



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS DE GRADO**

**INGENIERO FORESTAL**

**TEMA**

**COMPORTAMIENTO INICIAL DE DOS PROCEDENCIAS DE *Gmelina arborea Roxb* (MELINA) DE COSTA RICA Y ECUADOR EN LA COMUNA EL CÓNDROR DEL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS.**

**AUTORES**

**FREDDY GERMÁN MERCHÁN ALVAREZ**

**CRISTOBAL COLÓN CEDEÑO ALVAREZ**

**DIRECTOR**

**Ing. Darwin Salvatierra P.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2011**



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

### **ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Tesis de grado presentada al Honorable Concejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:**

### **INGENIERO FORESTAL**

**COMPORTAMIENTO INICIAL DE DOS PROCEDENCIAS DE *Gmelina arborea Roxb*  
(MELINA) DE COSTA RICA Y ECUADOR EN LA COMUNA EL CÓNDOR DEL  
CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS**

**APROBADA POR:**

-----  
**ING. DARWIN SALVATIERRA PILOZO**  
**DIRECTOR DE TESIS**

-----  
**ING. ANTONIO VELIZ MENDOZA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

-----  
**ING. CESIL MORENO CEDEÑO**  
**INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**

-----  
**ING. CESAR CEVALLOS CUEVA**  
**INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**

## **RESPONSABILIDAD**

Los resultados, conclusiones y recomendaciones en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de los autores:

-----  
**Freddy Merchán Álvarez**

-----  
**Cristóbal Cedeño Álvarez**

## **CERTIFICACION**

El suscrito Ing. Darwin Salvatierra Pilozo, docente de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Ambientales de la **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**. Certifica que los egresados **FREDDY GERMÁN MERCHÁN ALVAREZ** y **CRISTOBAL COLON CEDEÑO ALVAREZ**, realizaron bajo mi dirección la tesis de grado titulada “**COMPORTAMIENTO INICIAL DE DOS PROCEDENCIAS DE *Gmelina arborea Roxb* (MELINA) DE COSTA RICA Y ECUADOR EN LA COMUNA EL CÓNDROR DEL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS**”. Habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing, Darwin Salvatierra Pilozo**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

*Primero a Dios por permitirme vivir cada día y haber cristalizado mi sueño, a mi querida familia por brindarme su apoyo, Espiritual, moral, económicamente como lo son mis padres: Germán y my abnegada madre Dídima, a mis hermanos Cecilia, Shirley (+), Gilda (+), Joe, a mis sobrinos, tíos, primos y demás familiares y a todos mis amigos y de una manera muy especial a la memoria de Diana Valdíviezo Ríos con mucho cariño y amor.*

**FREDDY MERCHANT**

## **DEDICATORIA**

*A nuestro Dios por todas sus bendiciones, en especial permitirme crecer en tan maravillosa familia, a mis hijos Ofelia y Lucas por ese inmenso amor.*

*Mi padre con su apoyo incondicional de lucha por verme crecer día a día, mi mamá se que ahora desde el reino celestial estarás muy orgullosa porque he cumplido con tus sueños.*

**CRISTOBAL CEDEÑO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los Autores dejan constancia de su agradecimiento a las instituciones y personas que ayudaron a la realización de esta tesis:

- A Dios por ser nuestro amigo fiel, leal e incondicional, con mucho respeto y amor

### **PROFORESTAL – COORDINACIÓN PROVINCIAL ZONA NORTE**

- Ing. For. Freddy Marín Galarza Coordinador Provincial Distrito Los Ríos
- Ing. For. Pedro Coello Asistente Coordinación Provincial

### **A LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO E INSTITUCIONES**

- Ing. Roque Vivas Rector de la ( U. T. E. Q)
- Ing. Guadalupe Murillo Vice rectora Administrativa de la (U. T. E. Q).
- Ing. Williams Burbano Vice rector Académico de la (U. T. E. Q)
- Ing. For. Antonio Veliz Mendoza Decano de la Facultad de Ciencias Ambientales
- Ing. For. Garis Ramírez Guila Subdecano de la Facultad de Ciencias Ambientales
- Ing. For. Elías Cuasquer Fuel. Director de la Escuela de Ingeniería Forestal
- Ing For. Cesar Cevallos Cueva. Miembro del Tribunal de Tesis
- Ing. For. Cesil Moreno Cedeño. Miembro del Tribunal de Tesis
- Ing. For. Darwin Salvatierra Pilozo. Director de Tesis, por brindarnos su tiempo y su valioso conocimiento para la realización de este trabajo investigativo
- Ing. For. Guillermo Law Blanco. Docente de la Escuela de Ingeniería Forestal, un agradecimiento especial.
- Ing. For. Pedro Suatunce. Miembro del Honorable Concejo Directivo
- Ing. Agr. Ignacio Sotomayor. Director del INIAP Pichilingue
- Ing. For. Fidel Troya Zambrano. Docente de la Escuela Ingeniería Forestal
- Personal de Áreas Verdes de la Ilustre Municipalidad del Cantón Valencia

- Proforestal Oficina Técnica de Quevedo
- Ing. For. Javier Cedeño Avilés
- Un agradecimiento especial al Ing. For. Iván Morales Castillo. Experto en Plantaciones Forestales del Trópico Ecuatoriano, por ser el mentalizador de este proyecto investigativo
- Ing. For. Willy Bustamante Alarcon. Técnico de Serviforest
- Ing. Amb. Mauro Flores Iturralde
- Ing, For. Washington Jijón Técnico de Inventarios Forestales
- Ing. For. Luis Estrella Caicedo
- Ing. For. Johnny Aguayo Merchán. Técnico de Balsaflex
- Ing. For. Oscar Prieto B. Investigador de la (U. T. E. Q).
- Ing. For. Ronald Chuez. Técnico de Plantabal.
- Ing. For. Carlos Belezaca. Docente investigador de la (U.T.E.Q)
- Sr. Vicente Villacis Quiroz.
- Ing. Agrop. Danilo Alvarez Galarza
- Ing. Agrop. Agustín Rodríguez
- Ing. Agr. Marcos Molina Pazmiño
- Sr. Eddy Anchundia Coque
- Ing. Elec. Francisco Domínguez Puertas. Técnico del CNEL
- A todos nuestros amigos
- Y finalmente queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera se hicieron presente y colaboraron, para la realización de este trabajo investigativo

## INDICE DE CONTENIDO

<b><u>I.</u></b>	<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	¡Error! Marcador no defin	1
A.	<u>Justificación</u> .....	¡Error! Marcador no defin	2
B.	<u>Objetivos</u> .....	¡Error! Marcador no defin	3
1.	<u>General</u> .....	¡Error! Marcador no defin	3
2.	<u>Específicos</u> .....	¡Error! Marcador no defin	3
C.	<u>Hipótesis</u> .....	¡Error! Marcador no defin	3
<b><u>II.</u></b>	<b><u>REVISION DE LITERATURA</u></b> .....	¡Error! Marcador no defin	4
A.	<u>Procedencias</u> .....	¡Error! Marcador no defin	4
1.	<u>Ecotipos</u> .....	¡Error! Marcador no defin	4
B.	<u>Comportamiento</u> .....	¡Error! Marcador no defin	5
C.	<u>Parcelas Permanentes</u> .....	¡Error! Marcador no defin	5
D.	<u>Bifurcacion</u> .....	¡Error! Marcador no defin	5
E.	<u>Crecimiento</u> .....	¡Error! Marcador no defin	6
F.	<u>Mortalidad</u> .....	¡Error! Marcador no defin	7
G.	<u>Parámetros de Medición en un Experimento Forestal</u> .....	¡Error! Marcador no de	7
H.	<u>Crecimiento en Diámetro</u> .....	¡Error! Marcador no defin	7
I.	<u>Crecimiento en Altura</u> .....	¡Error! Marcador no defin	8
J.	<u>Área Basal</u> .....	¡Error! Marcador no defin	8
K.	<u>Sobrevivencia</u> .....	¡Error! Marcador no defin	8
L.	<u>Descripción Botánica de la Especie</u> .....	¡Error! Marcador no defin	10
1.	<u>Breve reseña histórica</u> .....	¡Error! Marcador no defin	10
2.	<u>Áreas de distribución natural</u> .....	¡Error! Marcador no defin	11
a.	Lugares de introducción a nivel mundial .....		11
b.	Lugares de introducción en Centroamérica .....		12
c.	Lugares de introducción en Costa Rica .....		12
d.	Lugares de introducción en Ecuador .....		13
3.	<u>Requerimientos ambientales</u> .....	¡Error! Marcador no defin	14

a.	Temperatura.....	14
b.	Precipitación.....	14
c.	Altitud.....	14
d.	Suelos.....	15
e.	Luz.....	15
4.	<u>Factores limitantes para el crecimiento</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 15
5.	<u>Sitios óptimos para su crecimiento</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 16
6.	<u>Características dendrológicas</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 16
a.	Árbol.....	16
b.	Copa.....	16
c.	Corteza.....	17
d.	Raíz.....	17
e.	Fuste.....	17
f.	Hojas.....	17
g.	Flores.....	17
h.	Frutos.....	18
i.	Semillas.....	18
7.	<u>Silvicultura</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 19
a.	Regeneración natural.....	19
b.	Regeneración artificial.....	19
8.	<u>Características y propiedades de la madera</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 19
a.	Propiedades físicas.....	20
b.	Propiedades mecánicas.....	20
c.	Durabilidad de la madera.....	20
9.	<u>Usos de la madera</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 21
a.	Leña.....	21
b.	Madera de uso comercial y familiar.....	21
c.	Otros usos.....	22
10.	<u>Descripción anatómica de la melina</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 22
a.	Vasos.....	22

b.	Fibras.....	23
c.	Parénquima axial.....	23
d.	Parénquima radial.....	23
11.	<u>Mejoramiento genético</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 24
a.	Mejoramiento genético en Centroamérica.....	24
12.	<u>Parámetros genéticos y potencial de mejoramiento genético</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 24
a.	A nivel de procedencias.....	24
b.	A nivel de árboles plus.....	25
c.	Edad de selección.....	25
13.	<u>Establecimiento de la plantación</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 25
14.	<u>Manejo de la plantación</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 26
15.	<u>Crecimiento de la plantación</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 26
<b>III.</b>	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 27
A.	<u>Localización</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 27
1.	<u>Limites</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 28
B.	<u>Materiales</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 29
1.	<u>Materiales de campo</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 29
2.	<u>Materiales de Oficina</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 30
C.	<u>Tratamientos y Diseño Experimental</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 30
1.	<u>Tratamientos</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 30
2.	<u>Diseño experimental</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 30
3.	<b><u>UNIDAD EXPERIMENTAL</u></b> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 31
D.	<u>Variables evaluadas</u> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 31
1.	<b><u>EN LAS DOS PROCEDENCIAS</u></b> .....	<b>¡Error! Marcador no defin</b> 31
a.	Altura.....	31
b.	Diámetro.....	32
c.	Área basal.....	32
d.	Sobrevivencia.....	32
e.	Altura de bifurcación.....	33
f.	Numero de ramificación.....	33

<u>E.</u>	<u>Manejo del Experimento</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	33
1.	<u>Obtención de material vegetativo</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	33
2.	<u>Método de plantación</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	34
3.	<u>Especificación de las parcelas</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	34
<b>IV.</b>	<b><u>RESULTADOS</u></b> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	35
<u>F.</u>	<u>Componente Forestal</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	35
1.	<u>ALTURA</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	35
2.	<u>DIÁMETRO</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	37
3.	<u>AREA BASAL</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	38
4.	<u>SOBREVIVENCIA</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	39
5.	<u>ALTURA DE BIFURCACION</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	40
6.	<u>NUMERO DE RAMIFICACION</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	40
<b>V.</b>	<b><u>DISCUSIÓN</u></b> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	42
<b>VI.</b>	<b><u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u></b> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	44
<u>A.</u>	<u>Conclusiones</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	44
<u>B.</u>	<u>Recomendaciones</u> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	45
<b>VII.</b>	<b><u>RESUMEN</u></b> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	47
<b>VIII.</b>	<b><u>SUMMARY</u></b> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	49
<b>IX.</b>	<b><u>BIBLIOGRAFIA CITADA</u></b> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	51
<b>X.</b>	<b><u>ANEXOS</u></b> .....	;	<b>Error! Marcador no defin</b>	56

## I. INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales son una práctica muy común ya que desde la época de los egipcios y griegos, se han beneficiado las comunidades de diversos países, ofreciendo valiosos servicios forestales, ayudando a restaurar la fertilidad del suelo, mejorando el microclima, protegiendo la tierra, los cultivos, la fauna y los seres humanos. Además alcanzan niveles elevados de producción maderera y, por lo tanto, ofrecen a un país una competitividad considerable en el mercado internacional (Suatunce y Zambrano, 1998).

Hasta el momento, la información derivada de parcelas permanentes o a largo plazo (aquellas medidas, al menos tres veces sucesivas) representa la base más importante para obtener resultados sobre el crecimiento y la producción de las masas forestales. En este tipo de parcelas se miden reiteradamente diferentes variables dasométricas, obteniendo así series de datos (una en cada parcela) muy valiosos para la construcción de modelos de crecimiento, ya que representan exactamente la verdadera evolución de las masas forestales (Rojo, 1999).

La *Gmelina arborea Roxb* (melina) es una especie nativa de la india introducida a nuestro país, donde las condiciones edafológicas y climáticas son favorables para su crecimiento en el mundo, aún cuando existe una variación sustancial en su desarrollo que depende de su origen y procedencias. Son resistentes a la sequia y al calor, conocida por su buen incremento diamétrico, altura y estabilidad. En la actualidad se encuentra plantada en el litoral ecuatoriano principalmente en las provincias de Los Ríos y Esmeraldas, formando pequeños bosques que abastecen a la industria de la madera (Cormadera, 2001).

Es una de las especies promisorias para el uso de diferentes procesos industriales y en programas de reforestación por su rápido crecimiento en diámetro y altura que aseguran una fuente segura de materia prima (Obregón, 2003).

## **A. Justificación**

*Gmelina arborea* es una especie forestal de gran importancia económica para diferentes propósitos y que se está estudiando ampliamente a nivel mundial; su velocidad de crecimiento, su diversidad de usos y su fácil adaptación a diversas condiciones ecológicas, han hecho que la incluyan en la mayoría de los programas de plantaciones forestales tropicales a nivel mundial.

Los primeros programas de mejoramiento genético en la región centroamericana con esta especie fueron iniciados por el CATIE, Costa Rica a finales de 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.

Hasta el momento no se han realizado mayores estudios en cuanto al porcentaje de sobrevivencia de la *Gmelina arborea Roxb* (melina) en su etapa inicial y la adaptabilidad que presenta en plantaciones, reflejada en parámetros altura, diámetro, área basal tanto en las procedencias introducidas y aquellas que ya tienen muchos años en nuestro país. Es por eso importante conocer dichos parámetros para determinar que incidencia tiene una procedencia introducida, a la *Gmelina* existente en nuestro país y poder hacer comparaciones para establecer cual tiene mayor, adaptabilidad a determinadas condiciones edafo-climáticas y resistencia a plagas y enfermedades.

Actualmente en Ecuador las plantaciones forestales comerciales están tomando gran auge no solo con especies nativas, sino también con especies exóticas de rápido crecimiento.

Es por ello que la Unidad de Promoción y Desarrollo Forestal del Ecuador (Proforestal), desarrolla estas líneas de investigación con el fin de promover el desarrollo forestal sustentable y sostenible en el Ecuador.

## **B. Objetivos**

### **1. General**

- Evaluar el comportamiento inicial de la *Gmelina arborea Roxb* (melina) procedente de Costa Rica y semilla producida en Ecuador, durante los 12 primeros meses de edad.

### **2. Específicos**

- Determinar el crecimiento inicial (altura, diámetro y área basal) de la procedencia de Costa Rica, y semilla producida en Ecuador.
- Evaluar la sobrevivencia de la procedencia de *Gmelina arborea Roxb*
- Determinar altura de bifurcación, número de ramas, de la procedencia de *Gmelina arborea Roxb*

## **C. Hipótesis**

La procedencia de Costa Rica va a tener mayor desarrollo en diámetro, altura, área basal, sobrevivencia, en relación a la *Gmelina* de Ecuador.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **A. Procedencias**

Las procedencias aluden a una zona geográfica y ambiental, dentro de los cuales crecieron los árboles progenitores de semillas y plantas y se ha desarrollado su constitución genética por selección natural o artificial. Aunque este término puramente forestal, no tiene lugar en la jerarquía taxonómica formal, puede que, para el bosque natural, según la naturaleza de las poblaciones en consideración y su tamaño y la distinción de su área geográfica o ecológica, sea equivalente a un ecotipos, una raza geográfica o una variedad. Se entiende que éste es el caso cuando existen rasgos morfológicos o de otro tipo que ayuden a caracterizarlos, el termino procedencias solo debe aplicarse a rodales naturales; en el caso de semilla colectada desde árboles plantados deberían usarse otros términos como fuente semillera o raza local (Castillo y Moreno, 2000).

#### **1. Ecotipos**

Donoso; 1998, manifiesta que los ecotipos son el producto que resulta de la respuesta genotípica de una población a un hábitat natural, concluye que las especies constituyen un mosaico de poblaciones adaptadas, a cada una de sus hábitats característicos y diferentes, separados unos de otros, lo que implica discontinuidad.

Los ecotipos de las zonas intermedias se parecen más unos a otros, y los de los puntos extremos del norte y sur de las áreas de distribución muestran claras diferencias entre ellos, y que se debe enfatizar en este sucesivo cambio de las especies con las diferentes zonas, la pérdida sucesiva de caracteres genotípicos que

se tiene que producir, porque se tornan inútiles para la adaptación a una determinada zona.

## **B. Comportamiento**

Quezada 1985, define que el tipo de semilla y las condiciones del medio ambiente durante las primeras etapas de crecimiento de los árboles, determinan el comportamiento y muchas veces la sobrevivencia de los mismos. Aun suponiendo que la plántula sobreviva y desarrolle hasta alcanzar las dimensiones del árbol adulto, el tiempo que este emplee en alcanzar ciertas dimensiones, está notablemente influido por las dificultades iniciales que la semilla tenga durante su germinación y crecimiento inicial. De aquí la importancia de conocer el comportamiento y las características de la germinación y el crecimiento inicial de las diferentes especies forestales.

## **C. Parcelas Permanentes**

Stchinkel (1971), citado por Salvatierra (2001), una parcela permanente es una área circular, rectangular, lineal o fajas permanentes marcadas en el momento de establecerse, para que puedan ser ubicadas a intervalos para nuevas mediciones. Los árboles en estas parcelas son identificados individualmente y marcados con material permanente.

## **D. Bifurcación**

Según Vignote & Martínez (2005), las bifurcaciones en los árboles se da como consecuencia de la existencia de la guía terminal, el árbol crece en altura con un único fuste, pero en ciertas ocasiones, esta guía terminal se pierde, pudiendo pasar a realizar la función una o más ramas situadas en la copa. Cuando esta función la realizan dos o más ramas, se produce el defecto conocido como bifurcación.

Producida la pérdida de la guía terminal, aunque también influye en gran medida la procedencia. Es frecuente la bifurcación en las especies forestales.

## **E. Crecimiento**

Sibori et al (1980), citado por Bustamante y Gavilánez (2009), expresan el crecimiento como el aumento irreversible del volumen de una célula, tejido, órgano u otro individuo, generalmente acompañado de un aumento de masa.

Krebs (1986), citado por Albarracín (1999), expresa que existen dos tipos de crecimiento.

**a.** Crecimiento en forma de J exponencial, donde la densidad aumenta rápidamente de manera exponencial o de interés compuesto y se detiene bruscamente cuando la resistencia ambiental se evidencia repentinamente.

**b.** Crecimiento en forma de S signoide, donde la población aumenta primero lentamente y luego más rápido como en el tipo exponencial, pero no tarda en crecer a medida que la resistencia ambiental aumente lentamente, hasta que se alcanza un nivel más o menos equilibrado.

Loaiza (1977), citado por Bustamante y Gavilánez (2009), entiende por crecimiento del árbol, al aumento gradual del valor de las variables que se miden en él. Este aumento se produce por la actividad fisiológica de la planta. El ritmo de crecimiento está influenciado por factores internos del tiempo. Lo que crece en un árbol en período de tiempo es lo que se llama incremento.

Jaramillo (1984), citado por Albarracín (1999), expresa que el crecimiento es el aumento de la masa forestal; la suma de crecimiento de todos los árboles que componen dicha masa.

## **F. Mortalidad**

Según Krebs (1986), citado por Bustamante y Gavilánez (2009), la mortalidad está determinada por el número de individuos que mueren y por las causas de esa muerte, es decir longevidad fisiológica y ecológica. La una, como la otra de promedios de individuos que viven en condiciones óptimas y la otra, vida promedio de individuos que viven bajo condiciones determinadas.

Según Jaramillo (1986), citado por Albarracín (1999), expresa que la mortalidad natural comprende todos los individuos que al ser medidos al principio y durante un período no llegan al final o mueren en el transcurso del mismo por causas naturales.

## **G. Parámetros de Medición en un Experimento Forestal**

González, (1996), citado por Pazos y Ricachi (2003), manifiesta que las fenofases más importantes objeto de observación en los experimentos forestales a nivel de plantaciones son:

Supervivencia, altura alcanzada en crecimiento o en metros, diámetro en el cuello del árbol diámetro a la altura del pecho (DAP) y volumen, área basal, diámetro de copa.

## **H. Crecimiento en Diámetro**

Para Holdridge (1970), citado por Bustamante Y Gavilánez (2009), el crecimiento en diámetro es el crecimiento en centímetros logrado por un árbol a una edad determinada. El diámetro de los árboles puede tomarse a cualquier altura, según los objetivos deseados denominados por los casos o datos de información requerida.

## **I. Crecimiento en Altura**

Según Holdridge (1984), citado por Bustamante y Gavilánez (2009), expresa que el crecimiento en altura, es el desarrollo obtenido por un árbol a una determinada edad.

## **J. Área Basal**

Para Jaramillo (1984), citado por Pazos y Ricachi (2003), expresa que el área basal está expresada por el número de área expresada en  $m^2$  de la sección transversal, a una altura de 1.30 m del suelo a una edad determinada. El área basal por hectárea según el autor, es la suma de las secciones transversales de todos los árboles medidos el DAP y representa una unidad de densidad de la masa que se expresa generalmente en  $m^2/ha$ .

## **K. Supervivencia**

Cenapia (1982), citado por Salvatierra (2001), establece que la supervivencia del bosque tropical en el mundo está siendo amenazada fuertemente por la intervención antropogénica, la cual se refleja en la colonización acelerada, explotación incontrolada de la madera, exploración petrolera y por la sustitución del bosque natural con monocultivos.

La supervivencia y distribución de brinzales<sup>1</sup> se relaciona con la distancia a la que se encuentran del árbol padre, es decir que, a mayor distancia mayor supervivencia.

Existen especies que pueden sobrevivir por largo tiempo, incluso crecer en el bosque maduro, pero crecen más vigorosamente cuando se les provee de la apertura necesaria, para permitir la entrada de luz.

Gajardo (1994), la supervivencia y el buen éxito de una plantación (crecimiento, resistencia al frío o a la sequía), necesitan de una correcta tolerancia a los factores

ambientales, especialmente a los valores extremos de la localidad donde se instala. Esto sólo puede obtenerse con semillas obtenidas de lugares con condiciones ambientales similares a las del sitio en que se realizará la plantación, salvo que se haya demostrado, a través de experiencias, la existencia de ecotipos supervisores a las semillas "locales". De este modo, la mejor información sobre la procedencia de un lote de semillas, es también un mejor conocimiento de su calidad.

Las especies de árboles forestales están constituidas por poblaciones, repartidas a menudo en una amplia extensión geográfica. Cada población está en relación directa con los factores de su ambiente, cuya influencia determina con el transcurso del tiempo una mayor o menor adaptación.

<sup>1</sup> Arbolitos resultantes de la regeneración natural (plántulas)

## L. Descripción Botánica de la Especie

### TAXONOMÍA

**FAMILIA:** Verbenáceae

**NOMBRE CIENTÍFICO:** *Gmelina arborea Roxb*

**NOMBRE VULGAR:** Melina

#### 1. Breve reseña histórica

La *Gmelina arborea Roxb* de la familia Verbenáceae es una especie forestal de rápido crecimiento y una de las pocas que en nuestro país ofrece amplias posibilidades para el desarrollo de reforestaciones industriales, debido entre otros aspectos a su rápido crecimiento, su relativa facilidad de manejo, sus propiedades adecuadas tanto físicas como mecánicas y la versatilidad de usos de la madera.

En América tropical se le conoce como melina, en Indonesia se le conoce como yemane y en la india gamari o gumadi. Otros nombres son *Gmelina*, gumhar, kashmir tree, malay beechwood, snapdragon, Teca blanca, yemani (Birmania), So – maeo (Tailandia), kumhar, sewan (Pakistan), shivani (Indias central), gamar Bangladesh (Conif, 1996).

El género *Gmelina* fue descrito por Linneo en 1742 y la especie *arborea* fue descrita por Roxburg en 1814 (Vozzo, 2002)

#### 2. Áreas de distribución natural

En su área de distribución natural se desarrolla en hábitats que varían desde húmedos a secos. Se encuentra en forma natural principalmente en las selvas mixtas

De Birmania, asociado con *Tectona grandis*, *Terminalia tomentosa*, varias especies latifoliadas y bambúes. Su máximo desarrollo lo alcanza en los bosques más húmedos de Birmania, sobre todo en valles húmedos y fértiles. En estas condiciones puede crecer hasta los 1260 m de altitud.

La *Gmelina arborea Roxb* es nativa de India, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, Tailandia, sur de China, Laos, Camboya y Sumatra en Indonesia y es una importante fuente maderera en las regiones tropicales y subtropicales de Asia.

Naturalmente se desarrolla entre las latitudes 5<sup>0</sup> N – 30<sup>0</sup> N, desde el sudeste Asiático, incluyendo Pakistán hasta Camboya y China meridional (Agrosoft, 2000)

#### **a. Lugares de Introducción a Nivel Mundial**

La especie ha sido introducida en muchos países tropicales incluyendo Filipinas, Malasia, Brasil, Gambia, Costa Rica, Ecuador, Burkina Faso, Costa de Marfil, Nigeria, y Malawi; también es común en Cuba, Colombia, Brasil, Venezuela, Guatemala y en la zona tropical de México.

#### **b. Lugares de Introducción en Centroamérica**

En América Central existe un total de 225.000 has de plantaciones forestales, de las cuales 52.000 has (23%) han sido plantadas con *Gmelina arborea* (melina). Esta ha sido plantada con propósitos comerciales tanto en Costa Rica como en Guatemala (Alfaro y de Camino, 2002).

### c. Lugares de Introducción en Costa Rica

La primera plantación de *Gmelina* en Costa Rica fue establecida en la zona Atlántica en 1966 en Manila de Siquirres por la empresa Celulosa de Turrialba.

El área de esta plantación era de 2.000 has y la semilla usada fue traída por Daniel Ludwing, de 20 diversos sitios en donde el árbol crecía naturalmente (en especial en Asia). Este trabajo era parte de un ensayo de procedencias realizado para una empresa brasileña ubicada en Jari, Brasil (Lega, 1988).

A partir de entonces, en Costa Rica se ha presentado una clara preferencia por usar *Gmelina* en proyectos de reforestación por presentar una rotación corta (10- 12 años) que se traduce en un periodo corto de tiempo para recuperar la inversión inicial.

Desde 1979 con la creación del programa de incentivos estatales en Costa Rica, la *Gmelina* se consolidó como una de las principales especies empleadas en los programas de reforestación debido a su buen desarrollo silvicultural. A partir de 1986 la especie comenzó a ser utilizada en proyectos a gran escala hasta alcanzar su máximo en 1993 con 9.500 has. En 1.997 ya existían en Costa Rica 493.00 hectáreas plantadas, lo que representaba el 94% del área total reforestada con la especie en América Central y el 22% del total reforestada en la región. Durante 1994 – 1997 el área plantada con la especie disminuyó apreciablemente, debido entre otras razones a la incertidumbre en la disponibilidad de financiamiento para los proyectos de reforestación, al largo periodo de recuperación de la inversión, los bajos rendimientos, la mala calidad del producto final y problemas de mercadeo de productos y subproductos (Alfaro y de Camino, 2002).

Por otra parte, la utilización de la melina como combustible no 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 (Moya, 2004).

#### **d. Lugares de introducción en Ecuador**

La primera plantación de *Gmelina arborea Roxb* fue establecida en la zona del proyecto hidroeléctrico Daule - Peripa en el año de 1992, como parte del programa de protección de la cuenca del río guayas por parte del Cedege, se establecieron 200 hectáreas para ver si tenía buena adaptabilidad, las semillas fueron traídas de Guatemala.

Posteriormente la empresa Reybanpac estableció plantaciones por el año de 1994, las semillas fueron introducidas de Costa Rica cuyo objetivo fue establecer plantaciones con fines comerciales principalmente en la industria del pallet, la primera hacienda donde plantaron esta especie fue en san Pedro ubicada en la vía a Santo Domingo cerca de 200 has, luego debido a su fácil adaptabilidad rapidez de crecimiento y su potencial comercial se la ha incluido en programas de reforestaciones y también con fines de lucro. (Iglesias, R. 2009).

### **3. Requerimientos ambientales**

#### **a. Temperatura**

En su rango natural de distribución las temperaturas mínimas absolutas están entre 1<sup>0</sup>C y 16<sup>0</sup>C y las máximas entre 38 <sup>0</sup>C y 48 <sup>0</sup>C. Las heladas pueden dañarla en forma severa. Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 24

$^{\circ}\text{C}$  y  $35^{\circ}\text{C}$ . En América central y Sudamérica, se le ha plantado con éxito en sitios con temperatura media anual entre  $24$  y  $29^{\circ}\text{C}$ .

#### **b. Precipitación**

Crece naturalmente en áreas con precipitación media anual entre  $750$  y  $2000$  mm aproximadamente. La precipitación óptima es de  $1800$  a  $2.300$  mm aunque puede crecer en sitios de hasta  $4.500$  mm. Requiere un periodo seco que puede variar entre dos y ocho meses. En América Central y Sudamérica se le ha plantado en zonas con precipitaciones desde  $850$  hasta  $2.700$  mm anuales, y cinco a ocho meses con déficit hídrico.

#### **c. Altitud**

La mayor parte de la zona de distribución natural se encuentra entre  $90$  y  $900$  m de altitud. En la parte occidental del Himalaya se la encuentra hasta en los  $1.200$  m, y en Sri Lanka se le ha encontrado hasta  $1.500$  m. En América Central y Sudamérica se le ha plantado desde el nivel del mar hasta más de  $800$  metros.

#### **d. Suelos**

Tiene el mejor desarrollo y longevidad en suelos profundos, húmedos, y bien drenados y con un buen suministro de nutrimentos, puede crecer en suelos desde ácidos o calcáreos, hasta lateritas, sin embargo el crecimiento se ve afectado en suelos superficiales, con capas endurecidas, impermeables, pedregosos, o en suelos ácidos muy lixiviados o arenas secas, es muy susceptible a la competencia de malezas.

#### **e. Luz**

Por ser una especie esencialmente heliófila, es intolerante a la sombra y necesita gran cantidad de luz para lograr un buen desarrollo (Briscoe, 1995).

#### **4. Factores limitantes para el crecimiento**

No crece bien en suelos arcillosos, en pendientes superiores al 30 % con problemas de baja fertilidad, bajo contenido de materia orgánica y a poca profundidad del suelo. El crecimiento también se ve afectado en suelos superficiales, con capas endurecidas, impermeables y pedregosas, así como en suelos ácidos muy lixiviados o arenas secas.

Se ha encontrado que el viento afecta negativamente el crecimiento, y que la especie crece mejor en sitios ubicados en terrenos planos, al pie de las lomas, donde hay mayor disponibilidad de agua y nutrientes. Además la preparación del terreno previo a la plantación es un factor importante para el éxito de la misma (Trujillo, 2003).

#### **5. Sitios óptimos para su crecimiento**

Los mejores sitios para la *Gmelina* se ubican en las partes bajas de los terrenos, donde por lo general tienen mayor disponibilidad de agua y nutrientes y los sitios con buenos contenidos de calcio y magnesio y los ubicados en áreas donde el uso anterior era charral o cultivos agrícolas.

Las plantaciones de *Gmelina* no prosperan en suelos muy erosionados o compactados, de topografía quebrada y muy superficial, en esos sitios los árboles muestran características indeseables como fustes torcidos, poca altura, muy ramificados y aspecto arbustivo. Por esta razón, se sugiere plantar esta especie en

suelos profundos, húmedos pero bien drenados y sin obstáculos de desarrollo radical. (Murillo y Valerio, 1991).

## **6. Características dendrológicas**

### **a. Árbol**

Árbol de 20 m de altura, pero a veces alcanza los 30 m; y cuyo diámetro normal varía de 60 a 90 centímetros.

### **b. Copa**

Presenta una copa amplia en sitios abiertos, pero en plantación su copa es densa y compacta.

### **c. Corteza**

Presenta una corteza lisa o escamosa, de marrón pálida a grisácea, en árboles de 6 a 8 años de edad se exfolia en la parte engrosada de la base del tronco y aparece una nueva corteza de color más pálida y lisa.

### **d. Raíz**

Presenta un sistema radical profundo, aunque puede ser superficial en suelos con capas endurecidas u otros limitantes de profundidad.

**e. Fuste**

Tiene un fuste marcadamente cónico, por lo regular de 60 a 90 cm de diámetro, en ocasiones hasta los 100 cm, sin contrafuertes pero en ocasiones engrosado en la base.

**f. Hojas**

Grandes de 10 a 25 cm de largo y 5 a 8 cm de ancho, decoloradas, el haz verde y glabro, el envés verde pálido y aterciopelado, nerviación reticulada, con nervios secundarios entre 3 y 6 pares y estípulas ausentes. Usualmente la especie vota las hojas durante los meses de enero o febrero en casi todas las regiones donde se cultiva, las hojas nuevas se producen en marzo o a principios de Abril.

**g. Flores**

Numerosas, amarillas – anaranjadas, en racimos, monoicas perfectas, cuya inflorescencia es un racimo o panícula racimosa terminal, cáliz tubular, corola con 4 –5 sépalos soldados a la base del ovario, de color amarillo brillante, cáliz 2.5 cm de largo y 4 estambres. La floración ocurre justo cuando las hojas han caído o cuando las nuevas hojas comienzan a desarrollarse. En su área de distribución natural la *Gmelina* florece en los meses de febrero a abril.

En Centroamérica la floración se presenta, usualmente entre diciembre y febrero pero en general, en América tropical florece de febrero a marzo, prolongándose en ocasiones hasta abril (Alfaro, 2000).

## **h. Frutos**

Es un fruto carnoso tipo drupa, de forma ovoide u oblonga, succulento, con pericarpio coriáceo y endocarpio óseo, de color verde lustroso, tornándose amarillo brillante al madurar, en el momento en que caen al suelo, lo que facilita su recolección. Entre los frutos caídos naturalmente del árbol, los más indicados de recolectar son los de color verde amarillento, debido a que tienen el mayor porcentaje de germinación (Rojas, 2001)

## **i. Semillas**

Las semillas de esta especie se encuentran formando parte del endocarpio del fruto, son de forma elipsoidal, comprimidas, de 7 – 9 mm de largo; testa color café, lisa, opaca, membranosa, muy delgada; el embrión es recto, comprimido de color amarillo – crema y ocupa toda la cavidad de la semilla; los cotiledones son dos, grandes, planos, carnosos y elipsoidales; la radícula es inferior y corta.

Hay de 1 a 4 semillas por fruto, con promedio de 2.2 semillas, aunque se ha demostrado que el número de semillas por fruto varía dependiendo del origen de la fuente semillera (Niembro, 1988).

## **7. Silvicultura**

### **a. Regeneración Natural**

En África en suelos arenosos y sin malezas, alrededor de plantaciones, hay abundante regeneración natural. La semilla puede germinar bajo la cubierta de copas clareadas de una plantación. Esta misma característica se ha observado en plantaciones de América Central y Sudamérica.

Para estimular la germinación es necesario alternar calor y humedad. Además parece necesario que los endocarpios se encuentren total o parcialmente enterrados para que haya suficiente humedad en forma constante.

#### **b. Recolección Artificial**

La *Gmelina arborea* produce semillas a los 3 – 4 años de plantada. En América Central y Sudamérica, la floración se produce entre enero y febrero. En Costa Rica la floración se produce en Diciembre, y la recolección de frutos se realiza entre febrero y mayo y aún en junio en zonas secas (Briscoe, 1995).

### **8. Características y propiedades de la madera**

La madera presenta un color amarillento pálido, en ocasiones con tonalidades blancas, amarillas, cremas y rosadas. Existe poca diferenciación entre albura y duramen, lo que hace que el color sea uniforme.

#### **a. Propiedades Físicas**

En general se plantea un peso específico básico de la madera de *Gmelina* en un rango de 0,3 a 0,5 con contenidos de humedad en muchas ocasiones superior a 150% en condición verde. Las contracciones tangenciales con un rango de 4 a 7%, las contracciones radiales de 2 a 4% y contracciones volumétricas entre 7 y 10%. Estos valores de contracciones hacen de este tipo de madera de una buena estabilidad dimensional una vez que está seca, por lo que es muy demandada para varios usos (Rojas, 1997).

## **b. Propiedades Mecánicas**

La madera de *Gmelina* es considerada como moderadamente liviana a un 12% de humedad e internacionalmente se utilizan los valores reportados para condiciones donde la madera se encuentra húmeda, seca al aire y al horno.

Además es relativamente liviana con una densidad de 420–640 Kg por m<sup>3</sup> y un valor calorífico de 4800 Kcal por kilogramo. (Góngora, 2002)

## **c. Durabilidad de la Madera**

Se reporta que el duramen de *G. arborea* es extremadamente durable y con alta resistencia a exposiciones de suelo húmedo, y que éste no requiere de tratamiento con preservante. Sin embargo, la albura de la especie requiere un tratamiento de preservación para incrementar su resistencia al ataque de insectos u hongos.

## **9. Usos de la madera**

### **d. Leña**

*G. arborea*, ha sido utilizada como leña en Malawi, Sierra Leona y Nigeria. En Malawi se la utiliza para el secado del tabaco mezclando leña verde y seca. En Costa Rica se la ha utilizado como leña en salineras aunque debe estar bien seca para alcanzar altas temperaturas. La leña quema rápidamente y tiene un buen poder calorífico. La madera debe protegerse del ataque de termitas cuando se almacena al aire. Produce carbón que arde bien y sin humo pero con abundante cenizas (Zeledón, 2004).

#### **e. Madera de uso Comercial y Familiar**

La madera de *Gmelina* es medianamente densa  $0.48 \text{ g/cm}^3$ , poco atractiva pero fácil de trabajar, de gran durabilidad, no se encoje ni se distorsiona en diferentes ambientes por lo que puede compararse con la Teca. Es utilizada en la manufactura de productos donde la estabilidad dimensional es importante. Por estas razones, es una madera utilizada en carpintería, ebanistería, paneles, instrumentos musicales, cajonería en general, tallados y otros. Además se utiliza en construcciones rurales, para postes, yugos y otros.

También se la utiliza en la fabricación de pulpa para papel de buena resistencia, blanqueada o no. En Costa Rica la empresa Scott Paper basa actualmente la producción de papeles de uso doméstico en pulpa proveniente de *Gmelina*. La madera también puede ser utilizada en la fabricación de chapas y madera contrachapada y en la fabricación de palillos de fósforo.

#### **f. Otros usos**

Las flores de la especie producen miel de excelente calidad, el follaje joven, es apetecido por animales quienes pueden producir daños a las plantaciones jóvenes o a los rebrotes, por el ramoneo. Los frutos, hojas, flores, raíces y corteza son utilizados en el sureste Asiático como medicina para diferentes enfermedades. Se planta para la protección de campos cultivados, ya sea como cerco vivo o como cortinas rompe vientos. No se recomienda la plantación en terrenos con altas pendientes ya que al igual que la teca, el follaje denso disminuye considerablemente la presencia de otra vegetación dejando al suelo susceptible a la erosión por escurrimiento superficial. Igualmente por tener hojas de área foliar grande concentra una gran cantidad de agua que puede causar daño al suelo. En zonas de pocas pendientes se recomienda plantar

asociada con cultivos anuales durante el primero o dos primeros años (CATIE, 1986).

## **10. Descripción anatómica de la melina**

### **a. Vasos**

Son visibles a simple vista, con porosidad de difusa, semi – anular o anular dependiendo de las condiciones de crecimiento. En su mayoría solitarios de una frecuencia de 4 a 5 poros por  $\text{mm}^2$  de forma circular a redondeada, con apéndices largos en los extremos de perforaciones simples y con menos frecuencia, platinas de perforación múltiples y presencia de tilides en los vasos de la madera de duramen. Las dimensiones de estos elementos son en media 220 – 250  $\mu\text{m}$  para la longitud, 120 – 160  $\mu\text{m}$ , para el diámetro tangencial.

### **b. Fibras**

Con puntuaciones tipo aeroladas con poca cantidad en la cara radial de la madera, diámetro menor a 1,5  $\text{mm}$ . En algunas secciones de la madera se presentan septos en las fibras con alta presencia de cristales prismáticos de oxalato de calcio, longitud que varía de 0,78 a 1,31  $\text{mm}$ , diámetro de 25,56 a 37,4  $\mu\text{m}$ , y un espesor de la pared celular de 2,85 a 4,40  $\mu\text{m}$ .

### **c. Parénquima axial**

En algunas ocasiones es visible a simple vista, es de tipo paratraqueal que puede presentarse escasamente, aliforme a uno o ambos lados del vaso y, en condiciones de crecimiento con déficit hídrico, se presenta parénquima axial

apotraqueal difuso o en bandas marginales y células en general de tipo seriado.

#### **d. Parénquima radial**

Los radios son distinguidos a simple vista, de 1 – 2 por milímetro, espaciados y uniformemente distribuidos y están formados por un cuerpo de células procumbentes, con hileras de células marginales arriba y abajo tipo cuadrada. Las células procumbentes son alargadas con su eje longitudinal en dirección radial y con una serie de puntuaciones simples (Canessa, 2000).

### **11. Mejoramiento genético**

#### **e. Mejoramiento genético en Centroamérica.**

En Costa Rica se había establecido un ensayo de procedencias en 1969, en Manila de Siquerres, en la zona Caribe del país. Se presume que la mayor parte del material genético de esta especie existente en la región provino de estas plantaciones. A finales de los años 80, el CATIE continuó con el mejoramiento genético de la *Gmelina* y luego el Centro Agrícola Cantonal de Hojancha, con el apoyo del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se convirtió en uno de los principales proveedores de semilla seleccionada en la región centroamericana, en donde el material producido provenía de una red de rodales semilleros.

A inicios de los años 90, algunas empresas reforestadoras de Costa Rica y Guatemala 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 *Gmelina* en Costa Rica, donde la estrategia de mejoramiento cambió hacia la reforestación clonal (Cornelius y Hernández, 1995).

## **12. Parámetros genéticos y potencial de mejoramiento genético**

### **a. A nivel de procedencias**

Como primer paso en un programa de mejoramiento genético está la realización de ensayos de procedencias. Estos ensayos comprenden hoy en día, por lo general, la evaluación de material procedente de poblaciones donde la especie habita en forma natural denominadas procedencias o material de origen, así como material procedente de sitios donde la especie fue introducida con éxito denominadas razas locales o procedencias derivadas.

### **b. A nivel de árboles plus**

En programas de mejoramiento genético desarrollados en la India, se reporta que los árboles plus superaron en un 40% altura total, 106% altura comercial, 66% DAP, a la población original.

### **c. Edad de Selección**

La edad de selección es de suma importancia por la posibilidad de reducir el tiempo de evaluación en campo del material. Se ha registrado con clones de *Gmelina*, que es posible seleccionar con base en la altura total a los 9 meses de edad. Sin embargo, algunos caracteres cualitativos como rectitud, bifurcaciones y otros, aún podrían no haberse expresado satisfactoriamente a esa edad (Gamboa y Abdelnour, 1999)

### **13. Establecimiento de la plantación**

En el establecimiento de una plantación de *Gmelina* la selección del sitio es fundamental y se deben preferir aquellos suelos que sean profundos y con texturas areno – arcillosos. Una estricta escogencia de la fuente de germoplasma (semilla o clon) determina en gran medida la productividad de la plantación. El empleo de novedosos sistemas de producción de plantas y una adecuada preparación del sitio de plantación aseguran la sobrevivencia y la máxima productividad a nivel de plantaciones (Gómez y Reiche, 1996).

### **14. Manejo de la plantación**

Entre los tratamientos más necesarios que se deben realizar en una plantación están la deshija, las podas y los aclareos. A lo largo de la vida de la plantación será necesaria más de una intervención que deberá basarse en el principio de “justo a tiempo” y que permitirá alcanzar los objetivos de producción propuestos. Adicionalmente, será necesario el control de malezas, el control de plagas y enfermedades, el control de rebrotes y el manejo de la nutrición mediante la incorporación de los nutrientes retenidos en la biomasa. Cuando estos tratamientos son aplicados a una plantación forestal, se cumple con los principios de manejo de plantaciones.

### **15. Crecimiento de la plantación**

El incremento medio anual en volumen es una de las variables más importantes para la toma de decisiones en el manejo forestal y expresa el potencial de producción de biomasa de una especie en particular, creciendo bajo determinadas condiciones de sitio, bajo un régimen de manejo y una edad determinada. A nivel tropical con excepción de las especies de eucaliptos, la melina en sitios

Óptimos para su cultivo, esta especie puede alcanzar rendimientos de hasta 30 m<sup>3</sup>/ha/año (Muziol y Sánchez, 1992).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. Localización

Esta investigación se realizó en la propiedad del señor Stenio Cevallos Cevallos, ubicada en el recinto El Vergel del cantón Valencia provincia de Los Ríos, se toma la vía a la colonia El Cóndor en el Km 12. La zona de estudio presenta las siguientes coordenadas: N 701841 y E 9917931, esquina del Sr. Loiza; N 703867 y E 9917956, con el Sr. Estuardo Gallo; N 703812 y E 9915607, Rio Tonglo; N 702357 y E 9917048, Sr. Luis Gallo. En el grafico 1 se presenta el mapa del Proyecto el Cóndor.

Grafico 1. Mapa del cantón Valencia y ubicación del proyecto El Cóndor



## 1. Límites

**Norte:** cantón Santo Domingo de Los Tsachillas (provincia Santo Domingo)

**Sur:** cantones Quevedo y La Mana (provincia de Los Ríos y Cotopaxi)

**Este:** cantón La Mana (Provincia del Cotopaxi)

**Oeste:** cantón Buena Fé y Quevedo (Provincia de Los Ríos)

En el cuadro 1 se presenta los datos morfológicos de las zonas de estudio.

CUADRO 1.- Datos meteorológicos de la zona de estudio.

PARÁMETROS AMBIENTALES	DATOS PROMEDIOS
Temperatura media	19.5 °C
Humedad relativa	80 %
Heliofanía media anual	552 horas luz/año
Altitud	550 msnm
Precipitación media anual	2721 mm
Nubosidad	6 horas/mes
Zona ecológica	Bh – T
Topografía	Irregular 40%
Uso anterior suelo	Pastizales y barbecho
Coordenadas	N701841 y E9917931
Textura	Franco – Areno arcilloso
Ph	5,5 – 6,5

Fuente: Unidad de Promoción y Desarrollo Forestal PROFORESTAL Oficina Quevedo, año 1999.

## **B. Materiales**

### **1. Materiales de campo**

- Botas
- Brocha
- Clavos
- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Estacas
- Flexómetro
- GPS
- Hipsómetro
- Libreta de campo
- Machetes
- Martillo
- Mapas
- Piolas
- Tarros de pinturas
- Vehículo (inspección a la plantación)

## **2. Materiales de Oficina**

- Computadora
- Impresora
- Libreta de campo
- Lápices
- Papel

## **C. Tratamientos y Diseño Experimental**

### **1. Tratamientos**

En la presente investigación se plantearon dos (2) tratamientos, los mismos que se detallan a continuación:

T1: Procedencia de *Gmelina* de Costa Rica.

T2: Procedencia de *Gmelina* de Ecuador

### **2. Diseño experimental**

Los tratamientos se evaluaron aplicando un Diseño Completamente al Azar con cuatro Repeticiones. Para la comparación entre promedios de tratamientos se aplicó la prueba de Tukey ( $P=0,05$ ).

**Cuadro 2.** Esquema del análisis de varianza del comportamiento inicial de dos procedencias de Gmelina arborea Roxb (Melina) de Costa Rica y Ecuador en la colonia El Cóndor del cantón Valencia provincia de Los Ríos.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	Ft	
					0,05	0,001
TRATAMIENTOS	1	SCTr.	SCTr./GLT	CMTr./CMEr.	Valor de la Tabla	
REPETICIONES	3	SCRp	SCRp/GLR	CMRp./CMEr		
ERROR	3	SCEr	SCEr./Err			
<b>TOTAL</b>	7	SCT				

### 3. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se establecieron 8 parcelas permanentes de forma cuadradas de 2500 m<sup>2</sup>, que equivale a una, cada parcela representa un tratamiento con 4 repeticiones distribuidos en un Diseño Completamente al Azar.

#### D. Variables evaluadas

##### 1. EN LAS DOS PROCEDENCIAS

###### a. Altura

Se midió en centímetros (cm) y metros (m), según su crecimiento, y se la consideró desde el nivel del suelo hasta el ápice de la primera hoja principal para lo cual se empleo una regla graduada (Flexómetro). La altura se registró mensualmente por un lapso de 12 meses.

**b. Diámetro**

Se registro en centímetros mediante la utilización de un calibrador (pretul). Se la considero a 1,30 el DAP, esto se realizó mensualmente durante un año.

**c. Área Basal**

Se registró mensualmente los datos del DAP y para su cálculo se consideró la siguiente fórmula:

$$AB = 0.7854 (d)^2$$

**Donde**

d = Diámetro

Pi/4 = 0,7854

**d. Sobrevivencia**

Se registró el porcentaje de sobrevivencia en los periodos de 3, 6, 9 y 12 meses respectivamente, mediante una operación matemática que se aplicó a los individuos de las 8 parcelas instaladas, de acuerdo a la siguiente formula.

$$S (\%) = \frac{A}{C} \times 100\%$$

S (%) = Sobrevivencia

A = Numero de plantas vivas dentro de la parcela

C = Total de plantas útil dentro de la parcela

**e. Altura de bifurcación**

Se evaluó mensualmente el crecimiento de los árboles y se evaluó la altura de bifurcación, estos datos se registraron por el lapso de 12 meses.

**f. Numero de ramificación**

Se registro el número de ramas mensualmente para determinar el porcentaje de ramificación.

**E. Manejo del Experimento**

**1. Obtención de material vegetativo**

Para la presente investigación se utilizó la procedencia de *Gmelina* de Costa Rica y semilla producida en Ecuador, cuya plantación es de propiedad del señor Stenio Cevallos Cevallos en convenio con la Unidad de Promoción y Desarrollo Forestal (Proforestal). La procedencia de *Gmelina* de Costa Rica provienen de los viveros de la Exportadora de Productos Forestales (Expoforestal) cuyas semillas se importaron de Hoja Ancha Costa Rica, y para la *Gmelina* de Ecuador, de los viveros de la Asociación de viveristas “Sembrando Futuro” cuyas semillas fueron recolectadas en los rodales de las empresas Inmaia y Reybanpac, los viveros están ubicados en el km 7 de la vía a Mocache. Las plantas tuvieron una edad de 60 días de establecidas en la plantación.

La procedencia de *Gmelina* de Costa Rica y semilla producida en Ecuador que se emplearon en la presente investigación son las que están establecidas en el proyecto de Forestación y Reforestación El Cóndor entre una sociedad con el ingeniero Stenio Cevallos Cevallos y Proforestal. Se emplearon plántulas de la

procedencia de *Gmelina* de Costa Rica y semilla producida en Ecuador, para realizar las respectivas parcelas a establecer al azar.

## 2. Método de plantación

La procedencia de Costa Rica y semilla producida en Ecuador están establecidas bajo un sistema de marco real a una distancia de 3 x 3 m. Las parcelas que se establecieron para la investigación fueron de tipo cuadrada instaladas al azar.

Se procedió a delimitar las parcelas del rodal del proyecto El Cóndor, se usaron estacas y sunchos para su respectiva demarcación y cerrar las parcelas. La numeración de las plantas de cada parcelas se las marco en placas de aluminio. Marcándolas con su respectivo número y tratamiento, para de esta manera evaluar la dinámica del crecimiento de las procedencia, tanto de Costa Rica y la semilla producida en Ecuador.

## 3. Especificación de las parcelas

La procedencia de *Gmelina* de Costa Rica y semilla producida en Ecuador posee una extensión de 65 has. El área experimental es de 20.000 m<sup>2</sup>. Las características de campo experimental y de las unidades experimentales son las siguientes:

Número total de parcelas.....	8
Numero de parcelas por tratamiento.....	4
Ancho de las parcelas.....	50 m
Largo de las parcelas.....	50 m
Plantas forestales total del experimento.....	2216
Plantas forestales por parcela.....	277

## IV. RESULTADOS

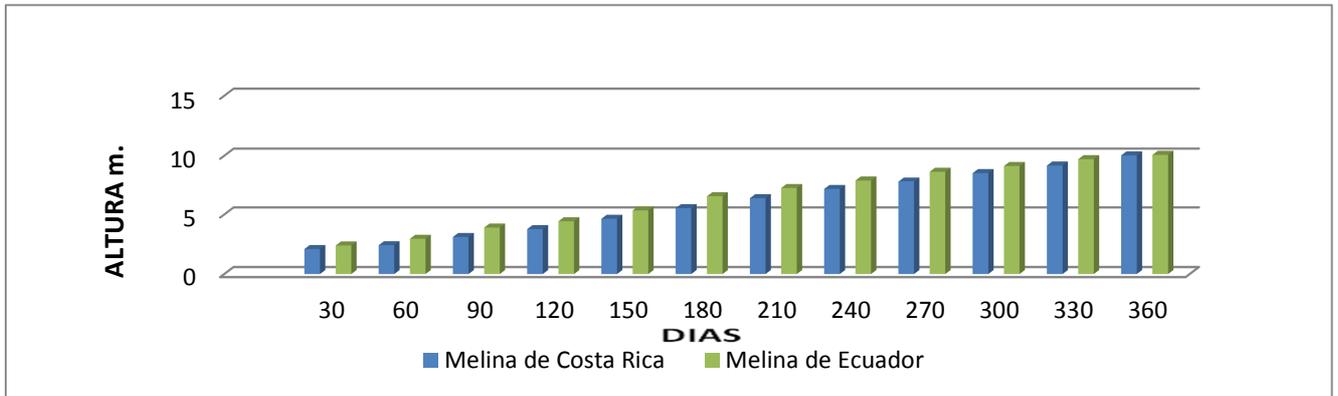
Los resultados del crecimiento inicial de las dos procedencia de Costa Rica y Ecuador de *Gmelina arborea Roxb*, en el proyecto El Cóndor, provincia de Los Ríos, han sido muy satisfactorios debido a las condiciones edafoclimaticas para la especie, lo mismo que fueron de gran importancia para su crecimiento inicial, durante los primeros 12 meses de edad, por lo que a continuación se presentan los siguientes resultados.

### F. Componente Forestal

#### 1. Altura

La Evaluación de la altura de la procedencia de *Gmelina arborea Roxb* (Melina), se la tomó cada mes durante un año (360 días), donde presento un mejor crecimiento la procedencia de Ecuador, debido a que esta especies demostró una mejor dinámica de crecimiento versus a la de Costa Rica, por lo que se pudo observar que la procedencia de Ecuador tuvo una magnifica adaptabilidad a determinada zona climática, su altura fue superior a la melina de Costa Rica pudiendo demostrar que su rango de crecimiento mensualmente fue de 65 cm mientras que la de Costa Rica fue de 50 cm por cada mes, pero esto no fue un rango muy demostrativo, no obstante no hay que descartar seguir evaluando, ya que estos datos de crecimientos solo representan a un año de edad ver (Grafico 2, Cuadro 3).

**Grafico 2.** Crecimiento en altura de las procedencias de Costa Rica y Ecuador de *Gmelina arbóreas Roxb.*



**Cuadro 3.** Altura promedio de las procedencias de Costa Rica y Ecuador evaluadas hasta los 12 meses de edad

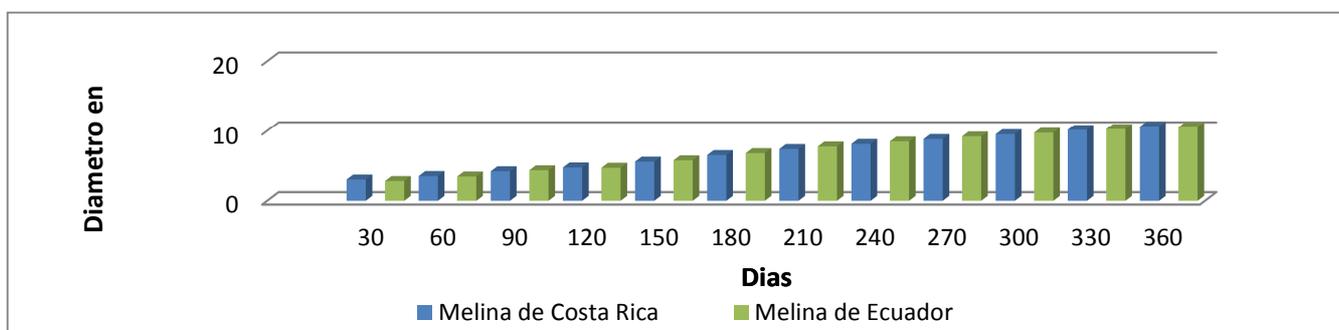
TRATAMIENTOS		ALTURA (m)											
N°	DIAS	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
	ESPECIE												
1	Melina de Costa Rica	2,10 a	2,42 a	3,11 a	3,77 a	4,64 a	5,53 a	6,37 a	7,14 a	7,84 a	8,55 a	9,18 a	10,03 a
2	Melina de Ecuador	2,40 a	2,96 b	3,90 b	4,43 b	5,34 b	6,53 b	7,22 b	7,93 b	8,66 b	9,14 b	9,71 b	10,07 a
X		0,03	0,04	0,07	0,08	0,08	0,25	0,09	0,09	0,09	0,07	0,06	0,18
CV %		7,99	7,81	7,34	7,01	5,54	8,22	4,44	3,91	3,7	2,99	2,5	4,19

Promedios del crecimiento en altura de las procedencias de Costa Rica y Ecuador, estadísticamente si difieren entre sí según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

## 2. Diámetro

El diámetro de *Gmelina Arborea* de la procedencia de Costa Rica, no presento una diferencia significativa con respecto a la *Gmelina* de Ecuador, durante los 360 días de evaluación según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error ver (Grafico 3, Cuadro 4).

**Grafico 3.** Crecimiento en diámetro de las procedencia de Costa Rica y Ecuador de *Gmelina arborea* Roxb.



**Cuadro 4.** Diámetro promedio de la procedencia de Costa Rica y Ecuador evaluada hasta los 12 meses de edad.

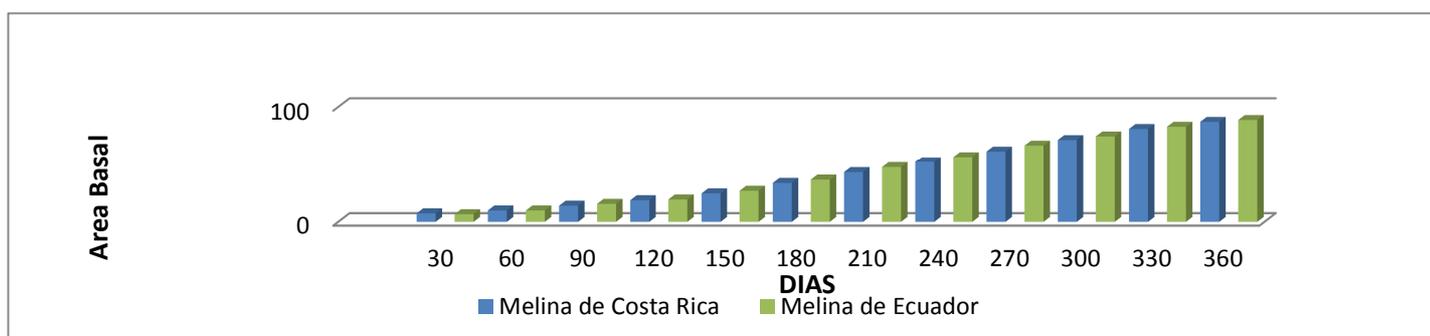
TRATAMIENTOS		DIAMETRO (cm)											
Nº	DIAS	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
	ESPECIE												
1	Melina de Costa Rica	3,02 a	3,52 a	4,2 a	4,74 a	5,57 a	6,51 a	7,37 a	8,1 a	8,8 a	9,5 a	10,14 a	10,62 a
2	Melina de Ecuador	2,81 a	3,45 a	4,34 a	4,69 a	5,76 a	6,78 a	7,73 a	8,46 a	9,18 a	9,72 a	10,26 a	10,52 a
	X	0,16	0,07	0,07	0,09	0,18	0,20	0,19	0,15	0,15	0,13	0,12	0,10
	CV %	13,51	7,50	6,29	6,30	7,55	6,70	5,79	4,75	4,29	3,72	3,45	2,99

Promedio del crecimiento en diámetro de las procedencias de Costa Rica y Ecuador estadísticamente no difieren entre si, según la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidad de error

### 3. Área Basal

El área basal de la *Gmelina arborea*, no presentó diferencia estadística significativa durante los 360 días de evaluación, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, ambas procedencias se comportaron iguales ver (Grafico 4, Cuadro 5).

**Grafico 4.** Área basal de las procedencias de Costa Rica y Ecuador de *Gmelina arborea* Roxb.



**Cuadro 5.** Área Basal promedio de las procedencias de Costa Rica y Ecuador evaluadas hasta los 12 meses de edad.

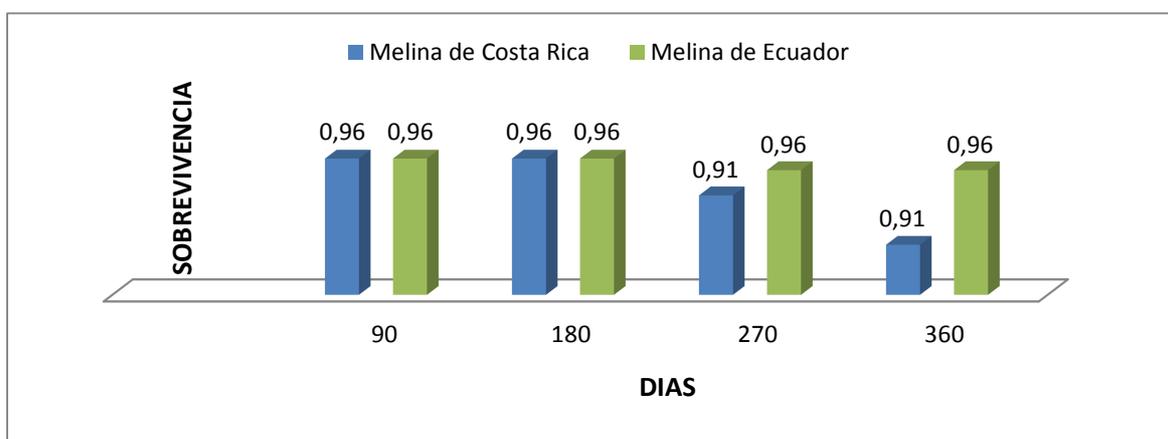
TRATAMIENTOS		AREA BASAL (m2)											
Nº	DIAS	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
	ESPECIE												
1	Melina de Costa Rica	7,16 a	9,73a	13,85 a	17,64a	24,36a	33,28a	42,66a	51,53a	60,82a	70,88a	80,75a	88,58a
2	Melina de Ecuador	6,20a	9,34a	14,79 <sup>a</sup>	16,54a	26,05a	36,10a	46,93a	56,21a	66,18	74,20a	82,67a	86,92a
X		4,04	2,22	3,00	1,39	16,66	21,39	26,41	27,04	29,19	28,55	31,18	27,23
CV %		28,75	15,27	11,91	6,25	16,08	13,28	11,45	9,65	8,49	7,35	6,83	5,94

Promedio de crecimiento de área basal de las procedencias de Costa Rica y Ecuador estadísticamente no difieren entre si, según la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidad de error.

#### 4. Supervivencia

La supervivencia de la *Gmelina arborea* se comportó mejor la procedencia de Ecuador con un 96%, frente a la procedencia de Costa Rica que tuvo un 91% de supervivencia en los 270, 360 días, reportando una diferencia significativa según la prueba de Tukey al 5% de la probabilidad de error ver (Grafico 5, Cuadro 6).

**Grafico 5.** Supervivencia de las procedencias de Costa Rica y Ecuador de *Gmelina arborea* Roxb.



**Cuadro 6.** Promedio de supervivencia de la procedencia de Costa Rica y Ecuador evaluada hasta los 12 meses de edad.

TRATAMIENTOS		SOBREVIVENCIA (%)			
N°	DIAS	90	180	270	360
	ESPECIE				
1	Melina de Costa Rica	0,96 a	0,96 a	0,93 a	0,89 a
2	Melina de Ecuador	0,96 a	0,96 a	0,95 b	0,95 b
	X	0,001	0,002	0,001	0,003
	CV %	1,85	1,56	1,18	3,23

Promedio de supervivencia de las procedencias de Costa Rica y Ecuador estadísticamente si difieren entre si, según la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidad de error.

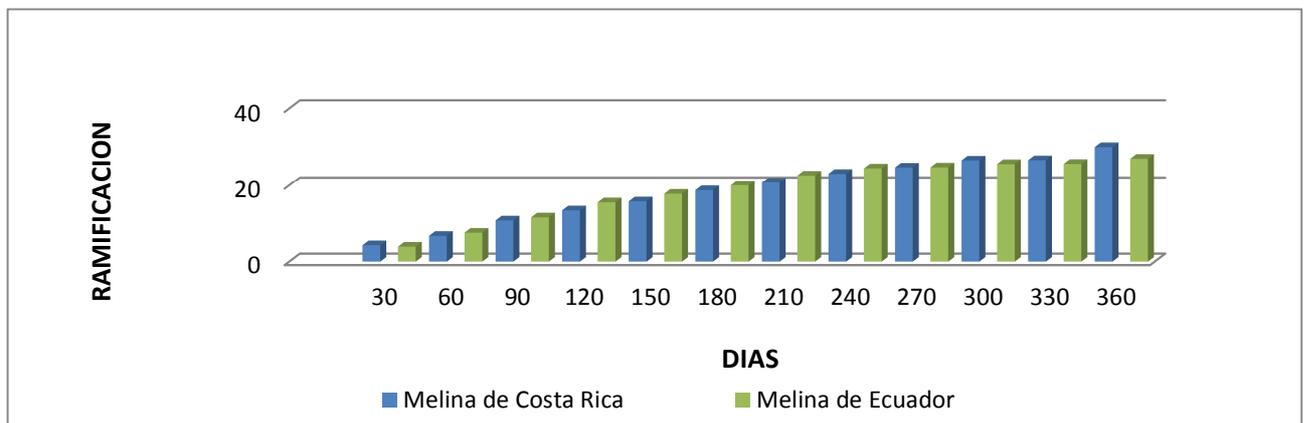
## 5. Altura De Bifurcación

La altura de bifurcación no se reportó datos en los 360 días de evaluación de las procedencias de *Gmelina* de Costa Rica y Ecuador, siendo un buen indicador de que la *Gmelina arborea* tuvo una buena adaptabilidad tanto la de Costa Rica como la de Ecuador

## 6. Numero De Ramificación

La ramificación de la *Gmelina arborea*, no presentó diferencia significativa, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, pero la procedencia de Costa Rica tuvo un mayor número de ramificación a los 30, 300, 330 y 360 días, frente a la de Ecuador que fue menor en número de ramas en los días antes descritos ver (Grafico 6, Cuadro 7).

**Grafico 6.** Ramificación de las procedencias de Costa Rica y Ecuador de *Gmelina arborea* Roxb.



**Cuadro7.** Promedio de número de ramas de la procedencia de Costa Rica y Ecuador evaluada hasta los 12 meses de edad.

TRATAMIENTOS		NUMERO DE RAMAS (%)											
Nº	DIAS	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
	ESPECIE												
1	Melina de Costa Rica	4,3 a	6,74 a	10,77 a	13,41 a	15,77 a	18,7 a	20,75 a	23,06 a	24,71 a	26,55 a	26,6 a	29,99 a
2	Melina de Ecuador	3,92 a	7,56 a	11,57 a	15,51 a	17,77 a	20,01 a	22,62 a	24,49 a	24,76 a	25,60 a	25,65 a	26,98 a
X		0,24	1,79	2,70	4,56	3,22	5,69	6,87	4,60	5,34	5,00	4,48	4,06
CV %		11,84	18,72	14,70	14,77	10,71	12,32	12,09	9,03	9,34	8,58	8,11	7,07

Promedios del crecimiento de numero de ramas de las procedencias de Costa Rica y Ecuador estadísticamente no difieren entre si, según la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidad de error.

## V. DISCUSIÓN

La *Gmelina arborea* Roxb de las procedencias de Costa Rica y Ecuador, evaluadas durante los 360 días de edad, demostraron un buen desarrollo tanto la procedencia de Costa Rica como para la de Ecuador, esto se debió a que las condiciones bioclimáticas, fueron propicias para que su crecimiento sea optimo en el primer año de edad, esto concuerda con **Lanuz y Víquez** (1994), quienes manifiestan que esta especie se caracteriza por ser de rápido crecimiento y adaptabilidad a determinadas condiciones edafoclimaticas, en general se adapta a las zonas de vida de bosque seco tropical, bosque húmedo y bosque muy húmedo.

El buen manejo de la plantación fue fundamental para que la *Gmelina arborea* obtenga en el crecimiento inicial una buena sobrevivencia en las procedencia evaluadas, esto coincide con lo expresado por **Chavarría y Valerio** (1993) quienes indican que el establecimiento de una plantación de *Gmelina*, la selección del sitio es fundamental y se deben preferir suelos profundos y con texturas areno – arcillosos una adecuada preparación del sitio de plantación aseguran la sobrevivencia y la máxima productividad del incremento medio anual (IMA) a nivel de plantaciones.

Un adecuado tratamiento silvicultural como lo fue la frecuencia de poda dos por año en el mes de Agosto y noviembre ayudo para que haya una excelente ramificación y así evitar nudos, se elimino las ramas más gruesas que puedan generar dos fustes en el árbol y también el manejo de plagas y enfermedades fue determinante para tener un bajo porcentaje de mortalidad, dado que se realizó un buen manejo silvicultural en las parcelas experimentales no se observo bifurcaciones, esto concuerda con **Hughell** (1991), manifiesta que la poda ideal sería aquella que se realiza a edades tempranas del desarrollo de la plantación cuando el índice de grosor de las ramas es bajo y propone un esquema específico de poda, para la *Gmelina* basado en la obtención de madera libre de nudos según su posición en la troza, manifiesta que este esquema es independiente a la calidad del sitio.

En el primer año de evaluación de *Gmelina arborea Roxb*, su crecimiento en diámetro durante los primeros cuatro meses de evaluación es decir entre los meses de enero hasta abril, las labores culturales estuvieron un poco atrasadas como lo fue la limpia de malezas esto fue un poco perjudicial para que esta especie se desarrolle con normalidad superado este inconveniente se obtuvo un incremento medio anual de 6,84 cm para la *Gmelina* de Costa Rica y 6,97 cm para la *Gmelina* de Ecuador, siendo muy satisfactorio en cuanto a su diámetro, esto concuerda con **Murillo (1996)**, quien manifiesta que esta especie es susceptible a la competencia de malezas en especial de gramíneas y enredaderas, pero sobre todo a pastos, esto retarda negativamente en su crecimiento.

La calidad del sitio así como el tipo de suelo de textura bien balanceada, fueron muy importantes para que la *Gmelina arborea* alcanzara un buen desarrollo en altura en el primer año de edad reportando un incremento medio anual para la procedencia de Costa Rica de 5,89 m, y para la procedencia de Ecuador de 6,52 m, esto concuerda con **Morales (1973)**, quien dice que la optima altura de los arboles no es debido a las condiciones climáticas, sino que está relacionada principalmente con los factores edáficos y esto se puede determinar por la calidad de sitio.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### A. Conclusiones

El análisis de varianza con respecto a la altura de las dos procedencias de *Gmelina arborea* de Costa Rica y Ecuador determino que entre los dos tratamientos, si presento diferencia estadística significativa desde 60 hasta los 330 días de evaluación.

Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, el tratamiento con mayor incremento en altura desde los 60 hasta los 330 días de la evaluación fue el tratamiento *Gmelina arborea* de Ecuador, con 2,96 cm y 9,71 cm respectivamente

El análisis de varianza con respecto al diámetro de las procedencias de *Gmelina arborea* de Costa Rica y Ecuador, determino que no hubo diferencia estadística significativa durante los 360 días de evaluación.

El análisis de varianza con respecto al área basal de las procedencias de *Gmelina arborea* de Costa Rica y Ecuador determino que entre los tratamientos no hubo diferencia estadística significativa durante los 360 días de la evaluación.

El análisis de varianza con respecto a la sobrevivencia de las procedencias de *Gmelina arborea* de Costa Rica y Ecuador determino que entre los dos tratamiento si hubo diferencia estadística significativa a los 270 y 360 días de evaluación y fue para la procedencia de Ecuador.

Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, el tratamiento con mayor promedio de sobrevivencia, fue el tratamiento dos de la procedencia de *Gmelina arborea* de Ecuador con un 95% respectivamente.

El análisis de varianza con respecto al número de ramificación de las procedencias de *Gmelina arborea* de Costa Rica y Ecuador, se determino que entre los dos tratamientos no hubo diferencia estadística significativa durante los 360 días de evaluación.

Como conclusión final, el país dispone de 3,686 millones de ha de tierras de vocación forestal con potencial para plantaciones, Ya que Ecuador no ocupa ni el 1% en el área forestal a nivel mundial. Además, del análisis del uso del suelo en el país, se deduce que existen grandes extensiones territoriales con suelos en diferentes procesos de deterioro, que deben ser manejados de manera integral, con un fuerte componente forestal (Montenegro y Salvatierra 2008).

A los 360 días de investigación no aceptamos la hipótesis planteada, siendo el tratamiento procedencia *Gmelina arborea Roxb* de Ecuador, el que presento los mejores resultados en las variables altura y sobrevivencia, el resto de variables se comportaron iguales.

## **B. Recomendaciones**

Continuar con la segunda fase de la investigación para definir cuál de las dos procedencias estudiadas, *Gmelina arborea Roxb* de Costa Rica y de Ecuador, tiene una mayor dinámica de crecimiento y de adaptabilidades a determinada zonas ecológicas.

Realizar estos tipos de investigación con otras especies forestales, para conocer que especie presenta una mayor adaptabilidad, con respecto a otra especie introducida en el país.

Capacitar a los colonos para que le den el uso adecuado al factor suelo, y no solo dedicarse al mono cultivo, ya que el recurso forestal manejándolo de una forma sustentable garantiza beneficios económicos.

Promover e incentivar a los agricultores con líneas de créditos para el fomento de los recursos forestales y así reducir la tasa de la tala indiscriminada de los Bosques nativos.

Dar Asesorías Técnicas a los agricultores en cuanto al establecimiento de plantaciones forestales, ya que el buen uso del suelo y una semilla certificada garantizan la buena calidad de la madera pero principalmente que la especie forestal a ser plantada reúna las características propias para su buen desarrollo en determinada zona climática.

Que el Gobierno de turno preste todas las garantías y facilidades para que los pequeños y medianos agricultores puedan adquirir semillas certificadas y plántulas a bajos costos y así fomentar la reforestación en Ecuador y sea un competidor en el área forestal.

Establecer plantaciones de *Gmelina arborea Roxb*, en sitios que presenten similitud de condiciones climáticas y edáficas al proyecto El Cóndor.

Realizar mejoramientos genéticos de *Gmelina arborea Roxb* con la finalidad de que Ecuador se un competidor en cuanto a producir semillas y plántulas que garanticen su buena calidad y por ende no depender de países del exterior.

Continuar con el establecimiento de parcelas de crecimiento, de *Gmelina arborea Roxb* bajo diferentes condiciones, para encontrar mediante análisis más precisos, las características de sitio que clasifican los mejores sitios.

## VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó desde el 28 de Enero del 2010 hasta el 28 de Diciembre del 2010, en la hacienda del señor Stenio Cevallos Cevallos localizada en la comuna en Córdor perteneciente a la parroquia el Vergel del Cantón Valencia; provincia de Los Ríos, el predio esta en convenio con Proforestal y está ubicado entre las coordenadas E 9917931 y N 701841, esquina del Sr. Loaiza; E 9917956 y N 703867, con el Sr. Estuardo Gallo; N E 9915607 y N 703812 , Rio Tonglo; E 9917048 y N 702357. La plantación presenta una topografía irregular en un 70%. El objetivo de la investigación fue establecer parcelas permanentes conformadas con la especie forestal *Gmelina arborea Roxb* de Costa Rica y Ecuador respectivamente, en el proyecto “El Córdor” de Proforestal.

Se probaron dos tratamientos en cuatro repeticiones con una distancia de 3x3. El área experimental fue de 20.000 m<sup>2</sup>, se utilizó un Diseño Completo al Azar con cuatro repeticiones. Se evaluó en las procedencias, la altura, diámetro, área basal, altura de bifurcación, numero de ramificación y sobrevivencia, las plantas de *Gmelina arborea Roxb* de Costa Rica se la obtuvieron de los viveros de Expoforestal con las semillas traídas de Hoja Ancha en Costa Rica, y para la procedencia de Ecuador de la asociación de viveristas Sembrando Futuro cuyas semillas se las obtuvieron de los rodales de las empresas Inmaia y Reybanpac. En el terreno utilizado se aplicó un control manual de limpieza, el hoyado y balizado se lo realizo manualmente. Utilizando un sistema de siembra de marco real. Las variables altura, diámetro, área basal, altura de bifurcación y número de ramificación se evaluaron mensualmente, mientras que la sobrevivencia fue cada tres meses, es decir a los tres, seis, nueve y doce meses respectivamente.

Desde los 60 hasta los 330 días de evaluación para la variable altura se encontró diferencia estadística significativa de la especie forestal *Gmelina arborea*, la procedencia de Ecuador fue superior a la procedencia de Costa Rica, es decir el tratamiento dos, según la prueba de

Tukey al 5% de probabilidad de error, mientras que para la variable diámetro, no hubo diferencia estadística significativa, es decir ambos tratamientos se comportaron iguales.

Mientras que para la variable de área basal no hubo diferencia estadística significativa durante los 360 días. La sobrevivencia si presentó diferencia estadística significativa a los 270 y 360 días de evaluación, reportando un mayor porcentaje la *Gmelina arborea* de Ecuador, mientras que el número de ramificación no presentó diferencia estadística significativa es decir ambos tratamientos se comportaron iguales. Debido a que los resultados de la presente investigación son el resultado de una evaluación inicial, es necesario continuarla, ya que esto solo representan resultados de un año de investigación, a fin de determinar si ambas procedencias de *Gmelina arborea Roxb* presentan la misma dinámica de crecimiento, para de esta manera conocer y recomendar para su establecimiento en plantaciones comerciales, y por ende fomentar el desarrollo forestal en Ecuador.

## VIII. ABSTRACT

The present investigation was realized from the 28 of January of the 2010 to the 28 of December of the 2010 in the property of the Mr. Stenio Cevallos Cevallos located in the community the Condor pertaining on the parish the Vergel of the Canton Valencia; Los Rios province, the predio is in agreement with Proforestal and ubicada the between coordinates E 9917931 and N 701841, corner of the Mr. Loaiza; E 9917956 and N 703867, the with Mr. Estuardo Gallo; E 9915607 and N 703812, river Tonglo; E 9917048 and N 702357. The land presents an irregular topography in a 70%. The objective of the investigation was establish permanent parcel adapt with the especie forester *Gmelina arborea Roxb* the Costa Rica and Ecuador, in the Condor project of Proforestal.

It was tested two treatments in four repetitions with a distance of 3x3. The experimental area was 20.000 m<sup>2</sup>, it was utilized a design complete of the hazard with four repetitions. Was evaluated in the procedences, the height, diameter, basal area, height the bifurcation, number the ramification and survival, the plants of *Gmelina arborea Roxb* of Costa Rica to obtain of the tree nursery of Expoforestal the with see to bring Hoja Ancha in Costa Rica and for the procedence of Ecuador of the association of tree nursery future sowing which see was the obtain of the enterprise Inmaia and Reybanpac. In the land was applied a manual control of cleaning, the deep and balizado was the handly, utilizing a plantation system of real frame. The variables height, diameter basal area, height bifurcation and number ramification it was realized monthly, whereas that survival was three monthly, to say of the three, six, nine, and twelve monthly also.

To the 60 days to 330 days of evaluation for the variable height was significant statical difference of the forester species *Gmelina arborea Roxb*, the procedence of Ecuador was superior of the procedence of Costa Rica, to say the treatments two, the proof of

Tukey the 5% of error probability, those for the variable diameter no had difference statistical significant is say two treatments is equal comparison.

What for the variable basal area do not had significant statistical difference to the 60 days to 300 days of evaluation, checking a increment greater the *Gmelina arborea* of Ecuador, the proof of Tukey to the 5% of error probability. The survivals also present significant statistical difference to the 270 and 360 days the evaluation, checking a increment greater the *Gmelina arborea* to Ecuador, the ramification number do not present significant statistical difference two treatment conducting behavior equal. Because the results of the present investigation are the results of an initial evaluations is necessary continue, what this represent results to the one years of investigation, in order to determine if two procedence of *Gmelina arborea* Roxb present the dynamic of creciment, for is know recommender for its establecimiento in commercial plantains, for the development forester in Ecuador.

## IX. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Agrosoft, 2000.** *Gmelina arborea*. Trees versión 2: Árboles tropicales y subtropicales de uso múltiple. Reporte de especie No. 4. Medellín, CO. El Semillero. 16p.
- Albarracín, M; 1999.** Establecimiento y Evaluación preliminar de Diez especies forestales bajo parcelas permanentes de crecimiento. Tesis Ing. For. Quevedo, EC. 11- 12p.
- Alfaro, M. 2000.** Melina la madera del futuro. Revista forestal centroamericana (en línea) Consultado 15 feb 2010. Disponible en [http://bft.cirad.fr/cd/bft\\_279\\_57.pdf](http://bft.cirad.fr/cd/bft_279_57.pdf).
- Alfaro, M; De Camino, R. 2002.** Melina (*Gmelina arborea*) in Central América. M. Varmola. Ed.Roma,It, It, It. FAO. 354 – 389p. (Working Paper FP/20).
- Briscoe, C. 1995.** Silvicultura y manejo de Teca y Melina. Turrialba, CR. CATIE (3): 113p.
- Bustamante, W; Gaviláñez, C. 2009.** Evaluación inicial de Sistemas Agroforestales conformados por las leguminosas arbóreas *Inga edulis* (guaba de bejuco), *Parkia balslevii* (guarango), *Piptadenia pteroclada* (dormilón espinudo) y *Coffea canephora var* (café), en el campo Lago Agrio de Petroproducción Provincia de Sucumbíos. Tesis Ing. For. Quevedo, EC. 9 - 10 p.
- Canessa, E. 2000.** Ultraestructura de la pared celular en elementos xilemáticos de *Gmelina arborea Roxb* (melina). con los defectos de secado en esta especie. Informe Final para la empresa Maderín ECO. Centro de Investigación en Integración

- Bosque Industria Escuela de Ingeniería Forestal Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. CATIE. 17 p.
- Castillo, J; Moreno, G. 2000.** Semillas forestales del bosque nativo chileno. Santiago, CH. Universitaria. 28 p.
- CATIE, (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1986.** Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central y Sudamérica. Turrialba, CR. (2): 161 p.
- CONIF, (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal). 1996.** Latifoliadas zona baja. Santa Fe de Bogotá, DC, CO. CONIF. 103 p.
- Cormadera, (Corporación Maderera). 2001.** Guías técnicas para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales productivas en el litoral Ecuatoriano. Quito, EC. Cormadera. (2). 87 p.
- Cornelius, J; y Hernández, M. 1995.** Variación genética en crecimiento y rectitud del fuste en *Gmelina arborea Roxb* en Costa Rica. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. Turrialba, CR. CATIE. (10): 9 p.
- Chavarría, M; y Valerio, R. 1993.** Guía preliminar de parámetros silviculturales para apoyar los proyectos de reforestación en Costa Rica. Minae, CR. 202 p.
- Donoso, C; 2004.** Silvicultura de los bosques chilenos. Santiago, CH. Universitaria. 45 p.
- Gajardo, R; 1994.** Mejoramiento genético de la *Gmelina arborea Roxb* (en línea). Consultado 5 ene 2010. Disponible en <http://www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n1/2.htm>
- Gamboa, J; Abdelnou, A. 1999.** Micropropagación de Melina *Gmelina arborea Roxb*. Agronomía Costarricense. (2): 69-76p.

- Góngora, E; 2002.** Pruebas de rendimiento para obtener tablitas de melina (*Gmelina arborea*). Informe de práctica de especialidad. Cartago, CR. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 116 p.
- Gómez, M; Reiche, C. 1996.** Costos de establecimiento y manejo de plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Costa Rica. Turrialba, CR. CATIE. 50 p.
- Hughell, D. 1991.** Modelo preliminar para la predicción del rendimiento de *Gmelina arborea Roxb*. En América Central. Silvoenergía, CR. N°. 44: 1- 4 p.
- Iglesias, R. 2009.** Evaluación del balance hídrico en el establecimiento de balsa (*ochroma pyramidale cav.*), eucalipto (*eucalyptus urograndis*) y melina (*Gmelina arborea Roxb*) y su efecto sobre la producción de biomasa. Tesis Ing. Agrop. Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo, Ecuador. 22 – 23 p.
- Infostad, P 2002.** Diseños de experimentos estadística y biometría, Universidad nacional de Córdoba. Programa estadístico, ES.
- Lanuz, B; Víquez, E. 1994.** Comportamiento inicial de siete procedencias de *Gmelina arborea Roxb*, en río San Juan. Nicaragua. Servicio Forestal Nacional. Marena. Especies para reforestación. Nota técnica N° 33, NI. 38p.
- Lega, F. 1988.** Estudios de la forma de *Gmelina arborea Roxb*. Análisis de las plantaciones de Manila. Tesis MSc. Turrialba, CR. CATIE. 199 p.
- Montenegro, R; Salvatierra, D. 2008.** Plantación de *Gmelina arborea* (melina) para la producción de madera de aserrío en la colonia El Cóndor cantón Valencia provincia de Los Ríos. (CD- ROOM). Quevedo, Ec. 1 (CD-ROOM).
- Morales, S. 1973.** Zonificación ecológicas de *Gmelina arborea Roxb* para Perú. Tesis Ing. For. Turrialba, EC. 8p.

- Moya, R. 2004.** *Gmelina arborea* en Costa Rica. Bois et forêts des tropiques, (1): 89 p.
- Murillo, R. 1996.** Evaluación de algunos factores ambientales que afectan la calidad de sitio a nivel de micrositio para *Gmelina arborea Roxb*, plantada en suelos planos en la zona sur de Costa Rica. Tesis Lic. UNA. (Universidad Nacional Autónoma). Heredia, CR. 111 p.
- Murillo, O; Valerio, J. 1991.** *Gmelina arborea Roxb* (melina). árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica, Informe Técnico N° 181, CR. CATIE. 69 p.
- Muziol, C; Sánchez, O. 1992.** Manejo de plantaciones forestales. Manual técnico del proyecto COSEFORMA. Costa Rica. 24 p.
- Niembro, A. 1988.** Semillas de árboles y arbustos: Ontogenia y Estructura. México, DF. LIMUSA. 285 p.
- Obregón, C. 2003.** Versatilidad, Renovación, y Productividad sostenible para el futuro de *Gmelina arborea* (En línea). Consultado 3 sept. 2009. Disponible en [www.Metafase. Net/ docs/ cinpe/ 0477. html](http://www.Metafase.Net/docs/cinpe/0477.html).
- Pazos, C. y Ricachi, N. 2003.** Desarrollo inicial de cuatros especies forestales con *Theobroma cacao* L. en el cantón La Mana. Tesis Ing. For. Quevedo, EC. 29 – 30p.
- Quezada, R. 1985.** Influencia del tamaño del endocarpo de *Gmelina arborea Roxb* en el crecimiento inicial. Tesis Ing. For. Turrialba, CR. 2 P.
- Rojas, K.1997.** Rendimiento en aserrío, propiedades físico-mecánicas y secado al aire para dos plantaciones de *Gmelina arborea* propiedad de Ston Forestal S.A. Informe

de Práctica de Especialidad. Cartago, C.R. Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
84 p.

**Rojo, A. 1999.** Ensayos de crecimiento. Parcelas permanentes, temporales. De Melina  
(en línea). Consultado 24 ago. 2009. Disponible en <http://fcf.unse.edu.ar>

**Salvatierra, D. 2001.** Evaluación de la regeneración natural de las especies forestales:  
*Caryodendron orinocense* (Maní de árbol), *Guarea kunthiana* (Colorado  
manzano), *Otoba glyccarpa* (Sangre de gallina), *Parkia balslevii* (Guarango), y  
*Virola duckei* (Coco), en la zona de amortiguamiento de la Reserva de  
Producción Faunística Cuyabeno. Tesis. Ing. For. Quevedo, EC. 9 - 21p.

**Suatunce, P; Zambrano W. 1998.** Ordenación de plantaciones de teca (*Tectona grandis*)  
tesis Ing. For. Quevedo, EC. 3 p.

**Trujillo, E. 2003.** Manual de árboles. El semillero. Bogotá, CO. Saice. (2): 158-160 p.

**Vozzo, J. 2002.** Tropical Tree Seed Manual. Washington DC. US. Agriculture hand book.  
899 p.

**Zeledón, D. 2004.** Algunos aspectos de la anatomía de la madera de *Gmelina arborea Roxb*  
(melina) y su relación con las propiedades de secado y durabilidad. Revista  
forestal kurú. Turrialba, CR. (1): 59 p.

## X. ANEXOS

**Anexo 1.** Crecimiento de las variables DAP (cm), altura (m), área Basal (m)<sup>2</sup> y Volumen (m)<sup>3</sup> *Gmelina arborea Roxb* procedencia de Costa Rica

	DIAS												Suma	Media
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360		
<b>Dap</b>	3,03	3,52	4,2	4,74	5,57	6,51	7,37	8,1	8,8	9,5	10,14	10,62	<b>82,08</b>	<b>6,84</b>
<b>Altura</b>	2,10	2,42	3,11	3,77	4,64	5,53	6,37	7,14	7,84	8,55	9,18	10,03	<b>70,66</b>	<b>5,89</b>
<b>Área Basal</b>	7,21	9,73	13,85	17,64	24,36	33,28	42,66	51,53	60,82	70,88	80,75	88,55	<b>501,24</b>	<b>41,77</b>
<b>Volumen (M)3</b>	10,59	16,48	30,15	46,55	79,22	128,82	190,22	257,54	333,35	424,21	518,9	621,92	<b>2657,78</b>	<b>221,5</b>

**Anexo 2.** Crecimiento de las variables DAP (cm), altura (m), área basal (m)<sup>2</sup> y volumen (m)<sup>3</sup> *Gmelina arborea Roxb* procedencia de Ecuador

	DIAS												Suma	Media
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360		
<b>Dap</b>	2,81	3,45	4,34	4,59	5,76	6,78	7,73	8,46	9,18	9,72	10,26	10,52	<b>83,6</b>	<b>6,97</b>
<b>Altura</b>	2,4	2,96	3,9	4,43	5,33	6,53	7,21	7,93	8,65	9,14	9,71	10,07	<b>78,26</b>	<b>6,52</b>
<b>Área Basal</b>	6,2	9,34	14,79	16,54	26,05	36,1	46,93	56,21	66,18	74,2	82,67	86,92	<b>522,13</b>	<b>43,51</b>
<b>Volumen (M)3</b>	10,41	19,35	40,37	51,29	97,19	165,01	236,85	312,02	400,72	474,73	561,9	612,69	<b>2982,53</b>	<b>248,54</b>

**Anexo 3.** Porcentaje de sobrevivencia *Gmelina arborea Roxb* procedencia de Costa Rica

Parcelas	N°Plantas/P	Mortalidad	Sobrevivencia	Mortalidad	Sobrevivencia
				%	%
1	230	20	210	9,52	90,48
2	236	23	213	10,79	89,21
3	228	10	218	4,58	95,42
4	230	18	212	8,49	91,51
<b>Suma</b>	<b>924</b>	<b>78</b>	<b>853</b>	<b>33,38</b>	<b>366,62</b>
<b>Promedio</b>	<b>231</b>	<b>19,4</b>	<b>213,25</b>	<b>8,34</b>	<b>91,6</b>

**Anexo 4.** Porcentaje de sobrevivencia *Gmelina arborea Roxb* procedencia de Ecuador

Parcelas	N°Plantas/P	Mortalidad	Sobrevivencia	Mortalidad
				%
1	191	6	185	97
2	165	10	155	94
3	173	9	164	96
4	184	6	178	99
<b>Suma</b>	<b>713</b>	<b>31</b>	<b>682</b>	<b>386</b>
<b>Promedio</b>	<b>178,25</b>	<b>7,75</b>	<b>170,5</b>	<b>96</b>

**Anexo 5.** Evaluación de numero de ramas de parcelas de *Gmelina arborea Roxb*  
procedencia Costa Rica

MESES	N° PARCELAS/ RAMAS			
	1	2	3	4
ENERO	4	5	4	5
FEBRERO	6	8	5	8
MARZO	8	12	11	12
ABRIL	10	14	15	15
MAYO	13	16	17	17
JUNIO	16	20	20	19
JULIO	19	23	19	22
AGOSTO	22	24	22	25
SEPTIEMBRE	23	26	23	26
OCTUBRE	24	29	25	28
NOVIEMBRE	24	29	25	28
DICIEMBRE	27	31	31	31
<b>Suma</b>	<b>195</b>	<b>237</b>	<b>217</b>	<b>236</b>
<b>Media</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>20</b>

**Anexo 6.** Evaluación de numero de ramas de parcelas de *Gmelina arborea Roxb*  
procedencia Ecuador

MESES	N° PARCELAS/ RAMAS			
	1	2	3	4
ENERO	4	4	4	4
FEBRERO	8	9	6	8
MARZO	13	13	10	11
ABRIL	17	17	14	14
MAYO	19	19	15	19
JUNIO	21	22	16	21
JULIO	24	25	18	24
AGOSTO	26	27	21	25
SEPTIEMBRE	27	24	22	26
OCTUBRE	28	24	23	27
NOVIEMBRE	28	24	24	27
DICIEMBRE	30	27	27	25
<b>Suma</b>	<b>244</b>	<b>233</b>	<b>199</b>	<b>230</b>
<b>Media</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>19</b>

**Anexo 7.** Cuadros medios del análisis de varianza con respecto a la altura de *Gmelina arborea Roxb* (Melina), de Costa Rica y Ecuador evaluada desde los 30 Hasta los 360 días de edad

FV	GL	(DIAS)											Ft		
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	0,05	0,01
Tratamientos	2	5,55Ns	13,6*	18,89*	10,45*	12,83*	8,11*	15,9*	14,4*	14,42*	9,93*	9,86*	0,2Ns	5,99	13,74
Repeticiones	4	5,55*	13,6*	18,89*	10,45*	12,83*	8,11*	15,9*	14,4*	14,42*	9,93*	9,86*	0,2Ns	4,76	9,78
Error	3	0,03	0,04	0,07	0,08	0,08	0,25	0,09	0,09	0,09	0,07	0,07	0,18		

\* Significativo. Ns No Significativo. \*\* Altamente Significativo

**Anexo 8.** Cuadros medios del análisis de varianza con respecto al diámetro de *Gmelina arborea Roxb* (Melina), de Costa Rica y Ecuador evaluada desde los 30 Hasta los 360 días de edad

FV	GL	DIAS											Ft		
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	0,05	0,01
Tratamientos	2	0,61 Ns	0,18 Ns	0,56 Ns	0,05 Ns	0,42 Ns	0,73 Ns	1,42 Ns	1,65 Ns	1,81 Ns	0,71 Ns	0,25 Ns	4,6 Ns	5,99	13,74
Repeticiones	4	0,61 Ns	0,18 Ns	0,56 Ns	0,05 Ns	0,42 Ns	0,73 Ns	1,42 Ns	1,65 Ns	1,81 Ns	0,71 Ns	0,25 Ns	4,6 Ns	4,76	9,78
Error	3	0,18	0,07	0,07	0,09	0,18	0,2	0,19	0,15	0,15	0,13	0,12	0,16		

\* Significativo. Ns No Significativo. \*\* Altamente Significativo

**Anexo 9.** Cuadrados medios del análisis de varianza con respecto al área basal de *Gmelina arborea Roxb* (Melina), de Costa Rica y Ecuador evaluada desde los 30 hasta los 360 días de edad

FV	GL	(DIAS)												Ft	
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	0,05	0,01
<b>Tratamiento</b>	<b>2</b>	0,96 Ns	0,01 Ns	1,47 Ns	0,42 Ns	0,5 Ns	0,75 Ns	1,43 Ns	1,49 Ns	1,83 Ns	0,7 Ns	0,24 Ns	0,19 Ns	5,99	13,74
<b>Repeticiones</b>	<b>4</b>	0,96 Ns	0,01 Ns	1,47 Ns	0,42 Ns	0,5 Ns	0,75 Ns	1,43 Ns	1,49 Ns	1,83 Ns	0,7 Ns	0,24 Ns	0,19 Ns	4,76	9,78
<b>Error</b>	<b>3</b>	4,04	0,000033	3	1,39	16,66	21,39	26,41	27,04	29,19	0,000121	31,18	27,23		

\* Significativo. Ns No Significativo. \*\* Altamente Significativo

**Anexo 10.** Cuadrados medios del análisis de varianza con respecto al número de ramas de *Gmelina arborea Roxb* (Melina), de Costa Rica y Ecuador evaluada desde los 30 hasta los 360 días de edad

FV	GL	(DIAS)												Ft	
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	0,05	0,01
<b>Tratamientos</b>	<b>2</b>	1,77 Ns	0,76 Ns	0,47 Ns	1,95 Ns	2,46 Ns	0,61 Ns	1,01 Ns	0,88 Ns	0,0008 Ns	0,36 Ns	0,4 Ns	4,45 Ns	5,99	13,74
<b>Repeticiones</b>	<b>4</b>	1,77 Ns	0,76 Ns	0,47 Ns	1,95 Ns	2,46 Ns	0,61 Ns	1,01 Ns	0,88 Ns	0,0008 Ns	0,36 Ns	0,4 Ns	4,45 Ns	4,76	9,78
<b>Error</b>	<b>3</b>	0,24	1,79	2,7	4,56	3,22	5,69	6,87	4,6	5,34	5	4,48	4,06		

\* Significativo. Ns No Significativo. \*\* Altamente Significativo

**Anexo 11.** Cuadrados medios del análisis de varianza con respecto a la sobrevivencia de *Gmelina arborea Roxb* (Melina), de Costa Rica y Ecuador evaluada desde los 30 Hasta los 360 días de edad

FV	GL	DIAS				Ft	
		90	180	270	360	0,05	0,01
<b>Tratamientos</b>	<b>2</b>	0,00005 Ns	0,00 Ns	0,0008 Ns	0,006612 Ns	5,99	13,74
<b>Repeticiones</b>	<b>4</b>	0,00005 Ns	0,00 Ns	0,0008 Ns	0,006612 Ns	4,76	9,78
<b>Error</b>	<b>3</b>	0,000317	0,000225	0,000125	0,000896		

\* Significativo. Ns No Significativo. \*\* Altamente Significativo

**Anexo 12.** Evaluando y registrando datos en el área de la investigación



Evaluando el diámetro en la parcela N° 8 procedencia de Costa Rica a los 90 días de edad



Evaluando la altura en la parcela N° 1 procedencia de Ecuador a los 90 días de edad



Evaluando la ramificación en la parcela N° 4 procedencia de Ecuador a los 180 días de edad



Evaluando la altura en la parcela N° 6 procedencia de Ecuador a los 300 días de edad



Toma de Datos de diámetro en la parcela N°. 7 Procedencia Costa Rica a los 270 días de edad.



Toma de datos de diámetro y altura en la parcela N° 3 procedencias de Ecuador a los 240 días de edad



Placa metálica de identificación de la procedencia de Costa Rica parcela N°8



Evaluando el diámetro en la parcela N°1 procedencia de Ecuador a los 300 días de edad



Toma de datos de diámetro y la altura en la parcela N°2 de la procedencia de Ecuador a los 330 días de edad.



Toma de datos de altura en la parcela N°8 de la procedencia de Costa Rica a los 360 días de edad.