

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

SANTO DOMINGO

“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”.

PABLO DAVID ALMAGRO DE LA CUEVA

HERMEL GODOFREDO JIMÉNEZ JIMÉNEZ

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2013

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

SANTO DOMINGO

“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”.

PABLO DAVID ALMAGRO DE LA CUEVA

HERMEL GODOFREDO JIMÉNEZ JIMÉNEZ

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO

REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO

AGROPECUARIO

SANTO DOMINGO. - ECUADOR

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”.

PABLO DAVID ALMAGRO DE LA CUEVA

HERMEL GODOFREDO JIMÉNEZ JIMÉNEZ

REVISADO Y APROBADO

ING. ALFREDO VALAREZO

DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

SANTO DOMINGO

Ing. Patricio Jiménez

DIRECTOR

Ing. Alfredo Valarezo

CODIRECTOR

Ing. Vinicio Uday Msc.

BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL (EN MEDIO MAGNÉTICO) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES

Dr. Ramiro Cueva Villamarín

SECRETARIO ACADÉMICO

“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”.

PABLO DAVID ALMAGRO DE LA CUEVA

HERMEL GODOFREDO JIMÉNEZ JIMÉNEZ

REVISADO Y APROBADO

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIONES DEL INFORME TÉCNICO.

| | CALIFICACIÓN | FECHA |
|-----------------------|--------------|-------|
| Ing. Patricio Jiménez | _____ | _____ |
| DIRECTOR | | |
| Ing. Alfredo Valarezo | _____ | _____ |
| CODIRECTOR | | |

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
ESTA UNIDAD.

Dr. Ramiro Cueva Villamarín

SECRETARIO ACADÉMICO

DEDICATORIA

A nuestros padres por su apoyo incondicional y sacrificios realizados, para que nosotros lleguemos a cumplir metas y propósitos trazados, que es la de ser profesionales.

También está dedicado a todos nuestro familiares quienes de una u otro forma supieron apoyarnos para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, Amable Almagro, Egda De La Cueva, Abraham Jiménez y Erma Jiménez, por brindarnos su apoyo con sus palabras de aliento y esfuerzos realizados, para llegar a ser profesionales.

Al director de Tesis Ing. Patricio Jiménez por sus sabios y acertados consejos a lo largo de la investigación, al codirector Ing. Alfredo Valarezo y Biometrista Vinicio Uday quienes supieron apoyarnos ante las inquietudes presentadas.

Un agradecimiento a la ESPE, y en especial a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo, por todos los conocimientos entregados a lo largo de nuestra carrera, por su colaboración en el desarrollo de la investigación y por la formación otorgada como personas y profesionales.

Y a todas las personas que de una u otra forma permitieron que el desarrollo de la tesis sea posible.

Pablo David Almagro De La Cueva y Hérmel Godofredo Jiménez Jiménez

AUTORÍA

Las experiencias e ideas presentadas en este trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

Pablo Almagro

Hérmel Jiménez

FIRMAS

ÍNDICE DE CONTENIDO

| CONTENIDO | PÁGINA |
|--|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE..... | 4 |
| 2.2 PROCEDENCIA DE LA ESPECIE..... | 4 |
| 2.3 MANEJO DE LA PLANTACIÓN | 6 |
| 2.4 DENSIDADES POBLACIONALES..... | 7 |
| 2.5 DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE..... | 10 |
| 2.6 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE..... | 11 |
| 2.6.1 <u>Forma</u> | 11 |
| 2.6.2 <u>Copa</u>..... | 11 |
| 2.6.3 <u>Fuste</u>..... | 11 |
| 2.6.4 <u>Hojas</u> | 12 |
| 2.6.5 <u>Flores</u> | 12 |
| 2.6.6 <u>Frutos</u> | 12 |
| 2.7 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE LA | |
| ESPECIE..... | 13 |
| 2.7.1 <u>Requerimientos ecológicos</u>..... | 13 |
| 2.7.2 <u>Características climáticas</u> | 14 |
| 2.7.3 <u>Características edáficas</u> | 15 |

III. MATERIALES Y MÉTODOS

| | | |
|---------|---|----|
| 3.1 | UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN..... | 17 |
| 3.1.1 | <u>Ubicación Política</u>..... | 17 |
| 3.1.2 | <u>Ubicación Geográfica</u>..... | 17 |
| 3.1.3 | <u>Ubicación Ecológica</u>..... | 18 |
| 3.1.4 | <u>Formación Natural</u>..... | 20 |
| 3.2 | MATERIALES | |
| 3.2.1 | <u>Materiales de Campo</u>..... | 20 |
| 3.2.2 | <u>Materiales de Oficina</u>..... | 21 |
| 3.3 | MÉTODOS | |
| 3.3.1 | <u>Diseño Experimental</u>..... | 21 |
| 3.3.1.1 | <u>Factores estudiados</u>..... | 21 |
| 3.3.1.2 | <u>Tratamientos</u>..... | 22 |
| 3.3.1.3 | <u>Tipo de diseño</u>..... | 22 |
| 3.3.1.4 | <u>Repeticiones o bloques</u>..... | 23 |
| 3.3.1.5 | <u>Características de la UE</u>..... | 23 |
| 3.3.1.6 | <u>Croquis del diseño</u>..... | 24 |
| 3.3.2 | <u>Análisis Estadístico</u>..... | 25 |
| 3.3.2.1 | <u>Esquema del análisis de varianza</u>..... | 25 |
| 3.3.2.2 | <u>Coeficiente de variación</u>..... | 25 |
| 3.3.2.3 | <u>Análisis funcional</u>..... | 26 |
| 3.3.2.4 | <u>Correlaciones</u>..... | 26 |
| 3.3.3 | <u>Análisis Económico</u>..... | 26 |
| 3.3.4 | <u>Variables a Medir</u>..... | 27 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.3.4.1 | <u>Altura</u> | 27 |
| 3.3.4.2 | <u>Diámetro</u> | 28 |
| 3.3.4.3 | <u>Sobrevivencia (%Sv)</u> | 28 |
| 3.3.4.4 | <u>Análisis morfológico</u> | 29 |
| 3.3.4.5 | <u>Área Basal (AB)</u> | 30 |
| 3.3.4.6 | <u>Biomasa</u> | 30 |
| 3.3.5 | <u>Métodos Específicos de Manejo del Experimento</u> | 32 |
| 3.3.5.1 | <u>Análisis de suelo</u> | 32 |
| 3.3.5.2. | <u>Procedencia del material experimental</u> | 32 |
| 3.3.6. | <u>Establecimiento de la Plantación</u> | 33 |
| 3.3.6.1. | <u>Preparación de Terreno</u> | 33 |
| 3.3.6.2. | <u>Nivelación y estaquillado</u> | 33 |
| 3.3.6.3. | <u>Densidad de plantación</u> | 33 |
| 3.3.6.4. | <u>Hoyado y plantación</u> | 34 |
| 3.3.6.5. | <u>Fertilización</u> | 34 |
| 3.3.6.6. | <u>Controles fitosanitarios</u> | 35 |
| 3.3.6.7. | <u>Plagas y enfermedades</u> | 36 |
| 3.3.7. | <u>Cantidad de Biomasa</u> | 37 |
| 3.3.8. | <u>Difusión de los resultados de investigación</u> | 38 |

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1 | ALTURA..... | 39 |
| 4.1.1. | <u>Variable altura de procedencia Colombiana y Ecuatoriana</u> | 42 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.2 | DIÁMETRO..... | 43 |
| 4.2.1. | <u>Variable diámetro de procedencia Colombiana y Ecuatoriana</u> | 46 |
| 4.3 | SOBREVIVENCIA..... | 47 |
| 4.3.1. | <u>Variable sobrevivencia de procedencia Colombiana y Ecuatoriana</u> | 49 |
| 4.4 | ÁREA BASAL (AB)..... | 49 |
| 4.5 | CORRELACIONES..... | 52 |
| 4.6 | ANÁLISIS MORFOLÓGICO..... | 55 |
| 4.7 | BIOMASA..... | 58 |
| 4.8 | COSTOS DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO..... | 60 |
| V. | CONCLUSIONES..... | 62 |
| VI. | RECOMENDACIONES..... | 64 |
| VII. | RESUMEN..... | 66 |
| VIII. | SUMARIO..... | 68 |
| IX. | BIBLIOGRAFÍA..... | 70 |
| X. | ANEXOS..... | 75 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro N° | Pág. |
|---|-------------|
| Cuadro 1. Factores en estudio y sus niveles..... | 21 |
| Cuadro 2. Tratamientos en estudio..... | 22 |
| Cuadro 3. Análisis de varianza..... | 25 |
| Cuadro 4. Herbicidas | 36 |
| Cuadro 5. Fungicidas..... | 36 |
| Cuadro 6. Insecticidas..... | 37 |
| Cuadro 7. Altura de la balsa (m)..... | 39 |
| Cuadro 8. Análisis de varianza de la variable altura (m)..... | 42 |
| Cuadro 9. Prueba de Tukey al 5% para densidades poblacionales..... | 43 |
| Cuadro 10. Diámetro de la balsa (cm)..... | 43 |
| Cuadro 11. Análisis de varianza de la variable diámetro (cm)..... | 46 |
| Cuadro 12. Supervivencia (%) | 47 |
| Cuadro 13. Análisis de varianza de la variable supervivencia (%)..... | 49 |
| Cuadro 14. Área basal (m ²)..... | 50 |
| Cuadro 15. Análisis morfológico de dos procedencias y cinco densidades poblacionales a los doce meses de edad..... | 55 |
| Cuadro 16. Biomasa (kg/Ha) de dos procedencias y cinco densidades poblacionales..... | 58 |
| Cuadro 17. Costos de establecimiento de dos procedencias y cinco densidades poblacionales de balsa durante el primer año de edad de la plantación..... | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA N° | PÁGINA |
|--|--------|
| Figura 1. Distribución natural de la balsa, <i>Ochroma pyramidale</i> , en el geotrópico..... | 10 |
| Figura 2. Ubicación de la Hacienda Salazar – km 32..... | 18 |
| Figura 3. Croquis del área de investigación..... | 24 |
| Figura 4. Incremento de altura de los mejores tratamiento de Balsa durante el primer año de establecimiento | 40 |
| Figura 5. Crecimiento en altura de dos procedencias y cinco densidades poblacionales en el primer año de establecimiento..... | 41 |
| Figura 6. Crecimiento en altura (m) de diez tratamientos de Bala (<i>Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb.</i>) desde los tres a doce meses de edad de la plantación..... | 41 |
| Figura 7. Incremento del diámetro de los mejores tratamiento de Balsa durante el primer año de establecimiento..... | 44 |
| Figura 8. Crecimiento en diámetro de dos procedencias y cinco densidades poblacionales en el primer año de edad de la plantación..... | 45 |
| Figura 9. Crecimiento en diámetro (cm) de diez tratamientos de Bala (<i>Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb.</i>) desde los tres a doce meses de edad de la plantación..... | 45 |
| Figura 10. Supervivencia (%) de diez tratamiento de Balsa (<i>Ochroma pyramidale Cav. Ex Lam. Urb.</i>) desde los tres a doce meses de edad de la plantación..... | 47 |

| | |
|---|----|
| Figura 11. Supervivencia (%) de dos procedencias y cinco densidades poblacionales en el primer año de establecimiento..... | 48 |
| Figura 12. Comparación de Área Basal (m ²) de las plantas de balsa de dos procedencias y cinco densidades poblacionales en el primer año de establecimiento..... | 50 |
| Figura 13. Correlaciones entre las variables diámetro vs área basal por tratamientos y procedencias..... | 52 |
| Figura 14. Correlaciones entre las variables altura vs diámetro por tratamientos y procedencias..... | 53 |
| Figura 15. Porcentaje de árboles rectos de dos procedencias y cinco densidades poblacionales a los doce meses de edad..... | 56 |
| Figura 16. Comparación del análisis morfología de los mejores tratamientos de balsa a los doce meses de edad de la plantación..... | 56 |
| Figura 17. Análisis morfológico de diez tratamientos de balsa a los doce meses de edad..... | 57 |
| Figura 18. Aporte de biomasa de dos procedencias de balsa y cinco densidades poblacionales durante el primer año de edad de la plantación..... | 59 |

I. INTRODUCCIÓN

Los problemas ambientales más importantes que ha causado la deforestación son las sequías, desertizaciones y la erosión de los suelos, causando un problema aún más grave como es el incremento paulatino del dióxido de carbono CO₂, en la atmósfera así como también el calentamiento global, deshielos y por consiguiente pobreza. Es necesario concientizar y capacitar a los habitantes para que conserven los escasos bosques y promuevan plantaciones forestales de interés comercial, utilizando buena calidad de plantas y adecuados manejos técnicos silviculturales, con la finalidad de obtener alta producción, excelente calidad de madera y sin afectar al medio ambiente.

Para el establecimiento de plantaciones forestales es indispensable contar con un buen material genético (semillas - plantas), una vez producidas es importante seleccionar plantas con características sobresalientes, robustas, tamaños adecuados, sanas y sobre todo rústicas y lignificadas, con el manejo silvicultural técnico y oportuno, se logrará obtener madera de buena calidad y en cantidad, disminuyendo el impacto ambiental.

Ecuador tiene una vocación forestal eminente, es por eso que se ha destacado por ser el principal exportador de madera de balsa alrededor del mundo, que el valor de la exportación de productos forestales está por encima de los US\$ 200 millones de dólares y la tendencia es creciente, es por eso que para cubrir las exigentes demandas de los mercados internacionales es necesario ampliar la superficie (CORPEI, 2008).

El Ecuador, cubre el 98% del mercado internacional de balsa y exporta sobre todo contrachapados y madera bruta, proveniente en muchos casos de bosques naturales y hasta de bosques protegidos. El principal país de destino del subproducto balsa es Estados Unidos de Norteamérica con un 97,49% de los ingresos obtenidos por Ecuador derivado de la exportación a ese país (Klinkicht, 2007 & CORPEI, 2008).

La mayoría de las empresas balseras que se encuentran operando en el país, no tienen sus propias plantaciones, abasteciéndose de materia prima proveniente de las provincias de Guayas, Manabí, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas y otras provincias del país.

El país en la actualidad está empleando semillas procedentes de Ecuador y Colombia, sin conocerse resultados técnicos científicos de su comportamiento en cuanto a crecimiento se refiere, por lo que esta investigación determinó para la zona de estudio, cuál de las dos procedencias produjo mayor cantidad y mejor calidad de madera durante el primer año que duró la presente investigación.

En la investigación se propuso como objetivo general evaluar el comportamiento de dos procedencias de balsa, bajo cinco densidades poblacionales en el cantón Santo Domingo. Los objetivos específicos fueron: Evaluar el crecimiento en altura y diámetro de las dos procedencias de balsa para identificar el mejor rendimiento; determinar las cinco densidades poblacionales planteadas realizando el manejo silvicultural de la especie durante el primer año de vida de la

plantación; determinar el porcentaje de sobrevivencia de balsa de dos procedencias y cinco densidades poblacionales en la Hacienda Salazar; realizar el análisis morfología de los árboles plantados por efecto de las densidades poblacionales durante el primer año de plantación; cuantificar cuál de las cinco densidades poblacionales aporta la mayor cantidad de biomasa en el periodo de tiempo de la investigación; determinar el costo de establecimiento y manejo de la plantación de cada uno de los tratamientos en estudio, durante el primer año de investigación, esto nos permitió conocer el comportamiento de la especie en cuanto a crecimiento se refiere para recomendar el tratamiento más viable económicamente.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE

| | |
|-----------------|---------------------|
| REINO: | Plantae |
| FILO: | Magnoliophyta |
| CLASE: | Magnoliopsida |
| ORDEN: | Malvales |
| FAMILIA: | Malvaceae |
| GÉNERO: | <i>Ochroma</i> |
| ESPECIE: | <i>pyramidale</i> . |

SINÓNIMOS BOTÁNICOS: *Ochroma lagopus* Sw; *Ochroma obtusa* Rowlee; *Ochroma tormentosa* H. et. B. ex Willd; *Ochroma peruviana*; *Ochroma boliviana* Rowlee; *Bombax pyramidale* Cav. ex Lam. Urb (Ecuador Forestal, 2007 y Tropicos.org 2012).

2.2. PROCEDENCIA DE LA ESPECIE

El término «procedencia» denota la fuente geográfica de la semilla o material vegetal o las plantas procedentes de tal fuente. En general cabe afirmar que las especies forestales de distribución geográfica amplia, presentan considerables variaciones en puntos de anatomía, morfología y fisiología (Burley, 1969).

A pesar de que su amplia distribución y cierto grado de variación llevó a los botánicos a proponer varias especies y variedades de *Ochroma*, el género se considera ahora como monotípico. Entre los sinónimos botánicos de *Ochroma pyramidale* se encuentran *Lagopus Sw*, *Lagopus va*, *Occigranatensis Cuatr*, *Obtusa Rawl*, *Tomentosa Willd*, *Bicolor Rowlee*, *Boliviana Rowlee*, *Grandiflora Rowlee*, *Lagopus var. bicolor (Rowlee) Standl. & Steyerm*, *Limonensis Rowlee*, *Peruviana Sohnst*, *Velutina Rowlee (EcuRed, 2012)*.

En el país existen estudios sobre clasificación taxonómica de la balsa como se muestra en el Catálogo de Plantas vasculares de Ecuador en el que se explica que la única especie existente en nuestro país es *Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb* (Tropicos.org, 2012).

Los productores utilizan la semilla nativa procedente de Ecuador. El 53.50% compran las plántulas producidas en viveros de la localidad mientras que el 46.50% realizan su propio vivero (González B. et al, 2010).

La balsa por su precocidad a partir de los cuatro a seis años se puede cosechar; esto sucede con la balsa de procedencia colombiana mientras que la balsa de procedencia ecuatoriana, tiene un turno de aprovechamiento máximo de cuatro a cinco años. Siendo la balsa ecuatoriana de mejores características maderables por su adaptabilidad a la zona (Espinoza, 2007).

2.3. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

A las plantaciones forestales, es preciso brindarles atenciones y cuidados especiales durante todo el período de desarrollo, dentro de los límites económicos razonables. El tamaño de las plantas usadas, la condiciones edafoclimáticas, las especies, sus hábitos y vigor de crecimiento, su grado de tolerancia y los costos, determinarán el grado de atención que habrá que prestarles (González B. et al, 2010).

Como tratamientos iniciales se deben tomar en cuenta el control de malezas ya que en general, las plantaciones no toleran la competencia de plantaciones herbáceas o arbustivas especialmente durante los primeros años. Se justifica muy a menudo su supresión para librar el área de roedores, como asimismo para controlar y prevenir incendios. En plantaciones de balsa (*Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb*) compiten por nutrientes obteniendo plantas muy raquíticas principalmente en los primeros meses de edad de la plantación.

Una plantación con altas densidades poblacionales puede limitar el desarrollo de la vegetación herbácea; pero en rodales de especies de crecimiento rápido que se ordenan bajo rotaciones cortas, y cuando no hay raleos intermedios.

Es importante tener limpia la plantación y realizar el control oportuno de malezas, ya que se realizan con el objetivo de evitar la competencia por sol, nutrientes y agua del suelo, entre las plantas de balsa y malezas. El 53,49% de los productores de la provincia de Los Ríos realizan el control manual de malezas y el 46,51% aplican productos químicos (González B. et al, 2010).

En plantaciones forestales en suelos sumamente pobres es indispensable fertilizar las plantas en el momento de la plantación o después de la misma, utilizando fertilizante químico u orgánico, con dosificaciones de acuerdo al análisis del suelo.

En el caso particular de la balsa (*Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb.*), tiene un proceso de poda natural y no requiere este tratamiento.

Los raleos o aclareos se basan en el proceso natural de la vida de la plantación en relación con la disminución progresiva del número de individuos por unidad de superficie, como consecuencia de la competencia por la luz, humedad y por las sustancias nutritivas del suelo.

Según González B. et al, (2010), para establecer plantaciones el 73,26% de los productores realizan roza manual, ya que el terreno debe de estar limpio totalmente de malezas. La delineación y trazado del cultivo es otra actividad que el agricultor realiza, donde las distancias entre filas y plantas deben ir de acuerdo a la topografía del terreno, clima y mano de obra; el 62,79% de los productores utilizan el sistema de siembra en marco real.

2.4. DENSIDADES POBLACIONALES

Dentro de las generalidades del cultivo de balsa después de la preparación del suelo se ejecuta la siembra directa a densidades poblacionales de 833 plantas por

hectárea, se hacen limpiezas periódicas y un raleo de 100 plantas en el año uno y 100 en el año dos dejando alrededor de 633 plantas para ser cortadas en el año cinco (Guanoquiza & Martínez, 2002).

Las industrias y plantaciones balseras de la zona están usando densidades poblacionales de 1 110 árboles por hectárea (Espinoza 2007 & Rizzo, 2007).

En nuestro medio el juego o manipuleo de densidades es diverso, empezando desde 1 111 plantas /ha y/o 400 plantas/ha en otros casos. Así como se cita en Ecuador Forestal (2007) la densidad poblacional usada es de 625 plantas por hectárea.

En la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, la especie se debe plantar a cuatro metros entre hileras y tres metros entre planta y planta, con la finalidad de evitar bifurcaciones muy tempranas. Para plantaciones en zonas con mayor cantidad de horas sol se recomienda reducir los espaciamientos de plantación hasta 3 m x 3 m, con la finalidad de ganar inicialmente altura y posteriormente realizar raleos mínimos y otras intervenciones silviculturales que requiere la especie.

La densidad de siembra es variable, el 27,91% de los productores siembran las plántulas de balsa a una densidad de 3 m x 3 m (1 111 plantas); 18,60% siembran a 4 m x 4 m (625 plantas); 13,95% siembran a 3 m x 4 m (833 plantas) y el 39,51% siembran en otras densidades (González B, 2010).

La balsa se la utiliza como callejones forrajeros dentro de un sistema agroforestal. Con una distancia de siembra de 5 m x 5 m (El Semillero, 2009). Lo que coincide con las densidades poblacionales recomendadas en México y Cuba de 400 plantas por hectárea, es decir, distanciamientos de siembra de 5 m x 5 m (Francis, 1991).

Según El Semillero (2008), las distancias de siembra más comúnmente utilizadas para esta especie son de 3 m x 3 m; 4 m x 4 m y 5 m x 5 m, asociada con pastos se recomienda plantarla con espaciamientos entre 10 m x 10 m y 15 m x 15 m. Se puede plantar en los suelos aluviales de los márgenes de los ríos y arroyos. En la fase inicial de desarrollo es imprescindible el cuidado intensivo de la plantación, especialmente el combate regular de las malezas.

Las plantaciones de balsa después de los seis meses de edad, compiten con otros individuos en busca de luz, por lo que las densidades poblacionales por hectárea deben de ser mayores, con la finalidad de ganar altura hasta la primera fructificación que ocurre a los dos o tres años, luego reducir la población de árboles por hectárea para incrementar diámetro (Zamora, 2000).

2.5. DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE

El área de distribución natural (figura 1) de la balsa se extiende desde el sur de México hasta Bolivia, hacia el este a través de la mayor parte de Venezuela, y a través de las Antillas. Los extremos latitudinales son 22° N hasta alrededor de 15° S. La especie es de importancia comercial en la cuenca del Río Guayas en Ecuador, de donde se obtiene el 95 por ciento de la cosecha mundial. La balsa se ha cultivado con éxito en localidades exóticas en plantaciones de la India, Sri Lanka, Malasia, Vietnam, Borneo, Fiji, las Islas Salomón, las Filipinas y Papua Nueva Guinea (Francis, 1991).

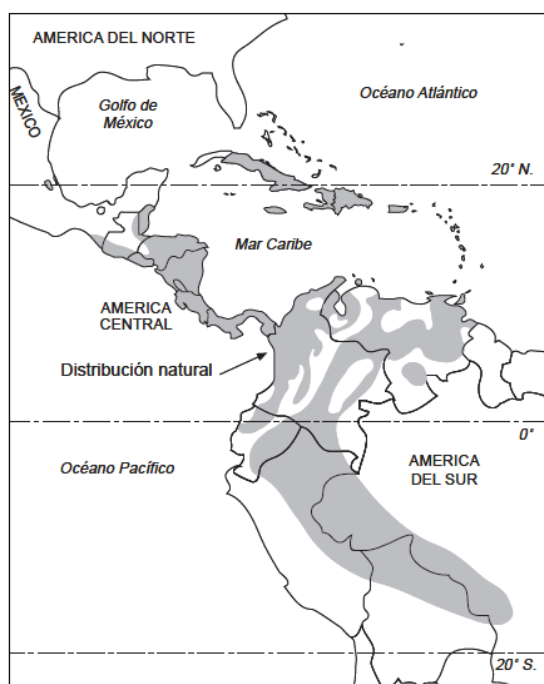


Figura 1. Distribución natural de la balsa, *Ochroma pyramidale*, en el geotrópico.
Fuente: Francis K., 1991

2.6. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

2.6.1. Forma

Árbol perennifolio, de 15 a 30 m (hasta 35 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 20 a 40 cm (hasta 60 cm) (Zamora, 2000).

2.6.2. Copa

Es ancha, abierta, redondeada o irregular, con ramas dispersas (Zamora, 2000 y Butterfield, 1995).

2.6.3. Fuste

El fuste recto y cilíndrico es limpio hasta los 15 m y a veces hasta los 20 m. La corteza es lisa o ligeramente agrietada, su color es grisáceo a café con manchas blanquecinas; interiormente es crema-amarillento y, a veces, rosado. El grosor total de la corteza es de alrededor de 1 cm (Butterfield, 1995).

2.6.4. Hojas

Simples y estipuladas, grandes, de 10 – 40 cm de largo y 10 – 35 cm de ancho, enteras o con 3 – 5 lóbulos, membranáceas (Zamora, 2000).

2.6.5. Flores

Flores grandes, solitarias, axilares, sobre pedúnculos hasta de 20 cm de largo; ligeramente perfumadas, actinomorfas, de 10 a 17 cm de largo; cáliz rojo a guinda; pétalos amarillo pálidos con los bordes rojizos, hermafroditas, con aroma suave (Zamora, 2000 y Butterfield, 1995).

2.6.6. Frutos

Cápsulas de 15 a 25 cm de largo por 3 a 5 cm de ancho, verdosas semileñosas, negras cuando maduran, alargadas, con ocho a diez costillas longitudinales prominentes, muestran ranuras y están divididas en cinco partes (Butterfield, 1995).

Un árbol que cae al ser talado arroja y esparce gran cantidad de semillas al aire (miles) y estas se convierten en un nuevo árbol en poco tiempo. Se

estima que de cada árbol talado se desarrollan mínimo cinco nuevos árboles. Pero esto es solo posible en regiones donde su germinación es fácil y condiciones adecuadas para la planta (Cedeño, 2009).

La balsa fructifica a los dos a tres años. Los frutos son cápsulas verdosas y semileñosas. La producción de frutos por individuo adulto es de 20 a 48 frutos y cada fruto contiene un promedio de 900 a 1 000 semillas la cuales son elongadas muy pequeñas de 2,5 a 4 mm de largo por 1 a 1,5 mm de ancho (Cedeño, 2009 y Fucol, 2010).

2.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE LA ESPECIE

2.7.1. Requerimientos ecológicos

Balsa, es el nombre común de un árbol tropical americano. Alcanza entre 18 y 21 m de altura a la edad de cinco años que es el turno final recomendable, se diferencia de las otras maderas porque es más blanda, ligera y de baja contracción. La balsa requiere de un clima cálido y húmedo, la cantidad mínima de precipitación que tolera es de alrededor de 1 500 mm anuales y máximo 4 000 mm, obviamente con la finalidad de lograr excelentes resultados en cuanto a cantidad y calidad de madera.

La balsa o boya es una especie forestal de crecimiento rápido, produce una madera de muy baja densidad (0,1 a 0,3 g/cm³), la más baja de las maderas comerciales del mundo. Las plantaciones de balsa son una excelente opción para el inversionista a corto plazo, ya que la producción es muy rentable y su turno de aprovechamiento es precoz, cuatro a cinco años en comparación con otras especies (Rizzo, 2004).

Debido a su tasa de crecimiento inusualmente alta, la balsa tiene la capacidad de concentrar en el tallo la mayoría de la energía asignada a la producción de madera mediante la producción de pocas ramas y de hojas grandes y sencillas con pecíolos en forma de ramas. La balsa produce tres ejes en cada nudo, uno para el líder y dos para las ramas (Butterfield, 1995).

La zona de vida o formación ecológica adecuadas para cultivos comerciales de balsa es el bosque húmedo tropical (bh-T), con una precipitación media anual de 2 548 mm, una temperatura de 25°C y una humedad relativa media de 94% (Vocalia, 2007).

2.7.2. Características climáticas

Según Vocalia (2007). Las temperaturas óptimas para el desarrollo fisiológico y productivo de la balsa se encuentran en las zonas con rangos

de 22 a 26 grados centígrados, a mayores o menores temperaturas su producción se reduce, por lo que es crítico determinar las zonas para cultivos comerciales.

Los niveles de precipitación requeridos oscilan entre los 2 000 y 4 000 mm por año. En zonas de mayor precipitación crece la balsa pero la calidad no es la requerida por los mercados.

La balsa se desarrolla mejor en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1 200 m.s.n.m.

2.7.3. Características edáficas

Los suelos recomendados para este cultivo deben tener buen drenaje, buena disponibilidad de humedad, textura franca, franco arenoso o franco limoso. La balsa demanda una rica provisión de nutrientes, de hecho se reporta que los árboles de balsa 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. La balsa coloniza suelos arcillosos, margosos y limosos, pero no tolera los suelos de alta salinidad (Vocalia, 2007 y Rizzo, 2007).

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.

El pH del suelo que prefiere la planta es ligeramente ácido, con rangos que van de 5,5 a 6,5.

Los terrenos para cultivar la balsa deben ser ligeramente planos (3 – 10 %), a fin de poder mecanizar las labores agrícolas (deshierba, riego, controles fitosanitarios, fertilización, abonamiento y otras).

En el Ecuador, una de las zonas más propicias para el cultivo de balsa es la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y sitios aledaños, su clima y sus suelos son ideales para este cultivo, presenta temperaturas medias entre 17 a 25 °C, humedad relativa atmosférica de 80 – 90 %, precipitaciones de 2 000 – 4 000 mm al año. Existen plantaciones en altitudes que fluctúan entre los 100 a 1 500 m.s.n.m. siendo la producción óptima a los 200 – 400 m.s.n.m. y una heliofanía de 550 a 700 horas sol/año. La principal limitante en la zona de Santo Domingo es la luminosidad, pero las condiciones de cultivo y la calidad de la madera son buenas.

Si bien la balsa requiere plena luz desde arriba, también tolera y hasta demanda el sombreado lateral, tal como se produce en los claros y aberturas naturales del bosque, y por lo tanto, el cultivo en mezcla con otras especies también es factible (El Semillero, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Ubicación Política

El ensayo se realizó en la hacienda Salazar, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Parroquia Luz de América, en el km 32 de la vía Santo Domingo-Quevedo.

3.1.2 Ubicación Geográfica

Las coordenadas UTM son:

Latitud: 0683950

Longitud: 9945430

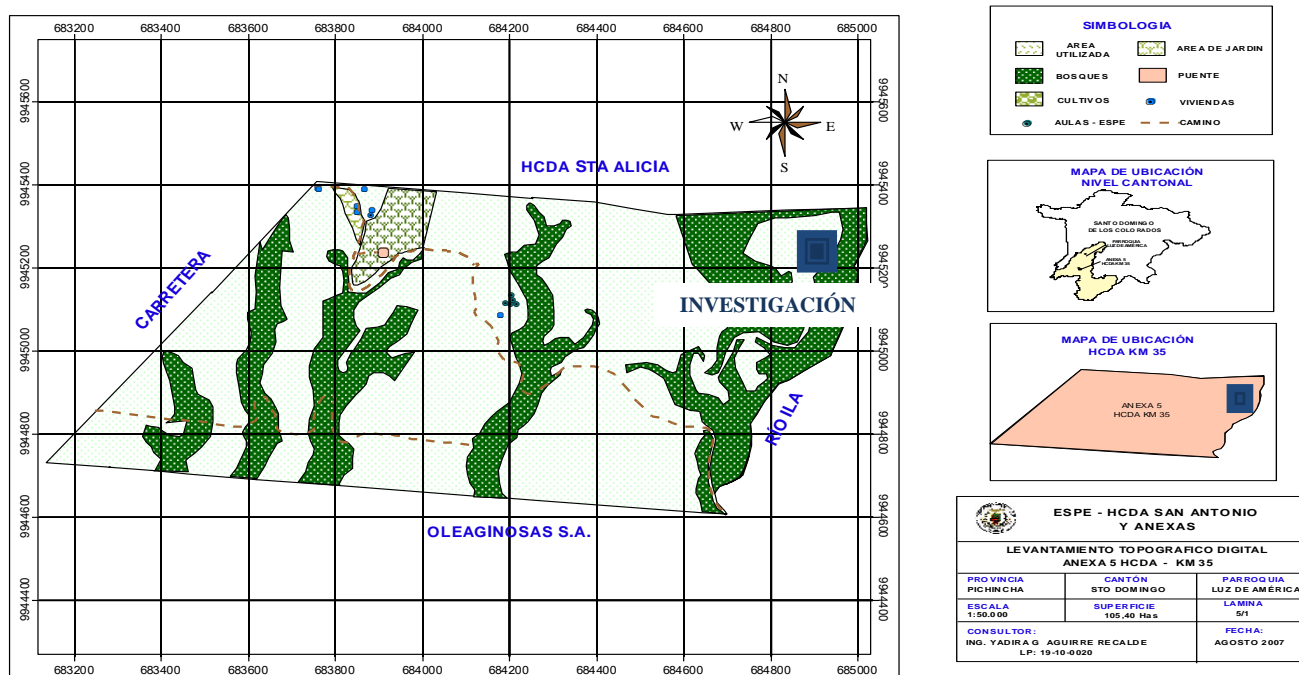


Figura 2. Ubicación de la Hacienda Salazar – km 32
Fuente: Aguirre 2007¹

3.1.3 Ubicación Ecológica

Zonas de Vida : Según el diagrama de L. Holdridge (1982), la zona de estudio corresponde a Bosque Húmedo Tropical (bh – T).

Altitud : 180 m s.n.m.

Temperatura media anual : 23,6 °C.

Precipitación media anual : 2980 mm/año.

¹ Aguirre 2007, Hacienda Salazar, km 32 via Santo Domingo – Quevedo. Oficinas de la Hacienda, ESPE – SAN ANTONIO. CONSEP. Comunicación Personal.

| | | |
|------------------------|---|--|
| Suelo | : | Son suelos limo arcillosos y arenosos con pH 5,5 a 6,5, plano y ondulado con pendientes del 0 al 20%. |
| Heliofanía media anual | : | 660 horas/sol/año. |
| Humedad relativa | : | 87 %. |
| Topografía | : | Plana. |
| Vegetación | : | Vegetación natural, pastizales asociados con árboles que crecen espontáneamente, de las cuales la más notable e importante es la balsa (<i>Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb.</i>), pero existen varias especies forestales como caoba, melina, pachaco, Fernán Sánchez, laurel, guayacán, cobilla, entre otras especies como caña de guadua, etc. El incremento de monocultivos extensivos como los pastos, piña, palmito, cacao y palma, han reducido notablemente la diversidad de la zona. |

3.1.4 Formación Natural

Según Sierra (1999), la formación natural a la que pertenece el sitio en donde se realizó el estudio es la de bosque siempre verde de tierras bajas y el Bosque siempreverde piemontano ya que esta ubica a una altura de 100 – 300 m.s.n.m. con precipitaciones que oscilan entre 1500 – 3 000 mm anuales. La temperatura varía entre los 19 y 25 °C y la humedad relativa del ambiente es de 87%.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Materiales de Campo

- Plantas de balsa, Fertilizantes químicos (Roca fosfórica (257,5 kg) y Carbonato de Mg (292,5 kg)), Herbicidas (Glifosato, Gramoxone), Fungicidas (Benomil, Vitavax), Insecticidas (Cipermetrina, Endosulfan, Ata-kil), 2 Baldes plásticos, 1 Calibrador: Pie de rey, 1 Distanciómetro (Stanley Fat Max), 1 Regla graduada en cm, 1 Cuadrante metálico m², 1 Excavadora, 2 Machete, 1 404 Estaquillas de caña, 1 Cámara fotográfica, 2 Tableros plásticos, 1 Cinta métrica (50 metros), 1 Bomba de fumigación (Jacto), 1 Palilla, 32 Letreros, 1 lb de Piola, 10 Fundas de 3 libras, 12 fundas de basura y 24 Etiquetas.

3.2.2 Materiales de Oficina

- Computadora, Impresora, Papelería

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Diseño Experimental

3.3.1.1 Factores en estudio

Cuadro 1. Factores en estudio y sus niveles.

| Factor | Nivel |
|----------------------------------|--|
| Procedencias de la balsa (P). | P ₁ = Ecuador |
| | P ₂ = Colombia |
| Densidades Poblacionales (D) | D ₁ = Densidad poblacional de 2,0 m x 3,0 m (1 666 planta/ha) |
| | D ₂ = Densidad poblacional de 3,0 m x 3,0 m (1 111 planta/ha) |
| | D ₃ = Densidad poblacional de 3,0 m x 4,0 m (833 planta/ha) |
| | D ₄ = Densidad poblacional de 4,0 m x 4,0 m (625 planta/ha) |
| | D ₅ = Densidad poblacional de 4,0 m x 5,0 m (500 planta/ha) |

3.3.1.2 Tratamientos

Cuadro 2. Tratamientos en estudio.

| Nº de tratamiento | Código | Descripción |
|-------------------|-------------------------------|--|
| T ₁ | P ₁ D ₁ | Procedencia Ecuatoriana, densidad 2 m x 3 m. |
| T ₂ | P ₁ D ₂ | Procedencia Ecuatoriana, densidad 3 m x 3 m. |
| T ₃ | P ₁ D ₃ | Procedencia Ecuatoriana, densidad 3 m x 4 m. |
| T ₄ | P ₁ D ₄ | Procedencia Ecuatoriana, densidad 4 m x 4 m. |
| T ₅ | P ₁ D ₅ | Procedencia Ecuatoriana, densidad 4 m x 5 m. |
| T ₆ | P ₂ D ₁ | Procedencia Colombiana, densidad 2 m x 3 m. |
| T ₇ | P ₂ D ₂ | Procedencia Colombiana, densidad 3 m x 3 m. |
| T ₈ | P ₂ D ₃ | Procedencia Colombiana, densidad 3 m x 4 m. |
| T ₉ | P ₂ D ₄ | Procedencia Colombiana, densidad 4 m x 4 m. |
| T ₁₀ | P ₂ D ₅ | Procedencia Colombiana, densidad 4 m x 5 m. |

3.3.1.3 Tipo de diseño

El modelo experimental que se utilizó en la presente investigación fue en Parcela Dividida, conducido en un diseño de Bloques completos al azar.

La parcela grande corresponde a las Procedencias (P) y las parcelas pequeñas a las densidades poblacionales (D).

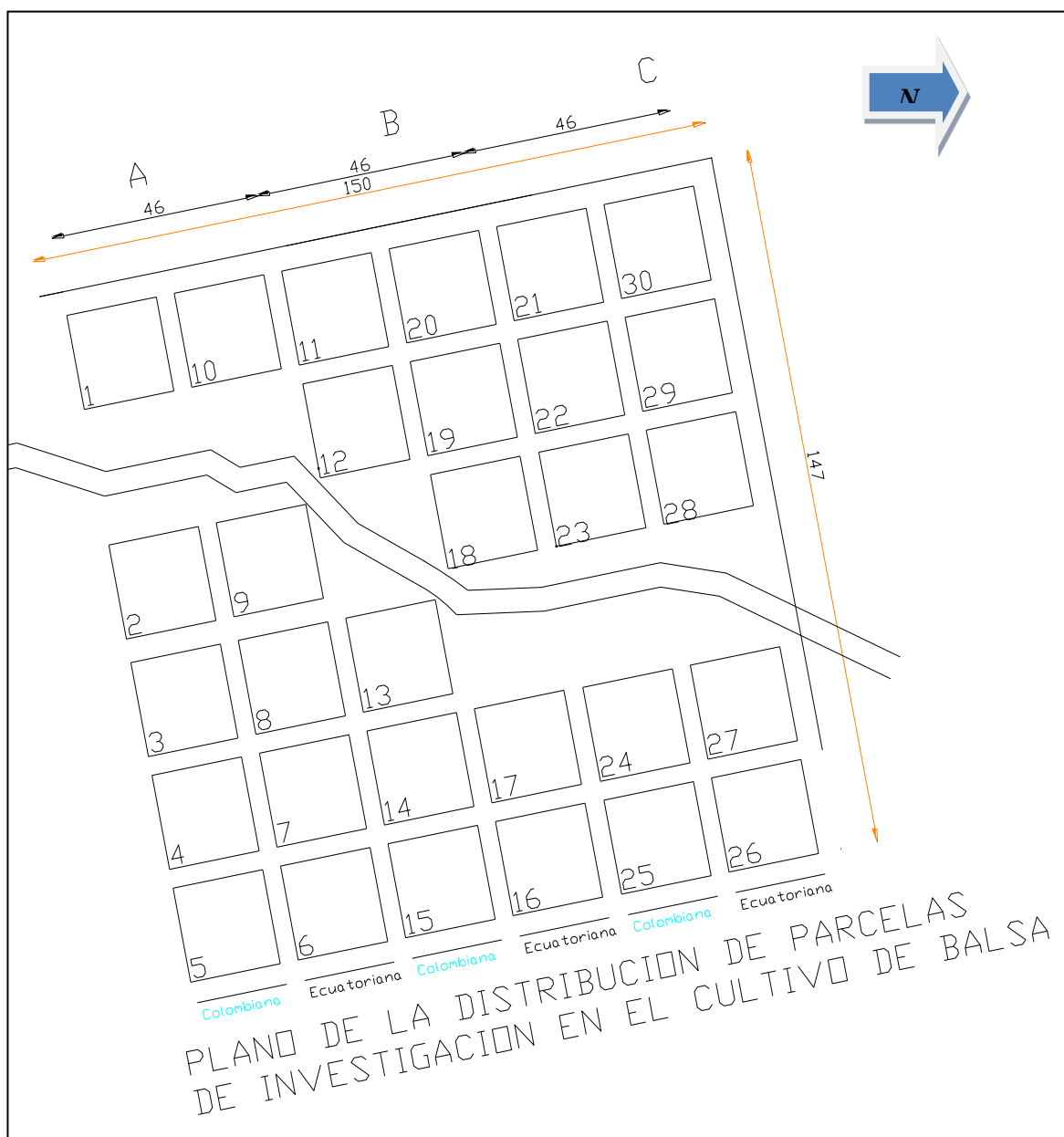
3.3.1.4 Repeticiones o bloques

Se realizaron tres repeticiones.

3.3.1.5 Características de la UE

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| Número de UE | : 30 |
| Área de UE | : 400 m ² |
| Largo | : 20 m |
| Ancho | : 20 m |
| Forma de la UE | : Cuadrado |
| Área total del ensayo | : 18 900 m ² |
| Largo | : 126 m |
| Ancho | : 150 m |
| Forma del ensayo | : Rectangular |

3.3.1.6 Croquis del diseño



Simbología:

P.e: Procedencia Ecuatoriana

A: Parcela 1

P.c: Procedencia Colombiana

B: Parcela 2

R1: Repetición n°1

C: Parcela 3

R2: Repetición n°2

R3: Repetición n°3

Figura 3. Croquis del área de investigación.

3.3.2 Análisis Estadístico

3.3.2.1 Esquema del análisis de varianza

Cuadro 3. Análisis de varianza

| Fuente de Variación | Grados de Libertad |
|---|--------------------|
| Parcela principal (a*r)-1 | 5 |
| Replicas (r-1) | 2 |
| Factor A (Procedencias de balsa) (a-1) | 1 |
| Error Experimental A (a-1)(r-1) | 2 |
| Subparcela (a*r)(b-1) | 24 |
| Factor B (Densidades poblacionales) (b-1) | 4 |
| Interacción A*B (a-1)(b-1) | 4 |
| Error Experimental B a(r-1)(b-1) | 16 |
| Total (a*b*r)-1 | 29 |

3.3.2.2 Coefficiente de variación

$$CV\% = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \cdot 100$$

Donde CME corresponde al Cuadrado Medio del Error Experimental y \bar{x} corresponde al Promedio de las Medias o Promedio General.

3.3.2.3 Análisis funcional

Tukey 5% para las fuentes de variaciones significativas y una comparación ortogonal entre Procedencia Ecuatoriana Vs Procedencia Colombiana.

3.3.2.4 Correlaciones

Dentro del análisis de resultados se realizó las correlaciones entre diámetro vs área basal y diámetro vs altura.

3.3.3 Análisis Económico

Para determinar los costos de establecimiento de la plantación se llevaron registros de todos los materiales, insumos, equipos, mano de obra utilizados, se sumaron todos los gastos realizados, y se determinó la inversión a los 12 meses de siembra.

3.3.4 Variables a Medir

Se evaluaron 12 plantas por tratamientos, en la que se determinaron el DAP (en cm), la altura (en m), análisis morfológico, sobrevivencia (%) de la planta y cantidad de materia orgánica (%).

3.3.4.1 Altura

La altura de la planta se midió al inicio desde el cuello (unión entre la raíz y el tallo) hasta el ápice, esta metodología se aplicó en todas densidades poblacionales.

Para medir alturas hasta los seis metros se utilizó una regla graduada en cm para las dos procedencias.

Los árboles que sobrepasaron los seis metros de altura de la regla graduada (seis metros), se midieron con distanciometro láser.

El distanciometro TLM 130 tiene una longitud máxima de medida de treinta metros y tiene una precisión de 3,0 mm

La medición se la realizó un día después de la instalación del ensayo y las plantas al momento del establecimiento tenían una altura

homogénea de 0,24 cm para la procedencia Ecuatoriana y 0,23 cm para la procedencia Colombiana y se determinó el crecimiento ó incremento en altura a los tres, seis, nueve y doce meses de la siembra en el sitio definitivo.

3.3.4.2 Diámetro

Con la ayuda de un pie de rey graduada a 1 mm se midieron los árboles a 10 cm del suelo, donde las plantas al momento del establecimiento tenían un diámetro homogéneo de 1,31 cm para la procedencia Ecuatoriana y 1,39 cm para la procedencia Colombiana. Esta medición se realizó hasta los tres meses porque a los seis, nueve y doce meses se procedió a medir a 1,30 m del suelo (DAP), en vista de que a esa edad sobrepasan los 10 cm de diámetro fustal. La finalidad de esta medida fue para determinar el incremento del diámetro a las diferentes edades y para el cálculo del área basal.

3.3.4.3 Sobrevivencia (%Sv)

Se contó el número de plantas prendidas de cada tratamiento y se calculó el porcentaje por medio de la siguiente fórmula:

$$\% Sv = \frac{P.v.}{P.s.} \times 100$$

Donde:

$\%Sv$ = Supervivencia en %.

$P.v.$ = Número de plantas vivas.

$P.s.$ = Número de plantas sembradas.

3.3.4.4 Análisis morfológico

El análisis morfológico se lo realizó visualmente, mediante una codificación para determinar el estado y la forma de la planta, en donde se utilizó la siguiente caracterización:

| | Codificación |
|-----------|--------------|
| Recto | (R5) |
| Bifurcado | (B4) |
| Torcido | (T3) |
| Inclinado | (I2) |
| Suprimido | (S1) |
| Muerto | (M0) |

Al final de la evaluación de cada tratamiento, se procedió a transformar los resultados en porcentajes para determinar de esta manera la forma y el estado de los árboles.

Permitiendo evaluar el estado de la plantación en cuanto labores silviculturales como espaciamientos de siembra adecuados. Así mismo determinar las características morfológicas.

Se debe recalcar que la evaluación fue realizada a los tres, seis, nueve y doce meses de edad de la plantación de la balsa.

3.3.4.5 Área Basal (AB).

El área basal se calculó con los datos de diámetro obtenidos a los doce meses de edad de la plantación y se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB = (\pi/4) * (\emptyset/100)^2$$

AB= Área Basal

\emptyset = Diámetro

3.3.4.6 Biomasa

Para determinar el aporte de materia orgánica total se evaluó la biomasa aérea, específicamente hojas y ramas además la materia orgánica que aporta la balsa al suelo. Esto fue tomado de los dos árboles centrales

evaluados de cada uno de los cinco tratamientos y con ayuda de un cuadrante metálico de 1 m², se recolectó toda la materia orgánica existente, para posteriormente tomar una muestra representativa y secar en la estufa a 60° C durante 24 a 72 horas. Todo este proceso se realizó con la finalidad de cuantificar la materia seca de la muestra y finalmente calcular el equivalente a una hectárea de materia seca y la biomasa correspondiente.

Según Orozco L. & Brumér C. (2002) las fórmulas a utilizar para la obtención de biomasa (hojas y ramas) son:

$$\text{MS}\% = (\text{PSH}/\text{PFM}) * 100$$

MS%= porcentaje de materia seca

PFM= peso fresco de la muestra

PSH= peso seco a estufa 60 °C por 48 horas

$$\text{B} = (\text{PTV} * \text{MS}\%) / 100$$

B= biomasa

PTV= peso total verde del
componente

MS%= porcentaje de materia seca

3.3.5 Métodos Específicos de Manejo del Experimento

3.3.5.1 Análisis de suelo

Previo a la plantación se tomó una muestra de suelo para realizar el análisis físico-químico del horizonte superficial (0 a 25 cm), la misma que fue llevada al laboratorio de suelos de INIAP Pichilingue para su análisis total (Anexo 1).

Al finalizar la presente investigación, se realizó un segundo análisis de suelo del horizonte superficial (0 a 25 cm) en el laboratorio de suelos de INIAP Pichilingue, con la finalidad de determinar la absorción o contribución de nutrientes al suelo y el aporte de biomasa existente en el primer año de vida de la plantación (Anexo 3).

3.3.5.2 Procedencia del material experimental

La semilla de balsa ecuatoriana proporcionó Balsa Plantaciones e Industrias (BALPLANT Cía. Ltda.), empresa que ha realizado un proceso inicial como es el mejoramiento genético, que consiste en la selección de árboles con buenas características; la semilla de balsa de procedencia colombiana proporcionó (El Semillero) a través de Programa Face de Forestación del Ecuador S.A. (PROFAFOR) Ecuador SA.

3.3.6 Establecimiento de la Plantación

3.3.6.1 Preparación de Terreno

El ensayo se realizó en un terreno de topografía plana, el mismo que fue preparado mecánicamente con dos pases de rastra. Los pases de rastra fueron a 20 cm de profundidad, con la finalidad de mejorar las características físicas del suelo principalmente para mejorar la aireación, el drenaje y facilitar la erradicación de malas hierbas, mejorar las condiciones para la fertilización y abonamiento, a los 15 días de la preparación mecánica del suelo se aplicó herbicida post emergente (Glifosato) a razón de 120 cc por 20 litros de agua.

3.3.6.2 Nivelación y estaquillado

Se prepararon 1 404 estaquillas de caña para marcar el lugar definido de la planta, es decir en donde se interceptan los puntos o ángulos de acuerdo al espaciamiento y método de plantación.

3.3.6.3 Densidad de plantación

Las parcelas se sortearon al azar distribuyéndose las cinco densidades poblacionales en el área de investigación, las

mismas que corresponden a 1 666 plantas, 1 111 plantas, 833 plantas, 625 plantas y 500 plantas por hectárea.

3.3.6.4 Hoyado y plantación

Se realizó en el lugar señalado por las estacas con una excavadora a 20 cm de profundidad y 10 cm de diámetro.

Para la siembra se retiraron las plantas de la funda, se desinfectó el hoyo con furadan a razón de 10 g en cada sitio y luego se colocó una capa de tierra de 2 cm antes de colocar la planta en el hoyo, con la misma tierra se presionó de afuera hacia adentro para evitar o eliminar bolsas de aire en el sistema radicular de la planta.

3.3.6.5 Fertilización

La fertilización se realizó en base al análisis de suelo y comparación con el mejor tratamiento obtenido por Paillacho (2010). Las deficiencias presentes fueron fósforo con 13 ppm y magnesio con 1,2 meq/100 ml, por lo tanto se realizó la aplicación de 86,41 kg/Ha de Fósforo y 259,23 kg/Ha de magnesio que se dividieron para dos años en fracciones de 129,61 kg/ha cada año.

Para el caso del Fósforo se aplicó roca fosfórica y para el magnesio se utilizó carbonato de magnesio. La fertilización total fue de 204 gr de mezcla por planta, los mismos que se dividieron en dos aplicaciones, la primera aplicación fue del 40 % y la segunda fertilización fue del 60% restante.

La primera fertilización, a los treinta días, aplicando 103 kg/ha de Roca Fosfórica y 117 kg/ha de Carbonato de Mg, la dosificación por planta fue de 96 g de mezcla y se la realizó con un espeque a 15 cm de separación de la planta y 10 cm de profundidad.

La segunda fertilización, se la realizó a los seis meses de establecida la plantación, aplicando 154,5 kg/ha de Roca Fosfórica y 175,5 kg/ha de Carbonato de Mg, la dosificación por planta fue de 108 g de mezcla. Al igual que la primera aplicación se realizó con un espeque a 15 cm de separación de la planta y 10 cm de profundidad.

3.3.6.6 Controles fitosanitarios

El control de malezas se realizó cada tres meses con labores de chapia (manual) y aplicación de herbicidas (químico) a lo largo del primer año de establecimiento, Esta labor se realizó mediante aplicaciones dirigidas a las malezas teniendo cuidado de que el producto no tenga contacto con las plantas de balsa.

Cuadro 4. Herbicidas

| Herbicidas | | |
|---------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Productos | Ingrediente activo | Dosis |
| Glifosato 48% | (Sal Isopropilamina de Glifosato) | 1,0 galón/400 litros de agua |
| Gramoxone | (Paraquat) | 1 litro/ha |

3.3.6.7 Plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades se lo realizó en forma preventiva cada cuatro meses durante el primer año de vida de la plantación.

Cuadro 5. Fungicidas

| Fungicidas | | |
|---------------|---|--------------------------|
| Productos | Ingrediente activo | Dosis |
| Benomyl 50 MP | (Metil-1(butilcarbamoil)-becimidazol-2-carbamato) | 75 g / 20 litros de agua |
| Vitavax 300 | Vitavax | 2 g / 1 litro de agua |

Cuadro 6. Insecticidas

| Insecticidas | | |
|--------------|---------------------|--------------------------------|
| Productos | Ingrediente activo | Dosis |
| Cipermetrina | (Cypermectrina 20%) | 1,5 ml a 2 ml /1 litro de agua |
| Endosulfan | (Endosulfan 350g/l) | 1,5 a 2 litros/ ha |
| Atakil | (Sulfluramid) | 8 – 10 g/m ² |

3.3.7 Cantidad de Biomasa

La cuantificación de materia orgánica se la realizó antes del establecimiento del ensayo, es decir con la vegetación existente previa a la preparación del sitio de plantación, posteriormente las evaluaciones se las realizó a los seis y doce meses.

Para la medición se utilizó un cuadrante metálico de 1 m² el mismo que se lo ubicó a un metro de distancia en los dos árboles centrales de la parcela neta y se tomó tres submuestras por tratamiento.

Para la cuantificación de la biomasa aérea (hojas y ramas) se recogió todo el material presente y se pesó en el campo, para obtener el el peso de materia verde (PMV), se enfundó y etiquetó una muestra promedio de la biomasa aérea (hojas y ramas) y se llevó al laboratorio de la ESPE, Carrera de Ingeniería Agropecuaria ubicada en el km. 35 de la vía Santo Domingo – Quevedo, donde se

determinó los factores de conversión de peso fresco a peso seco ó el contenido de materia seca, para ello se expuso la muestra en una estufa a 60 °C por un periodo de 48 horas, se obtuvo así la materia seca y luego la biomasa (Orozco & Brumér, 2002).

3.3.8 Difusión de los resultados de investigación.

Los resultados obtenidos se los publicó mediante trípticos (ver anexo 6) a los propietarios de las plantaciones balseras, como a reforestadores interesados, en el establecimiento y manejo de plantaciones de balsa, en donde se especificó las densidades poblacionales, procedencias analizadas y los resultados obtenidos en la investigación. La información de la tesis tiene acceso público para su conocimiento y aplicación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ALTURA

En el cuadro 7 se observa los datos obtenidos de altura a los tres, seis, nueve y doce meses de edad de la plantación. Los valores obtenidos están presentados en metros.

Cuadro 7. Altura de la balsa (m).

| Tratamiento | 3 meses | 6 meses | 9 meses | 12 meses |
|---------------------|---------|---------|---------|----------|
| T1 (Ec 1 666 p/ha) | 1,12 | 2,66 | 6,59 | 9,82 |
| T2 (Ec 1 111 p/ ha) | 1,45 | 3,57 | 7,29 | 10,05 |
| T3 (Ec 833 p/ ha) | 1,68 | 3,98 | 7,15 | 9,88 |
| T4 (Ec 625 p/ ha) | 1,30 | 3,16 | 6,15 | 9,01 |
| T5 (Ec 500 p/ ha) | 1,15 | 2,98 | 5,97 | 8,31 |
| T6 (Co 1 666 p/ha) | 1,51 | 4,08 | 7,81 | 10,61 |
| T7 (Co 1 111 p/ ha) | 1,34 | 3,50 | 7,34 | 9,93 |
| T8 (Co 833 p/ ha) | 1,39 | 3,75 | 7,46 | 10,03 |
| T9 (Co 625 p/ ha) | 1,02 | 2,56 | 5,95 | 8,92 |
| T10 (Co 500 p/ ha) | 1,08 | 2,67 | 6,05 | 8,57 |

Los mejores tratamientos de balsa obtenidos a los doce meses de edad de la plantación son los tratamientos T6 (Co 1 666 p/ha) con 10,61 m de altura y el T2 (Ec 1 111 p/ha) con 10,05 m de altura.

Los mejores resultados obtenidos en la presente investigación son los tratamientos T6 (Co 1 666 p/ha) con 0,88 m de altura mensual y el T2 (Ec 1 111

p/ha) con 0,84 m de altura mensual, corroborando de esta manera con la investigación realizada por Paillacho (2010) que tuvo un crecimiento mensual de 0,80 m de altura, a una densidad de siembra de 1 111 p/ha, destacándose como una especie forestal de muy rápido crecimiento.

En la figura 4 se muestra el incremento de altura en el cultivo de balsa tanto de la procedencia Ecuatoriana (T2) como la procedencia Colombiana (T6) desde los tres, seis, nueve y doce meses de edad de la plantación.

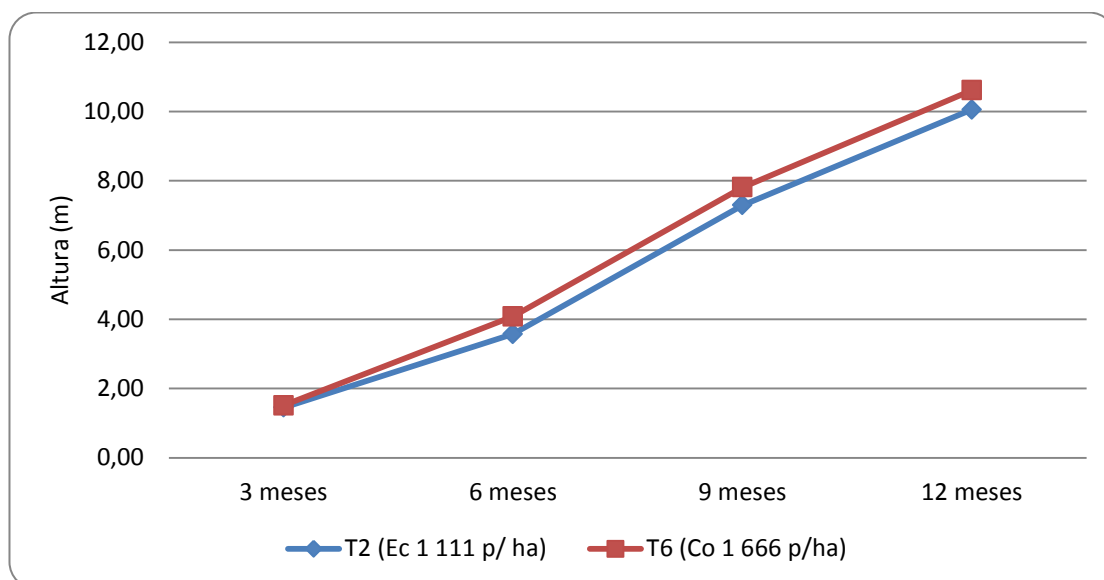


Figura 4. Incremento de altura de los mejores tratamiento de Balsa durante el primer año de establecimiento.

En la figura 5 se observa el crecimiento de altura de balsa por distancias de siembra a los doce meses de edad de la plantación, donde el distanciamiento de siembra que mayor altura presentó es la 2 X 3 m para la procedencia Colombiana y la de 3 X 3 m para la procedencia Ecuatoriana.

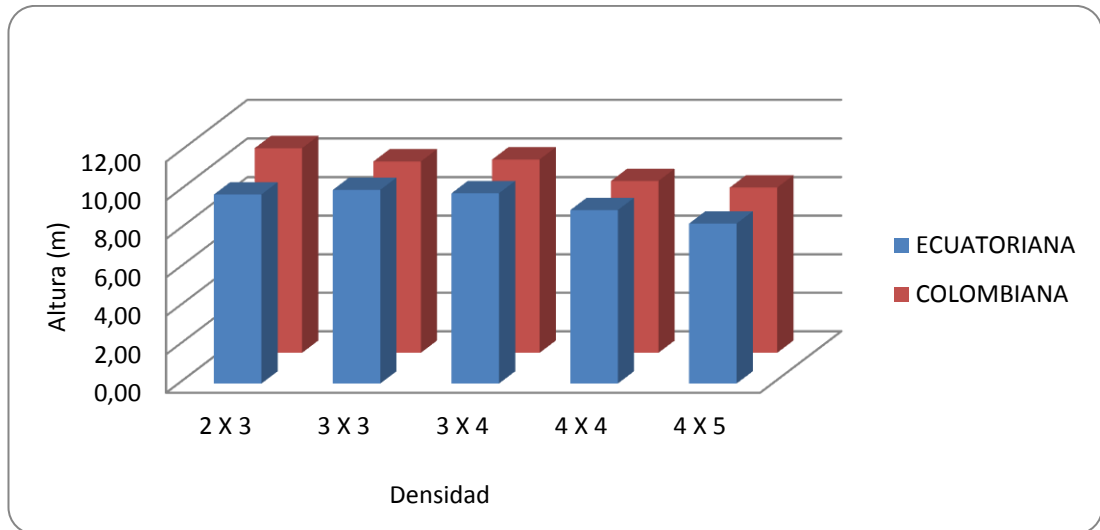


Figura 5. Crecimiento en altura de dos procedencias y cinco densidades poblacionales en el primer año de establecimiento.

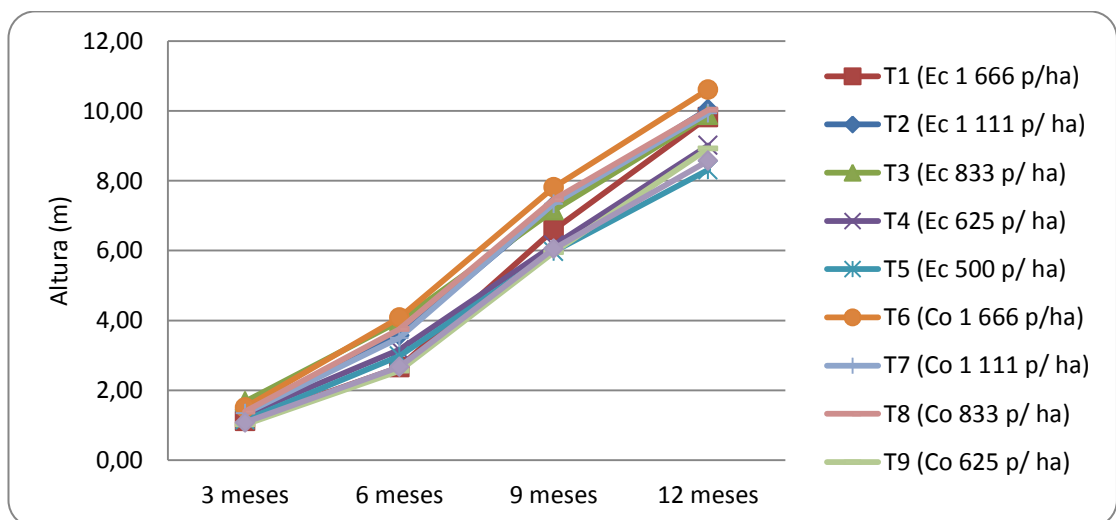


Figura 6. Crecimiento en altura (m) de diez tratamientos de Balsa (*Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb*) desde los tres hasta los doce meses de edad de la plantación.

En la figura 6 se puede observar que el T6 (Co 1 666 p/ha) es el que mayor crecimiento en altura tiene a los doce meses de edad de la plantación, seguido de los

tratamientos T2 (Ec 1 111 p/ha) y T8 (Co 833 p/ha), estos tratamientos tienen un crecimiento muy rápido entre los seis y nueve meses de edad.

4.1.2. Variable altura de procedencia Colombiana y Ecuatoriana

En el cuadro siguiente se presenta el Análisis de Varianza de la variable altura en la cual se puede observar que no existe diferencia significativa en cuanto al crecimiento en altura. La balsa de procedencia Ecuatoriana y procedencia Colombiana son iguales al nivel del 5% de probabilidad, con respecto a las densidades poblacionales si presenta diferencia significativa.

Cuadro 8. Análisis de varianza de la variable altura (m)

| Fuente de Variación. | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrado Medio | F | Valor p |
|----------------------|-------------------|--------------------|----------------|------|----------|
| Repetición | 1,3 | 2 | 0,65 | 0,88 | 0,4337 |
| Procedencia (P) | 0,29 | 1 | 0,29 | 2,99 | 0,2258 |
| Error a | 0,2 | 2 | 0,1 | 0,13 | 0,8761 |
| Densidad (D) | 14,21 | 4 | 3,55 | 4,82 | 0,0096 * |
| Interacción P x D | 0,82 | 4 | 0,21 | 0,28 | 0,8872 |
| Error b | 11,79 | 16 | 0,74 | | |
| Total | 28,61 | 29 | | | |

El en cuadro 9 se observa la prueba de significación de Tukey al 5% para las densidades poblacionales, la misma que arroja tres rangos de

significancia, siendo las densidades poblacionales de 1 666 p/ha y 1 111 p/ha las mejores seguida de las densidades poblacionales de 833 p/ha y 625 p/ha y la densidad poblacional de 500 p/ha el rango más bajo durante los doce meses que tardó la investigación.

Cuadro 9. Prueba de Tukey al 5% para densidades poblacionales.

| Densidad poblacional | Medias | N | E.E. | | |
|----------------------|--------|---|------|---|---|
| 1 666 p/ha | 10,22 | 6 | 0,35 | A | |
| 1 111 p/ha | 9,99 | 6 | 0,35 | A | |
| 833 p/ha | 9,96 | 6 | 0,35 | A | B |
| 625 p/ha | 8,96 | 6 | 0,35 | A | B |
| 500 p/ha | 8,44 | 6 | 0,35 | | B |

4.2. DIÁMETRO

Cuadro 10. Diámetro de la balsa (cm).

| Tratamiento | 3 meses | 6 meses | 9 meses | 12 meses |
|---------------------|---------|---------|---------|----------|
| T1 (Ec 1 666 p/ha) | 2,28 | 5,49 | 9,34 | 12,57 |
| T2 (Ec 1 111 p/ ha) | 3,04 | 6,94 | 11,49 | 14,82 |
| T3 (Ec 833 p/ ha) | 3,38 | 7,62 | 11,58 | 15,36 |
| T4 (Ec 625 p/ ha) | 2,73 | 6,26 | 10,77 | 15,13 |
| T5 (Ec 500 p/ ha) | 2,51 | 6,01 | 9,69 | 13,84 |
| T6 (Co 1 666 p/ha) | 2,44 | 7,71 | 11,34 | 14,01 |
| T7 (Co 1 111 p/ ha) | 2,76 | 6,52 | 11,10 | 14,35 |
| T8 (Co 833 p/ ha) | 3,04 | 7,48 | 11,99 | 15,56 |
| T9 (Co 625 p/ ha) | 2,21 | 5,44 | 9,23 | 14,06 |
| T10 (Co 500 p/ ha) | 2,54 | 5,83 | 10,04 | 14,75 |

En el cuadro 10 se observa que los mejores rendimientos en diámetro se obtienen en los tratamientos T8 y T3 que tienen un diámetro de 15,56 y 15,36 cm a los doce meses de edad del árbol, presentándose ambas Ecuatoriana y Colombiana en una densidad poblacional de 833 p/ha.

Los mejores resultados de incremento de diámetro obtenidos en la presente investigación se presentaron en los tratamientos T8 (Co 833 p/ha) con 1,30 cm de diámetro mensual y el T3 (Ec 833 p/ha) con 1,28 cm de diámetro mensual, corroborando de esta manera con el mejor tratamiento obtenido por Paillacho (2010) que fue de 1,38 cm mensuales a una densidad de siembra de 1 111 p/ha.

En la figura 7 se muestra el incremento de diámetro en el cultivo de balsa tanto de la procedencia Ecuatoriana (T3) como la procedencia Colombiana (T8) a los tres, seis, nueve y doce meses de edad de la plantación.

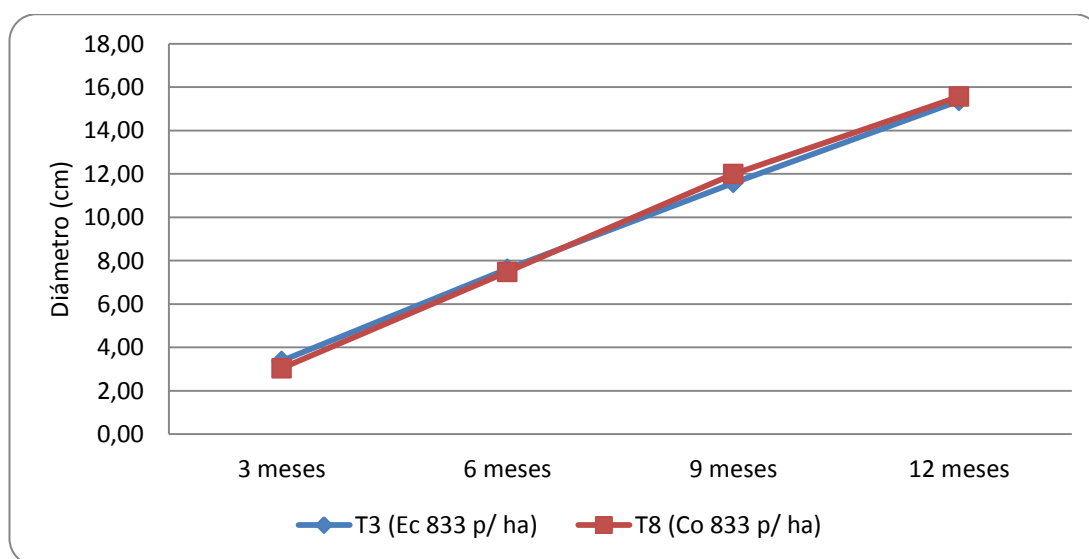


Figura 7. Incremento del diámetro de los mejores tratamiento de Balsa durante el primer año de establecimiento.

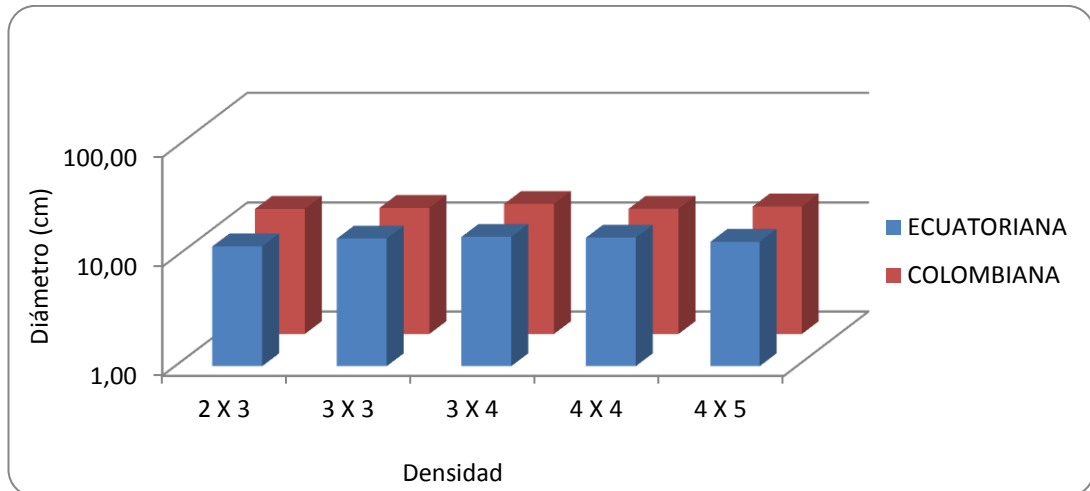


Figura 8. Crecimiento en diámetro de dos procedencias y cinco densidades poblacionales en el primer año de edad de la plantación.

En la figura 8 se observa el crecimiento de diámetro de balsa por distancias de siembra a los doce meses de edad de la plantación, en donde el distanciamiento de siembra que mayor diámetro presentó es el de 3 X 4 m para las procedencias Ecuatoriana y Colombiana.

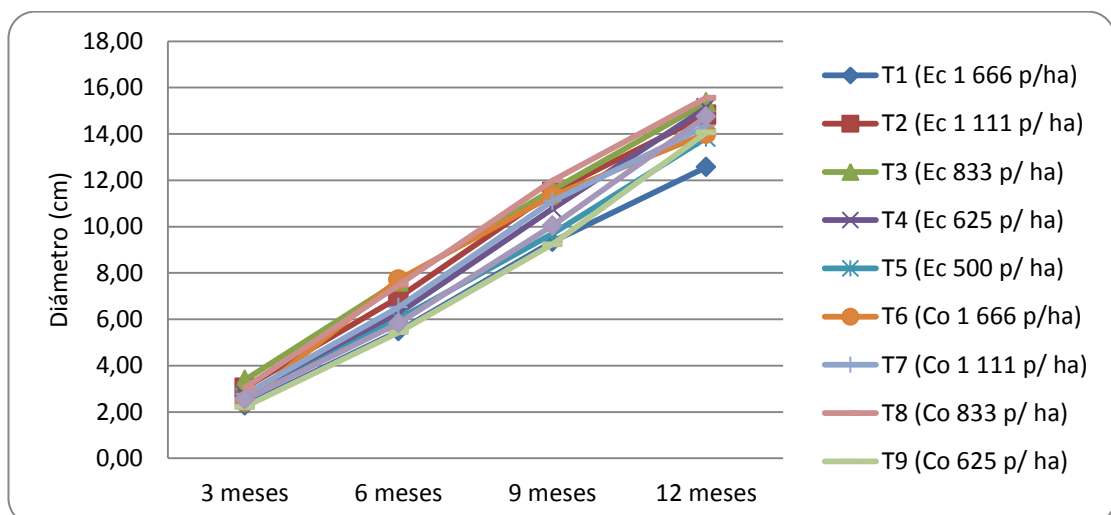


Figura 9. Crecimiento en diámetro (cm) de diez tratamientos de Bala (*Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb*) desde los tres a los doce meses de edad de la plantación.

En la figura 9 se puede observar que el T8 (Co 833 p/ha) es el que mayor crecimiento en diámetro tiene a los doce meses de edad de la plantación, seguido del tratamiento T3 (Ec 833 p/ha), estos tratamientos tienen un crecimiento muy rápido a partir del tercer mes hasta doce meses.

4.2.1. Variable diámetro de procedencia Colombiana y Ecuatoriana

En el cuadro siguiente se presenta el Análisis de Varianza de la variable diámetro. La misma que se expresa en cm.

Cuadro 11. Análisis de varianza de la variable diámetro (cm)

| Fuente de Variación. | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrado Medio | F | Valor p |
|----------------------|-------------------|--------------------|----------------|------|-----------|
| Repetición | 3,44 | 2 | 1,72 | 0,77 | 0,4808 |
| Procedencia (P) | 0,3 | 1 | 0,3 | 0,32 | 0,6279 ns |
| Error a | 1,88 | 2 | 0,94 | 0,42 | 0,6646 |
| Densidad (D) | 14,62 | 4 | 3,65 | 1,63 | 0,2152 ns |
| Interacción P x D | 6,16 | 4 | 1,54 | 0,69 | 0,6114 |
| Error b | 35,87 | 16 | 2,24 | | |
| Total | 62,27 | 29 | | | |

En el cuadro 11 se puede observar que no existe diferencia significativa en cuanto al crecimiento en diámetro. La balsa de procedencia Ecuatoriana y procedencia Colombiana son iguales al nivel del 5% de probabilidad.

4.3. SOBREVIVENCIA

En el cuadro 12 se observa que la sobrevivencia (%) a los tres, seis, nueve y doce meses de edad de la plantación.

Cuadro 12. Sobrevivencia (%).

| Tratamiento | 3 meses | 6 meses | 9 meses | 12 meses |
|---------------------|---------|---------|---------|----------|
| T1 (Ec 1 666 p/ha) | 94,4% | 91,7% | 80,6% | 77,8% |
| T2 (Ec 1 111 p/ ha) | 97,2% | 97,2% | 88,9% | 86,1% |
| T3 (Ec 833 p/ ha) | 94,4% | 94,4% | 86,1% | 86,1% |
| T4 (Ec 625 p/ ha) | 100,0% | 100,0% | 97,2% | 94,4% |
| T5 (Ec 500 p/ ha) | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 83,3% |
| T6 (Co 1 666 p/ha) | 97,2% | 94,4% | 88,9% | 86,1% |
| T7 (Co 1 111 p/ ha) | 97,2% | 97,2% | 94,4% | 86,1% |
| T8 (Co 833 p/ ha) | 97,2% | 97,2% | 88,9% | 80,6% |
| T9 (Co 625 p/ ha) | 100,0% | 100,0% | 94,4% | 91,7% |
| T10 (Co 500 p/ ha) | 100,0% | 100,0% | 97,2% | 91,7% |

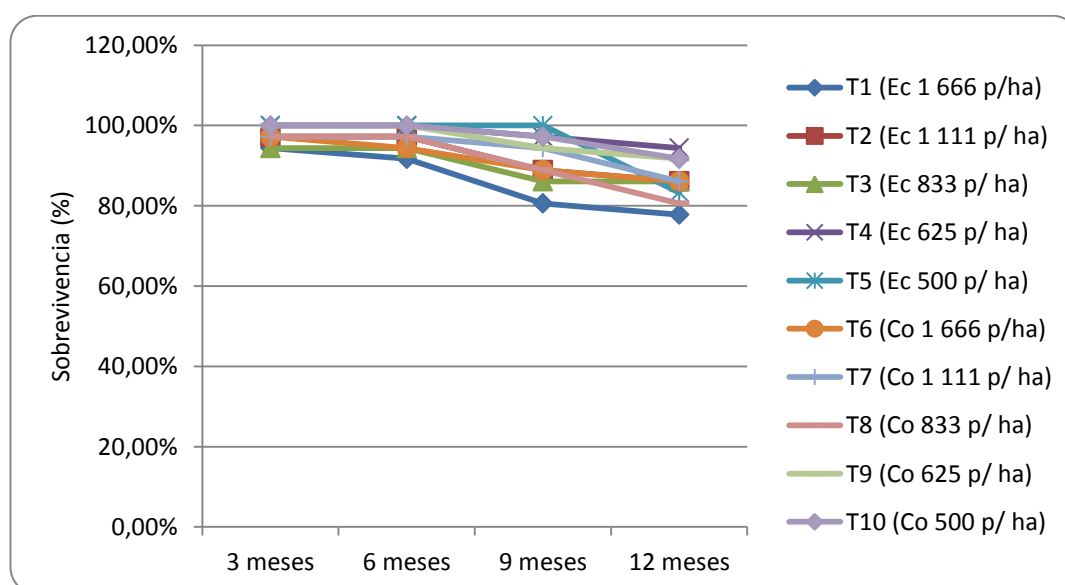


Figura 10. Sobrevivencia (%) de diez tratamiento de Balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex Lam. Urb) desde los tres a doce meses de edad de la plantación.

En la figura 10 se observa que los mejores resultados de sobrevivencia (%) a los seis meses de edad de la plantación, son los tratamientos T4 (Ec 625 p/ha), T9 (Co 625 p/ha) y T10 (Co 500 p/ha) manteniendo el 100% de sobrevivencia, pero a los doce meses de edad de la plantación el T4 (Ec 625 p/ha) tuvo el 94,4% de sobrevivencia, seguido de los tratamientos T9 (Co 625 p/ha) y T10 (Co 500 p/ha) con el 91,7% de sobrevivencia. A diferencia de los resultados obtenidos por Paillacho (2010) quien a partir de los seis hasta los catorce meses de edad de la plantación mantiene un porcentaje de sobrevivencia del 90%.

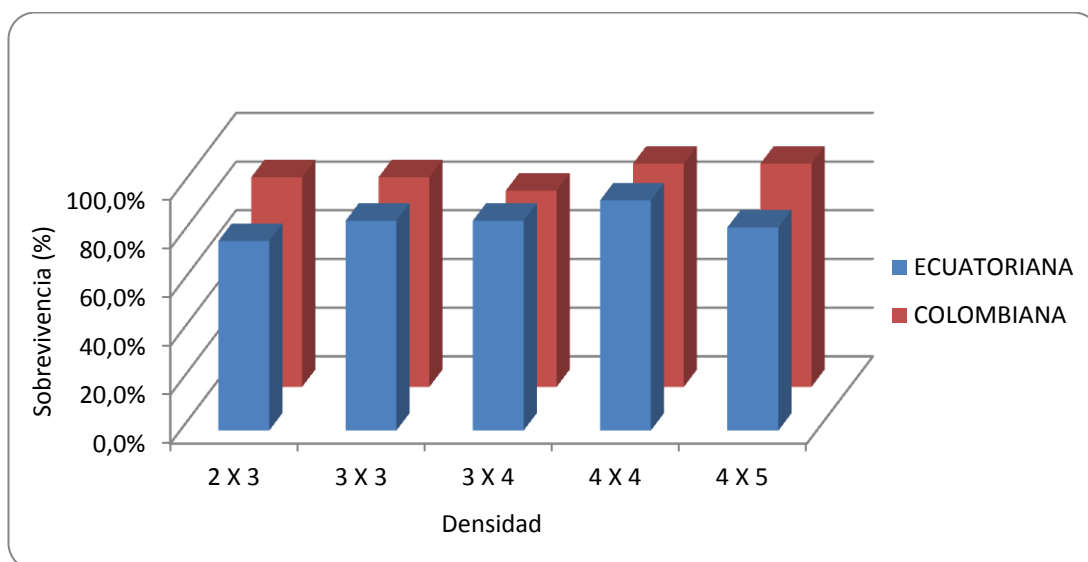


Figura 11. Sobrevivencia (%) de dos procedencias y cinco densidades poblacionales en el primer año de establecimiento.

En la figura 11 se puede observar que la densidad poblacional que mayor sobrevivencia presentó durante el primer año de edad de la plantación fue la de 4 X 4 m. con el 94,4%.

4.3.1. Variable sobrevivencia de procedencia Colombiana y Ecuatoriana

En el cuadro siguiente se presenta el Análisis de Varianza de la variable sobrevivencia a los doce meses de edad de la plantación.

Cuadro 13. Análisis de varianza de la variable sobrevivencia (%)

| Fuente de Variación. | Suma de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrado Medio | F | Valor p |
|----------------------|-------------------|--------------------|----------------|------|---------|
| Repetición | 518,79 | 2 | 259,4 | 2,08 | 0,158 |
| Procedencia (P) | 20,85 | 1 | 20,85 | 0,25 | 0,6666 |
| Error a | 166,7 | 2 | 83,35 | 0,67 | 0,527 |
| Densidad (D) | 449,13 | 4 | 112,28 | 0,9 | 0,4879 |
| Interacción P x D | 245,47 | 4 | 61,37 | 0,49 | 0,7425 |
| Error b | 1999,99 | 16 | 125 | | |
| Total | 3400,93 | 29 | | | |

En cuadro anterior se observa que no existe diferencia significativa a nivel de 5% de probabilidad entre las procedencias Ecuatoriana y Colombiana, es decir las procedencias son iguales.

4.4. **ÁREA BASAL (m²).**

En el cuadro 14 se puede observar los resultados de área basal (m²) de diez tratamientos de balsa a los 12 meses de edad de la plantación.

Cuadro 14. Área basal (m²).

| Tratamiento | ÁREA BASAL (m ²) |
|---------------------|------------------------------|
| T1 (Ec 1 666 p/ha) | 0,012 |
| T2 (Ec 1 111 p/ ha) | 0,017 |
| T3 (Ec 833 p/ ha) | 0,019 |
| T4 (Ec 625 p/ ha) | 0,018 |
| T5 (Ec 500 p/ ha) | 0,015 |
| T6 (Co 1 666 p/ha) | 0,015 |
| T7 (Co 1 111 p/ ha) | 0,016 |
| T8 (Co 833 p/ ha) | 0,019 |
| T9 (Co 625 p/ ha) | 0,016 |
| T10 (Co 500 p/ ha) | 0,017 |

En el cuadro 14 se puede observar que los mejores tratamientos a los doce meses de edad de la plantación son el T3 (Ec 833 p/ha) y T8 (Co 833 p/ha) con 0,019 m².

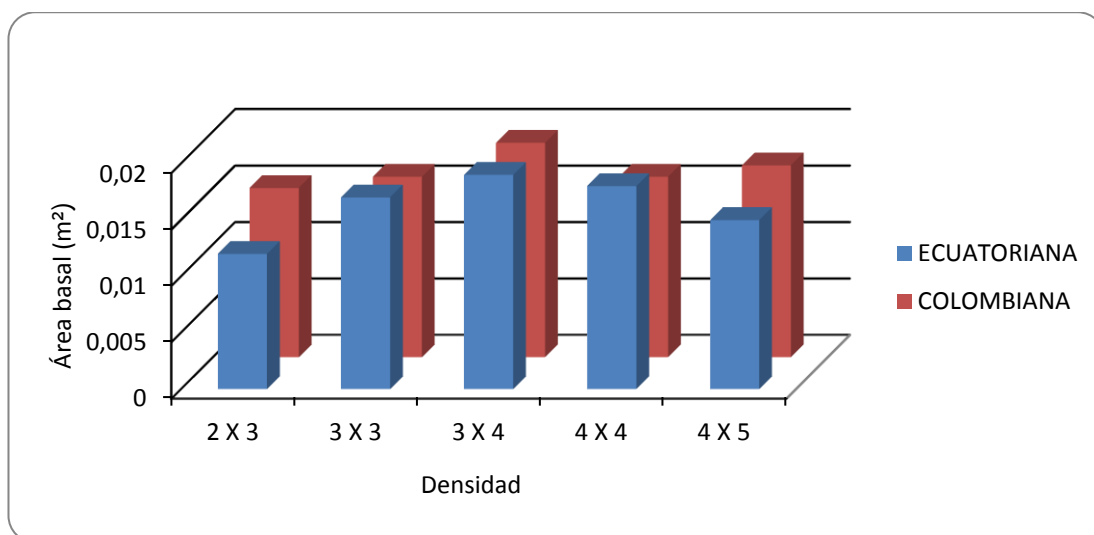


Figura 12. Comparación de Área Basal (m²) de las plantas de balsa de dos procedencias y cinco densidades poblacionales en el primer año de establecimiento.

En la figura 12 se observa el crecimiento de área basal de cinco densidades poblacionales a los doce meses de edad de la plantación, siendo la mejor densidad poblacional la de 3 X 4 m tanto para las procedencias Ecuatoriana y Colombiana.

4.5. CORRELACIONES

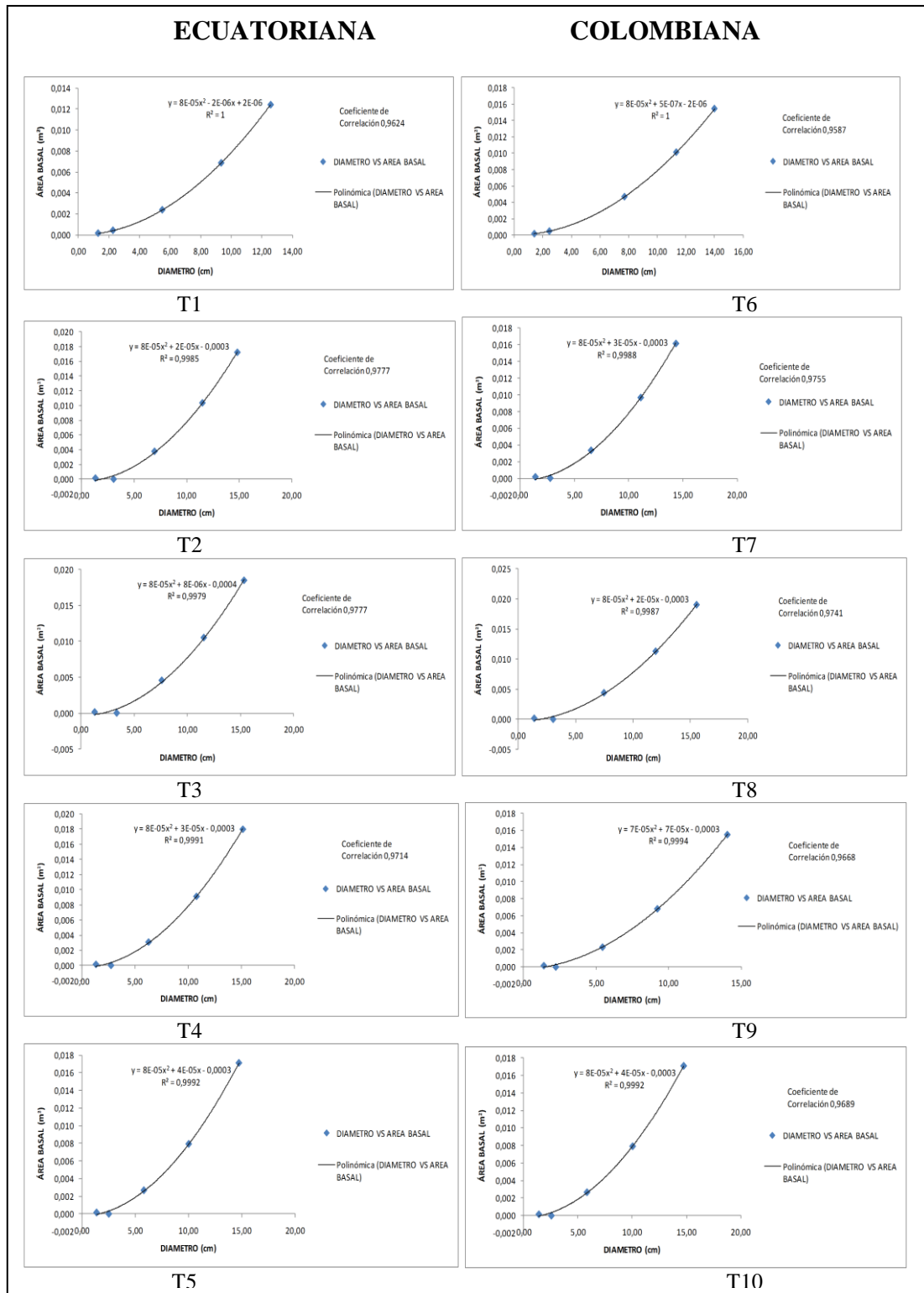


Figura 13. Correlaciones entre las variables diámetro vs área basal por tratamientos y procedencias.

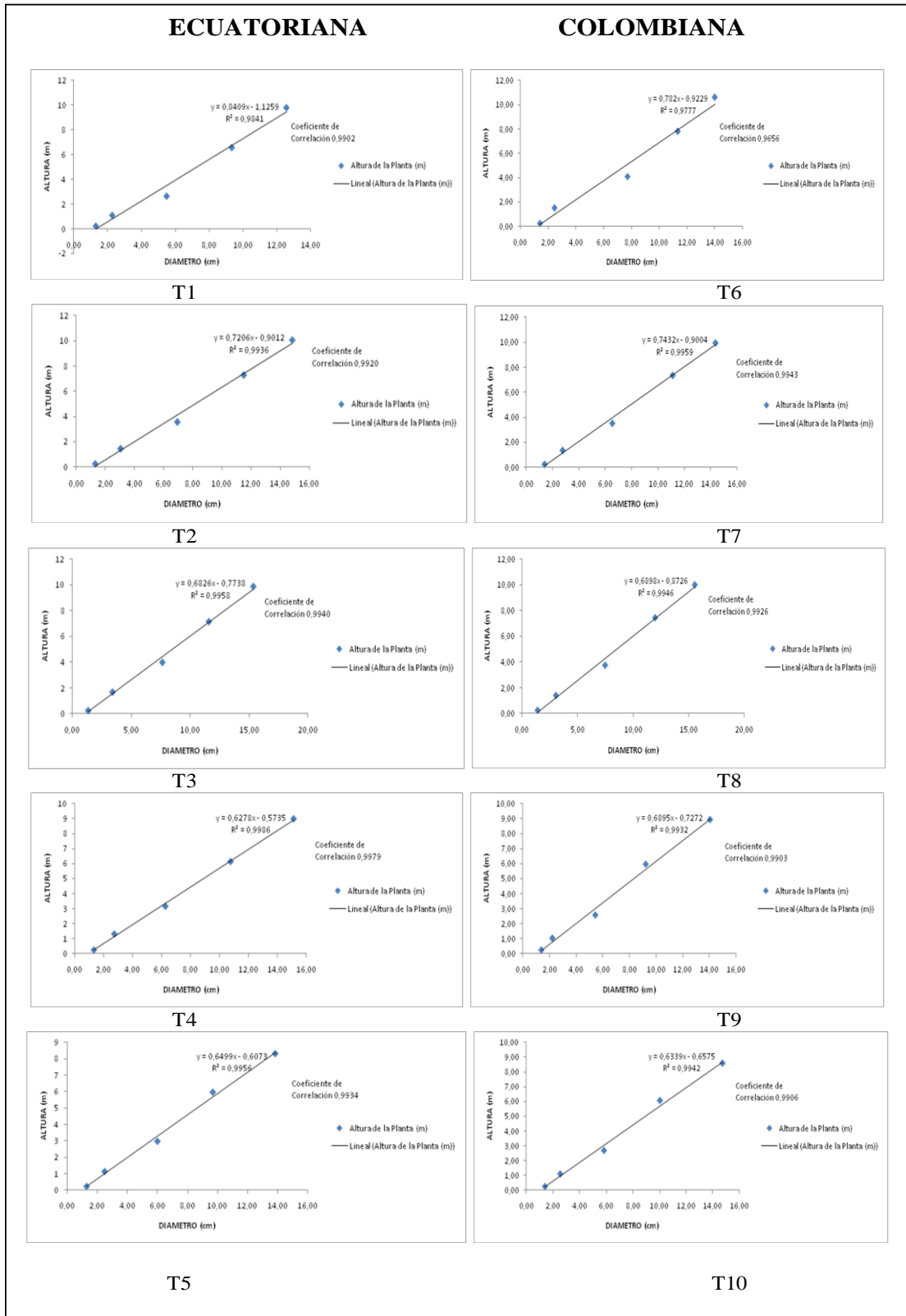


Figura 14. Correlaciones entre las variables altura vs diámetro por tratamientos y procedencias.

En la figura 13 se observa que existe una relación directamente proporcional entre la variable diámetro vs área basal por tratamientos y procedencias; el coeficiente de determinación está entre 96% y 99%. Lo anterior indica que por cada centímetro que los árboles ganan en diámetro, tienen un incremento de 0,001 m² de área basal.

En la figura 14 se observa que existe una relación directamente proporcional entre la variable altura vs diámetro por tratamientos y procedencias; el coeficiente de determinación está entre 98% y 99%. Lo anterior indica que por cada centímetro que los árboles ganan en diámetro, tienen un incremento de 1 m en altura.

El comportamiento que se observa en las correlaciones es muy similar para las dos procedencias, es decir que no existe diferencia, ello sustenta a los resultados estadísticos presentados anteriormente.

4.6. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

En la cuadro 15 se observa que los mayores porcentajes de árboles rectos se presentan en los tratamientos T6 (Co 1 666 p/ ha), T7 (Co 1 111 p/ ha) y T1 (Ec 1 666 p/ ha).

Cuadro 15. Análisis morfológico de dos procedencias y cinco densidades poblacionales a los doce meses de edad.

| Tratamiento | R5 | B4 | T3 | I2 | S1 | M0 |
|---------------------|-------|------|-------|------|------|-------|
| T1 (Ec 1 666 p/ha) | 88,9% | 0,0% | 2,8% | 2,8% | 0,0% | 5,6% |
| T2 (Ec 1 111 p/ ha) | 84,8% | 0,0% | 3,0% | 3,0% | 0,0% | 9,1% |
| T3 (Ec 833 p/ ha) | 84,4% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 3,3% | 12,2% |
| T4 (Ec 625 p/ ha) | 83,1% | 0,0% | 2,8% | 2,8% | 0,0% | 11,4% |
| T5 (Ec 500 p/ ha) | 77,8% | 5,6% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 16,7% |
| T6 (Co 1 666 p/ha) | 91,7% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 8,3% |
| T7 (Co 1 111 p/ ha) | 91,7% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 8,3% |
| T8 (Co 833 p/ ha) | 79,8% | 9,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 11,1% |
| T9 (Co 625 p/ ha) | 72,2% | 0,0% | 5,6% | 0,0% | 0,0% | 22,2% |
| T10 (Co 500 p/ ha) | 66,7% | 3,3% | 12,2% | 5,6% | 0,0% | 12,2% |

En el cuadro anterior se observa que los mejores tratamientos a los doce meses de edad de la plantación son el T6 (Co 1 666 p/ha), T7 (Co 1 111 p/ha) con el 91,7% de árboles rectos y el T1 (Ec 1 666 p/ha) con 88,9% de árboles rectos, a diferencia de Paillacho (2010) que mantuvo el 99,2% de árboles rectos a una densidad poblacional de 1 111 p/ha, por ello se determinada que la mejor morfología se presenta en mayores densidades poblacionales.

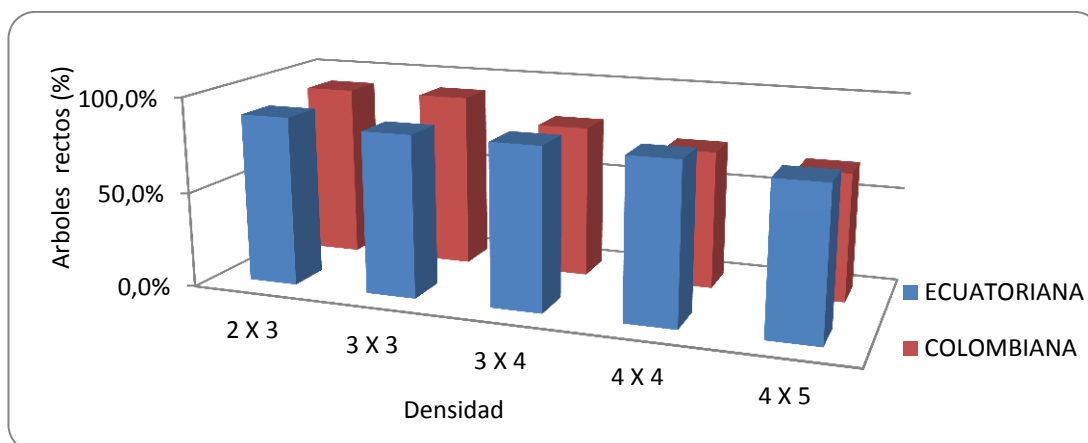
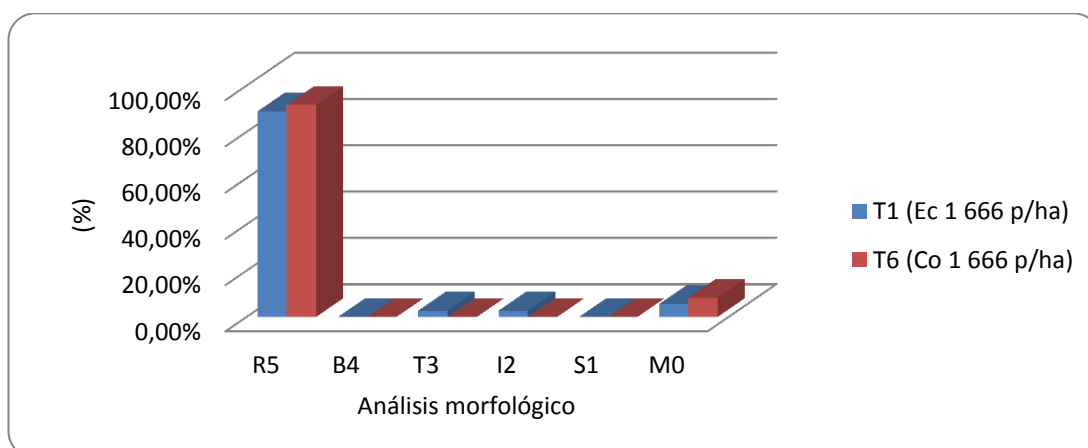


Figura 15. Porcentaje de árboles rectos de dos procedencias y cinco densidades poblacionales a los doce meses de edad.

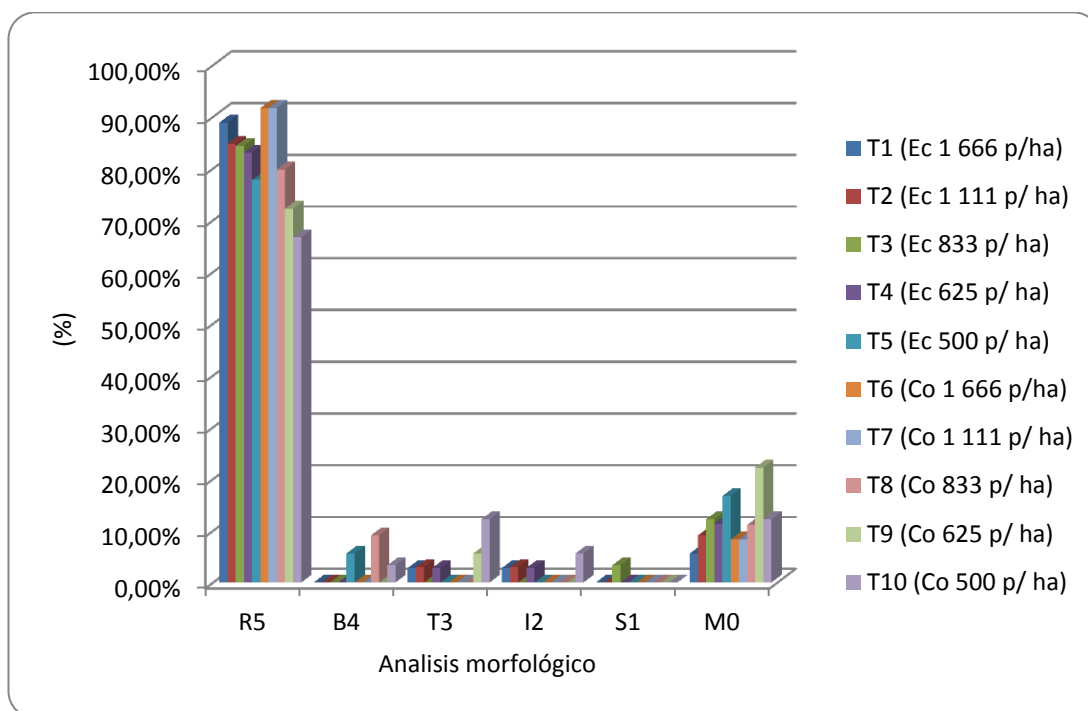
En la figura 15 se observa el porcentaje de árboles rectos de dos procedencias y cinco densidades poblacionales a los doce meses de edad de la plantación, donde la densidad poblacional que mayor porcentaje de árboles recto obtuvo es la de 2 X 3 m y 3 X 3 m para la procedencia Colombiana y la de 2 X 3 m para la procedencia Ecuatoriana.



Leyenda: R5 = Recto, B4 = Bifurcado, T3 = Torcido, I2 = Inclinado, S1 = Suprimido, M0 = Muerto.

Figura 16. Comparación del análisis morfológica de los mejores tratamientos de balsa a los doce meses de edad de la plantación.

En la figura 16 se observa los porcentajes de árboles rectos, bifurcados, torcidos, inclinados, suprimidos y muertos de los mejores tratamientos a los doce meses de edad de la plantación.



Leyenda: R5 = Recto, B4 = Bifurcado, T3 = Torcido, I2 = Inclinado, S1 = Suprimido, M0 = Muerto.

Figura 17. Análisis morfológico de diez tratamientos de balsa a los doce meses de edad.

En la figura 17 se observa que los tratamientos T6 (Co 1 666 p/ha), T7 (Co 1 111 p/ha) y T1 (Ec 1 666 p/ha) tienen el porcentaje más alto de árboles rectos, de acuerdo a los resultados se interpreta a que a mayor densidad poblacional, mayor es el porcentaje de árboles rectos, debido a la competencia por luz y entre otros factores a los que estarían sometidos los árboles.

4.7. BIOMASA

La biomasa que disponía el terreno antes de realizar la preparación del terreno para el establecimiento de la plantación era de 892,92 g/m² que representa 8 929,20 kg/ha correspondiente al 23,13% de materia seca obtenida de la muestra sometida a estufa a 60 °C, en donde predominaban especies de gramíneas como Saboya (*Panicum maximun*) y leguminosas como Pueraria (*Pueraria pubecens*).

Cuadro 16. Biomasa (kg/ha) de dos procedencias y cinco densidades poblacionales.

| Tratamientos | Biomasa (kg/ha) | |
|---------------------|-----------------|----------|
| | 6 Meses | 12 Meses |
| T1 (Ec 1 666 p/ha) | 13672,97 | 27745,52 |
| T2 (Ec 1 111 p/ ha) | 11531,64 | 24029,92 |
| T3 (Ec 833 p/ ha) | 9889,82 | 20519,17 |
| T4 (Ec 625 p/ ha) | 7668,31 | 17549,99 |
| T5 (Ec 500 p/ ha) | 5455,9 | 16065,9 |
| T6 (Co 1 666 p/ha) | 11179,96 | 23432,26 |
| T7 (Co 1 111 p/ ha) | 8486,43 | 17546,29 |
| T8 (Co 833 p/ ha) | 6354,29 | 14999,82 |
| T9 (Co 625 p/ ha) | 5002,37 | 12810,94 |
| T10 (Co 500 p/ ha) | 4056,24 | 11198,97 |

Los resultados obtenidos en el cuadro 13 muestran claramente que a mayor densidad de siembra mayor es el aporte de biomasa al suelo, esto se debe a que las plantas de balsa como cualquier otro cultivo forestal, a mayor densidad poblacional, mayor es la competencia por luz, estimulando de esta manera la poda natural de las ramas y hojas que tiene la especie. Cabe recalcar que al competir por luz las hojas y

ramas bajas no pueden realizar el proceso de fotosíntesis por el cual dejan de ser funcionales, envejecen rápidamente y caen.

En la figura 18 se observa la biomasa presente a los cero meses previo a la plantación, siendo la biomasa homogénea debido a que se tomó varias muestras en el área de investigación donde el material vegetativo existente era gramíneas como pasto Saboya (*Panicum maximun*) y leguminosas como Pueraria (*Pueraria pubecens*), a partir de los seis y doce meses de edad de la plantación el aporte de materia orgánica presente se tomó de cada uno de los tratamientos donde los mejores tratamientos son los T1 (Ec 1 666 p/ha), T2 (Ec 1 111 p/ha) y T6 (Co 1666 p/ha ya que aportó con mayor cantidad de biomasa a diferencia de los otros tratamientos.

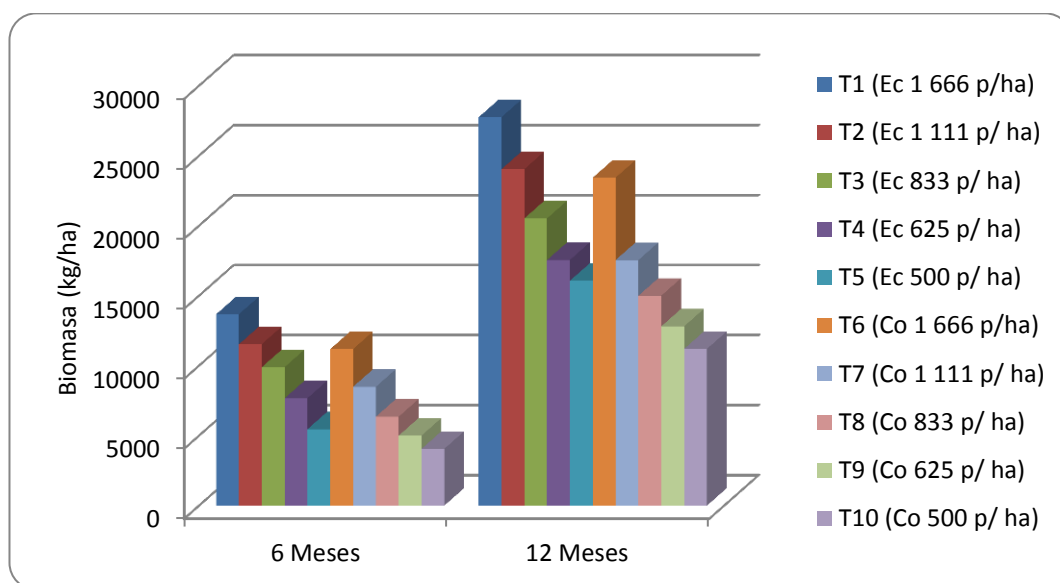


Figura 18. Aporte de biomasa de dos procedencias de balsa y cinco densidades poblacionales durante el primer año de edad de la plantación.

4.8. COSTOS DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO

Para el cálculo de costos de establecimiento y manejo de balsa de los doce meses de edad que representó el estudio, se analizó todos los gastos empleados en cada una de las actividades realizadas por procedencias y densidades poblacionales aplicadas.

Cuadro 17. Costos de establecimiento y manejo de dos procedencias y cinco densidades poblacionales de balsa durante el primer año de edad de la plantación (Ver anexo 4).

| Tratamientos | Preparación del terreno | Plantación y manejo | Total |
|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------|
| T1 (Ec 1 666 p/ha) | \$ 439,28 | \$ 1.336,99 | \$ 1.776,27 |
| T2 (Ec 1 111 p/ ha) | \$ 414,88 | \$ 1.077,08 | \$ 1.491,96 |
| T3 (Ec 833 p/ ha) | \$ 372,64 | \$ 942,08 | \$ 1.314,72 |
| T4 (Ec 625 p/ ha) | \$ 356,00 | \$ 862,68 | \$ 1.218,68 |
| T5 (Ec 500 p/ ha) | \$ 346,00 | \$ 801,98 | \$ 1.147,98 |
| T6 (Co 1 666 p/ha) | \$ 439,28 | \$ 1.390,97 | \$ 1.830,25 |
| T7 (Co 1 111 p/ ha) | \$ 414,88 | \$ 1.113,08 | \$ 1.527,96 |
| T8 (Co 833 p/ ha) | \$ 372,64 | \$ 969,07 | \$ 1.341,71 |
| T9 (Co 625 p/ ha) | \$ 356,00 | \$ 882,93 | \$ 1.238,93 |
| T10 (Co 500 p/ ha) | \$ 346,00 | \$ 818,18 | \$ 1.164,18 |

En el cuadro 17 se muestran los costos de establecimiento y mantenimiento de balsa desde los cero hasta los doce meses de edad de la plantación, que se utilizó para las dos procedencias y las cinco densidades poblacionales; siendo más costosa la planta de balsa de procedencia Colombiana (\$ 0,15), en vista de que se importó la

semilla, lo que representó \$ 0,03 adicionales en comparación con el costo de las plantas de procedencia ecuatoriana que fue de \$ 0,12.

V. CONCLUSIONES

En la presente investigación realizada, no existe diferencia significativa entre procedencias, pero si existe diferencia entre densidades poblacionales, durante el primer año de vida de la plantación de balsa.

Los mejores tratamientos en cuanto a crecimiento en altura fueron el T6 (Colombiana 1 666 plantas/hectárea) y T2 (Ecuatoriana 1 111 plantas/hectárea), con respecto al diámetro los mejores tratamientos fueron el T3 (Ecuatoriana 833 p/h) y T8 (Colombiana 833 p/h) durante el primer año de vida de la plantación.

El crecimiento más rápido que se registró en cuanto a altura durante el primer año de vida de la plantación fue entre los 6 y 9 meses, con un desarrollo promedio mensual de 1,24 m para las dos procedencias y con un diámetro de 1,32 cm mensuales para la procedencia Ecuatoriana y 1,50 cm mensuales para la procedencia Colombiana.

La mejor densidad poblacional durante el primer año de la plantación fue la de 3 X 4 (833 plantas/hectárea), ya que tuvo el mejor desarrollo tanto en altura como en diámetro para las dos procedencias.

Los tratamientos que mayor sobrevivencia presentaron a los doce meses de edad de la plantación fueron el T4 (Ecuatoriana 625 plantas/hectárea) y T6 (Colombiana 1 666 plantas/hectárea).

Los tratamientos T6 y T7 de procedencia Colombiana con 1 666 plantas/hectárea y 1 111 plantas/hectárea respectivamente, tuvieron el 91,7% de árboles rectos y el tratamiento T1 de procedencia Ecuatoriana de 1 666 plantas/hectárea tuvo el 88,9% de árboles rectos.

Los tratamientos T1 y T6 de 1 666 p/h de procedencia Ecuatoriana y Colombiana aportaron con mayor cantidad de biomasa a los doce meses de edad de la plantación.

Económicamente, el tratamiento de menor costo durante el primer año de vida de la plantación fue el T5 (Ecuatoriana 500 plantas/hectárea), frente al T6 (1 666 plantas/hectárea) que fue el de mayor costo, sin embargo el mejor tratamiento en cuanto a crecimiento de las variables evaluadas fue el tratamiento T3 (Ecuatoriana 833 plantas/hectárea).

VI. RECOMENDACIONES

En base a nuestra investigación y resultados obtenidos, se determinó para estas condiciones edafoclimáticas, plantaciones de balsa de procedencia Ecuatoriana a densidades poblacionales con 833 plantas/hectárea.

Darle continuidad al estudio, con la finalidad de determinar si la densidad poblacional de 833 plantas/hectárea se mantiene como el mejor tratamiento.

Realizar un estudio a nivel celular (ADN) de la balsa para determinar la diferencia entre las dos procedencias colombiana y ecuatoriana, además se debe acentuar con el estudio a nivel regional de sitios de desarrollo de la balsa para caracterizar y validar la mejor semilla en el país.

Continuar con el estudio del aporte de biomasa de la balsa, para determinar cuál es el periodo donde existe mayor incremento, tomando en cuenta la edad de la plantación, densidades poblacionales y manejo silvicultural.

Para lograr que los árboles tengan una morfología recta es necesario iniciar con densidades poblacionales altas, para posteriormente realizar los tratamientos silviculturales principalmente como son los raleos.

Con la finalidad de que la sobrevivencia sea sobre los 90% es necesario realizar la plantación el primeros meses de la etapa invernal como también es indispensable contar con un buen material plantas a nivel de vivero, es decir con

plantas de calidad, además se debe realizar oportunamente las labores culturales que exige el cultivo.

Para disminuir los costos de establecimiento y manejo durante el primer año de vida de la plantación, es necesario abastecernos de materiales e insumos locales, como también se debe emplear mano de obra cerca a los sitios de plantación.

VII. RESUMEN

Esta investigación se realizó en la Hacienda Salazar la misma que dispone de características edafoclimáticas adecuadas para el establecimiento que el cultivo de balsa exige, los suelos en el sector son limo arcillosos y arenosos con pH de 5,6 de topografía plana, bien drenados y con abundante materia orgánica, la altitud está a los 180 m.s.n.m, con precipitaciones de 2980 mm/año y heliofanía de 660 horas/sol/año.

Se estudió dos procedencias de balsa (ecuatoriana y colombiana) bajo cinco densidades de poblacionales (1 666, 1 111, 825, 625 y 500 p/ha) donde se determinó el desarrollo del cultivo de balsa durante el primer año vida de la plantación, obteniendo datos de altura, diámetro y área basal, así como también el análisis morfología, sobrevivencia, aporte de biomasa al suelo y costos de producción, identificando que procedencia y densidad poblacional es la más adecuada para esta zona.

El modelo experimental aplicado fue en Parcela Dividida, conducido en un diseño de Bloques completos al azar, donde la parcela grande corresponde a las Procedencias (P) y las parcelas pequeñas a las densidades poblacionales (D).

Los mejores tratamientos son el T6 (Co 1 666 p/ha) con 10,61 m y T2 (Ec 1 111 p/ha) con 10,05 m en la variable altura; el T8 (Co 833 p/ha) con 15,56 cm y T3 (Ec 833 p/ha) con 15,36 cm en la variable diámetro; el T3 (Ec 833 p/ha) con 0,019 m² y T8 (Co 833 p/ha) con 0,019 m² en la variable área basal, en el análisis

morfológico el mejor fue el T6 (Co 1 666 p/ha) con el 91,7% de árboles rectos y el T1 (Ec 1 666 p ha) con el 88,9% árboles retos, en la variable sobrevivencia el T4 (Ec 625 p/ha) con 94,4% y el T9 (Co 625 p/ha) con 91,7%, en el aporte de biomasa el T1 de 1 666 p/ha contribuyó con 27 745,52 kg/ha y T6 de 1 666 p/ha contribuyó con 23 432,26 kg/ha y Económicamente, el tratamiento T5 (Ec 500 p/ha) fue el menos costoso con \$ 1 147,98.

Las dos procedencias utilizadas en esta investigación demostraron similar comportamiento en cuanto a crecimiento se refiere, a diferencia de lo que sucede con la balsa Colombiana que fue más susceptible al ataque de plagas y enfermedades principalmente en la fase de vivero y en los primeros meses de edad de la plantación.

VIII. SUMARIO

This research was conducted on the Hacienda Salazar which features edaphoclimatic suitable for the establishment of raft culture requires, soils in the sector are clayey and Sandy silt with pH of 5,6 for surveying flat, well drained and with abundant organic matter, this altitude the 180 meters above sea level, with rainfall of 2 980 mm/year and 660 hours/Sun/year.

Study two provenances of raft (Ecuadorian and Columbian) and five densities of poblacionales (1 666, 1 111, 825, 625 p/ha) where the development of cultivation raft was determined during the first year video of the plantation, now data of height, diameter and basal area, as well com also identified origin and population density analysis, morphology, survival, contribution of biomass to the soil and production costs, is the most appropriate for this area.

The applied experimental model was in split plot, driven in a complete block design at random, where the plot corresponds to the provenances (P) and small parcels to population densities (D).

The best treatments are the T6 (Co 1 666 p/ha) with 10,61 m and T2 (Ec 1 111 p/ha) variable height 10,05 m; 15,56 cm T8 (Co 833 p/ha) and T3 (Ec 833 p/ha) with 15,36 in the variable diameter; T3 (Ec 833 p/ha) 0,019 m² and T8 (Co 833 p/ha) 0,019 m² in the variable basal area, in the morphological analysis the best was the T6 (Co 1 666 p/ha) with 91,7% of trees straight and the T1 (Ec 1 666 p/ha) con el 88,9% trees challenges, in the variable survival the T4 (Ec 625 p/ha) with 94,4% and

the T9 (Co 625 p/ha) with 91,7%, on the contribution of biomass T1 (1 666 p/ha) contributed 27 745,52 kg /ha and T6 (Co 1 666 p/ha) has contributed with 23 432,26 kg/ha and economically, T5 (Ec 500 p/ha) treatment was the least expensive with \$ 1 147,98.

The two sources used in this research showed similar behavior in terms of growth refers, unlike what happens with the Colombian raft that was more susceptible to attack by pests and diseases mainly in the nursery phase and in the first months of age of the plantation

IX. BIBLIOGRAFÍA

ANDES, 2012. Gobierno de Ecuador prevé reforestar entre 10 y 15 mil hectáreas en 2012. Consultado 1 de mayo del 2012. Disponible en <http://andes.info.ec/2009-2011.php/?p=139530>

Burley J., 1969. Metodología de los ensayos de procedencia de especies forestales. Unasyuva N° 94 .Consultado 3 de noviembre del 2009. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/93269s/93269s05.htm>

Butterfield R. 1995. Desarrollo de especies forestales en tierras bajas húmedas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 260,41p. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/ochroma_pyramidale.htm

Carrere R., 1999. Deforestación y monocultivos forestales en Ecuador: Las venas siguen abiertas. Ecuador. WRM. Consultado 11 de agosto del 2009. Disponible en <http://www.wrm.org.uy/paises/Ecuador/venas.html>

Cedeño J., 2009. Madera de balsa. Articuloz. Consultado. 3 de noviembre del 2009. Disponible en <http://www.articuloz.com/medio-ambiente-articulos/madera-de-balsa-803399.html>

Coloma L. 2006. Deforestación. Quito-Ecuador. La televisión. Consultado 22 de julio de 2009. Disponible en http://www.tvecuador.com/index.php?option=com_reportajes&id=192&view=showcanal

CORPEI, 2008. Perfiles de productos. Perfil de madera y elaborados. Ecuador Exporta. CORPEI. Consultado 3 de noviembre de 2009. Disponible en <http://www.ecuadorexporta.org/contenido.ks?contenidoId=293&contenidoId=293>

Ecuador Forestal., 2007. Ficha técnica No. 5, balsa. org. Ecuador. Consultado 17 de julio del 2009. Disponible en <http://www.ecuadorforestal.org/download/contenido/balsa.pdf>

EcuRed, 2012. Balsa (Árbol). Ecured. Consultado 10 de mayo de 2012. Disponible en http://www.ecured.cu/index.php/Balsa_%28%C3%81rbol%29

El Semillero, 2008. Guía de reforestación. adaptación, usos, madera, vivero, rendimiento y silvicultura de 95 especies. Balso – *Ochroma pyramidale* Sin. *Ochroma lagopus*. Bogotá, Colombia. Consultado 3 de noviembre del 2009. Disponible en http://www.elsemillero.net/listado_especies.php?id=17

El Semillero, 2009. Guía de reforestación. Adaptación, usos, madera, vivero, rendimiento y silvicultura de 95 especies. Balso – *Ochroma pyramidale* Sin. *Ochroma lagopus*. Bogotá, Colombia. Consultado 11 de agosto del 2009. Disponible en <http://elsemillero.net/nuevo/index.php/balso.html>.

Espinoza E., 2007. Regionales - Forestación. Incentivan cultivo de balsa. E-campo. Ecuador. Consultado 17 de julio del 2009. Disponible en <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=A3662695-188B-7C0F-F2A69FDD2F484F46>

Francis K., 1991. *Ochroma pyramidale* Cav. Balsa. SO-ITF-SM-41. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p. Consultado 8 de septiembre del 2009. Disponible en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Ochromapyramidale.pdf>

FUCOL, 2010. El balsa excelente inversión. Potencial forestal de Colombia. Consultado el 14 de mayo de 2012. Disponible en <http://forestalcolombia.fullblog.com.ar/el-balsa-exelente-inversion.html>

González B. et al, 2010. Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos – Ecuador. Consultado 1 de mayo del 2012. Disponible en http://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C1_2n22010.pdf

Guanokuiza S. & Martínez S., 2002. Propuesta de un modelo de planeación estratégica para la balseira Tecnocampo cia. Ltda. Ingeniería de administración de empresas 9 semestres, Santo Domingo – Ecuador, km 5 vía Santo Domingo – Chone. Universidad Tecnológica Equinoccial. Págs. 14 - 17

Klinkicht S., 2007. Veda en los bosques. Diario hoy. Quito- Ecuador. Consultado 22 de julio del 2009. Disponible en <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/veda-en-los-bosques-273497-273497.html>

Orozco L. & Brumér C., 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en America Central/eds. CATIE, 2002. (Serie Técnica. Manual Técnico/nº. 50). pags., 202- 207.

Paillacho 2010. Tesis de grado. “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 cantón Santo Domingo”. Pags. 28 – 85.

PROFAFOR, 2008. Semillas de Venta. Profafor S.A. Quito – Ecuador. Consultado 3 de noviembre de 2009. Disponible en http://www.profafor.com/index.php?option=com_content&task=view&id=10&Itemid=80

Rizzo P. 2007. Especies seleccionadas para la forestación: eucalipto tropical, teca, melina, pino caribe, guayacán, laurel, balsa, eucalipto glóbulos y pino. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. SICA. Guayaquil – Ecuador http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/forestacion/especies_maderables.htm

Rizzo P. 2004. La balsa. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. SICA. Guayaquil – Ecuador. Consultado 17 de julio del 2009. Disponible en http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/forestacion/la_balsa.htm

Sierra, R., Cerón, C., Palacios W. y Valencia, R. 1999. Mapa de vegetación del Ecuador Continental. Escala 1:1.000.000. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF, Conservation Society y Ecoiencia. Quito, Ecuador. Consultado 3 de noviembre del 2009. Disponible en http://www.cifopecuador.org/uploads/docs/Mapa_tipos_vegetacion.jpg

Tropicos.org, 2012. Missouri Botanical Garden. Consultado el 17 de Septiembre del 2012. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/3900204?langid=66>

Vocalia, 2007. Cultivo de la Balsa (*Ochroma lagopus*). Fdacm. Artículos Consultado 01 mayo 2012. Disponible en <http://www.fdacm.com/aero/artic/articulo.asp?id=28>

Zamora N., 2000. INbio. Especies de Costa Rica-Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.)Urb._(Balsa.), Costa Rica. Consultado 11 de agosto del 2009. Disponible en <http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=detail.html&-Op=eq&id=1431&-Find>