se obtenida la información, se procedió a procesarla mediante el uso del paquete informático Statistica 7.0. Posteriormente se generó los gráficos de crecimiento IMA-ICA.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. CRECIMIENTO E INCREMENTO MEDIO ANUAL DE MASAS FORESTALES DE *Ochroma lagopus* (BALSA) EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS

4.1.1. Crecimiento e incremento medio anual de las plantaciones evaluadas.

De las 6 plantaciones evaluadas en los 3 cantones de la provincia de Los Ríos, se destacan las variables de IMA para el volumen, circunferencia a la altura 1,30 m del suelo, altura y el incremento corriente anual para cada una de las plantaciones y localidades (Tabla 2). Muestra en detalle los valores para el cantón Buena Fe.

Tabla 2 Plantaciones y variables morfométricas por edades para el Cantón Buena Fe.

HCDA	Edad	AREA BALSA (has)	POBLACIÓN (Arb/ha)	CAP (cm)	ALTURA (m)	AB (m2/ha)	VOLUMEN (m3/ha)	IMA (m3/ha/año)	IMA (CAP) (cm/año)	IMA (Alt.) (m/año)	ICA (Vol.)
21	1,83	41,4	485	54,4	14,9	11,72	67,72	37,01	29,70	8,13	37,01
21	2,83	41,4	415	68,3	20,8	15,67	127,88	45,19	24,14	7,33	60,2
21	3,66	40,34	389	74,7	22,6	17,55	156,95	42,88	20,42	6,17	29,1
21	4,7	16,01	289	81,3	25,2	14,949	149,27	31,76	17,31	5,36	-7,7
Media			395	69,69	20,85	14,97	125,45	39,21	22,89	6,75	
10	2,98	116,08	444,00	72,42	21,28	19,00	159,78	53,62	24,30	7,14	58,62
10	3,75	57,21	327,78	78,28	25,27	16,28	163,01	43,47	20,88	6,74	3,23
10	4,60	57,21	326,67	86,45	25,18	19,90	198,63	43,37	18,79	5,47	35,61
10	5,30	57,21	307,33	91,71	26,40	21,12	223,13	42,50	17,30	4,98	24,51

Elaboración: El Autor

Los valores presentados en la tabla muestran la evolución de los parámetros morfométricos de crecimiento en las 2 plantaciones en un intervalo de tiempo que va de 4 a 5 años de registro de información consecutiva dentro del cantón Buena Fe, Las plantaciones que destacan son la “10”, un incremento anual promedio de 47,2 m³/ha/Año, con 22,7 cm de incremento en CAP y 6,7 metros en altura anual.

Tabla 3. Plantaciones y variables morfométricas por edades para el Cantón Quevedo.

HCDA	Edad	AREA BALSA (has)	POBLACIÓN (Arb/ha)	CAP (cm)	ALTURA (m)	AB (m2/ha)	VOLUMEN (m3/ha)	IMA (m3/ha/año)	IMA (CAP) (cm/año)	IMA (Alt.) (m/año)	ICA (Vol.)
36	1,8	33,93	493	35,73	9,69	5,20	19,16	10,95	20,42	5,54	11,0
36	2,3	33,93	492	42,35	11,67	7,22	32,84	14,09	18,18	5,01	13,7
36	3,4	33,60	457	57,29	14,79	12,31	72,27	21,19	16,80	4,34	39,4
36	4,4	33,60	294	70,23	21,54	11,87	101,45	23,00	15,93	4,88	29,2
36	5,4	33,42	285	78,35	22,57	14,28	128,02	23,66	14,48	4,17	26,6
36	6,3	33,42	261	81,57	24,93	14,13	140,55	22,49	13,05	3,99	12,5
36	7,3	33,42	235	85,40	25,74	13,90	143,87	19,71	11,70	3,53	3,3
Media			360	64,4	18,7	11,3	91,2	19,3	15,8	4,5	
6	2,3	16	437	49,73	13,22	8,94	47,09	20,93	22,10	5,88	27,9
6	3,3	16	435	63,87	18,67	14,62	107,94	33,21	19,65	5,74	60,85
6	4,3	16	308	79,33	23,99	15,88	149,86	34,61	18,32	5,54	41,92
6	5,3	16	307	85,42	26,27	18,44	192,22	36,61	16,27	5,00	42,36
6	6,3	16	295	91,9	29,13	20,68	239,46	37,83	14,52	4,60	47,24

Elaboración: El Autor

La tabla 3. Muestra los caracteres morfométricos evaluados en la plantación cantón Quevedo, durante 7 años consecutivos, los mejores incrementos se los obtuvo en la plantación “6” con un valor de IMA Volumen de 29,2 m³/ha/año, para el CAP de 19,1 cm anuales y altura 5,40 metros por año.

Tabla 4. Plantaciones y variables morfométricas por edades para el Cantón Valencia.

HCDA	Edad	AREA BALSA (has)	POBLACIÓN (Arb/ha)	CAP (cm)	ALTURA (m)	AB (m2/ha)	VOLUMEN (m3/ha)	IMA (m3/ha/año)	IMA (CAP) (cm/año)	IMA (Alt.) (m/año)	ICA (Vol.)
22	1,61	51,82	633	38,51	10,85	7,76	32,77	20,35	23,92	6,74	20,35
22	2,50	51,82	390	58,98	13,81	11,17	59,55	23,82	23,59	5,52	26,78
22	3,66	51,82	337	74,92	24,65	15,41	149,19	40,76	20,47	6,73	89,64
22	4,75	51,82	314	83,97	26,01	18,00	184,72	38,89	17,68	5,48	35,53
Media			419	64,10	18,83	13,09	106,56	30,96	21,41	6,12	
04a	1,83	15,33	499	40,08	10,48	6,70	27,22	14,87	21,90	5,73	14,87
04a	2,66	15,97	308	61,47	16,33	9,54	61,01	22,94	23,109	6,14	33,79

04a	3,91	15,97	290	76,01	20,75	13,86	115,11	29,44	19,4399	5,31	54,1
04a	4,58	15,32	289	85,19	24,17	17,27	167,17	36,50	18,6004	5,28	52,06
04a	5,6	15,32	210	94,30	27,26	15,52	171,06	30,55	16,8396	4,87	3,893
Media			319	71,41	19,80	12,58	108,31	26,86	19,98	5,46	

Elaboración: El Autor

La tabla 4. Muestra los valores promedios de las características morfométricas del crecimiento para las plantaciones en Valencia, la plantación que destaca en la localidad es la “22”, con un IMA para el volumen de 30,96 m³/ha/año, en CAP 21,41 cm/año y Altura de 6,12 m/año.

4.1.2. Incremento corriente VS Incremento Medio Anual.

Con los resultados obtenidos en las tablas anteriores se procedió a graficar las curvas de IMA-ICA (Incremento medio anual e incremento corriente anual) con el fin de determinar el momento de corte de las curvas.

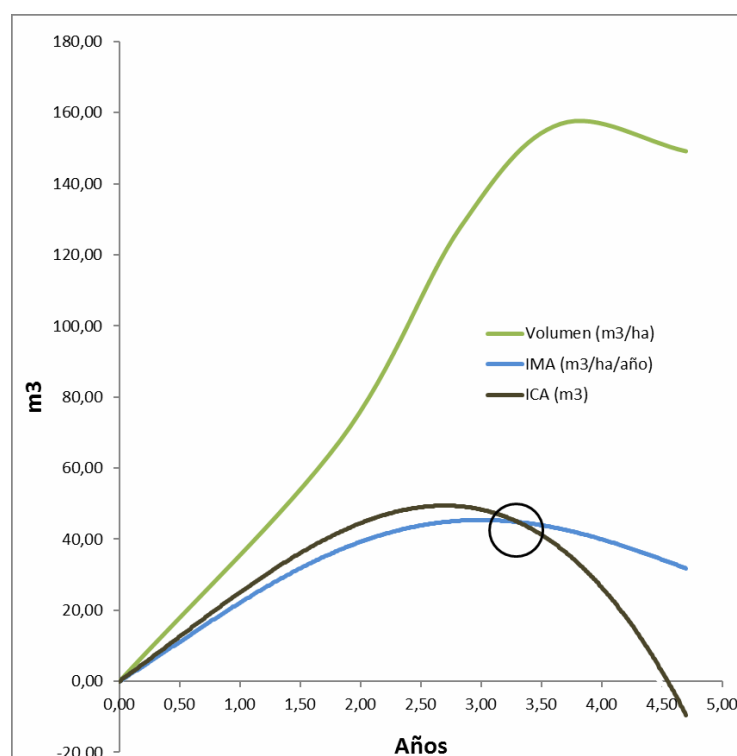


Grafico 1. Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Buena Fe, plantación “21”.

El grafico nos muestra el punto de corte de las curvas IMA-ICA, en este caso eso sucede a la edad de 3,4 años para la plantación “21” y 3,30 años para plantación “10”. Poniendo por manifiesto la edad de corte económicamente óptimo.

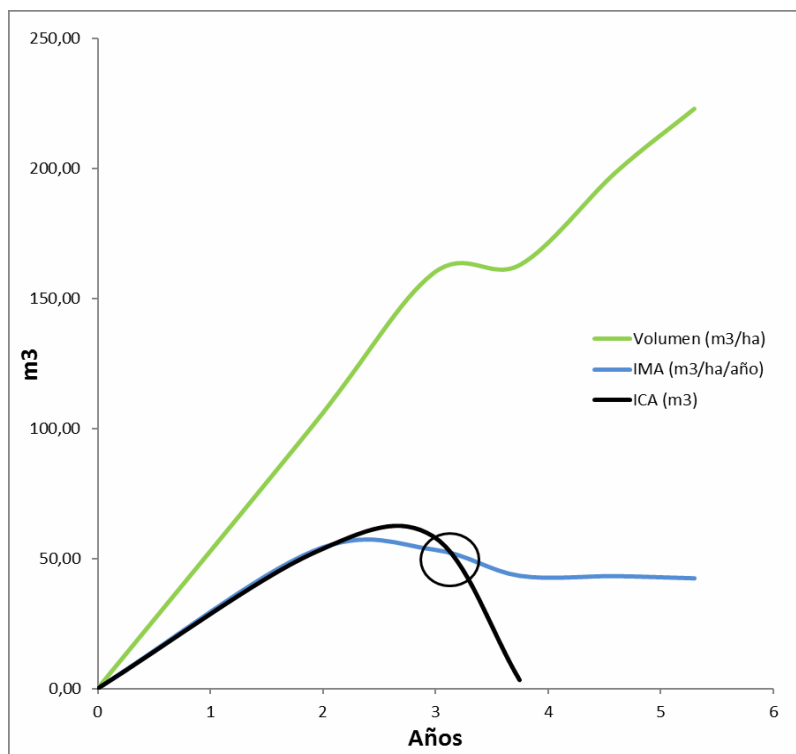


Grafico 2. Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Buena Fe, plantación “10”

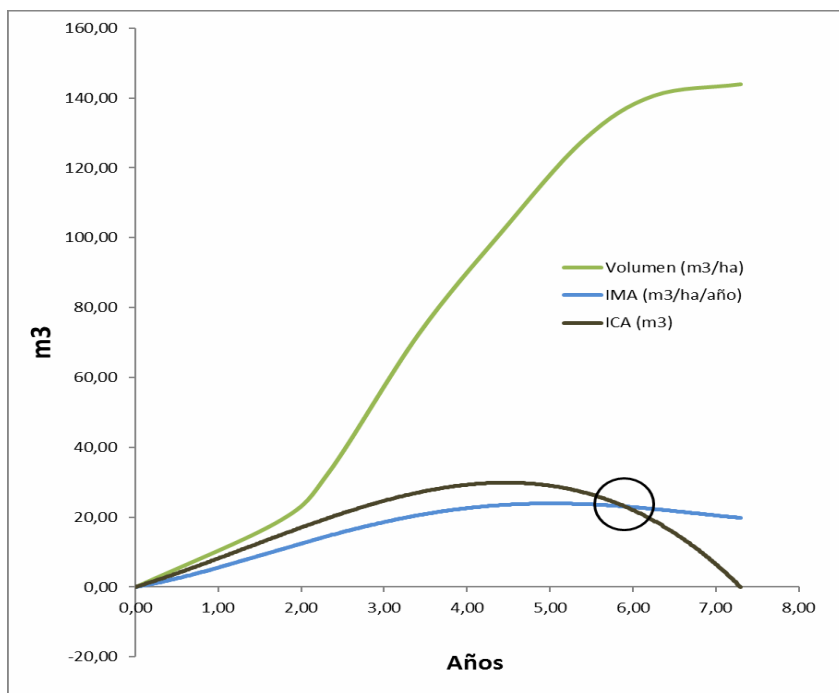


Grafico 3. Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Quevedo plantación “36”.

En el caso del cantón Quevedo las curvas intersectan a la edad de 5,9 años para la plantación “36” y para la plantación “6” hasta la última medición registrada a los 6,3 años, no se intersectaron las curvas, la edad de corte se aumenta conforme el crecimiento de las masas forestales disminuye.

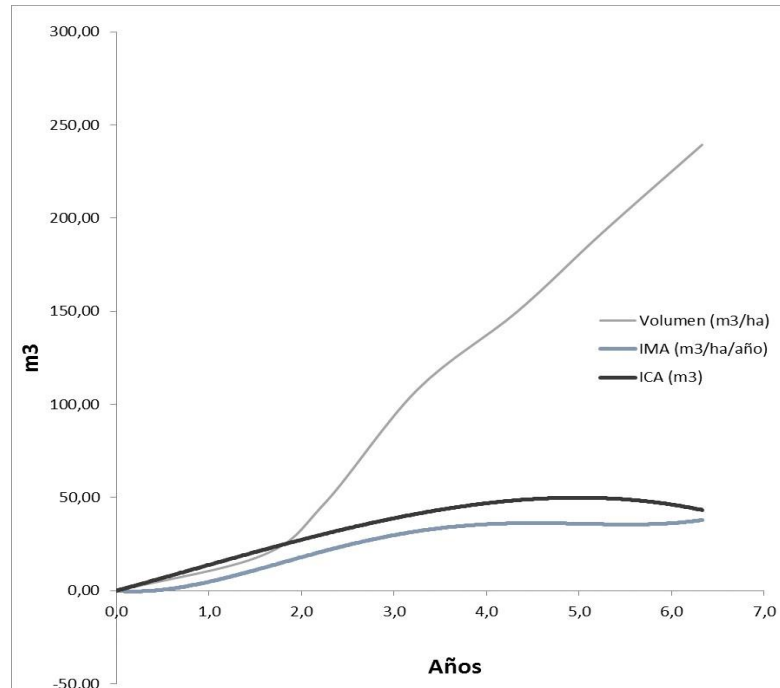


Gráfico 4. Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Quevedo plantación “6”.

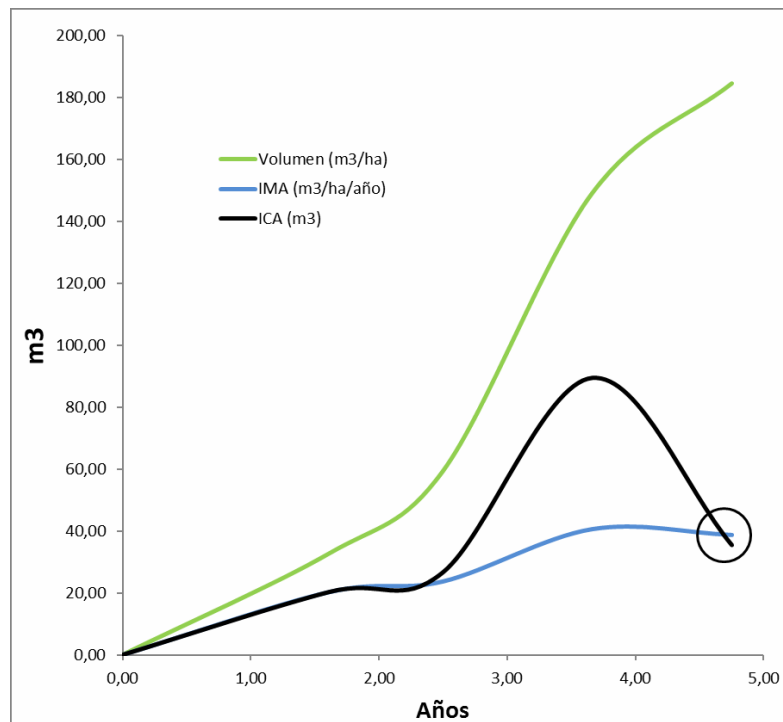


Gráfico 5. Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Valencia plantación “22”.

El cantón Valencia muestra que la edad a la que se intersectan las curvas es a la edad de 4,75 años para la plantación “22” y de 5 años para la plantación “04a”.

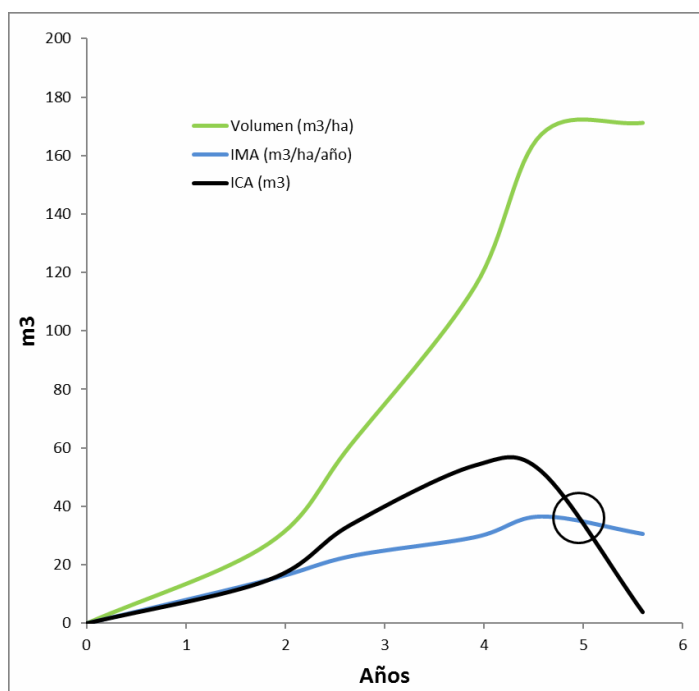


Gráfico 6. Curvas IMA-ICA plantaciones Cantón Valencia plantación “04a”.

4.2. CANTONES CON LOS MEJORES CRECIMIENTOS DE BALSA

Tabla 5. Crecimiento medio anual en volumen, circunferencia a 1,30 m y altura, en los tres sitios estudiados en la Provincia de Los Ríos.

Sitio	IMA (m³/ha/año)	IMA (CAP) (cm/año)	IMA (DAP) (cm/año)	IMA (Alt.) (m/año)
Buena Fe	43,20	22,82	7,26	6,71
Quevedo	24,3	17,5	5,56	5,0
Valencia	28,91	20,70	6,59	5,79

Elaboración: El Autor

La tabla 5. Muestra el promedio de las mediciones en los tres cantones, el cantón con mejor incremento medio anual para volumen fue para Buena Fe con 43,20 m³/ha/año, en DAP 7,26 cm/año y Altura con 6,71 m/año, Los valores más bajos fueron para Quevedo con 24,3 m³/ha/año, CAP de 17,5 cm/año y Altura con 5,0

m/año. Los resultados presentados en esta investigación en cuanto al incremento medio anual para el diámetro fueron similares a los reportados en México por Francis (1991) con incrementos de 6,6 a 8 cm de DAP y por Butterfield (1995) en Costa Rica, con incrementos de 5,5 cm y superiores a los reportados por Wiselius (1998) en Indonesia y Nueva Guinea, de 2 a 6,6 cm y 1,7 a 4,3 cm respectivamente.

Para el incremento en Altura los promedios obtenidos en las localidades Quevedo, Valencia y Buena Fe fueron superiores a los presentados por Butterfield (1995) con incrementos anuales de 3,86 m y similares a los reportados por Douterlungne (2005) en ensayos en la selva lacandona en México reportan promedios de 5 y 7 metros.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De las tres Plantaciones en estudio, las que mejor crecimiento presentaron en la variable IMA Volumen ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$), Fueron las ubicadas en el cantón Buena Fe con un promedio de 43,20 ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) y Valencia con 28,91 ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$), respectivamente.

Para la variable IMA CAP ($\text{cm}/\text{año}$), los mejores resultados fueron para el cantón Buena Fe, con 22,82 ($\text{cm}/\text{año}$), seguido del cantón Valencia con 20,7 ($\text{cm}/\text{año}$) y finalmente Quevedo con 17,5 ($\text{cm}/\text{año}$).

La variable altura presentó la misma tendencia en los cantones, Buena Fe con un valor superior de 6,71 ($\text{m}/\text{año}$), seguido de Valencia con 5,79 ($\text{m}/\text{año}$) y Quevedo con 5 ($\text{m}/\text{año}$).

El punto con el valor máximo de producción forestal por unidad de área viene dado por la intersección de las curvas IMA-ICA, la menor edad los presentaron Buena Fe a las edades de 3,30 y 3,40 años y Valencia con 4,75 y 5 años. Los turnos de rotación en estos sitios son menores que los presentados en Quevedo, a la edad de 5,9 años en adelante.

La identificación del turno de aprovechamiento óptimo en las tres localidades permite planificar el turno de rotación del cultivo y evitar pérdidas por mantener plantaciones sobre el turno de aprovechamiento.

Las plantaciones de balsa son una fuente de ingresos a corto plazo para silvicultores y agricultores en la región, el saber cuándo realizar el aprovechamiento basado en datos de crecimiento, potencializará el uso del recurso suelo.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar estudios en relación a modelos de crecimiento para plantaciones de balsa *O. lagopus* en los cantones Buena Fe y Valencia.

Establecer redes de monitoreo de parcelas temporales y permanentes de balsa para validar los datos obtenidos en el presente estudio.

Crear una propuesta de manejo de *O. lagopus* para precisar la edad de aprovechamiento en los cantones de mayor potencialidad de la provincia de Los Ríos.

BIBLIOGRAFIA

- Avery, T. and H. E. Burkhart. 2002. Forest Measurements: McGraw-Hill. 5th Edition. New York, USA. 458 p.
- Avery, T. E. and H. E. Burkhart. 1983. Forest measurements. McGraw-Hill, Nueva York. USA. 331 p.
- Brosovich, G. M. M. 1998. Determinación del rendimiento para *Pinus patula* Schl. et Cham., en la región de Zacualtipán, Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 95 p.
- Butterfield R. 1995. Desarrollo de especies forestales en tierras bajas de Costa Rica. Turrialba. CR, CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 260, 41 p.
- Daniel, T. W.; J. A. Helms y F. S. Baker. 1982. Principios de Silvicultura. Traducción del inglés por Ramón Elizondo Mata. McGraw_Hill. México. pp. 231-250.
- Davis, L. S. y K. N. Johnson. 1987. Forest management. Third Edition. McGraw-Hill, New York. USA. 804 p.
- Diéguez, A. U.; M. Barrio A.; F. Castedo D.; A. D. Ruíz G.; M. F. Álvarez T.; J. G. Álvarez G. y A. Rojo A. 2003. Dendrometría. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 327 p.
- Diéguez, A. U.; F. Castedo D. y J. G. Álvarez G. 2005. Funciones de crecimiento en área basimétrica para masas de *Pinus sylvestris* L. procedentes de repoblaciones en Galicia. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 14(2): 253-266.
- Diéguez, A. U.; H. E. Burkhart and R. L. Amateis. 2006. Dynamic site model for loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantations in the United States. For. Sci. 52(3): 262-272.

- Douterlungne, D. Levy Tacher, S. I., Perales Rivera, H.R. y Álvarez Solís, J.D., 2005. Establecimiento de acahuales a través del manejo tradicional lacandón de *Ochroma pyramidale* Cav. Tesis (Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural). El Colegio de la Frontera Sur.
- Francis, J. 1991. *Ochroma pyramidale* Cav. Balsa. Detartment of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. New Orleans, US. 6 p.
- García, C. X. 1998. Predicción del rendimiento de *Swietenia macrophylla* King (caoba) en plantaciones forestales. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 114 p.
- García, C. X.; H. Ramírez M.; C. Rodríguez F.; J. Jasso M. y C.A. Ortiz S. 1998. Índice de sitio para caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Quintana Roo, México. *Ciencia Forestal* 23 (84):9-19.
- García, O. 1988. Growth modelling--a (re)view. *New Zealand of Forestry* 33(3): 14–17.
- García, O. 1994. The state-space approach in growth modelling. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 1894–1903.
- García, O. 1995. Apuntes de Mensura Forestal I. Estática. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Chile. 65 p.
- González B.; Cervantes X.; Torres E.; Sánchez C.; Simba L. 2010. Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos – Ecuador. *Nota Técnica Ciencia y Tecnología* 3(2). 11 p.
- Husch, B.; Miller, C.I. y Beers, T.W. 1972. "Forest mensuration". 2nd ed. New York, The Ronald Press Company. 410 p.
- Husch, B., CH. I. Miller, C. and. T. W. Beers. 1982. Forest mensuration. Third Edition. John Wiley & sons. USA. 402 p.

- KLEPAC, D. 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales (En línea). Consultado 19 de junio del 2014. Disponible en www.chapingo.mx/dicifo/.../crecimiento_e_incremento.
- Leuschner, W. A. 1990. Forest regulation, harvest scheduling and planning techniques. John Wiley & sons. New York. USA. 281 p.
- Vanclay, J. K. 1994. Modelling forest growth and yield, applications to mixed tropical forests. CAB INTERNATIONAL. Denmark. 312 p.
- Wiselius, S.I. 1998. Ochroma Sw. In: Sosef, M.S.M., Hong, L.T. and Prawirohatmodjo, S. (eds), Plant Resources of South-East Asia. No. 5(3). Timber trees: Lesser-known timbers. PROSEA, Bogor, Indonesia, pp. 414-416.

ANEXOS

Quevedo, 23-01-2017

Señor Ingeniero

Roque Vivas Moreira, M.Sc.

DIRECTOR DE POSSTGRADO UTEQ

Presente.-

De mis consideraciones:

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación ANALISIS DE PARAMETROS MORFOMETRICOS EN PLANTACIONES DE *Ochroma lagopus* (BALSA) EN LA PROVINCIA DE LOS RIOS, me permito manifestar a usted y por su intermedio a los miembros del tribunal:

Que, el ING. WILLIAM BUSTAMANTE A, egresado de la Maestría en Manejo y Aprovechamiento Forestal, ha cumplido con las correcciones del proyecto de investigación de acuerdo al reglamento de Graduación de Postgrado de la UTEQ, y se ha subido su proyecto de grado al sistema URKUND. En este sentido, tengo a bien certificar la información reflejada en el sistema, con un porcentaje al 4 %.



Urkund Analysis Result

Analysed Document:	Preoyecto Maestria Forestal URCO.doc (D24719222)
Submitted:	2017-01-04 23:59:00
Submitted By:	hcanchignia@uteq.edu.ec
Significance:	4 %

Sources included in the report:

urkund buta.docx (D23592223)
PROYECTO TESIS CARLOS GAVILANEZ - URKUND.doc (D19151927)

Instances where selected sources appear:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Luz" followed by a flourish.

Anexo 1. Fotografías de plantaciones



- A. Plantaciones Cantón Valencia
- B. Plantaciones Cantón Quevedo
- C. Plantaciones Cantón Buena Fe