



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**“EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN
SEXUAL, ASEXUAL Y COMPORTAMIENTO DE MELINA
(*Gmelina arborea* Roxb), EN PLANTACIÓN, EN LA HACIENDA
PITZARÁ, CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO,
PROVINCIA DE PICHINCHA.”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

SIMBAÑA BRITO MARIO ALBERTO

RIOBAMBA- ECUADOR

2016

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado **“EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN SEXUAL, ASEXUAL Y COMPORTAMIENTO DE MELINA (*Gmelina arborea* Roxb), EN PLANTACIÓN, EN LA HACIENDA PITZARÁ, CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO, PROVINCIA DE PICHINCHA,** de responsabilidad del Sr. Egresado Mario Alberto Simbaña Brito, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

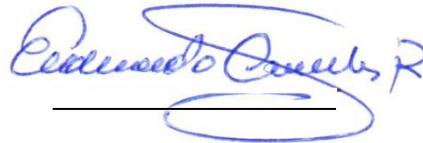
Ing. Sonia Rosero.

DIRECTORA



Ing. Eduardo Cevallos.

MIEMBRO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

Riobamba, Marzo del 2016

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Mario Alberto Simbaña Brito, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 11 de Mayo del 2016



Mario Alberto Simbaña Brito

1719074161

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual y exclusiva del autor y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH

DEDICATORIA

A Dios, quien me ha concedido la vida, el conocimiento y la salud, para sobrellevar ante las adversidades y tomar las mejores decisiones y culminar, un gran sueño.

A mis padres, Manuel Simbaña y Anita Brito, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mí apoyo y pilar en todo momento. Depositando su total confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia y capacidad. Sé del orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

A mis hermanas, Verito, Sandrita y Vanesita por brindarme siempre su fuerza y apoyo incondicional, porque me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

A todos mis amigos y compañeros quienes siempre estuvieron dispuestos a brindarme ayuda y apoyo cuando lo precise, compartiendo los buenos y malos momentos en las aulas de clases, por estar en los momentos que más necesite de su apoyo gracias por la confianza y apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir con este sueño.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento infinito a DIOS por darme la luz, bendiciones, conocimiento y firmeza para concluir el presente trabajo.

A mis padres por su amor, cariño, constancia y apoyo incondicional ya que sin ellos nada de esto habría sido posible. A mis hermanas quienes con su apoyo han aportado en lograr mi gran objetivo ser un profesional, un agradecimiento a mis y amigos quienes siempre estuvieron dispuestos a brindarme ayuda y apoyo cuando lo necesite.

A la Ing. Sonia Rosero. Director y al Ing. Eduardo Cevallos, miembro del tribunal de tesis, quienes me han orientado en la realización de este proyecto.

A la Empresa Rio Verde Servicio Técnicos Agroforestales SERAGROFOREST.SA “Hda. Pizará” por haberme facilitado sus instalaciones para realizar este trabajo, de manera especial mi agradecimiento al Ing. Mauricio Tapia, Jefe de Zona, de las actividades Silvícolas de la empresa, por depositar su confianza en mí, por su apoyo incondicional.

Finalmente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haberme abierto sus puertas para concluir con mis estudios superiores.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	iii
LISTA DE GRÁFICOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
I. TÍTULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. JUSTIFICACIÓN	2
B. OBJETIVOS	2
1. Objetivo General.....	2
2. Objetivos Específicos	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
A. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	4
1. Plantaciones Forestales	4
2. Definición especie exótica	5
B. ESPECIE EN ESTUDIO (<i>Gmelina arborea</i> Roxb)	6
1. Origen y Distribución	6
2. Clasificación Botánica	6
C. PROPAGACIÓN POR DOS MÉTODOS ASEXUAL Y SEXUAL.....	09
1. Reproducción por vía asexual.....	09
2. Reproducción por vía sexual.....	11
D. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE MELINA	12
1. Caracteres que pueden ser mejorados en melina.....	12
E. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS SILVICULTURALES.....	13
1. Podas de la melina	14
2. Usos de la madera.....	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	15
1. Localización.....	15
2. Ubicación geográfica de la hacienda Pitzará	16

3. Características climatológicas de la hacienda Pitzará	16
4. Clasificación ecológica.....	17
5. Topografía de la hacienda Pitzará.....	17
B. MATERIALES Y EQUIPOS.....	17
1. Equipos y materiales de campo	17
2. Equipos y materiales de oficina.....	17
C. METODOLOGÍA.....	17
1. Tipo de diseño experimental.....	18
2. Factores de estudio	18
3. Características específicas del campo experimental.....	18
4. Análisis estadístico.....	19
5. Análisis funcional.....	19
D. MÉTODOS DE EVALUACIÓN	19
1. Parámetros cuantitativos y cualitativos a evaluar en la investigación.....	19
2. Evaluación del efecto que ocasiona el manejo silvicultural en la plantación melina. ...	21
E. MANEJO DEL ENSAYO	22
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
A. DETERMINACIÓN DEL MÉTODO DE PROPAGACIÓN QUE TENGA UN MAYOR CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN PLANTACIÓN.....	24
1. Evaluación y análisis estadísticos de variable altura	24
2. Evaluación y análisis estadísticos de variable del diámetro basal.....	29
B. DEFINIR EL EFECTO QUE OCASIONA EL MANEJO SILVICULTURAL EN LA PLANTACIÓN DE MELINA (<i>Gmelina arborea</i> Roxb).....	34
1. Evaluación y análisis estadísticos de variable diámetro de copa.....	35
2. Evaluación y análisis del número de ramas	44
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES.....	57
VIII. RESUMEN	58
IX. ABSTRACT	59
X. BIBLIOGRAFÍA	60
XI. ANEXOS.....	63

LISTA DE CUADROS

N°	CONTENIDO	Página
01	Esquema del análisis de varianza (ADEVA).	19
02	Parámetro para la evaluación de la calidad de especies forestales	21
03	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 3 meses de plantado	24
04	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 6 meses de plantado.	25
05	Prueba de Tukey al 5% para la altura a los 6 meses de plantado.	25
06	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 9 meses de plantado.	26
07	Prueba de Tukey al 5% para la altura a los 9 meses de plantado.	27
08	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 12 meses de plantado	28
09	Prueba de Tukey al 5% para la altura a los 12 meses de plantado.	28
10	Análisis de varianza para el diámetro basal a los 3 meses de plantado.	29
11	Análisis de varianza para el diámetro basal a los 6 meses de plantado	30
12	Prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal a los 6 meses de plantado.	31
13	Análisis de varianza para el diámetro basal a los 9 meses de plantado.	32
14	Prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal a los 9 meses de plantado	32
15	Análisis de varianza para el diámetro basal a los 12 meses de plantado	33
16	Prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal a los 12 meses de plantado.	33
17	Análisis de varianza para el diámetro de copa 1 a los 3 meses de plantado.	35
18	Prueba de Tukey al 5% para la copa 1 a los 3 meses de plantado.	36
19	Análisis de varianza para el diámetro de copa 1 a los 6 meses de plantado.	37
20	Prueba de Tukey al 5% para la copa 1 a los 6 meses de plantado.	37

21	Análisis de varianza para el diámetro de copa 1 a los 9 meses de plantado.	38
22	Análisis de varianza para el diámetro de copa 1 a los 12 meses de plantado.	39
23	Análisis de varianza para el diámetro de copa 2 a los 3 meses de plantado.	40
24	Análisis de varianza para el diámetro de copa 2 a los 6 meses de plantado.	41
25	Prueba de Tukey al 5% para la copa 2 a los 6 meses de plantado.	42
26	Análisis de varianza para el diámetro de copa 2 a los 9 meses de plantado.	43
27	Análisis de varianza para el diámetro de copa 2 a los 12 meses de plantado.	44
28	Análisis de varianza para el número de ramas a los 3 meses de plantado.	45
29	Análisis de varianza para el número de ramas a los 6 meses de plantado.	46
30	Prueba de Tukey al 5% para el número de ramas a los 6 meses de plantado	47
31	Análisis de varianza para el número de ramas a los 9 meses de plantado.	48
32	Análisis de varianza para el número de ramas a los 12 meses de plantado.	49
33	Análisis de varianza para la calidad de la planta a los 3 meses de plantado.	50
34	Prueba de Tukey al 5% para el número de ramas a los 3 meses de plantado.	50
35	Análisis de varianza para la calidad de la planta a los 6 meses de plantado.	51
36	Análisis de varianza para la calidad de la planta a los 9 meses de plantado.	52
37	Prueba de Tukey al 5% para la calidad a los 9 meses de plantado.	53
38	Análisis de varianza para la calidad de la planta a los 12 meses de plantado.	54
39	Prueba de Tukey al 5% para la calidad de planta a los 12 meses de plantado.	54

LISTA DE GRÁFICOS

N°	CONTENIDO	Página
01	Análisis estadístico de la altura a los 3 meses.	24
02	Análisis estadístico de la altura a los 6 meses.	26
03	Análisis estadístico de la altura a los 9 meses.	27
04	Análisis estadístico de la altura a los 12 meses	28
05	Análisis estadístico de diámetro basal a los 3 meses.	30
06	Análisis estadístico de diámetro basal a los 6 meses.	31
07	Análisis estadístico del diámetro basal a los 9 meses	32
08	Análisis estadístico del diámetro basal a los 12 meses	34
09	Análisis estadístico de copa 1 a los 3 meses.	36
10	Análisis estadístico de copa 1 a los 6 meses.	38
11	Análisis estadístico de copa 1 a los 9 meses.	39
12	Análisis estadístico de copa 1 a los 12 meses.	40
13	Análisis estadístico de copa 2 a los 3 meses.	41
14	Análisis estadístico de copa 2 a los 6 meses.	42
15	Análisis estadístico de copa 2 a los 9 meses.	43
16	Análisis estadístico de copa 2 a los 12 meses.	44
17	Análisis estadístico del Número de ramas a los 3 meses	46
18	Análisis estadístico del Número de ramas a los 6 meses	47
19	Análisis estadístico Número de ramas a los 9 meses.	48
20	Análisis estadístico Número de ramas a los 12 meses.	49

21	Análisis estadístico Calidad de planta a los 3 meses.	51
22	Análisis estadístico Calidad de planta a los 6 meses.	52
23	Análisis estadístico Calidad de planta a los 9 meses.	53
24	Análisis estadístico Calidad de planta a los 12 meses.	55

LISTA DE FIGURAS

N°	CONTENIDO	Página
01	Flores, semilla. (<i>Gmelina arbórea</i> Roxb)	07
02	Mapa general Predio “Silanche”.	15
03	Mapa individual. Predio “Silanche”.	16
04	Medición de altura de planta (<i>Gmelina arbórea</i> Roxb)	20
05	Medición de diámetros (<i>Gmelina arbórea</i> Roxb).	20
06	Medición de diámetro de copas (<i>Gmelina arbórea</i> Roxb).	21
07	Distribución de los tratamientos.	22
08	Control de maleza. (<i>Gmelina arbórea</i> Roxb).	22
09	Poda de melina. (<i>Gmelina arbórea</i> Roxb).	23

LISTA DE ANEXOS

N°	CONTENIDO	Página
01	Cuadro resumen de medias para la altura a los 3, 6, 9 y 12 meses.	63
02	Cuadro resumen de medias para Diámetro basal a los 3, 6, 9 y 12 meses.	63
03	Cuadro resumen de medias para la copa 1 a los 3, 6, 9 y 12 meses.	63
04	Cuadro resumen de medias para la copa 2 a los 3, 6, 9 y 12 meses.	64
05	Cuadro resumen de medias para el número de ramas a los 3, 6, 9 y 12 meses.	64
06	Cuadro resumen de medias para la calidad de planta a los 3, 6, 9 y 12 meses.	64

I. EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN SEXUAL, ASEXUAL Y COMPORTAMIENTO DE MELINA (*Gmelina arborea* Roxb), EN PLANTACIÓN, EN LA HACIENDA PITZARÁ, CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO, PROVINCIA DE PICHINCHA.

II. INTRODUCCIÓN

Ecuador es considerado uno de los 12 países mega diversos del planeta, la superficie del país es de 26'079.600 has, de las cuales el 18% son áreas de conservación, el 20% territorios indígenas y afro ecuatorianos y el 5% páramos, el resto son áreas que se destinan a actividades agropecuarias o que tienen bosques nativos no incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Conferencias Ecuatoriana de Religiosas, 2009). Se estima que en el Ecuador existe una superficie de 163.000 hectáreas de plantaciones (Moreira, 2011), de las cuales las plantaciones de la Sierra representan el 50 % y el restante 50% se localiza en la Costa y Amazonía. Aproximadamente el 48% corresponden en su mayoría a especies de Pino y Eucalipto, mientras que en la costa existen 20.000 ha de Teca, 10.000 ha de Balsa y 20.000 ha de otras plantaciones tropicales (Ecuadoragroforestal, 2015), considerando plantaciones forestales a poblaciones arbóreas sembradas o plantadas bajo la supervisión e intervención del hombre.

La *gmelina* (*Gmelina arborea* Roxb) especie nativa de la India fue introducida a nuestro país, dado que aquí se presentan condiciones edafológicas y climáticas favorables para su desarrollo, el cual bajo condiciones adecuadas presenta un alto índice de crecimiento en comparación con las especies nativas maderables de nuestro país. Esta especie es resistente a la sequía y al calor, conocida por su buen incremento diamétrico, altura y estabilidad, es una especie de rápido crecimiento, su diámetro aumenta aceleradamente en los primeros años (Rojas, Arías, Moya, Meza, Murillo, & Arguedas, 2004), por ser una especie esencialmente heliófita, es intolerante a la sombra y susceptible a la competencia de malezas, en especial de gramíneas y enredaderas.

Teniendo diferentes métodos de reproducción sea por: vía sexual (Huertos y rodales semilleros) y vía asexual (jardines clonales) teniendo que la melina es una de las especies forestales de mayor facilidad de propagar vegetativamente, siendo una especie con gran capacidad de rebrote y enraizamiento que no requiere de condiciones

especiales para lograrlo, al contrario que la reproducción con semilla ha sido ampliamente utilizada con esta especie en el país consiste básicamente en dos posibles categorías de fuentes semilleras: 1) Rodales semilleros a partir de plantaciones de muy alta calidad; 2) Huertos semilleros a partir de árboles plus a) injertados o clonados, o b) ensayos de progenie.

La presente investigación se la realizó con el propósito de identificar cuál de los dos métodos de propagación (asexual y sexual) sea el de mejor desarrollo al momento de implementar una plantación de melina, además de conocer en detalle la adaptación de esta especie, teniendo que evaluar distintos factores ambientales, dasométricos y agroecológicos como son el suelo, la precipitación, sobrevivencia, crecimientos en follaje, diámetro, altura, sanidad, vigor, entre otros. Adicional al conocimiento de la adaptación de esta especie, se debe tomar decisiones para la realización de podas y aclareos, los cuales tendrán influencia en la cantidad y calidad de madera esperada en el futuro.

A. JUSTIFICACIÓN

La finalidad de evaluar los métodos de propagación la presente investigación pretende contar con información actualizada, sobre el comportamiento de plantación tanto con tratamientos por clones como por semilla de melina (*Gmelina arborea* Roxb), en la hacienda Pitzará, cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha con el propósito de definir alternativas productivas y económicas para el desarrollo de esta especie, para lograr una mayor producción en un menor tiempo de cosecha aumentando la materia prima para la industria.

B.- OBJETIVOS

1. Objetivo general

- a. Evaluar los métodos de propagación sexual, asexual y comportamiento de Melina (*Gmelina arborea* Roxb), en plantación, en la hacienda Pitzará, cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha.

2. **Objetivo específico**

- a. Determinar el método de propagación que tenga un mayor crecimiento y desarrollo en plantación.
- b. Evaluar el efecto que ocasiona el manejo silvicultural en la plantación de melina (*Gmelina arborea* Roxb).

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

1. Plantaciones forestales

Se considera plantaciones forestales a poblaciones arbóreas sembradas o plantadas bajo la supervisión e intervención del hombre en el proceso de forestación y reforestación, sea con una o varias especies; por lo general tienen una misma edad, altura y similar densidad entre individuos (Moreira, 2011). Se estima que el 52% del territorio ecuatoriano tiene aptitud forestal, de los cuales el 42.38% son bosques naturales. El 80% se encuentran en la Amazonía, el 13% en el Litoral y el 7% en la Sierra, correspondiendo el 17.15% al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), el 8.83% a Áreas de Bosques y Vegetación Protectores, el 7.02% al Patrimonio Forestal del Estado y el 9.28% a bosques naturales privados. Solamente en el 0.01% de territorio nacional se encuentran plantaciones con bosques cultivados, destinados directamente a la industria y economía forestal del país., actualmente se considera que existen alrededor de 3.686 millones de hectáreas aptas para ser utilizadas en la recuperación de tierras forestales degradadas para establecer bosques plantados con fines de protección, conservación y producción (Ecuadoragroforestal, 2015).

Melina (*Gmelina arborea* Roxb) es nativa de los bosques húmedos tropicales (bhT) del sureste asiático. Está distribuida ampliamente en América Central, considerándose como una alternativa importante de manejo de suelos en Costa Rica por producir la mayor biomasa en bosques húmedos cultivados y por su flexibilidad para los usos comerciales, siendo considerada hoy por hoy, una de las especies más promisorias para usar en diferentes procesos industriales y en programas de reforestación; en los que por su rápido crecimiento es fuente segura de materia prima (CEDEÑO, 2010).

Las primeras plantaciones de melina fueron establecidas en Costa Rica entre los años 1970 y 1975, como parte de un ensayo de procedencias realizado para una empresa Brasileña ubicada en Jari, Brasil. Estas primeras plantaciones estaban orientadas a producir materia prima para la industria papelera y para la producción de leña. Sin embargo, en el país la única industria existente no tiene el sistema de producción de astillas, sino que su fuente de materia prima es la pasta comprada internacionalmente.

Así también la utilización de la melina como combustible tampoco resultó una solución viable debido a la baja capacidad calórica de la especie; y además porque en Costa Rica el consumo de leña es bajo, solamente el 5% de todas las fuentes energéticas utilizadas en el país (FAO, 2003).

2. Definición de especie exótica.

Árbol exótico. El término exótico puede definirse de varias formas, pero una forma sencilla es: “Un árbol exótico es aquel que crece fuera de su área de distribución natural” (Zobel & Talbert, 1988), en otras definiciones que se conoce como: Procedencias, fuente geográfica o razas geográficas estos términos son similares y se utilizan indistintamente y en general significa lo mismo (MAE-Chile, 2014).

a. Ventajas del uso de especies exóticas

Las ventajas que pueden tener las especies exóticas de acuerdo a (Zobel & Talbert, 1988), son las siguientes:

- 1) Se obtiene con rapidez más madera de mayor uniformidad y con mayor número de características deseables.
- 2) Las edades de rotación pueden ser de 5 a 6 años en algunos casos.
- 3) Las especies exóticas son adecuadas para el manejo y el cultivo intensivo de plantaciones y se cuenta además con métodos silvícolas.
- 4) Se conoce la calidad y utilidad de la madera producida por las especies exóticas. Con frecuencia, se han llevado a cabo en especies exóticas extensos estudios, incluyendo el mejoramiento genético, por lo que se cuenta con genotipos mejorados para utilizarlos directamente en la plantación operativa.
- 5) Se conoce la biología de la reproducción de las especies exóticas.

b. Desventajas del uso de especies exóticas

- 1) En uso de especies exóticas principalmente, se debe al abastecimiento de semilla, la cual en la mayoría de los casos es cara y escasa, en ocasiones cuesta cientos de dólares.

- 2) Las especies exóticas pueden resultar ecológicamente incompatible y susceptible a ser atacados por plagas y de poco o nulo conocimiento acerca de su comportamiento en el nuevo sitio.
- 3) Varias de las especies tropicales de latifoliadas producen madera que se desconoce en el mercado o es tecnológicamente difícil de trabajar, aun cuando pueda ser de alta calidad. (Zobel & Talbert, 1988)

B. ESPECIE EN ESTUDIO (*Gmelina arbórea* Roxb)

1. Origen y distribución

Esta especie se encuentra distribuida en las regiones tropicales y subtropicales del Sureste de Asia, especialmente de la India, Nepal, Bangladesh, Sri Lanka, Paquistán, Malasia y el sureste de China (Forestal-CONAFOR, 2004), cultivándose ampliamente en el sudeste de Colombia, Costa Rica, Brasil, Venezuela, Trinidad, Belice, Cuba, México y otros países de las regiones tropicales (Ltda, AGROSOFT, 2000).

2. Clasificación botánica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Verbenaceae

Género: *Gmelina*

Especie: arbórea

Nombre Científico: *Gmelina arbórea* Roxb

Nombre Vulgar: Melina

a. Características del árbol (*Gmelina arbórea* Roxb)

La especie *Gmelina arbórea* Roxb es una especie de rápido crecimiento, su diámetro aumenta aceleradamente en los primeros años hasta presentar más de 80 cm de diámetro; según el diámetro en las primeras etapas de crecimiento de la melina alcanza los 7 cm (Rojas, Arías, Moya, Meza, Murillo, & Arguedas, 2004), siendo una especie caducifolia forestal introducida y de rápido crecimiento que pertenece a la Familia Verbenácea,

Árbol caducifolio de tamaño medio, por lo general es de 15 a 20 m de altura, aunque llegan a alcanzar más de 30 m. Especie con fuste recto y abundante ramificación, las ramas de las copas son lisas, de color marrón, pálido a gris, en los árboles maduros, son de color café amarillento a café claro con manchas blanquecinas su forma en general varía de acuerdo a las condiciones en que se desarrolla. (Patiño, Cedeños, Juarez, & Bertoni, 1982).

b. Descripción hojas, flores, frutos y semilla (*Gmelina arbórea* Roxb)

Las hojas son grandes de (10-20 cm de largo), simples, opuestas, enteras, dentadas, usualmente más o menos acorazonadas, de 10-25 cm de largo y 5-18 cm de ancho, decoloradas, el haz verde y glabro, envés verde pálido y aterciopelado, nerviación reticulada, con nervios secundarios entre 3 y 6 pares y estípulas ausentes (Rojas, Arías, Moya, Meza, Murillo, & Arguedas, 2004) Las flores son de coloración pardusca, zigomorfas, bisexual, con pequeñas brácteas, pubescentes; cáliz tabular o en ocasiones campanulado, con 4 o 5 dientes o sobentero, generalmente con glándulas prominentes; corola con (4-5) sépalos soldados a la base del ovario, amarillo brillante de 2.5 cm de largo, su inflorescencia presenta una cima dicásica terminal con las flores más antiguas en la base de la panícula y las más jóvenes en el extremo superior. La misma inflorescencia presenta numerosas fases de desarrollo de capullos y frutos (Ltda, AGROSOFT, 2000). El fruto es una drupa carnosa ovoide u oblonga de 3 a 5 mm de largo, el pericarpio es brillante, sus semilla de 12 a 25 mm de largo, de testa dura de color castaño claro a oscuro y presenta de uno a cuatro lóculos, cada uno de los cuales puede generar una planta (Ltda, AGROSOFT, 2000).



Fuente: Simbaña M.

Figura 01. Flores, semilla. (*Gmelina arbórea* Roxb)

c. Semillas (*Gmelina arborea* Roxb)

Cantidad de semilla obtenida por kg se encuentra entre 900 y 1500 semillas por kilogramo, dependiendo de la fuente de germoplasma y se reportan 900 plantas reales por kilogramo de semillas a nivel de vivero, la calidad de la semilla tiene una pureza del 100% semillas puras por kilo; van de 1.500 a 1.600; semillas viables por kilo de 1.300-1.400, con una germinación del 62% (promedio-semillas frescas), las condiciones de almacenar son de aproximadamente 4° C. El método de recolección de las semillas de *Gmelina* ya que al madurar la semilla cae por su propio peso y la recolección se vuelve muy fácil, pues simplemente con canastos se procede a la recolección de los frutos directamente en el piso de la plantación (Jimenez, 2010).

1) Procesamiento de la semilla

Un vez que se recolectan los frutos, se procede de inmediato a procesarlos para obtener la semilla, esta actividad se vuelve más eficiente con la máquina confeccionada en el país y especializada para tal fin, muy similar a una chancadora de café, la cual da como resultado semilla limpia. Una vez extraída la semilla se lava con agua limpia y se pone a secar, posteriormente se cura con un funguicida preventivo (Vitavax) y se procede al almacenamiento en cuarto fríos o a su uso inmediato (Jimenez, 2010).

2) Tratamientos pre germinativos sugeridos

Tradicionalmente en nuestro medio se colocaba la semilla en agua por tres días y luego extenderla al sol, regándola todos los días hasta que inicie el proceso germinativo, otro método que se utiliza es sumergir la semilla en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, una vez fuera del agua se recubren con una capa de hojas secas de plátano o sacos de tela, previamente humedecidos y luego se debe remojar diariamente el lote hasta que la semilla muestre signos de germinación, la cual ocurrirá entre una a 3 semanas (Jimenez, 2010).

3) Germinación de la semilla.

La melina presenta una germinación epigea, primero emerge la radícula, luego surgen los cotiledones, el porcentaje de germinación de la semilla fresca es elevado; sin embargo después de estar almacenada por un año pierde un alto porcentaje de su viabilidad original. En la India se observó que el porcentaje de germinación de la

semilla fresca fue de 90%, pero después de un año descendió hasta un 30%. Para producir un kg de semilla de *melina* (*Gmelina arbórea* Roxb) se necesitan aproximadamente 14 kg de frutos (Rojas Rodríguez & Murillo Gamboa , 2004).

d. Crecimiento (IMA).

Los incrementos medios anuales para melina (*Gmelina arbórea* Roxb) son: 2 m en altura y de 3,6 cm en diámetro. (Ecuador forestal, 2014)

e. Usos.

Su principal producto es la madera que se utiliza para leña y carbón, en la fabricación de muebles y gabinetes instrumentos musicales, tableros de partículas, triplay, cabos para cerillos, cubiertas de barco y botes. Los frutos, flores, hojas, raíces y corteza se usan para el tratamiento de la tos, dolores de cabeza, problemas de estómago y enfermedades de la sangre, usándolo también como laxativo y tónico para los nervios (Forestal-CONAFOR, 2004).

f. Copa

La copa de la especie melina es en forma de cúpula, en donde la parte apical posee una copa 1, que comprende las dos primeras pares de hojas y la copa 2 la dos siguientes pares de hojas. (Rodríguez y Paniagua. 2003).

C. PROPAGACIÓN POR DOS MÉTODOS ASEJUAL Y SEXUAL.

La producción masiva de material mejorado para el establecimiento de plantaciones comerciales es posible realizarlo en dos vías:

- 1.- Vía asexual (Jardines Clonales)
- 2.- Vía sexual (Huertos y rodales semilleros)

En términos de mejoramiento, la vía clonal o asexual es la más indicada, dado que se logra capturar el 100% de la varianza genética. Además permite uniformizar la plantación y disminuir costos de manejo (Rojas Rodríguez & Murillo Gamboa , 2004).

1. Reproducción por vía asexual

La melina es una de las especies forestales de mayor facilidad de propagar vegetativamente, siendo una especie con gran capacidad de rebrote y enraizamiento que no requiere de condiciones especiales para lograrlo, la propagación vegetativa juega un papel importante en los programas de plantaciones forestales comerciales como un medio de multiplicación a gran escala de genotipos superiores, ya que permite tener plantaciones con individuos de calidad uniforme, permitiendo mantener el genotipo intacto, asegurar la conservación de germoplasma valioso y aumentar la ganancia genética al utilizar los componentes genéticos aditivos y no aditivos (Zobel & Talbert, 1988). En especies con juvenilidad prolongada, la propagación clonal acorta el periodo de multiplicación y reduce los costos de producción de planta (Chaturvedi et al., 1996; Ritchie, 1996; Palanisamy y Kumar, 1997). Sin embargo, cuando este tipo de propagación se utiliza en forma masiva se requiere de mayor énfasis y cuidado en la selección de los individuos que se usarán como fuente de material vegetal. También es indispensable establecer y mantener las plantas madre en un jardín clonal para asegurar el control preciso de las condiciones ambientales durante el proceso de propagación en la mayoría de especies leñosas se ha encontrado que la propagación por estacas es el método de propagación más eficiente en términos de rapidez, manejo y costo (Santelices, R. , 1993).

Una característica indispensable para el enraizado de estacas en especies leñosas es el uso de tejido juvenil (Iba & Rooting, 2005), por lo que es común utilizar plantas jóvenes o rebrotes juveniles de plantas de mayor edad (Santelices, R. , 1993), pero aún con rebrotes juveniles la capacidad de enraizado de las estacas es afectada por otros factores fisiológicos y ambientales. Entre los primeros se incluye la concentración endógena de fitohormonas, las reservas de carbohidratos y el grado de lignificación del tallo (Veierskov, 1988; Lyon y Kimuin, 1997; Mateo et al., 2000), factores que están relacionados con la posición de la estaca en la planta madre o en el rebrote. (Romero, 2004), encontró diferencias en la capacidad de enraizado de estacas de melina tomadas de diferentes posiciones en un mismo rebrote; las estacas obtenidas del ápice tuvieron mayor capacidad de enraizado que las estacas basales, lo anterior se puede deber al contenido de carbohidratos, de fitohormonas o de ambos, por lo que estos factores han recibido mayor atención al intentar el enraizado. La iniciación de primordios de raíz requiere de energía y los carbohidratos son la fuente principal en el caso de las estacas

(Hansen et al.1978; Veierskov, 1988; Puri y Khara, 1992). Si las diferencias en la capacidad de enraizado se deben al contenido endógeno de reguladores del crecimiento, es posible reducir estas diferencias mediante la aplicación exógena de reguladores.

La reproducción asexual se desarrolla por separado hasta convertirse en una nueva planta con características similares a la progenitora, sus modalidades son muchas y muy variadas entre ellas se encuentran: **Injertos; Estacas; Esqueje o gajos; Acodo; Rebrotos.**

a. Rebrotos.

Esta práctica silvicultural, cuando sea necesaria, consiste en la selección del eje principal y se realiza cuando los brotes alcancen 50 cm de altura. Es normal que los brotes en la base del árbol aparezcan varias veces durante los dos primeros años y se recomienda eliminarlos para disminuir la competencia. (Rodríguez y Paniagua. 2003)

2. Reproducción por vía sexual

La reproducción con semilla ha sido ampliamente utilizada en la especie melina en el país, consiste básicamente en dos posibles categorías de fuentes semilleras: 1) Rodales semilleros a partir de plantaciones de muy alta calidad; 2) Huertos semilleros a partir de árboles plus (Rojas Rodríguez & Murillo Gamboa , 2004).

a. Los Huertos semilleros

Son plantaciones especiales, cuyo objetivo principal es la producción abundante de semilla. Por lo tanto, deben establecerse en ambientes donde se favorezca la floración y formación de frutos. Se busca la conformación de una copa amplia para lograr un mayor potencial de aparición de flores. Se aplican podas al meristemo dominante para ampliar el área de copa y se plantan los árboles plus a distanciamientos desde 6 x 6m hasta 10 x 10 m, en cualquiera de las categorías de fuente semilleras descritas, con un buen manejo (podas y fertilización), los rendimientos esperados de semilla se estiman en 300 a 350 kg/ha/año. De 1 kg de semilla fresca es posible obtener alrededor de 900 plántulas útiles para plantación (Rojas Rodríguez & Murillo Gamboa , 2004).

b. Rodales semilleros

Los rodales semilleros pueden ser plantados o naturales, aislados o manejados para reducir contaminación de polen de árboles inferiores y que han sido sometidos a aclareos de mejoramiento para dejar 75-200 árboles por hectárea con características fenotípicas apropiadas. El rodal semillero debe tener una base genética amplia: plantaciones originales con semillas de unos pocos árboles deben ser descartadas, también se requiere que al menos un 50% de los árboles del rodal hayan alcanzado el estado de fructificación, el rodal semillero debe tener un área mínima de 1 hectárea. Una de las diferencias principales a nivel genético entre los rodales semilleros y los huertos semilleros, es la intensidad de selección: en los rodales semilleros, los árboles finales han sido seleccionados a una intensidad de 1:10 – 1:20, mientras que en el caso de los huertos, cada árbol ha sido seleccionado entre miles de árboles evaluados (Semillero, 2013).

D. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE MELINA

Los primeros programas de mejoramiento genético en la región centroamericana en los años setenta, este programa formó parte de un esfuerzo internacional para evaluar material de procedencias nativas del sudeste asiático y razas locales desarrolladas en África y Brasil. A finales de los años 80 se continuó con el mejoramiento genético de la melina en donde el material producido provenía de una red de rodales semilleros, a inicios de los años 90, desarrollaron programas de mejoramiento genético a escala comercial, estableciendo los primeros huertos semilleros en la región y en los últimos 4 años se volvieron a retomar los programas de mejoramiento genético de melina en Costa Rica, donde la estrategia de mejoramiento cambió hacia la reforestación clonal (Zobel & Talbert, 1988).

1.- Caracteres que pueden ser mejorados en melina

La melina es una especie que responde muy bien a la selección estricta de árboles superiores o plus, una vez que se ha realizado una cuidadosa selección de individuos, con buenas características de crecimiento, de calidad de fustes y de hábitos de ramificación, es posible lograr en una primera generación de mejoramiento progenies que superan en más de un 25% a sus progenitores, los programas de mejoramiento genético de la melina presenta como una de sus principales limitantes, la baja calidad de

fustes para la producción de madera sólida, por lo tanto un programa de mejoramiento genético con esta especie debe darle prioridad a mejorar características como la rectitud del fuste, ausencia de bifurcaciones, ausencia de reiteraciones, el ángulo de inserción de las ramas y el grosor de ramas. La tolerancia a enfermedades y la adaptación a suelos ácidos, deben también ser considerados como caracteres de la mayor importancia en todo programa de mejoramiento con melina (Zobel & Talbert, 1988).

E. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS SILVICULTURALES

Según (Ahumada, 1965) La evaluación es la acción de estimar, apreciar, calcular o señalar el valor de algo en función de criterios respecto a un conjunto de normas, la evaluación a menudo se usa para caracterizar y evaluar temas de interés en una amplia gama de las empresas humanas, incluyendo las artes, la educación, la justicia, la salud, las fundaciones y organizaciones sin fines de lucro, los gobiernos y otros servicios humanos, para (Sanchez, 1988), es el proceso que tiene como finalidad determinar el grado de eficacia y eficiencia, con que han sido empleados los recursos destinados a alcanzar los objetivos previstos, posibilitando la determinación de las desviaciones y la adopción de medidas correctivas que garanticen el cumplimiento adecuado de las metas presupuestadas. Se aplica ex ante (antes de), concomitante (durante), y ex post (después de) de las actividades desarrolladas. En la planeación es el conjunto de actividades, que permiten valorar cuantitativa y cualitativamente los resultados de la ejecución del Plan Nacional de Desarrollo y los Programas de Mediano Plazo en un lapso determinado, así como el funcionamiento del propio Sistema Nacional de Planeación.

El periodo normal para llevar a cabo una evaluación es de un año después de la aplicación de cada Programa Operativo Anual, el cual hace posible medir en forma permanente el avance y los resultados de los programas, cuando sea necesario, con el objeto de retroalimentar la formulación e instrumentación
<http://www.definicion.org/evaluacion>

Para (Perez, 1995) la evaluación es un “enjuiciamiento sistemático sobre el valor o mérito de un objeto, para tomar decisiones de mejora”. Tres cuestiones pueden resaltarse en esta definición. La primera es que la idea de enjuiciamiento sistemático nos lleva a una concepción procesual de la propia evaluación. La segunda es la que

otorga verdadera potencia a la concepción educativa de la evaluación, definida aquí en su objetivo último, cual es la toma de decisiones de mejora.

Podas de la Melina.

Se debe realizar la poda de formación para obtener productos de mejor calidad, sobre todo si se trata de producir madera para aserrío o chapa. La poda es una práctica que se efectúa periódicamente desde el establecimiento de la planta y hasta los dos o tres años de edad, consiste en eliminar todas las ramas laterales que afecten la formación correcta del fuste. Esta labor se realiza con tijeras podadoras, machete o navaja (INIFAP, 2003).

1. Usos de la Madera

Una vez secada la madera la madera es utilizada para aserrío, construcciones rurales y construcción en general, tarimas, leña, muebles, artesanía, cajonería, pulpa para papel, contrachapados, embalajes, postes, tableros, carpintería, tableros y aglomerados.

La raíz y corteza es usada para propósitos estomacales como laxativo y antihelmíntico, mejora el apetito. La pasta formada a partir de las hojas es aplicada para alivio del dolor de cabeza y en jugo para las úlceras. Las flores son dulces y usadas para control de la lepra y enfermedades de la sangre. La planta es recomendada en combinación con otras drogas para el tratamiento de las mordidas de serpientes en una decocción de las raíces y corteza (Vinuesa, Ficha Técnica N° 3: MELINA, 2012).

Humedad relativa promedio: 90%

Velocidad del viento: 1.2 Km/h

Tipo de suelo: Lato soles arcillo-rojizos

Hidrología: Formado por el Río Pitzará.

4. Clasificación ecológica

Según MAE (2012) la formación ecológica dominante corresponde a Bosque Húmedo Tropical (bh-T).

5. Características topografía del suelo

La topografía tiene zonas con pendientes regulares y onduladas.

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales

Hojas de campo, tablero, lápiz, mapa del predio, estacas de madera, cintas fluorescentes, machete, calibrador, forcípula, cinta métrica, pala neozelandesa.

2. Equipos

Computadora, Vehículo, cámara fotográfica.

C. METODOLOGÍA.

1. Determinar el método de propagación que tenga un mayor crecimiento y desarrollo en plantación.

a. Recopilación de información acerca del establecimiento del ensayo.

Se recolectó la información de las mediciones a partir del 26 de noviembre del 2014 y se terminó el 26 agosto del 2015. Las mismas que contaba de visitas al campo en donde se procedió a medir los parámetros de evaluación de cada tratamiento.

b. Etapa de la investigación

1) Identificación de las parcelas en los respectivos bloques

Se realizó la identificación de la unidad experimental en los respectivos bloques con la ayuda de un croquis de campo; conjuntamente con el Ing. José Pablo Gamboa, profesional con el cuál procedimos a establecer el ensayo en 2014.

c. Tipo de diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques completos al azar, con 5 tratamientos (incluido el testigo) y 3 repeticiones. Los datos de los primeros seis meses se obtuvieron de la base de datos de la empresa los cuales fueron tomados cada 3 meses y se midió los siguientes parámetros: diámetro basal, número de ramas, altura, diámetro de copa y calidad de árbol la misma ayuda a determinar la variación de cada variable.

d. Factores de estudio

Factor 1. Tratamientos

Testigo= Plantas producidas por semilla

M01= Clon proveniente de un árbol de: (Diámetro 33cm – Altura total 28,5 m)

M08= Clon proveniente de un árbol de: (Diámetro 43,3 cm – Altura Total 31,3m)

M09= Clon proveniente de un árbol de: (Diámetro 46 cm – Altura Total 31,5m)

M10= Clon proveniente de un árbol de: (Diámetro 38 cm – Altura Total 30m)

Las plantas producidas por semilla tenían igual altura que el producido por clones.

Factor 2. Localidad

C1= Hacienda “La palma”.

e. Características específicas del campo experimental

Especificaciones Experimentales.

Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	3
Número de especies	1
Número total de localidades	1
Forma de la parcela	Cuadrada
Distancia entre plantas	4m

Distancia entre tratamientos	4m
Distancia entre planta evaluada	4m
Número de plantas por parcela	25
Número total de plantas	375
Plantas a evaluar por parcela	25
Área del ensayo por parcela (16x16m)	256 m ²

Elaboración: Simbaña M. 2015

f. Análisis estadístico (ADEVA)

Cuadro 01. Esquema del análisis de varianza (ADEVA).

Fuentes de Variación (F.V)	Fórmula	Grados de libertad (gl)
Total	(n-1)	374
Sistemas de propagación	r-1	4
Error	(n-c)	370

Elaboración: Simbaña M. 2015

n número total de plantas; **r** repeticiones; **c** tratamientos

g. Análisis funcional

Para la separación de medias se aplicó la prueba de Tukey al 5 %.

Se realizó el análisis de varianza

h. Métodos de evaluación

1. Parámetros cuantitativos y cualitativos a evaluar en la investigación

En la presente investigación se tomó los datos de 25 plantas de cada tratamiento en las distintas parcelas, dándonos un total de 375 datos con los cuales se evaluó los siguientes parámetros:

a. Altura

Para la toma de altura en la primera medición se utilizó un flexómetro, mientras que para la segunda, tercera y cuarta medición se utilizó un bambú o tubo galvanizado previamente calibrado, con estos instrumentos se procedió a medir a cada planta dentro

de cada tratamiento, la fecha de la primera toma de datos se inició el 26 Noviembre del 2014, la segunda el 26 de Febrero del 2015, la tercera el 26 de Mayo del 2015 y la cuarta el 26 de Agosto del 2015.



Fuente. Simbaña M. 2015

Figura 04. Medición de altura de planta (*Gmelina arborea* Roxb)

b. Diámetro

El diámetro se midió con el calibrador en la primera medición y con forcípula en la segunda, tercera y cuarta medición, esta toma de datos de diámetros se realizó a las 25 plantas de los 5 tratamientos, un total de 375 plantas evaluadas, la fecha de la primera toma de datos se inició el 26 Noviembre del 2014, la segunda el 26 de Febrero del 2015, la tercera el 26 de Mayo del 2015 y la cuarta el 26 de Agosto del 2015.



Fuente. Simbaña M. 2015

Figura 05. Medición de diámetros (*Gmelina arborea* Roxb)

c. Diámetro de copa

Para la medición del diámetro de copa se utilizó un flexómetro, de cada planta se procedió a tomar el diámetro de la copa 1 y la copa 2, este proceso se realizó a todas las plantas de cada tratamiento, la fecha de la primera toma de datos se inició el 26 Noviembre del 2014, la segunda el 26 de Febrero del 2015, la tercera el 26 de Mayo del 2015 y la cuarta el 26 de Agosto del 2015.



Fuente. Simbaña M. 2015

Figura 06. Medición de diámetro de copas (*Gmelina arborea* Roxb)

d. Número de ramas

El número de ramas se determinó mediante un conteo ascendente.

2. Evaluación del efecto que ocasiona el manejo silvicultural en la plantación de Melina

a. Calidad de árbol

Cuadro 02. Parámetro para la evaluación de la calidad de especies forestales.

ESTADO FITOSANITARIO		
“1”	“2”	“3”
Totalmente sana	Aceptablemente sana	Enferma

Fuente: Murillo, 2000.

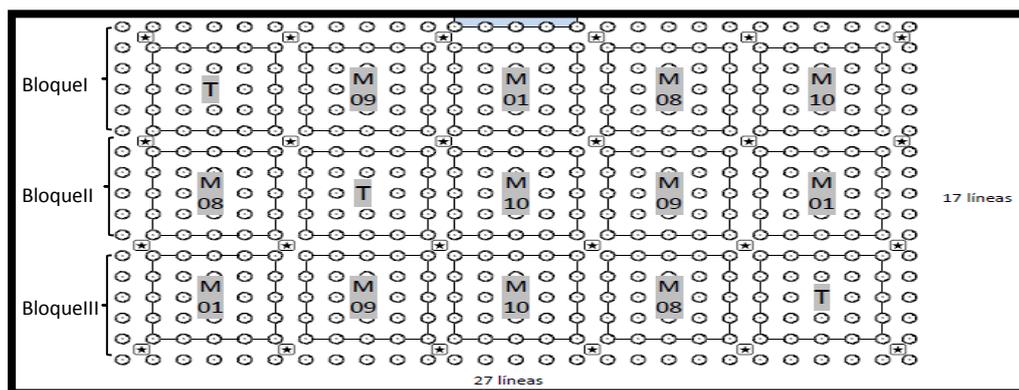
Totalmente sana (1): Plantas con el 100% de sanidad y fustes rectos

Aceptablemente sana (2): Plantas con el fuste levemente torcido y desgarres de ramas

Enferma (3): Plantas con el 50% de sanidad y fustes torcidos superior al 50%.

b. Manejo del ensayo

Croquis ensayo clonal de Melina (CLM01). Rodal CH23 Silanche.



T: testigo, ClonM09, M01, M08, M10

Figura 07. Distribución de los tratamientos.

c. Control de maleza.

Se eliminó la maleza de esta manera redujo la competencia por nutrientes. Se realizó una chapia cada tres meses, durante el primer año de la plantación en las siguientes fechas, 26 Noviembre del 2014, la segunda el 26 de Febrero del 2015, la tercera el 26 de Mayo del 2015 y la cuarta el 26 de Agosto del 2015.



Fuente. Simbaña M. 2015

Figura 08. Control de maleza. (*Gmelina arborea* Roxb)

d. Poda de melina (*Gmelina arborea* Roxb)

Se realizó la actividad de la primera poda en donde se despuntó las ramas de los árboles para darle dominancia apical, además de réplicas fustales, la siguiente poda se realizó cortando ramas con serrucho de poda hasta la altura de dos metros dándonos el 50% del árbol podado, las actividades se realizó en las siguientes fechas, 26 Noviembre del 2014, la segunda el 26 de Febrero del 2015, poda a dos metros el 26 de Agosto del 2015.



Fuente. Simbaña M. 2015

Figura 09. Poda de melina. (*Gmelina arborea* Roxb)

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DETERMINACIÓN DEL MÉTODO DE PROPAGACIÓN QUE TENGA UN MAYOR CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN PLANTACIÓN.

Para determinar el mejor método de propagación que tenga el mayor crecimiento y mejor desarrollo hacemos referencia a la altura y al incremento del diámetro basal para determinar estas dos variables utilizaremos un análisis estadístico Infostat.

1. Evaluación y análisis estadísticos de variable altura.

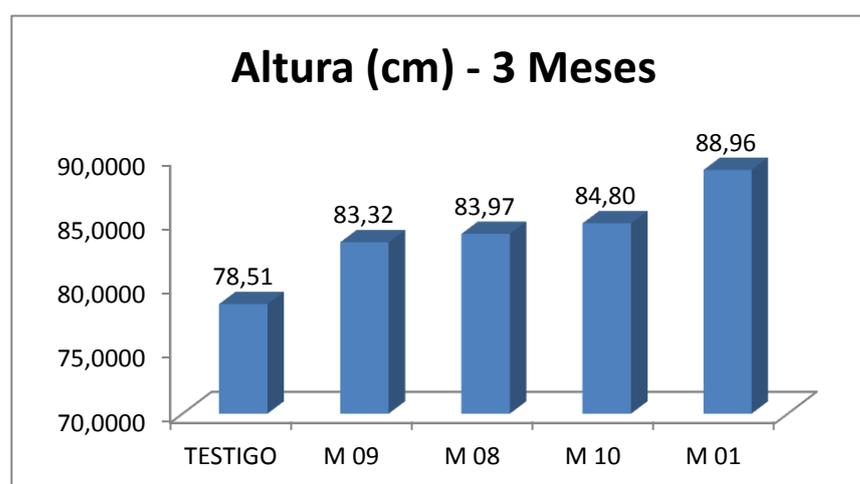
Cuadro 03. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 3 meses de plantado

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	4188,203	4	1047,051	2,011	,092
Error	192681,893	370	520,762		
Total corregida	196870,096	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No significativo.

Del análisis de varianza para la variable altura a los 3 meses (Cuadro 03) se determina que F de 2,011 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %



Fuente: Simbaña, M. 2015

Gráfico 01. Análisis estadístico de la altura a los 3 meses.

a. Medición de la altura a los 6 meses en la plantación de *Gmelina arbórea* Roxb.

Según el análisis de varianza para la altura (cm) a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 04), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con un valor de 0.014.

Cuadro 04. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 6 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	51287,829	4	12821,957	3,168	,014
Error	1497529,227	370	4047,376		
Total corregida	1548817,056	374			

Elaboración: Simbaña M. (2016)

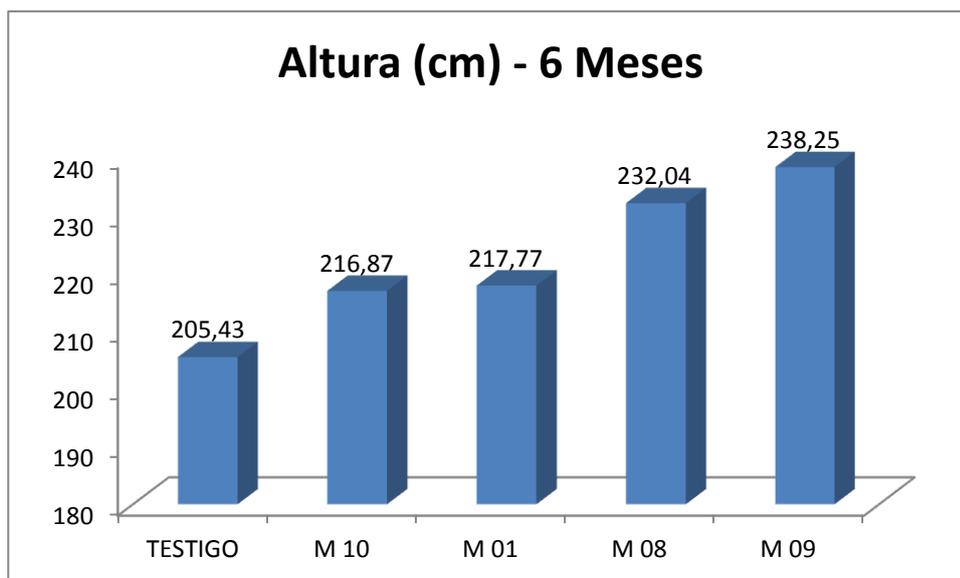
Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** Significativo.

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable altura a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 05 y Gráfico 02) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al M09 con 238,25 cm en contraste con el menor valor de 205,42 cm para el testigo.

Cuadro 05. Prueba de Tukey al 5% para la altura a los 6 meses de plantado.

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	75	205,42	
M 10	75	216,86	216,86
M 01	75	217,77	217,77
M 08	75	232,04	232,04
M 09	75		238,25
Sig.		,080	,241

Elaboración: Simbaña M. (2016)



Elaboración: Simbaña M. (2016)

Gráfico 02. Análisis estadístico de la altura a los 6 meses.

b. Medición de la altura a los 9 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para la altura (cm) a los 9 meses de plantado el ensayo (Cuadro 06), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con un valor de 0.002.

Cuadro 06. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 9 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	170159,963	4	42539,991	4,325	,002
Error	3638980,347	370	9835,082		
Total corregida	3809140,309	374			

Elaboración: Simbaña M. (2016)

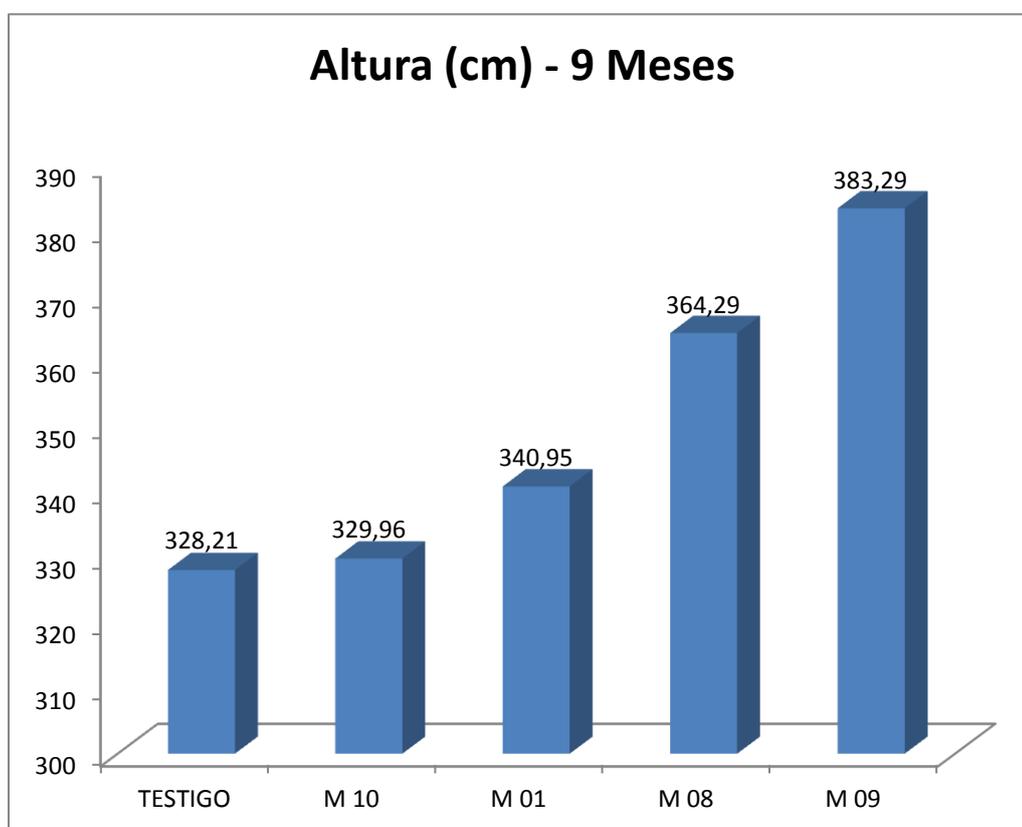
Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** Significativo.

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable altura a los 9 meses de plantado el ensayo (Cuadro 07 y Gráfico 03) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al M09 con 383,29 cm en contraste con el menor valor de 328,21 cm para el testigo.

Cuadro 07. Prueba de Tukey al 5% para la altura a los 9 meses de plantado.

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	75	328,21	
M 10	75	329,96	
M 01	75	340,94	340,94
M 08	75	364,29	364,29
M 09	75		383,29
Sig.		,172	,070

Elaboración: Simbaña M. (2016)



Elaboración: Simbaña M. (2016)

Gráfico 03. Análisis estadístico de la altura a los 9 meses.

c. Medición de la altura a los 12 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para la altura (cm) a los 12 meses de plantado el ensayo (Cuadro 08), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con un valor de 0.002.

Cuadro 08. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 12 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	334228,613	4	83557,153	4,403	,002
Error	7021404,320	370	18976,768		
Total corregida	7355632,933	374			

Elaboración: Simbaña M. (2016)

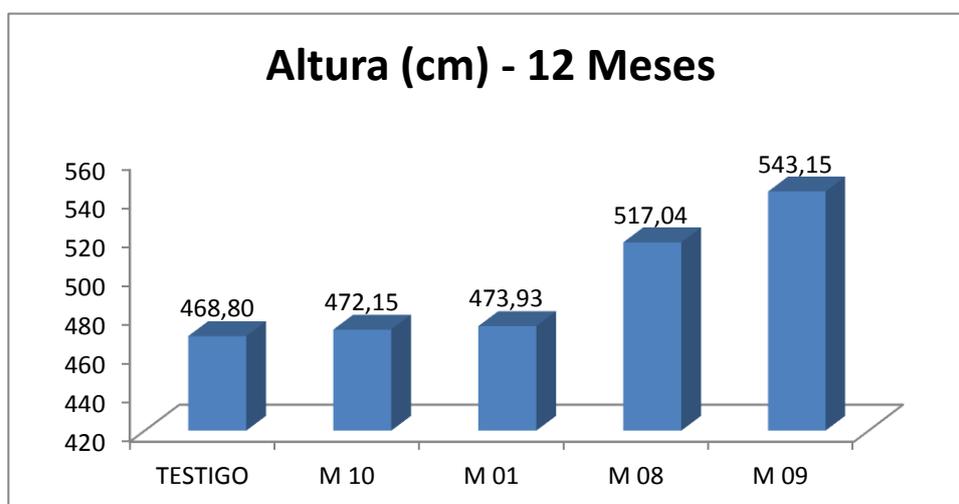
Gl: grados de libertad, F: Fisher, Sig: Significativo

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable altura a los 12 meses de plantado el ensayo (Cuadro 09 y Gráfico 04) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al M09 con 543,14 cm en contraste con el menor valor de 468,8 cm para el testigo.

Cuadro 09. Prueba de Tukey al 5% para la altura a los 12 meses de plantado.

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	75	468,80	
M 10	75	472,14	
M 01	75	473,93	
M 08	75	517,04	517,04
M 09	75		543,14
Sig.		,204	,774

Elaboración: Simbaña M. (2016)

**Gráfico 04.** Análisis estadístico de la altura a los 12 meses.

De acuerdo a los datos reportados en el Cuadro (04) para la variable Altura, se presentó diferencias significativas a partir de los 6 meses entre las medias de los tratamientos, obteniendo la mejor altura del clon M09, cuyos valores a los 3, 6, 9 Y 12 meses fueron de 83,32- 238,25- 383,29 y 543,15 (cm) respectivamente, a diferencia del testigo que registró los valores más bajos de altura (cm) a los 3, 6, 9 Y 12 meses. Según (Cetina, Varga Hernández, & Villegas Monter, 2005) la propagación vegetativa es un medio de multiplicación a gran escala de genotipos superiores a los de semilla, ya que permite tener plantaciones con individuos de calidad uniforme. Además, permite mantener el genotipo intacto, asegurar la conservación de germoplasma valioso y aumentar la ganancia, justificando la alta inversión en recursos que debe hacerse para acceder a esta tecnología (Armando, 2001) demostrando que el clon es el más efectivo en cuanto a altura, pudiendo tener un crecimiento anual de 1 a 2 metros (Wang, 2004), pudiéndose verse afectado el desarrollo de la planta por algunos factores como, el tipo de suelo ya que no crecen en suelos arcillosos con pendientes superiores al 30% con problemas de baja fertilización, bajo contenido de materia orgánica y poca profundidad del suelo, también se ha encontrado que el viento afecta negativamente el crecimiento, además de la preparación del terreno (Rojas, y otros, 2004).

2. Evaluación y análisis estadísticos de la variable diámetro basal.

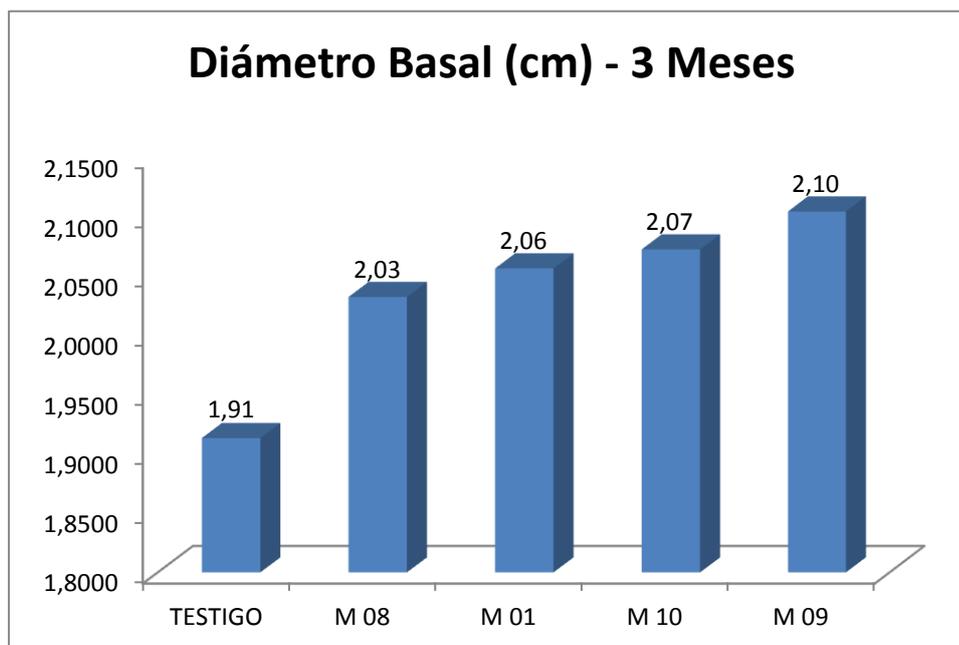
Cuadro 10. Análisis de varianza para el diámetro basal a los 3 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	1,604	4	,401	1,063	,375
Error	139,575	370	,377		
Total corregida	141,178	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No significativo.

Del análisis de varianza para la variable diámetro basal a los 3 meses (Cuadro 10) se determina que F de 1,063 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.



Elaboración: Simbaña M. (2016)

Gráfico 05. Análisis estadístico de diámetro basal a los 3 meses.

d. Medición de diámetro basal a los 6 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para el diámetro basal (cm) a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 11), se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un valor de 0.000.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el diámetro basal a los 6 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	59,907	4	14,977	5,238	,000
Error	1057,927	370	2,859		
Total corregida	1117,834	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, F: Fisher, Sig: altamente Significativo.

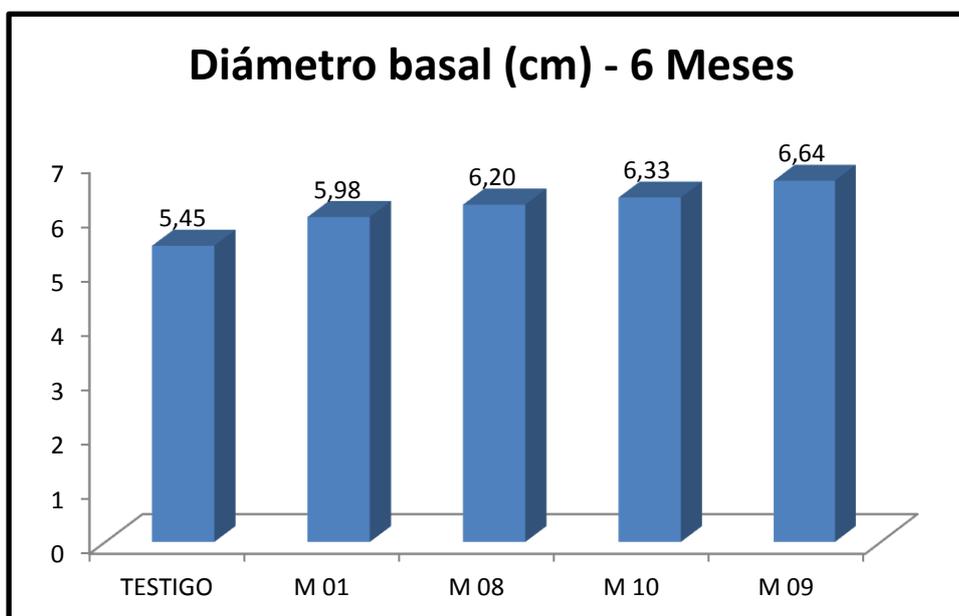
En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable diámetro basal a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 12 y Gráfico 06) para los sistemas de

Propagación se puede observar como el mejor tratamiento al M09 con 6,64 cm en contraste con el menor valor de 5,44 cm para el testigo.

Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal a los 6 meses de plantado.

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	75	5,44	
M 01	75	5,97	5,97
M 08	75	6,20	6,20
M 10	75		6,33
M 09	75		6,64
Sig.		,050	,115

Elaboración: Simbaña M. (2016)



Elaboración: Simbaña M. (2016)

Gráfico 06. Análisis estadístico de diámetro basal a los 6 meses.

e. Medición de diámetro basal a los 9 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para el diámetro basal (cm) a los 9 meses de plantado el ensayo (Cuadro 13), se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un valor de 0.001.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el diámetro basal a los 9 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	124,551	4	31,138	4,760	,001
Error	2420,322	370	6,541		
Total corregida	2544,873	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

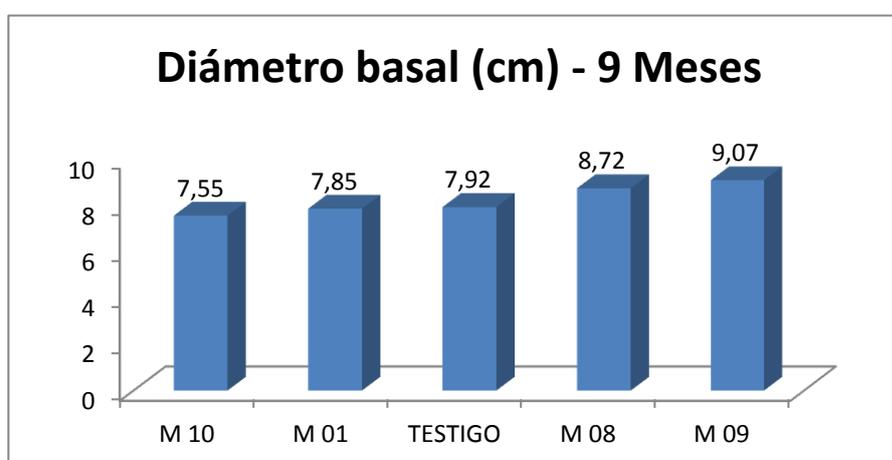
Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** altamente Significativo.

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable altura a los 9 meses de plantado el ensayo (Cuadro 14 y Gráfico 07) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al M09 con 9,07 cm en contraste con el menor valor de 7,54 cm para el testigo.

Cuadro 14. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal a los 9 meses de plantado.

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto		
		1	2	3
M 10	75	7,54		
M 01	75	7,84	7,84	
TESTIGO	75	7,91	7,91	
M 08	75		8,72	8,72
M 09	75			9,07
Sig.		,901	,223	,921

Elaboración: Simbaña M. (2016)

**Gráfico 07.** Análisis estadístico de diámetro basal a los 9 meses

f. Medición de diámetro basal a los 12 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para el diámetro basal (cm) a los 12 meses de plantado el ensayo (Cuadro 15), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con un valor de 0.022.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el diámetro basal a los 12 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	129,379	4	32,345	2,902	,022
Error	4123,690	370	11,145		
Total corregida	4253,069	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

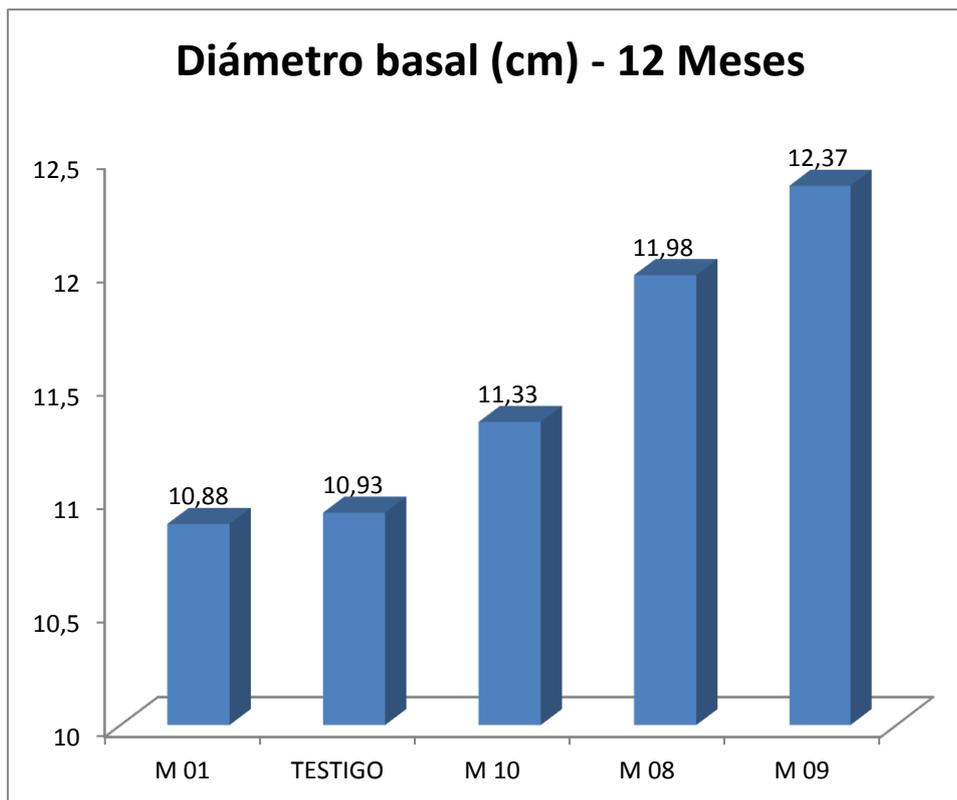
Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** Significativo.

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable diámetro basal a los 12 meses de plantado el ensayo (Cuadro 16 y Gráfico 08) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al M09 con 12,37 cm en contraste con el menor valor de 10,88 cm para el M01.

Cuadro 16. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal a los 12 meses de plantado.

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto
		1
M 01	75	10,88
TESTIGO	75	10,93
M 10	75	11,33
M 08	75	11,98
M 09	75	12,37
Sig.		,051

Elaboración: Simbaña M. (2016)



Elaboración: Simbaña M. (2016)

Gráfico 08. Análisis estadístico de diámetro basal a los 12 meses.

Según el (Cuadro 11-13) reporta que el diámetro basal a los 6-9 meses, existieron diferencias altamente significativas de plantado el ensayo, teniendo en cuenta que el mayor diámetro basal se registró en el clon M09 con una media de 12,37 cm al cabo de los 12 meses de plantado el ensayo, y el de menor diámetro basal correspondió al clon M01 con una media de 10,88 cm encontrándose por debajo del testigo.

Una de las características más importante para el incremento medio anual de una especie forestal está determinado por la temperatura, y el rango donde se está desarrollando la Melina (*Gmelina arborea* Roxb) se encuentra entre 24 y 26 °C teniendo una mejor incidencia a los 22 °C, con precipitaciones de 1000-4000 mm al año, lo que se demostró en el clon (M01) quienes fueron las que presentaron las medias más bajas en las cuatro mediciones de diámetro basal ya que en relación al lugar de donde provienen (Quevedo) se desarrollan en temperaturas de 24,2 °C y en precipitaciones donde mejor se desarrolla, mayores a los 2000 mm al año. (Vinueza, 2012).

B. DEFINIR EL EFECTO QUE OCASIONA EL MANEJO SILVICULTURAL EN LA PLANTACIÓN DE MELINA (*Gmelina arborea Roxb*).

Para determinar el efecto que ocasiona el manejo silvicultural tuvimos que cuantificar el diámetro de copa, número de ramas y la calidad de la planta en los diferentes tratamientos, bloque y meses que se recolectaron los datos, mismo que fueron sometidos a un análisis estadístico exhaustivo para determinar cuál de los tratamientos es el más efectivo en el lapso de un año.

3.- Evaluación y análisis estadísticos de variable diámetro de copa.

a. Copa 1

Según el análisis de varianza para el diámetro copa 1 (cm) a los 3 meses de plantado el ensayo (Cuadro 17), se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un valor de 0.000.

Cuadro 17. Análisis de varianza para el diámetro de copa 1 a los 3 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	,483	4	,121	6,627	,000
Error	6,740	370	,018		
Total corregida	7,223	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

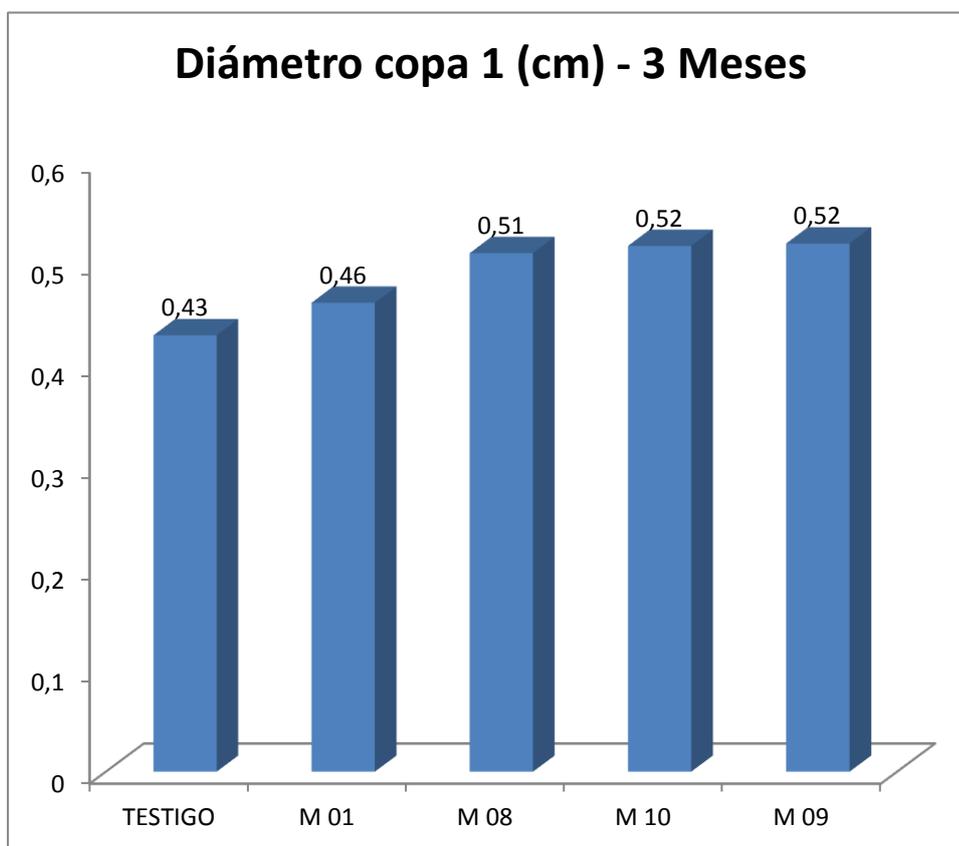
Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** altamente Significativo.

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable diámetro de copa 1 a los 3 meses de plantado el ensayo (Cuadro 18 y Gráfico 09) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al M09 con 0,51 cm en contraste con el menor valor de 0,42 cm para el Testigo.

Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5% para la copa 1 a los 3 meses de plantado.

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	75	0,42	
M 01	75	0,46	0,46
M 08	75		0,50
M 10	75		0,51
M 09	75		0,51
Sig.		,598	,067

Elaboración: Simbaña M. (2016)



Elaboración: Simbaña M. (2016)

Gráfico 09. Análisis estadístico de copa 1 a los 3 meses.

g. Medición del diámetro de copa 1 a los 6 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para el diámetro copa 1 (cm) a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 19), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con un valor de 0.016.

Cuadro 19. Análisis de varianza para el diámetro de copa 1 de la planta a los 6 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	,098	4	,025	3,096	,016
Error	2,940	370	,008		
Total corregida	3,038	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

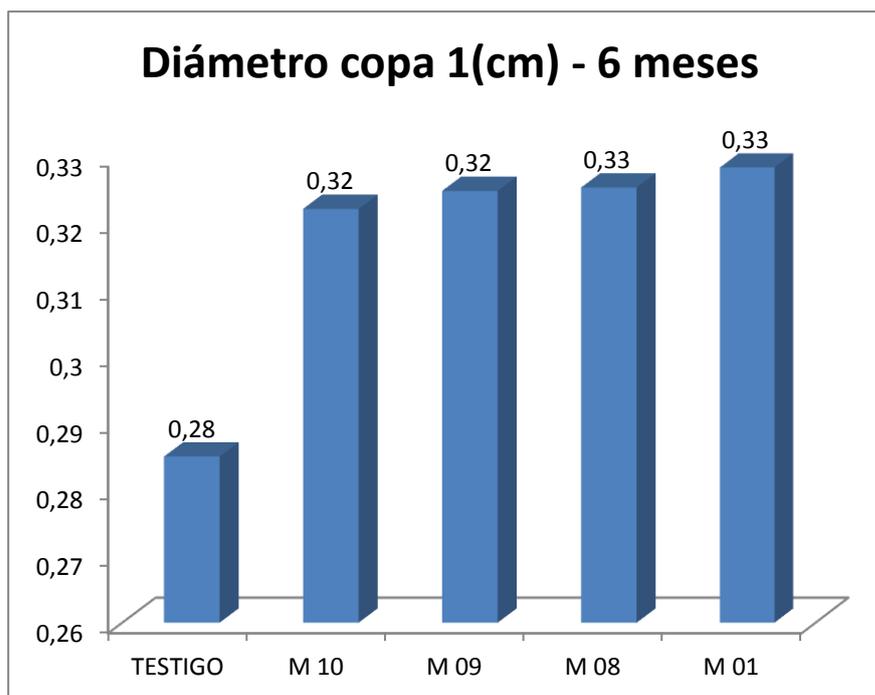
Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** Significativo.

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable diámetro de copa 1 a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 20 y Gráfico 10) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al M01 con 0,32 cm en contraste con el menor valor de 0,28 cm para el Testigo.

Cuadro 20. Prueba de Tukey al 5% para la copa 1 a los 6 meses de plantado.

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	75	0,28	
M 10	75	0,32	0,32
M 09	75	0,32	0,32
M 08	75		0,32
M 01	75		0,32
Sig.		,050	,993

Elaboración: Simbaña M. (2016)



Elaboración: Simbaña M. (2016)

Gráfico 10. Análisis estadístico de copa 1 a los 6 meses.

h. Medición de la copa 1 a los 9 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

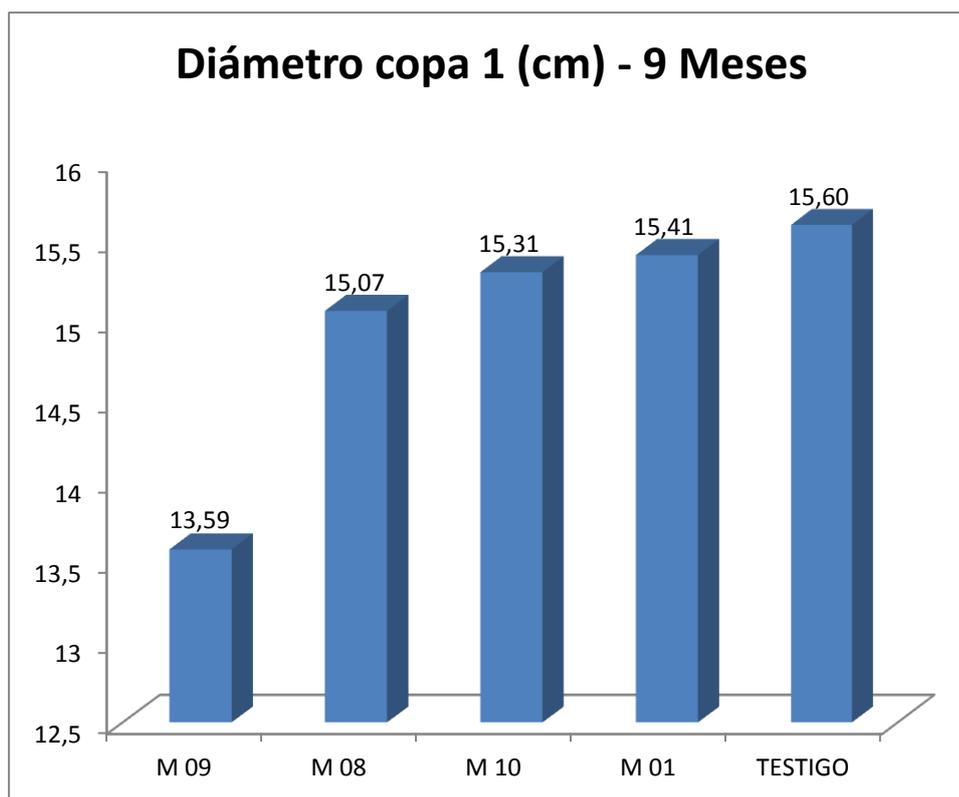
Del análisis de varianza para la variable copa 1 a los 9 meses (Cuadro 21) se determina que F de 1,049 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 21. Análisis de varianza para el diámetro de copa 1 de la planta a los 9 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	197,003	4	49,251	1,049	,382
Error	17376,987	370	46,965		
Total corregida	17573,989	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No significativo



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 11. Análisis estadístico de copa 1 a los 9 meses.

i. Medición de la copa 1 a los 12 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

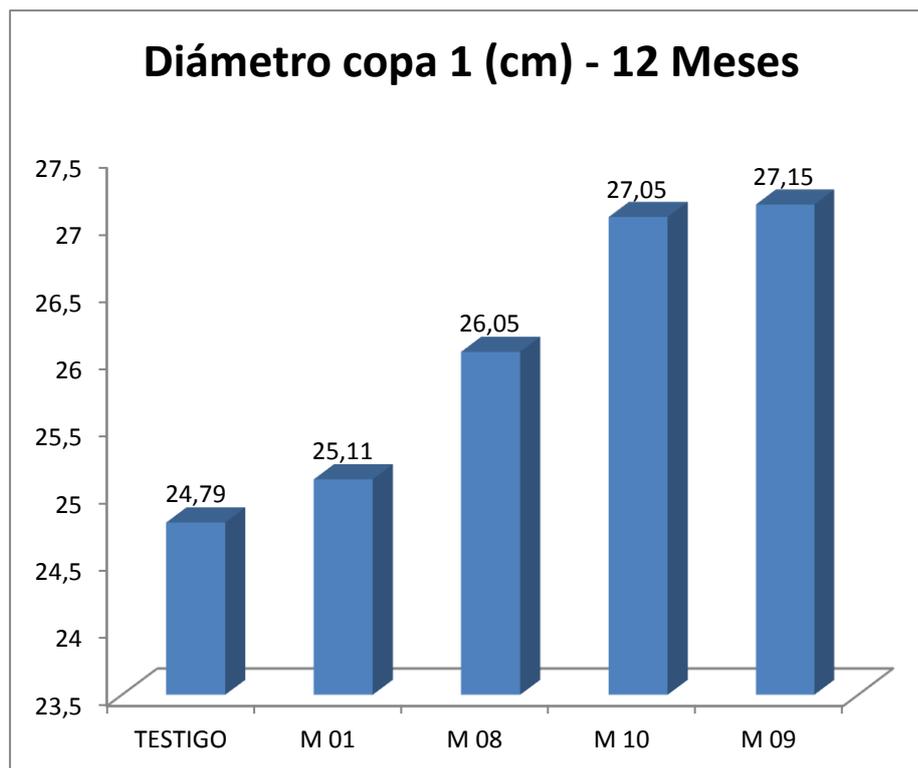
Del análisis de varianza para la variable altura a los 12 meses (Cuadro 22) se determina que F de 1,911 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 22. Análisis de varianza para el diámetro de copa 1 de la planta a los 12 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	351,984	4	87,996	1,911	,108
Error	17034,693	370	46,040		
Total corregida	17386,677	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No Significativo.



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 12. Análisis estadístico de copa 1 a los 12 meses.

b. Copa 2

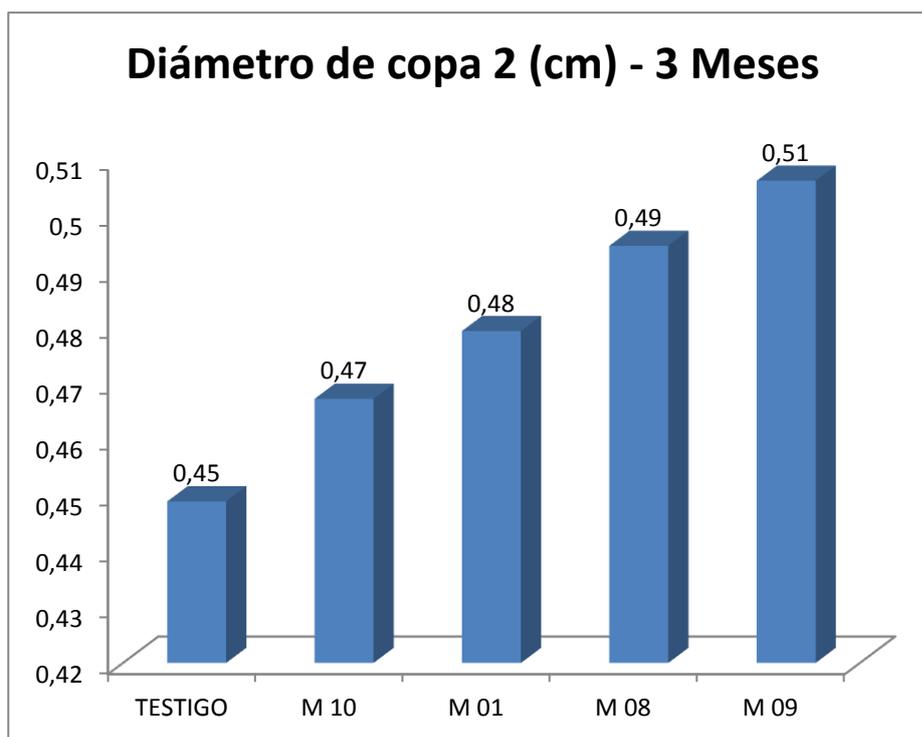
Del análisis de varianza para la copa 2 a los 3 meses (Cuadro 23) se determina que F de 1,049 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 23. Análisis de varianza para el diámetro de copa 2 de la planta a los 3 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	,152	4	,038	1,263	,284
Error	11,098	370	,030		
Total corregida	11,250	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No significativo



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 13. Análisis estadístico de copa 2 a los 3 meses.

j. Medición de la copa 2 a los 6 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para el diámetro copa 2 (cm) a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 24), se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un valor de 0.001.

Cuadro 24. Análisis de varianza para el diámetro de copa 2 a los 6 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	,236	4	,059	4,915	,001
Error	4,442	370	,012		
Total corregida	4,678	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** altamente significativo

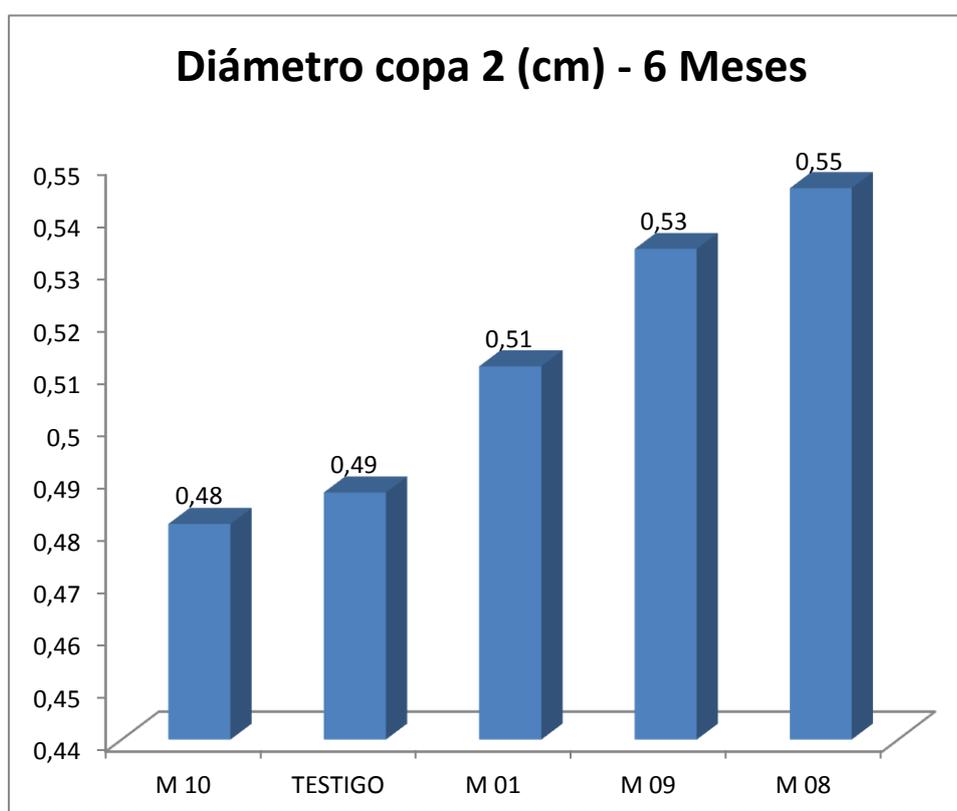
En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable diámetro de copa 2 a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 25 y Gráfico 14) para los sistemas de

propagación se puede observar como el mejor tratamiento al M08 con 0,54 cm en contraste con el menor valor de 0,48 cm para el clon M10.

Cuadro 25. Prueba de Tukey al 5% para la copa 2 a los 6 meses de plantado.

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto		
		1	2	3
M 10	75	0,48		
TESTIGO	75	0,48	0,48	
M 01	75	0,51	0,51	0,51
M 09	75		0,53	0,53
M 08	75			0,54
Sig.		,445	,072	,319

Elaborado: Simbaña M. (2016)



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 14. Análisis estadístico de copa 2 a los 6 meses.

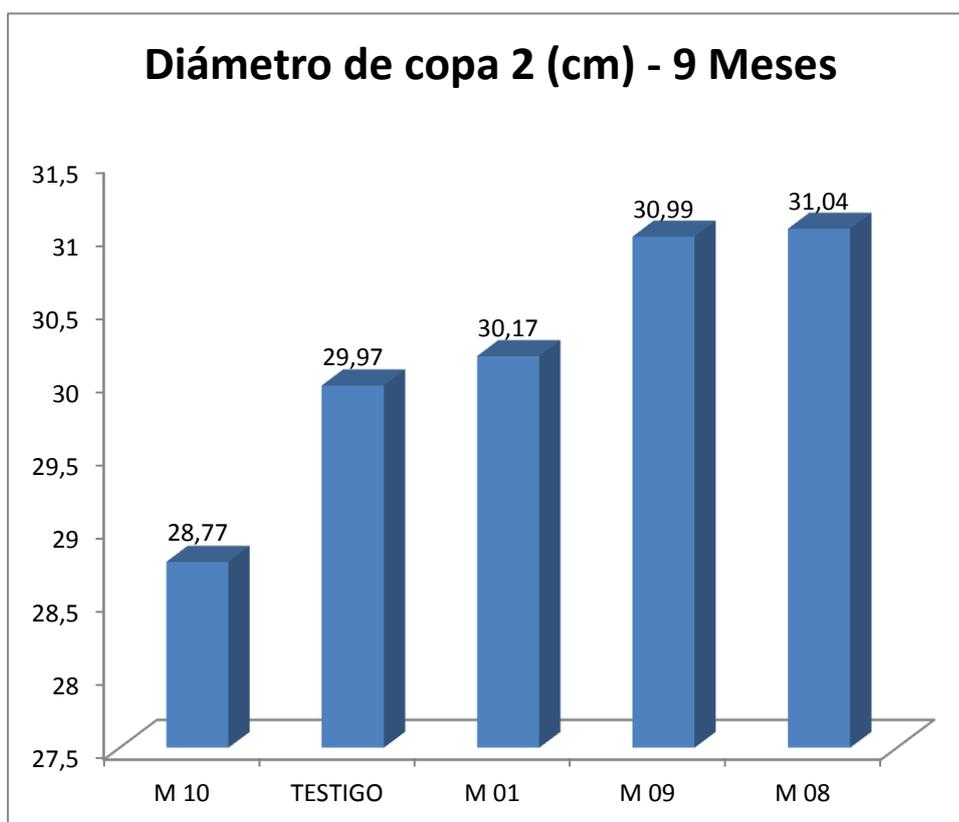
k. Medición de la copa 2 a los 9 meses en la plantación de *Gmelina arbórea* Roxb

Del análisis de varianza para la copa 2 a los 9 meses (Cuadro 26) se determina que F de 0,764 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 26. Análisis de varianza para el diámetro de copa 2 de la planta a los 9 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	255,851	4	63,963	,764	,549
Error	30991,707	370	83,761		
Total corregida	31247,557	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 15. Análisis estadístico de copa 2 a los 9 meses.

I. Medición de la copa 2 a los 12 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

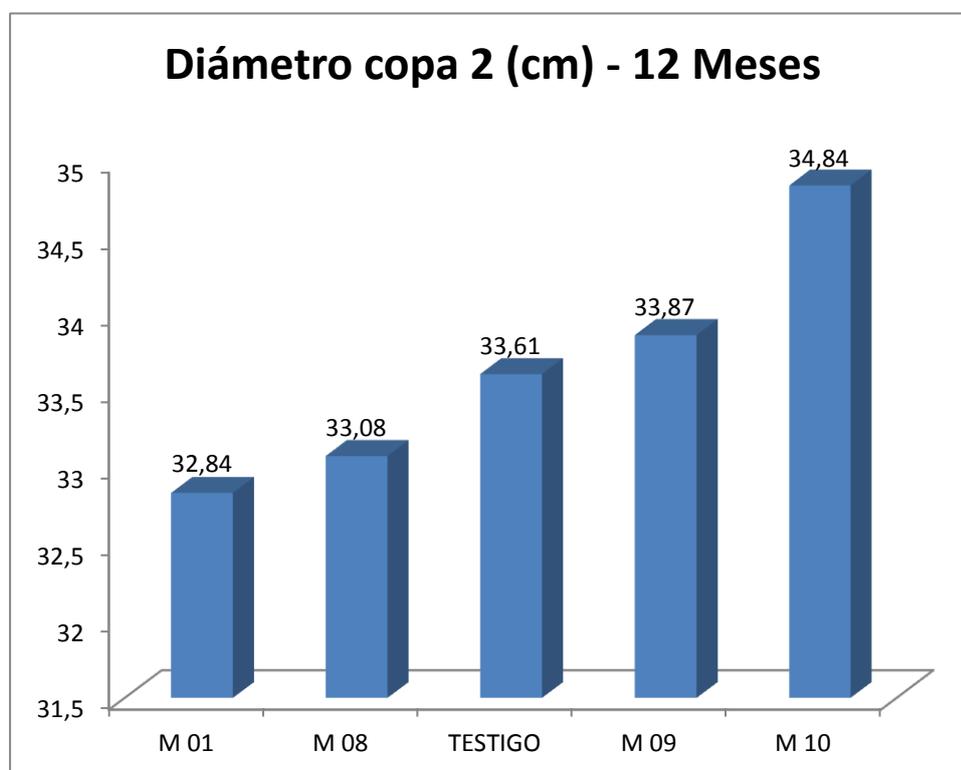
Del análisis de varianza para la copa 2 a los 12 meses (Cuadro 27) se determina que F de 0,580 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 27. Análisis de varianza para el diámetro de copa 2 de la planta a los 12 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	183,403	4	45,851	,580	,677
Error	29252,133	370	79,060		
Total corregida	29435,536	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No significativo



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 16. Análisis estadístico de copa 2 a los 12 meses.

Encontrando un mayor aumento del diámetro de copa de los 3 a los 6 primeros meses iniciando en la copa 1 de 0.52cm a 27,15cm y en la copa 2 de 0,45 a 32,84cm.

Según (Arias, 2005) el diámetro de la copa refleja la dimensión del aparato fotosintético del árbol que está directamente relacionado con su capacidad de crecimiento tanto en altura como en volumen, utilizado el mismo como un indicador de la vitalidad teniendo que los tratamientos clónales tienen mejor desarrollo de copa que el tratamiento por semillas lo cual nos sirve como un indicador para determinar cuál de estos métodos es el más apropiado para este tipo de zona, también se dice que el distanciamiento óptimo para el buen desarrollo de la especie se basa en el diámetro de copa la cual puede alcanzar los 7.07m y de ese concepto nace los raleos de formación (Grande Guerra , Herrera Ayala, & Martínez Velásquez, 2005).

3. Evaluación y análisis estadísticos del número de ramas.

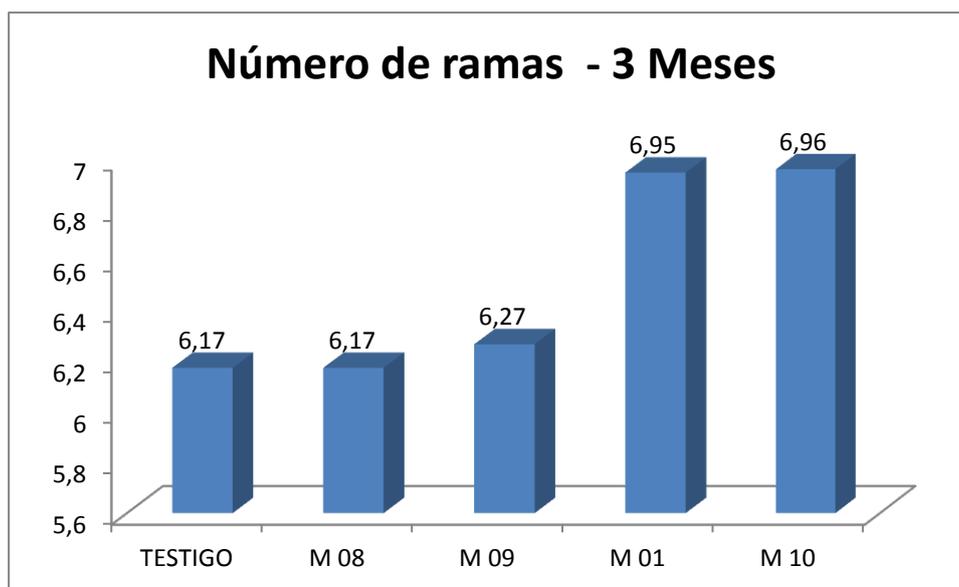
Del análisis de varianza para el número de ramas a los 3 meses (Cuadro 28) se determina que F de 1,944 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 28. Análisis de varianza para el número de ramas a los 3 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	50,917	4	12,729	1,944	,103
Error	2422,827	370	6,548		
Total corregida	2473,744	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No significativo



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 17. Análisis estadístico Número de ramas a los 3 meses.

m. Número de ramas a los 6 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para el número de ramas a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 29), se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un valor de 0.009.

Cuadro 29. Análisis de varianza para el número de ramas de la planta a los 6 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	145,691	4	36,423	3,430	,009
Error	3928,507	370	10,618		
Total corregida	4074,197	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

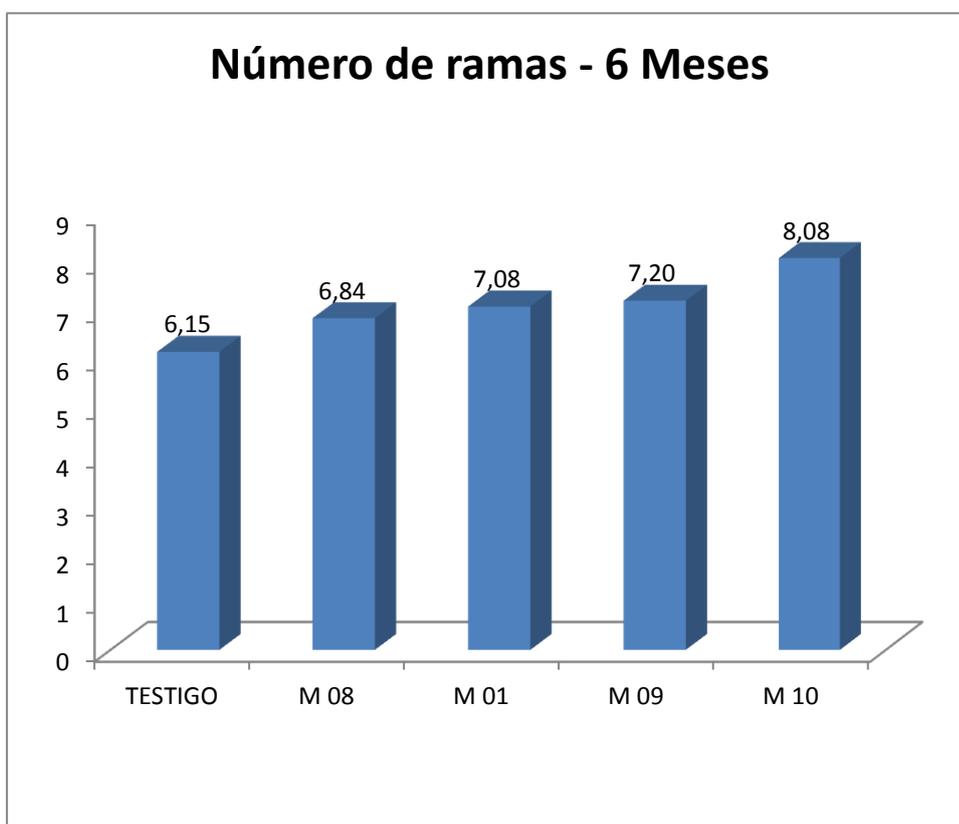
Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable número de ramas a los 6 meses de plantado el ensayo (Cuadro 30 y Gráfico 18) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al Testigo con 6,14 ramas en contraste con el de mayor valor de 8,08 cm para el clon M10.

Cuadro 30. Prueba de Tukey al 5% para el número de ramas a los 6 meses de plantado

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	75	6,14	
M 08	75	6,84	6,84
M 01	75	7,08	7,08
M 09	75	7,20	7,20
M 10	75		8,08
Sig.		,278	,138

Elaborado: Simbaña M. (2016)



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 18. Análisis estadístico Número de ramas a los 6 meses.

n. Número de ramas a los 9 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

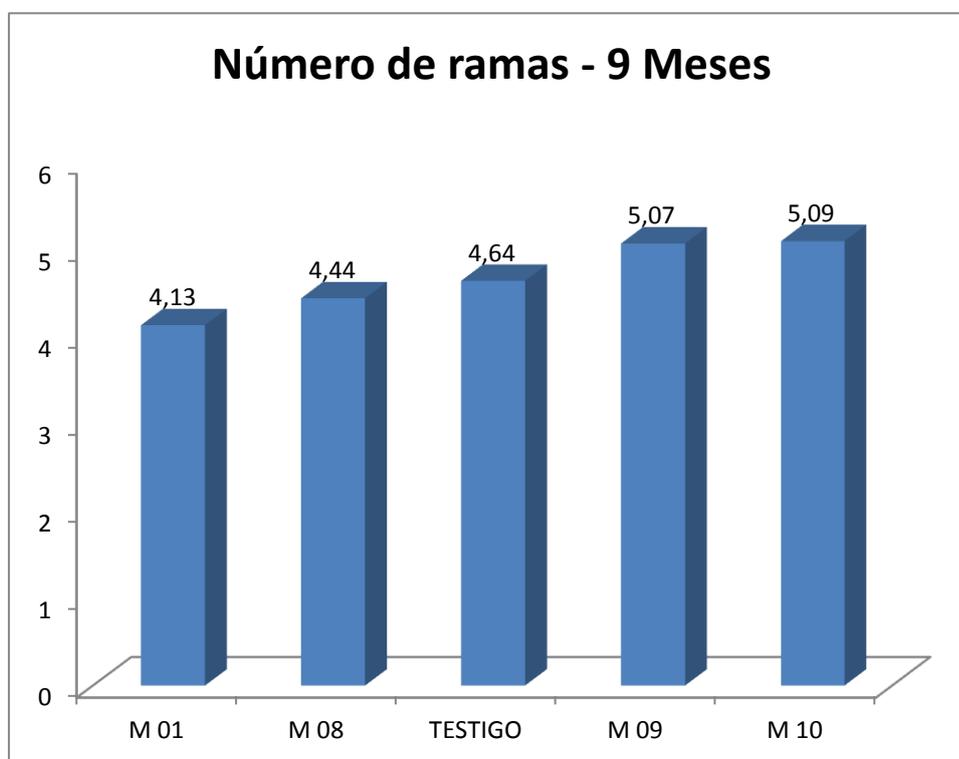
Del análisis de varianza para el número de ramas a los 9 meses (Cuadro 31) se determina que F de 2,036 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 31. Análisis de varianza para el número de ramas a los 9 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	50,869	4	12,717	2,036	,089
Error	2311,440	370	6,247		
Total corregida	2362,309	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No significativo



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 19. Análisis estadístico Número de ramas a los 9 meses.

o. Medición del número de ramas a los 12 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

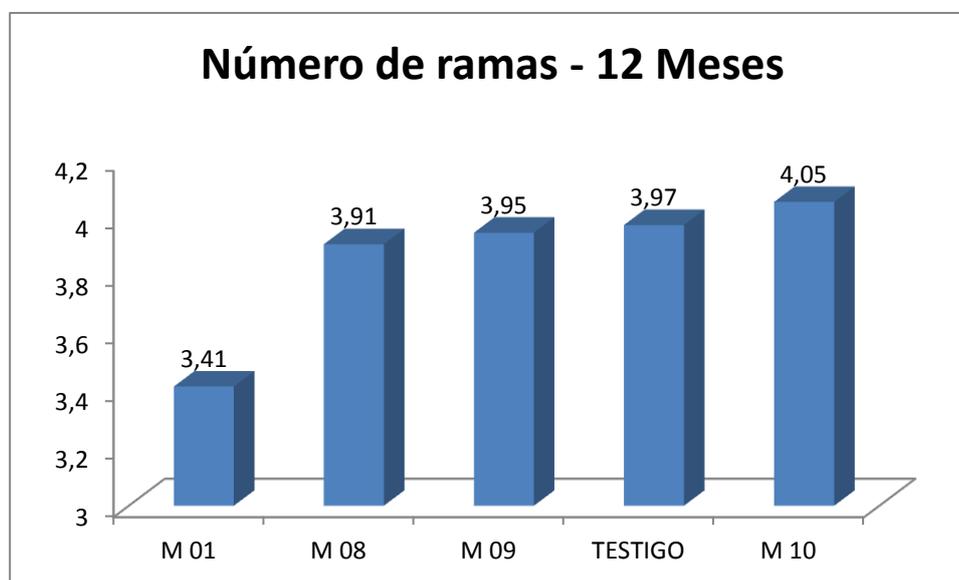
Del análisis de varianza para el número de ramas a los 12 meses (Cuadro 32) se determina que F de 1,538 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 32. Análisis de varianza para el número de ramas a los 12 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	19,456	4	4,864	1,538	,190
Error	1170,053	370	3,162		
Total corregida	1189,509	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No significativo



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 20. Análisis estadístico Número de ramas a los 12 meses.

Teniendo una disminución de una rama por cada tres meses encontrando que el tratamiento por semilla tiene menos número de ramas en las dos primeras mediciones y el clon M10 es superior en todos los casos.

Los estándares de crecimiento, se pueden cuantificar en un lapso oscila entre 6 y 10 años de verificación en campo, en distintas condiciones ambientales y bajo un trabajo riguroso de seguimiento (Chacón & Murillo, 2005) pero para nuestro caso de estudio sus primeras etapas se evaluó en el primer año encontrando que el clon se adapta y desarrolla de mejor manera en cuanto a sus ramas, las ramas pueden verse afectadas por

daños producidos por *Aepytus* sp. (Hepialidae, Lepidoptera), los isópteros *Nasutitermes corniger* (Termitidae) y *Coptotemes testaceus* (Rhinotermitidae) y por *Nectria* sp. (Arguedas, 2004), los cuales pueden disminuir en gran número el número de ramas y afectar de esta manera al desarrollo de la copa y su función fotosintética.

4. Evaluación y análisis estadísticos de calidad de la planta.

Según el análisis de varianza para calidad de plantas a los 3 meses de plantado el ensayo (Cuadro 33), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con un valor de 0.011.

Cuadro 33. Análisis de varianza para la calidad de la planta a los 3 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	,663	4	,166	3,312	,011
Error	18,256	370	,050		
Total corregida	18,919	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

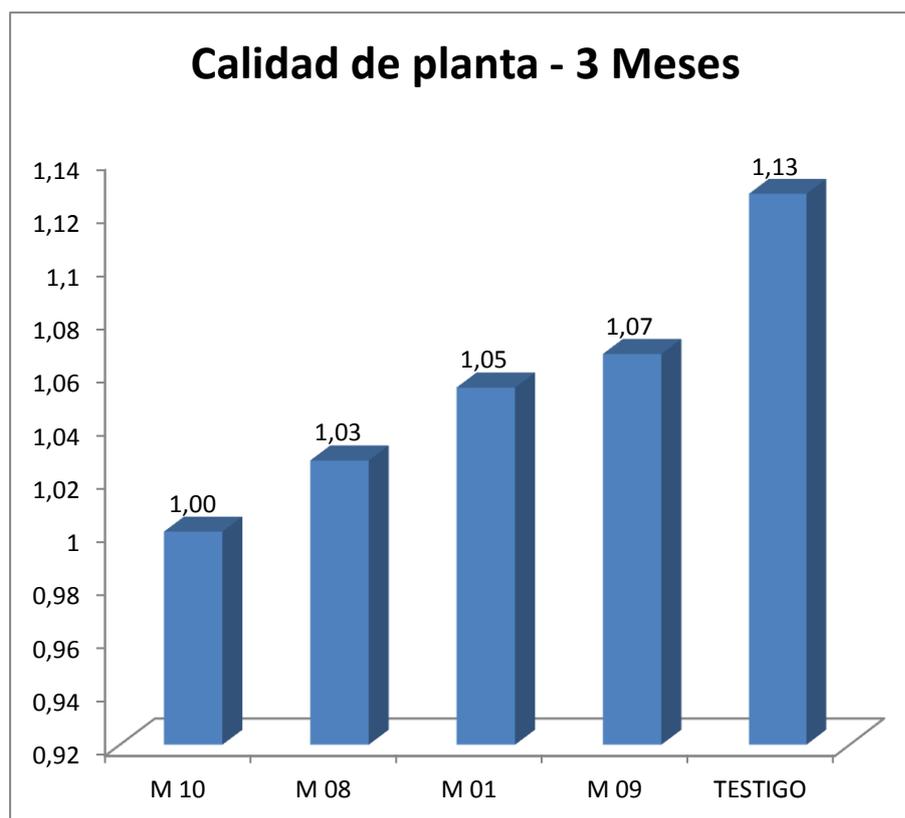
Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** significativo

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable calidad de planta a los 3 meses de plantado el ensayo (Cuadro 34 y Gráfico 21) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al clon M10 con 1,00 en contraste con el mayor valor de 1,12 para el testigo.

Cuadro 34. Prueba de Tukey al 5% para el número de ramas a los 3 meses de plantado

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto	
		1	2
M 10	75	1,00	
M 08	75	1,02	1,02
M 01	74	1,05	1,05
M 09	75	1,06	1,06
TESTIGO	71		1,12
Sig.		,368	,053

Elaborado: Simbaña M. (2016)



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 21. Análisis estadístico Calidad de planta a los 3 meses.

p. Calidad de planta a los 6 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

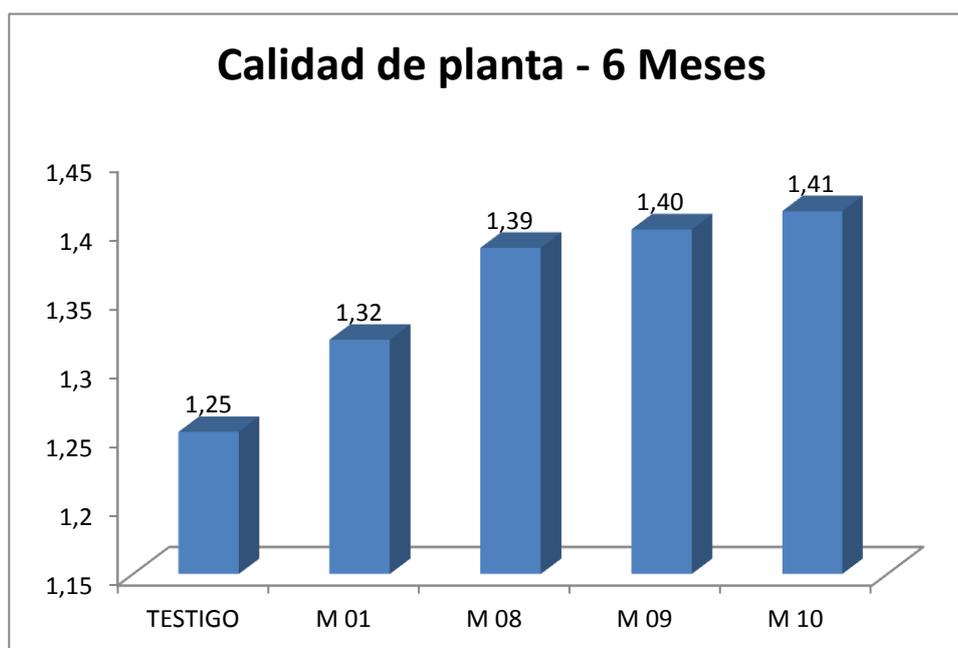
Del análisis de varianza para el número de ramas a los 6 meses (Cuadro 35) se determina que F de 0,829 para el sistema de propagación no es significativo al 95 % de probabilidad. Por tal motivo no se realiza la prueba de Tukey al 5 %.

Cuadro 35. Análisis de varianza para la calidad de la planta a los 6 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	1,349	4	,337	,829	,507
Error	150,480	370	,407		
Total corregida	151,829	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** No significativo



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 22. Análisis estadístico Calidad de planta a los 6 meses.

q. Calidad de planta a los 9 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para calidad de plantas a los 9 meses de plantado el ensayo (Cuadro 36), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con un valor de 0.043.

Cuadro 36. Análisis de varianza para la calidad de la planta a los 9 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	5,253	4	1,313	2,483	,043
Error	195,680	370	,529		
Total corregida	200,933	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** significativo

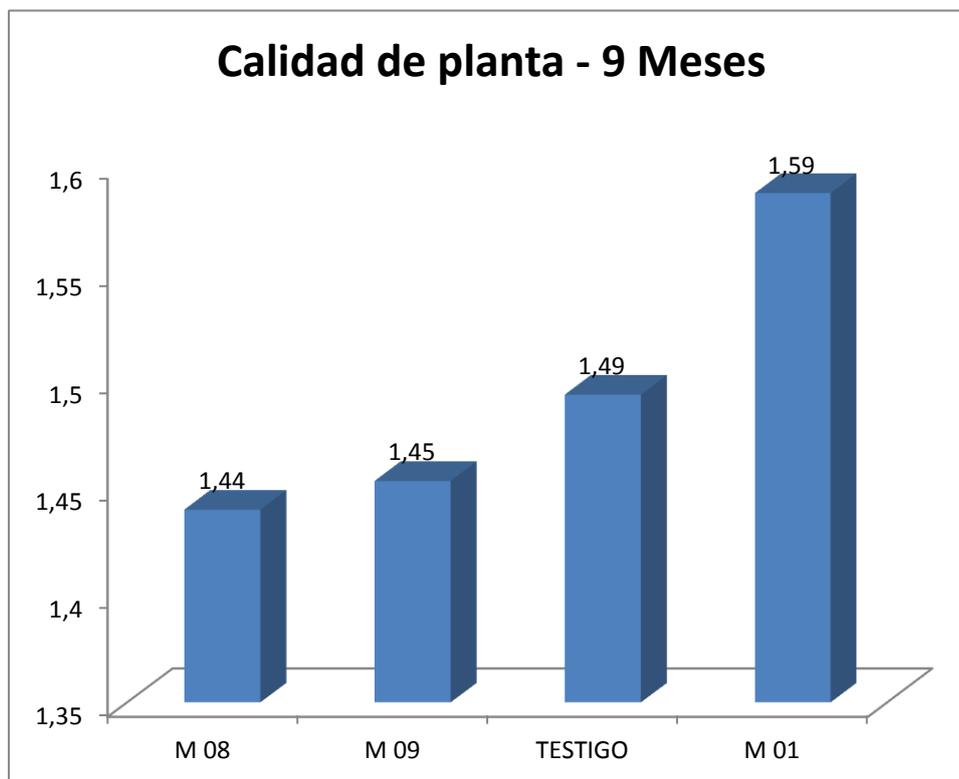
En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable calidad de planta los 9 meses de plantado el ensayo (Cuadro 37 y Gráfico 23) para los sistemas de

propagación se puede observar como el mejor tratamiento M08 con 1,44 en contraste con el mayor valor de 1,76 para el clon M10.

Cuadro 37. Prueba de Tukey al 5% para la calidad a los 9 meses de plantado

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto
		1
M 08	75	1,44
M 09	75	1,45
TESTIGO	75	1,49
M 01	75	1,58
M 10	75	1,76
Sig.		,057

Elaborado: Simbaña M. (2016)



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 23. Análisis estadístico Calidad de planta a los 9 meses.

r. Calidad de planta a los 12 meses en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb

Según el análisis de varianza para calidad de plantas a los 12 meses de plantado el ensayo (Cuadro 38), se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un valor de 0.000.

Cuadro 38. Análisis de varianza para la calidad de la planta a los 12 meses de plantado.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SIST_PROP	12,464	4	3,116	5,342	,000
Error	215,813	370	,583		
Total corregida	228,277	374			

Elaborado: Simbaña M. (2016)

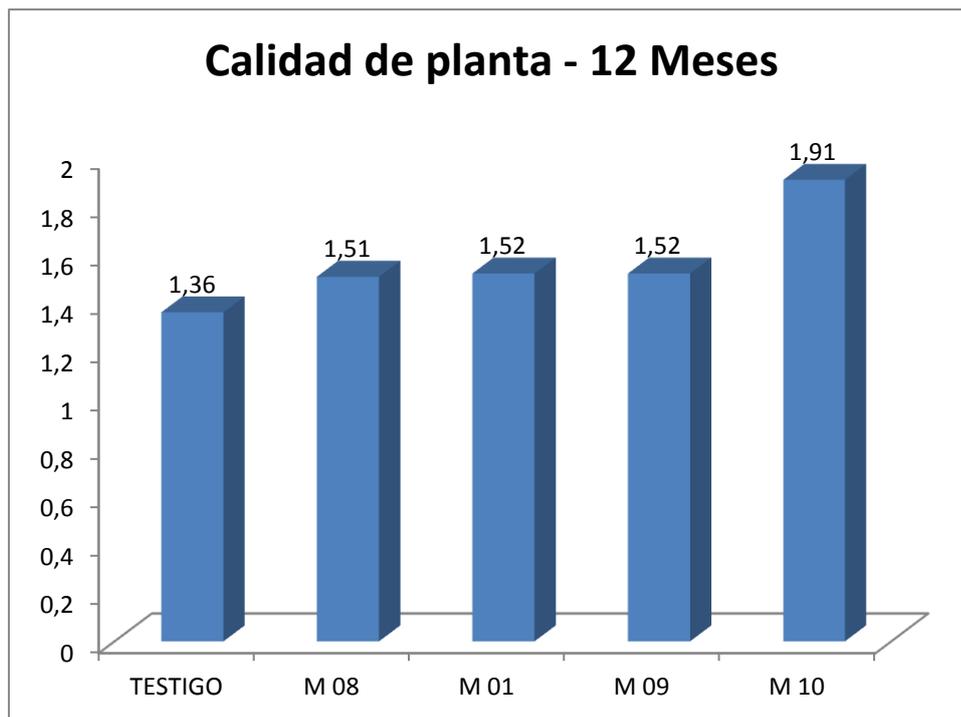
Gl: grados de libertad, **F:** Fisher, **Sig:** Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable calidad de planta a los 12 meses de plantado el ensayo (Cuadro 39 y Gráfico 24) para los sistemas de propagación se puede observar como el mejor tratamiento al testigo con 1,36 en contraste con el mayor valor de 1,90 para el clon M10.

Cuadro 39. Prueba de Tukey al 5% para la calidad de planta a los 12 meses de plantado

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	75	1,36	
M 08	75	1,50	
M 01	75	1,52	
M 09	75	1,52	
M 10	75		1,90
Sig.		,702	1,000

Elaborado: Simbaña M. (2016)



Elaborado: Simbaña M. (2016)

Gráfico 24. Análisis estadístico Calidad de planta a los 12 meses.

En la calidad de planta el de mejor calidad y sanidad tenemos al tratamiento testigo con 1,36 no obstante los otros tratamientos en los seis primeros meses tuvieron un fuste ligeramente torcido encontrándose dentro de aceptablemente sanos. Para mejorar la calidad de la planta según (Vinueza, 2012) Se recomienda realizar una primera poda de formación y altura con el objeto de definir el tallo o fuste líder del árbol entre los 3 y 12 meses de edad según el desarrollo que se presente, una segunda poda de ramas que se realiza entre el segundo y el tercer año a los árboles remanentes producto del primer raleo, con el objetivo de permitir el desarrollo del fuste y de esta manera ayudar a que la planta sea totalmente sana.

VI. CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos determinan que el mejor método con crecimiento y desarrollo es la propagación asexual en comparación con el método sexual, específicamente el clon M09 posiblemente por provenir de un árbol con mayor diámetro y altura que los otros clones en estudio.
2. El mayor incremento del diámetro basal se reportó en el clon M09 con mejores características de su fuste, lo que no sucedió con los tratamientos por semilla que son de menor calidad en cuanto al diámetro basal.
3. El manejo silvicultural (poda) de la plantación de melina permitió un mayor crecimiento y desarrollo del árbol.
4. El diámetro de copa alcanzado por el clon M09 fue mayor al obtenido del árbol proveniente de semilla.
5. En cuanto a la calidad de planta el tratamiento por semillas fue superior obteniendo una planta totalmente sana.

VII. RECOMENDACIONES

1. Por los resultados obtenidos con el clon M09, es el que se puede utilizar para plantaciones productivas en zonas que tengan condiciones ambientales similares, no obstante el clon M08 es otra alternativa.
2. Para la recolección vegetativa en árboles plus, el diámetro que mejor desarrollo y productividad se obtiene con los diámetros mayores a 40cm.
3. Será muy importante continuar con el seguimiento de la plantación para valorar su producción y rendimiento, además se podría realizar ensayos de investigación para determinar su adaptación y mejorar en cuanto a manejo silvicultural.
4. En posteriores establecimientos de ensayos se aplique un diseño estadístico para que los resultados sean de mejor utilidad, además debe existir variables comparables de la especie de diferente procedencia.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar los métodos de propagación sexual, asexual y comportamiento de Melina (*Gmelina arborea* Roxb), en plantación, en la hacienda Pizará, cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha; para evaluar los dos métodos se realizó cinco tratamientos: el tratamiento uno (T) fue propagación por semilla y los cuatro tratamientos restantes fueron por propagación clonal M01; M08; M09 y M10, una vez establecida la plantación los datos fueron recolectados cada tres meses, las variables a evaluar fueron altura, área basal, diámetro de copa, número de ramas y calidad de la planta, obteniendo que el método de propagación que tiene mayor crecimiento y desarrollo en plantación es el método por clones específicamente el clon M09 teniendo un crecimiento promedio en altura anual de 5.43 m a los doce meses por lo contrario el tratamiento por semillas que alcanzó 4.68 m al año de edad de la planta, en cuanto al diámetro basal se encontró un promedio anual de 12.37 cm para el clon M09 y para el tratamiento por semillas de 10.88 cm observando claramente que los tratamientos por semillas son los de menor calidad en cuanto altura y diámetro basal, por el contrario el efecto que ocasiona el manejo silvicultural en la plantación de melina encontramos que la mejor copa corresponde al clon M09 con 27.15 cm y el menor fue el tratamiento T con 24.79 cm, en cuanto al número de ramas se determinó que disminuyo aproximadamente una rama por cada tres meses y 3 posterior a los 6 meses, en cuanto a la calidad de planta el tratamiento por semillas fue superior obteniendo una planta totalmente sana, encontrando un nivel de significancia que varía para los tratamientos de las variables en mediciones afirmando la hipótesis ya que el tratamiento por semillas varía del tratamiento por clones.

Palabras claves: métodos de propagación, propagación sexual, propagación asexual,

Por: Mario Simbaña



IX. SUMMARY

This research is intended to evaluate the sexual and asexual plant propagation methods in regarding the behavior of the gmelina (*Gmelina arborea* Roxb) plantation at the Pitzara farm from Pedro Vicente Maldonado in Pichincha province; in this aim five experimental treatments were implemented which allow to evaluate the experimental designs done following both methods the clonal propagation method and the seed propagation method. The One-treatment (T) accounts for the plant propagation by seeds and the four remaining treatment account for the plant propagation by cloning where the M01; M08; M09 and M10 clonal propagation techniques were used. Once the plantation was established, the data for grading every propagation techniques were collected every three months through the first 12 months, the variables to evaluate were the plant height, basal area, top foliage diameter, branches and the plant quality. Thus, the study results revealed that the clonal propagation method rather than the seed propagation method gave the best results not only in regarding the plant development and growth, but also in regarding the basal diameter, being mainly the M09 clonal propagation method which accounts for the best average annual height of plantation reflected in the 5,43m and the best average annual basal diameter reflected in the 12,37m at the end of 12 months in contrast to the seed propagation method which results were 4,68m of the average annual height and 10,88m of the average annual basal diameter which implies that the seed propagation method results are lower than the clonal propagation method results in regarding these study variables and thus the best effects in the forestry management of the gmelina plantation in regarding the top foliage diameter variable corresponds to the M09 clonal propagation that gave 27,15 rather than the seed propagation treatment since it accounts for 24,79 cm, and considering the number of branches variable the study results determined one-branch drop dead every first three months and three-branch drop dead at the further six months, but in concerning to the quality of plant variable the best results correspond to the seed propagation method since this treatment gave plants completely health. The study results convey a level of significance that varies for every treatment in considering the study variables measures used for the hypotheses testing which allows us to confirm the study hypotheses since the results from seed propagation treatment varies from the clonal treatment results.

RESEARCH KEY WORDS: < PROPAGATION METHODS> <SEXUAL PROPAGATION> <ASEXUAL PROPAGATION>

BY: Mario Simbaña.



X. BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, P. (1965). Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Evaluaci%C3%B3n>.
- Ahumada, P. (1965). Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Evaluaci%C3%B3n>.
- Araya, E., Murillo, O., Aguilar, G., & Rocha, O. (2005). Relaciones genéticas en una colección de clones de *Gmelina arborea* (Roxb) reveladas con marcadores AFLP. *Kuru: Revista Forestal*, 2(6).
- Arguedas, M. (2004). Problemas fitosanitarios de la melina (*Gmelina arborea* (Roxb)) en Costa Rica. *Kurú revista forestal*.
- Arias, D. (2005). Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. *Kurú: Revista Forestal*.
- Armando, V. V. (2001). Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. *Universidad de Tolima*.
- Cedeño, C. D. (2010). EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO INICIAL DE *Eucalyptus urograndis*, *Gmelina arborea* Roxb Y *Ochroma pyramidale* Cav BAJO LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE POTASIO EN LA HACIENDA ZOILA LUZ DE SANTO DOMINGO. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.
- Cetina, V., Varga Hernández, J., & Villegas Monter, A. (2005). EFECTO DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) Y TIPO DE ESTACA EN EL ENRAIZADO DE *Gmelina arborea* Roxb. *ResearchGate*.
- Chacón, P., & Murillo, O. (2005). Variación genética en la dominancia apical como respuesta a la decapitación en clones juveniles de *Gmelina arborea* Roxb. *Kurú Revista Forestal*.
- CORPEI EXPOECUADOR. (2007). Planificación estratégica de plantaciones forestales en el Ecuador .
- Ecuadoragroforestal. (2015). Bosque plantado .
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.(2003).

This original, unedited version of paper submitted to the XII World Forestry Congress, Quebec city, Canada

Forestal-CONAFOR, C. N. (2004). Gmelina arborea Roxb. Disponible http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/fichas%20tecnicas/Gmelina%20arborea.pdf.

Grande Guerra, J., Herrera Ayala, O., & Martínez Velásquez, M. (2005). EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA PARA ASERRÍO A CORTO PLAZO DE Melina (Gmelina arborea), EL SALVADOR. *Universidad del Salvador*.

Iba, E., & Rooting, T. (2005). EFECTO DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) Y TIPO DE ESTACA EN EL ENRAIZADO DE Gmelina arborea Roxb.

Instituto Nacional de investigación Forestal, Agriocolas y Pecuarias. INIFAP. (2003). La melina establecimiento y aprovechamiento en la Huasteca potosina.

Jimenez, D. (2010). Gmelina arborea manejo silvicultural de plantaciones en Costa Rica. *BSF-CATIE*.

Ltda, AGROSOFT. (2000). G. arborea Roxb. Trees versión 2. Serie-Especial Forestales. Reporte de especies No. 4. Medellín, Colombia. pp. 2-9. (Internet). Disponible: http://www.colforest.com.co/serie_especies_forestales/gmelina-arborea.pdf.

Ministerio Ambiental de Chile. (2014). Especies exóticas. Santiago: Primera Edición.

Mesén, F. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales (No. 30). *Bib. Orton IICA/CATIE*.

Meza Montoya, A., & Torres Córdoba, G. (2006). El raleo: una operación silvicultural fundamental. *Kurú: Revista Forestal*.

Moreira, M. (2011). Los viveros y la producción de especies forestales. *Universidad Técnica Particular de Loja*.

Patiño, V., Cedeños, S., Juarez, G., & Bertoni, V. (1982). Gmelina arborea Robx. Una especie promisoría en el trópico mexicano. SARH, INIF, CIFTROH. *Campeche Mexico*.

- Perez, J. (1995). Disponible http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/90/cd_09/cursofor/cap_4/cap4a.
- Rojas, R., Arías, A., Moya, R., Meza, m., Murillo, G., & Arguedas, M. (2004). Manual para productores de melina Gmelina arbórea en Costa Rica.
- Romero, J. (2004). A review of propagation programs for Gmelina arborea. *New Forests*, 28(2-3), 245-254.
- Sanchez, J. (1988). Evaluacion de procesos encontrado en <http://es.wikipedia.org/wiki/Evaluaci%C3%B3n>.
- Santelices, R. . (1993). Propagación vegetativa de raulí, roble y coihue a partir de estacas . *Ciencia e Investigación Forestal*, 7(1), 37-48.
- semillero, E. (2013). *Guia de reforestación el semillero*. Obtenido de http://elsemillero.net/nuevo/semillas/la_semilla.html
- Vallejo. (1996). Evaluación del crecimiento y calidad de plantación en Gmelina arbórea ROXB.
- Vinueza, M. (2012). Ficha Técnica N° 3: MELINA. *MAE-FAO-MAGAP*.
- Vinueza, M. (2012). Ficha Técnica N° 3: MELINA. *Ecuador/Forestal*.
- Wang, Z. (2004). Cultivation and utilization of Gmelina arborea in South Yunnan, China. *New Forests*, 28(2-3), 201-205.
- Zobel, B., & Talbert, J. (1988). *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. México: Ed. Limusa pp 96-138.

XI ANEXOS

Anexo 01. Cuadro resumen de medias para la altura a los 3, 6, 9 y 12 meses.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO ALTURA /MESES			
	3	6	9	12
TESTIGO	78,51	205,43	328,21	468,80
M01	88,96	217,77	340,95	473,93
M08	83,97	232,04	364,29	517,04
M09	83,32	238,25	383,29	543,15
M10	84,8	216,87	329,96	472,15
PROMEDIO	83,91	222,07	349,34	501,57

Elaborado: Simbaña M. (2016).

Anexo 02. Cuadro resumen de medias para Diámetro basal a los 3, 6, 9 y 12 meses.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO DIÁMETRO BASAL /MESES			
	3	6	9	12
TESTIGO	1,91	5,45	7,92	10,93
M01	2,06	5,98	7,85	10,88
M08	2,03	6,20	8,72	11,98
M09	2,10	6,64	9,07	12,37
M10	2,07	6,33	7,55	11,33
PROMEDIO	2,04	6,12	8,22	11,50

Elaborado: Simbaña M. (2016).

Anexo 03. Cuadro resumen de medias para la copa 1 a los 3, 6, 9 y 12 meses.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO COPA 1 /MESES			
	3	6	9	12
TESTIGO	0,43	0,28	15,60	24,78
M01	0,46	0,33	15,41	25,10
M08	0,51	0,33	15,06	26,05
M09	0,52	0,32	13,58	27,14
M10	0,52	0,32	15,30	27,05
PROMEDIO	0,49	0,32	14,99	26,02

Elaborado: Simbaña M. (2016).

Anexo 04. Cuadro resumen de medias para la copa 2 a los 3, 6, 9 y 12 meses.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO COPA 2/MESES			
	3	6	9	12
TESTIGO	0,45	0,49	29,97	33,61
M01	0,48	0,51	30,17	32,84
M08	0,49	0,55	31,04	33,08
M09	0,51	0,53	30,99	33,87
M10	0,47	0,48	28,77	34,84
PROMEDIO	0,48	0,51	30,19	33,65

Elaborado: Simbaña M. (2016).

Anexo 05. Cuadro resumen de medias para el número de ramas a los 3, 6, 9 y 12 meses.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO NÚMERO DE RAMAS/MESES			
	3	6	9	12
TESTIGO	6,17	6,15	4,64	3,97
M01	6,95	7,08	4,13	3,41
M08	6,17	6,84	4,44	3,91
M09	6,27	7,20	5,07	3,95
M10	6,96	8,08	5,09	4,05
PROMEDIO	6,50	7,07	4,67	3,86

Elaborado: Simbaña M. (2016).

Anexo 06. Cuadro resumen de medias para la calidad de planta a los 3, 6, 9 y 12 meses.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO NÚMERO DE RAMAS/MESES			
	3	6	9	12
TESTIGO	1,13	1,25	1,49	1,4
M01	1,05	1,32	1,59	1,5
M08	1,03	1,39	1,44	1,5
M09	1,07	1,40	1,45	1,5
M10	1,00	1,41	1,76	1,9
PROMEDIO	1,05	1,35	1,55	1,56

Elaborado: Simbaña M. (2016).