



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto de investigación previo a
la obtención de título de Ingeniero
Forestal

Título del proyecto de investigación:

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *Gmelina arborea* Robx
(MELINA) EN DOS CANTONES DEL LITORAL ECUATORIANO

Autora:

Coronel Macías Cinthya Magdalena

Director del proyecto de investigación:

Ing. For. José Pedro Suatunce Cunuhay, M.Sc

Mocache-Los Ríos-Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Cintha Magdalena Coronel Macías**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Cintha Magdalena Coronel Macías
C.C. 1724134927

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. For. José Pedro Suatunce Cunuhay**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Cintha Magdalena Coronel Macías**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Evaluación del crecimiento de plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb (melina) en dos cantones del Litoral ecuatoriano**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Forestal**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. For. José Pedro Suatunce Cunuhay M.Sc.

Director del proyecto de investigación

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN, COINCIDENCIA YO PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, José Pedro Suatunce Cunuhay, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Proyecto de Investigación titulado **“Evaluación del crecimiento de plantaciones de *Gmelina arborea* Robx (melina) en dos cantones del Litoral ecuatoriano”**, de autoría de la aspirante a Ingeniera Forestal **Coronel Macías Cinthya Magdalena**, fue analizado por el sistema URKUND y presentó el 7% de similitud; este porcentaje está considerado dentro de los límites permitidos por el Reglamento e Instructivos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Por lo cual el aspirante puede continuar con los trámites pertinentes.



Document Information

Analyzed document	Proyecto Cinthya Coronel-Urkund.docx (D148733311)
Submitted	11/5/2022 4:50:00 AM
Submitted by	José Pedro Suatunce Cunuhay
Submitter email	jsuatunce@uteq.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	jsuatunce.uteq@analysis.urkund.com

Sources included in the report

Ing. For. Pedro Suatunce Cunuhay, M. Sc
Director de proyecto de investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA INGENIERIA FORESTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación del crecimiento de plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) en dos cantones del Litoral ecuatoriano”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Belezaca Pinargote Ph.D.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. Walter García Cox

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. Fabricio Meza Bone

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2022

AGRADECIMIENTO

En su momento no parecía nada fácil forjarme como profesional, pero finalmente todo el proceso y decisión tomada está dando sus frutos. Con mucha gratitud agradezco a Dios por darme la sabiduría, fuerza, paciencia y voluntad para llegar a esta meta y mantenerme de pie cuando quise darme por vencida.

A mis padres Magdalena Macías y Walter Coronel que fueron pilares fundamentales en mi formación personal y académica. Mi eterno agradecimiento con ustedes por el apoyo, consejos y palabras de superación brindadas durante toda mi vida.

A mi hermano por su dedicación y esfuerzo en apoyarme incondicionalmente en todo lo necesario

A toda mi familia en general que de una u otra manera siempre estuvieron presente

A Valeria Suatunce y Yorgen Zambrano, por haberme brindado su amistad, amor y apoyo en el trayecto de mi vida universitaria, gracias por su colaboración en este proyecto de investigación.

Al Ing. Pedro Suatunce director de esta investigación por su confianza, apoyo y enseñanzas impartidas

DEDICATORIA

Posiblemente en estos momentos no entiendas mis palabras, pero cuando seas capaz, quiero que sepas todo lo que significas para mí. Eres la razón de que me levante cada día a esforzarme para ser cada vez mejor, por ti son esas ganas para seguirme preparando profesionalmente. Dedico este proyecto al ser más hermoso que Dios me pudo regalar y que me dice mamá, a mi hija, Sofía Coronel quien nació con el pan bajo el brazo, quien ha sido causa de mi inspiración y visión para un futuro prometedor.

Cinthyia Magdalena Coronel Macías

RESUMEN.

El proyecto de investigación se lo realizó en la finca La Tormenta ubicada en la parroquia Luz de América, cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y en la finca Mi Recuerdo ubicada en la parroquia El Vergel, cantón Valencia, provincia de Los Ríos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento e incremento medio anual de plantaciones de *G. arborea* en dos localidades del litoral ecuatoriano, en plantaciones de 4 años, establecidas a un distanciamiento de 4 x 4, en cada plantación se establecieron parcelas rectangulares de 1000 m². Se evaluó las variables de DAP (diámetro a 1.30 m), Ht (altura total), Hc (altura comercial), AB (area basal), Vol.T (volumen total) y Vol.C (volumen comercial); así como el IMA (incremento medio anual) promedio para cada una de ellas. Para determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas se realizó la prueba de t Student al 5% de probabilidad de error, mediante el programa INFOSTAT-2009. Los resultados del análisis estadístico demostraron que existe diferencias significativas de crecimiento entre las plantaciones. La localidad del cantón Valencia fue quien registro los mejores promedios en incremento medio anual a los 4 años, en las variables de DAP 6.79 cm/año; AB 0.015 m²/año; Vol. C 0.23 m³/año y Vol. C 0.19 m³/año mientras que la localidad de Santo Domingo obtuvo mayor promedio para la variable de Ht 5.91 m/año y Hc 4.62 m/año, estos resultados estuvieron influenciados por la práctica de tratamientos silviculturales proporcionados como el raleo y la poda.

Palabras claves: *plantaciones forestales, crecimiento en altura, crecimiento en diámetro, volumen*

ABSTRACT.

The research project was carried out at La Tormenta farm located in Luz de América parish, Santo Domingo canton, Santo Domingo de los Tsáchilas province and at Mi Recuerdo farm located in El Vergel parish, Valencia canton, Los Ríos province. The objective of this research was to evaluate the growth and mean annual increment of *G. arborea* plantations in two localities of the Ecuadorian coast, in plantations of 4 years old, established at a distance of 4 x 4, in each plantation rectangular plots of 1000 m² were established. The following variables were evaluated: DBH (diameter at 1.30 m), Ht (total height), Hc (commercial height), AB (basal area), Vol.T (total volume) and Vol.C (commercial volume); as well as the average annual mean increment for each of them. To determine the existence of significant statistical differences, the Student's t-test at 5% probability of error was performed using the INFOSTAT-2009 program. The results of the statistical analysis showed that there are significant differences in growth between plantations. The locality of the canton of Valencia registered the best averages in mean annual increment at 4 years, in the variables of DBH 6.79 cm/year; AB 0.015 m²/year; Vol. C 0.23 m³/year and Vol. C 0.19 m³/year while the locality of Santo Domingo obtained higher averages for the variable of Ht 5.91 m/year and Hc 4.62 m/year, these results were influenced by the practice of silvicultural treatments provided such as thinning and pruning.

Key words: *forest plantations, height growth, diameter growth, volume.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN, COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
CÓDIGO DUBLIN	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1. Marco Conceptual	6
2.1.1. <i>Árbol</i>	6
2.1.2. <i>Especie Forestal</i>	6
2.1.3. <i>Plantaciones Forestales</i>	6
2.1.4. <i>Crecimiento de los Árboles</i>	7
2.1.5. <i>Descripción de G. arborea</i>	7
2.1.6. <i>Descripción Botánica de G. arborea</i>	8
2.1.7. <i>Zonas de Vida</i>	8
2.1.8. <i>Importancia de la Especie</i>	9

2.1.9. Sitios Óptimos Para el Desarrollo de <i>G. arborea</i>	9
2.1.10. Variables Dasométricas.....	10
2.2. Marco Referencial	12
2.2.1. Potencial de Crecimiento de la Especie <i>Gmelina arborea Roxb (melina)</i> , Procedentes de dos Localidades Ecuador y Costa Rica	12
2.2.2. Determinación del Incremento Medio Anual (IMA) en una Plantación de <i>Gmelina</i> <i>arborea Roxb. (melina)</i> en la finca “Los Guayacanes” Ubicada en el cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi	12
2.2.3. Incremento Medio Anual en tres Tratamientos con Control de Arvenses en Plantaciones de <i>Gmelina arborea Roxb.</i> y <i>Tectona grandis L. f.</i> en las Provincias de Los Ríos y Guayas.....	12
2.2.4. Carbono Acumulado en la Biomasa Aérea en Plantaciones de <i>Terminalia</i> <i>ivorensis A. Chev (terminalia)</i> y <i>Gmelina arborea Roxb (melina)</i> , en el Litoral ecuatoriano	13
2.2.5. Evaluación del Crecimiento Dasométrico de <i>Gmelina arborea Roxb (MELINA)</i> Procedente de Costa Rica y Ecuador, en la Comuna el Cóndor del Cantón Valencia Provincia de Los Ríos, II fase.....	13
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	14
3.1. Localización	15
3.2. Tipo de Investigación	15
3.3. Métodos de Investigación	16
3.4. Fuentes de Recopilación de Información.....	16
3.5. Diseño de la Investigación	16
3.5.1. Tamaño y Forma de las Parcelas.....	17
3.5.2. Población y Muestra.....	17
3.5.3. Registro de Datos de Campo	17
3.5.4. Variables a Evaluar.....	18
3.6. Instrumentos de Investigación.....	19
3.7. Tratamiento de los Datos	19
3.8. Recursos Humanos y Materiales.	20
3.8.1. Materiales de Oficina	20
3.8.2. Materiales de Campo.....	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1. Resultados	22

4.1.1. Variables de Crecimiento de <i>G. arborea</i> Robx en dos Localidades del Litoral Ecuatoriano.....	22
4.1.2. Incremento Medio Anual de las Variables Dasométricas de <i>G. arborea</i> a la Edad de 4 años	23
4.2. Discusión.....	25
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1. Conclusiones	28
5.2. Recomendaciones.....	29
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	30
6.1. Bibliografía	31
CAPÍTULO VII. ANEXOS	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las áreas de estudios.....	15
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedio de las variables de crecimiento DAP, Ht y Hc de <i>G. arborea</i> Robx en dos localidades del litoral ecuatoriano a los cuatro años de edad.....	22
Tabla 2. Promedio de las variables de crecimiento AB, Vol. T y Vol. C de <i>G. arborea</i> Robx en dos localidades del litoral ecuatoriano a los cuatro años de edad.....	23
Tabla 3. Incremento medio anual de las variables DAP, Ht y Hc de <i>G. arborea</i> a la edad de 4 años en dos localidades.....	24
Tabla 4. Incremento medio anual de las variables AB, Vol. T y Vol. C de <i>G. arborea</i> a la edad de 4 años en dos localidades.....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.	Prueba de t Student de la variable DAP e IMA DAP.....	34
Anexo B.	Prueba de t Student de la variable Ht e IMA Ht.....	35
Anexo C.	Prueba de t Student de la variable Hc e IMA Hc.....	36
Anexo D.	Prueba de t Student de la variable AB e IMA AB.....	37
Anexo E.	Prueba de t Student de la variable Vol. T e IMA Vol. T.....	38
Anexo F.	Prueba de t Student de la variable Vol. C e IMA Vol. C.....	39
Anexo G.	Medición de diámetro, altura total y comercial de <i>G. arborea</i>	40

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Evaluación del crecimiento de plantaciones de <i>Gmelina arborea</i> Robx (melina) en dos cantones del litoral ecuatoriano.			
Autor:	<u>Coronel Macías, Cinthya Magdalena</u>			
Palabras clave:	Plantaciones forestales	Crecimiento en altura	Crecimiento en diámetro	Volumen
Fecha de publicación:				
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2022			
Resumen:	El proyecto de investigación se lo realizó en la finca La Tormenta ubicada en la parroquia Luz de América, cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y en la finca Mi Recuerdo ubicada en la parroquia El Vergel, cantón Valencia, provincia de Los Ríos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento e incremento medio anual de plantaciones de <i>G. arborea</i> en dos localidades del litoral ecuatoriano, en plantaciones de 4 años, establecidas a un distanciamiento de 4 x 4, en cada plantación se establecieron parcelas rectangulares de 1000 m². Se evaluó las variables de DAP (diámetro a 1.30 m), Ht (altura total), Hc (altura comercial), AB (area basal), Vol.T (volumen total) y Vol.C (volumen comercial); así como el IMA (incremento medio anual) promedio para cada una de ellas. Para determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas se realizó la prueba de t Student al 5% de probabilidad de error, mediante el programa INFOSTAT-2009. Abstrac: The research project was carried out at La Tormenta farm located in Luz de América parish, Santo Domingo canton, Santo Domingo de los Tsáchilas province and at Mi Recuerdo farm located in El Vergel parish, Valencia canton, Los Ríos province. The objective of this research was to evaluate the growth and mean annual increment of <i>G. arborea</i> plantations in two localities of the Ecuadorian coast, in plantations of 4 years old, established at a distance of 4 x 4, in each plantation rectangular plots of 1000 m² were established. The following variables were evaluated: DBH (diameter at 1.30 m), Ht			

	(total height), Hc (commercial height), AB (basal area), Vol.T (total volume) and Vol.C (commercial volume); as well as the average annual mean increment for each of them. To determine the existence of significant statistical differences, the Student's t-test at 5% probability of error was performed using the INFOSTAT-2009 program.
Descripción:	59 hojas: dimensiones 29 x 21 cm + CD ROM
URL:	

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales son una práctica muy común ya que desde la época de los egipcios y griegos las comunidades de diferentes países han obtenido una gran variedad de beneficios como los servicios forestales, restauración de la fertilidad del suelo, mejora del microclima, protección de 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 (1).

En la actualidad las plantaciones forestales han tomado mayor relevancia, en las últimas décadas han sido una parte importante en el uso de la tierra, las plantaciones forestales con el pasar de los años seguirán aumentando, tanto para la producción de madera con fines industriales como para la generación de servicios, especialmente la recuperación de tierras degradadas, la lucha contra la desertificación y la captura de carbono. Las plantaciones forestales con respecto a la producción de madera industrial están llegando a un punto en que a nivel mundial superarán a los bosques nativos en la producción, con los beneficios tanto económicos, ambientales y sociales que ello implica (2).

Como resultado del interés de los últimos años por las plantaciones de árboles de rápido crecimiento, varios países han optado por el cultivo de *Gmelina arborea* Robx (melina) (3), especie nativa de la India, que se ha venido estableciendo en Ecuador por su buena forma, rusticidad, resistencia a las plagas y enfermedades, rápido crecimiento y adaptabilidad a las condiciones tropicales, mismas que facilitan un aprovechamiento intensivo y además concede cierta ventaja a las plantaciones de melina frente a otras especies forestales que se puedan desarrollar en el mismo entorno (4).

G. arborea es una especie forestal que en Ecuador ha encontrado condiciones edafoclimáticas excelentes para su desarrollo, pese a ser originaria del sureste asiático. Desde su introducción al país se ha convertido en un rubro importante para el desarrollo y economía del país, con una significativa superficie plantada que aporta fuentes de empleo que inciden concisamente sobre mejores condiciones de vida para los productores vinculados a esta actividad y el desarrollo económico del país (5).

G. arborea es plantada en varios lugares del Ecuador, sin embargo, no están disponibles datos precisos sobre el crecimiento de las variables dasométricas en los cantones Santo Domingo y Valencia. Además pese a la importancia de *G. arborea*, las plantaciones de esta especie no son manejadas apropiadamente, por cuanto existe poca información disponible sobre las labores silviculturales que se deben realizar, tales como raleo y la fertilización, a eso se suma la poca importancia que se le da a la calidad de sitio, que es un factor imprescindible que se debe tener en cuenta al establecer una plantación con esta especie (6).

En la presente investigación se determinó el crecimiento e incremento medio anual (IMA) de dos plantaciones de *G. arborea*, localizadas en dos cantones del litoral ecuatoriano. Para ello se registró variables dasométricas como diámetro, altura comercial y total, para conocer y determinar cómo es el comportamiento en estas variables, en zonas diferentes.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

G. arborea es una especie forestal de gran importancia económica en Ecuador, es muy popular para los productores forestales debido a su rápido crecimiento, aunque gran parte de los interesados se involucran en la producción sin referir con los conocimientos básicos sobre su potencial de crecimiento, lo que ocasiona que las plantaciones no sean establecidas en sitios adecuados que presenten las condiciones y requerimientos edafoclimáticos para su buen desarrollo, al suceder esto conlleva a la presencia de problemas fitosanitarios, crecimiento y por ende una gran disminución en el volumen final esperado y una gran pérdida monetaria para el productor.

- **Diagnóstico**

Existe información limitada con relación al crecimiento de las variables de *G. arborea* que aporten conocimientos de la verdadera productividad que la *G. arborea* puede llegar a tener en diferentes lugares.

- **Formulación del Problema**

¿Cuál es el comportamiento de las plantaciones de *G. arborea* a la edad de 4 años, establecidas en los cantones Valencia y Santo Domingo?

- **Sistematización del Problema**

¿Cuál es el crecimiento de *G. arborea* Robx en dos plantaciones de estudio?

¿Cuál es el incremento medio anual (IMA) de las variables dasométricas de *G. arborea*?

1.2. Justificación

En Ecuador la comercialización de especies forestales tiene un gran auge, en este caso *G. arborea* es una de las principales especies que destaca con una gran demanda a nivel local, nacional e internacional por las múltiples características que presenta la madera, como su adaptación a las condiciones edafoclimáticas que presenta Ecuador, su capacidad de rebrote, su rápido crecimiento, entre otros, lo que ha llevado a que muchos agricultores opten por este cultivo, generando así otras oportunidades de empleo a muchas familias.

Bajo este argumento, es importante evaluar el crecimiento de dos plantaciones contemporáneas de *G. arborea*, para determinar aspectos relacionados al desarrollo y comportamiento del crecimiento de las plantaciones en los lugares de estudio.

Por otro lado, con los resultados que se espera obtener en la presente investigación se podrá deducir si los sitios donde se encuentran establecidas las plantaciones de *G. arborea* son o no son adecuados para su desarrollo, la información de esta investigación ayudará con la elección del sitio más adecuado para quienes en un futuro quieran plantar *G. arborea* cerca de las plantaciones de estudio y propiciará mejoras en aplicaciones de manejo silvicultural para demás plantaciones aportando así a mejorar la actividad forestal.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo General*

Evaluar el crecimiento de plantaciones de *Gmelina arborea* Robx en el cantón Valencia, provincia de Los Ríos y en el cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Analizar las variables de crecimiento de *G. arborea* Robx en dos localidades del litoral ecuatoriano.
- Calcular el incremento medio anual de las variables dasométricas de *G. arborea* en dos localidades del litoral ecuatoriano.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. *Árbol*

El árbol es un vegetal de tipo leñoso en el cual se puede identificar las raíces, tronco y la copa la cual incluye ramas, hojas, flores frutos y yemas, un árbol tiene una altura mayor a 3 metros, pero existen aboles que llegan a alcanzar una altura de 90 metros con un diámetro de hasta 3 metros (7).

2.1.2. *Especie Forestal*

El término especie forestal se refiere a los árboles maderables con potencial comercial. Las plantas forestales suministran madera, medicina y alimentos. La utilización de las plantas forestales para diferentes fines, y su masivo consumo por parte del hombre, provoca la necesidad de establecer viveros temporales o permanentes, donde se pueda aumentar su número y cultivar grandes cantidades de especies, para luego trasladarlas a los lugares donde terminaran de desarrollarse (8).

2.1.3. *Plantaciones Forestales*

Son cultivos de árboles forestales que son plantados para obtener tanto producto como beneficios forestales de buena calidad, con un costo mínimo y en poco tiempo. Las plantaciones forestales pueden tener propósitos diferentes como: producción de madera industrial, leña, servicios ambientales, productos no tradicionales, biodiversidad, etc. Las plantaciones forestales deben establecerse y manejarse, en tiempo y forma, de acuerdo con los objetivos planteados, ubicación geográfica y especies a utilizar. La calidad de las plantas a utilizar debe ser óptima para garantizar un buen prendimiento. Los cuidados silviculturales deben ser apropiados para lograr un buen desarrollo de las plantaciones (9).

2.1.4. *Crecimiento de los Árboles*

Crecimiento Primario. Los árboles se hacen más altos añadiendo nuevos incrementos de crecimiento a los extremos de sus brotes verticales. Esto se denomina crecimiento primario crecimiento en altura. El nuevo crecimiento se origina a partir de la división y ampliación de las células localizadas en los meristemos apicales (10).

Crecimiento Secundario. A medida que un árbol crece, su tronco debe engrosarse o se derrumbará. Se conoce como crecimiento secundario al proceso de crecimiento del diámetro de los troncos y las extremidades el cual se produce por la división y el aumento de las células de un meristemo lateral y el cambium vascular (10).

2.1.5. *Descripción de G. arborea*

La *G. arborea* ha ganado una amplia aceptación como especie exótica de plantación debido a su rápido crecimiento y a su gran variedad de usos (11), es una especie con una amplia distribución natural en el sureste asiático, la *G. arborea* es procedente del sureste asiático que, debido a su amplia adaptación y rápido crecimiento, ha sido introducida a gran número de países en Asia, África, Sur y Centro América. Esta especie no es típica para sistemas agroforestales, con excepción de las cercas vivas y de la asociación temporal que mantengan con cultivos anuales o sistema taungya (12).

Taxonomía de *G. arborea* Robx. De acuerdo con Pathala y Hedge (13) la taxonomía de *G. arborea* es la siguiente:

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiosperma
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Genero:	<i>Gmelina</i>
Especie:	<i>Arborea</i>

G. arborea se la conoce con una diversidad de nombres comunes dependiendo del lugar donde se encuentre establecida: En América tropical se le conoce como melina, en Indonesia como yemane y en la India como gamari o gumadi. Otros nombres asociados a esta especie son gemelina, gmelina, gumhar, kashmir tree, malay beechwood, snapdragon, teca blanca, yemani (Birmania), so, so-maeo (Tailandia), kumhar, sewan (Pakistán), shivani (Indias central), gamar (Bangladesh) (14).

2.1.6. Descripción Botánica de *G. arborea*.

La copa que presenta la melina cuando crece de manera aislada es amplia y con ramas gruesas bajas, pero cuando crece en plantaciones su copa es densa y no posee ramas bajas. Por otro lado, el árbol presenta una corteza externa lisa y gris blanquecino, mientras que su corteza interna es amarillenta y moteada que al aire adquiere un color pardo de manera rápida. El sistema radicular de la melina es profundo, posee una raíz principal pivotante cuando se desarrolla en suelos arenosos profundos, por el contrario, cuando se desarrolla en suelos con impedimentos posee un sistema radicular superficial (15).

G. arborea tiene un fuste cónico, el cual puede llegar alcanzar grandes dimensiones si se encuentra plantado en condiciones favorables, la altura del fuste varía entre 12 y 30 m y su diámetro máximo varía entre 60 y 100 cm. Generalmente las hojas que presenta el árbol de melina son simples, opuestas, enteras, grandes oval-acuminadas y con la base cortada, el haz de la hoja es normalmente glabro o con muy poca velloso, el envés presenta pubescencia estrellada de color amarillo-oscuro. Las flores de la melina son numerosas en racimos o panículas terminales, ramificadas y densamente pubescentes, la floración se produce en la época seca o al inicio de las lluvias. Por último los frutos que posee son abundantes, carnosos tipo drupa, de color amarillo cuando se encuentran maduros, su longitud es de 2 a 2,5cm, con un endocarpo endurecido el cual contiene de 1 a 4 semillas de las que normalmente solo 3 son viables (15).

2.1.7. Zonas de Vida

G. arborea es una especie que independientemente de cualquier otro factor que pueda afectar su crecimiento, encuentra las condiciones adecuadas de adaptación en: el bosque seco tropical, el bosque húmedo tropical y el bosque muy húmedo tropical, pero

aun estando en estas zonas de vida, si los suelos son erosionados, pedregosos, impermeables y muy superficiales el árbol crece poco, con un fuste torcido y ramas en exceso que le dan aspecto de arbusto debido a que la melina es una especie que requiere de suelos que sean muy profundos, bien drenados, húmedos y sin ningún tipo de obstáculos para el desarrollo de la raíz (16).

2.1.8. Importancia de la Especie

La especie forestal *G. arborea* es de gran importancia ya que es una especie de rápido crecimiento, reconocida por su potencial en la recuperación de ecosistemas y del medio ambiente; está considerada una de las especies del futuro. Es una especie típicamente heliófila y su regeneración natural se produce sólo en claros o en los bordes de los bosques. Por esta razón, es ideal para utilizarla para reforestaciones en grandes extensiones.

2.1.9. Sitios Óptimos Para el Desarrollo de *G. arborea*

Los sitios óptimos para lograr un excelente crecimiento en *G. arborea* son los terrenos profundos de textura ligera, esta especie crece mejor en zonas bajas en donde existe acumulación de nutrientes, suelos bien drenados, la melina no desarrolla en suelos pobres, secos e inundados es decir que no soportan suelos extremos. En zonas secas como en la provincia del Guayas los resultados obtenidos con plantaciones de melina no son los más adecuados, las características morfológicas de los árboles son: torcidos, hojas pequeñas en menor intensidad, raíz superficial, tallos cortos, muy lignificados y no desarrollan de la mejor manera, quedándose, así como arbustos (17).

Requerimientos Climáticos. Las principales condiciones climáticas que determinan el crecimiento de *G. arborea* son las siguientes: se puede desarrollar en temperaturas entre 1 °C y 48 °C, pero las mejores condiciones para un buen desarrollo son entre 18 °C y 38 °C, la melina crece de forma natural con precipitaciones que se encuentren entre los 700 y 5000 mm, pero presenta un mejor desarrollo entre los 1800 y 2300 mm, el ambiente natural corresponde a una altitud desde los 90m hasta los 900 m, pero esta se ha plantado desde el nivel del mar hasta los 1500 m, haciendo saber que la melina es de mejor calidad cuando esta crece a altitudes superiores a los 500 msn.m. (16).

Usos de la Madera de *G. arborea*. Existen múltiples usos de la melina por ejemplo la pulpa de la madera posee excelentes características para producir papel de alta calidad, además tiene otros usos como madera aserrada y chapa para construcciones rurales, leña, postes, carbón, artesanías, instrumentos musicales, cabos para cerillos y cercos vivos. La madera de este árbol es fácil de aserrar, cepillar, tornear y taladrar. Por otro lado, algunos reportes mencionan que tiene un uso como medicina herbolaria. Los frutos, hojas, flores, raíces y corteza se usan para el tratamiento de la tos, fiebre, dolores de cabeza, problemas de estómago, enfermedades de la sangre y cólera, es también usada como laxante y tónico para los nervios (18).

2.1.10. Variables Dasométricas

Las variables dasométricas son diámetro y la altura de los árboles, cuyos valores pueden obtenerse de forma tradicional, aplicando técnicas convencionales basadas en el uso de la cinta métrica, los calibradores de árboles, entre otras herramientas forestales (19).

- **Altura Comercial.**

La altura comercial de un árbol representa la parte del fuste aprovechable comercialmente. Esta se mide desde el tocón (unos 50 cm sobre el suelo), hasta donde se inicia la copa o hasta donde haya alguna limitación como deformación, daño, o diámetro menor de 25 cm. El técnico y el baquiano calculan la altura comercial; sin embargo, al inicio de la medición o en caso de duda, se utiliza un clinómetro para afinar la estimación de la altura (20).

- **Diámetro.**

El diámetro a la altura del pecho (DAP) es una de las mediciones más comunes para árboles en pie, el DAP se mide a 1,30 m desde la base del árbol. Esta medición se puede realizar con los siguientes instrumentos: cinta métrica, forcípula, cinta diamétrica, y equipos láser (21).

- **Área basal.**

Se entiende por área basal, el área de cualquier sección transversal del fuste del árbol. La que más se usa en dasometría es el área calculada a base del DAP o sea el área que tiene el fuste en la sección transversal a 1.30 m del suelo, se supone que esta área se aproxima al área del círculo, por eso se la calcula en función del DAP o del CAP (22).

- **Volumen.**

El volumen es el parámetro más utilizado en la comercialización de madera. En los inventarios forestales el volumen de un rodal se estima a partir del volumen calculado para cierto número de parcelas de muestreo. Para calcular el volumen de una parcela es necesario medir el volumen de cada árbol, ya sea por cubicación directa o con una fusión de volumen a partir del diámetro normal y alguna medida de la altura del fuste, esta última es la manera más común de cubicar sitios de inventarios por su facilidad metodológica (23).

- **Incremento medio anual (IMA).**

Bajo el término de crecimiento de un árbol o una masa, entendemos el fenómeno de desarrollo del árbol o masa observado en ellos íntegramente. El crecimiento de un árbol o de una masa está representado por su respectivo desarrollo en altura y diámetro y del desarrollo en volumen de un árbol o de una masa. A medida que un árbol crece, sus dimensiones aumentan (diámetro, altura y volumen). Este crecimiento del árbol en un periodo de tiempo determinado se llama incremento. Se deben diferenciar los siguientes: incremento del árbol en diámetro, incremento del árbol en altura, incremento del árbol en volumen. El incremento medio anual, es el promedio anual del incremento total; se obtiene dividiendo las dimensiones de un árbol o una masa entre su edad (24).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. *Potencial de Crecimiento de la Especie Gmelina arborea Roxb (melina), Procedentes de dos Localidades Ecuador y Costa Rica*

Un estudio realizado en una plantación de *Gmelina arborea*, correspondiente a tres años de evaluación en el sector el cóndor, cantón valencia, donde las variables dasométricas estudiadas fueron (altura comercial, diámetro, área basal y volumen comercial), para lo cual estableció un total de 8 parcelas (dos tratamientos y cuatro repeticiones) mediante un diseño complemente al azar (DCA), logrando obtener promedios de hasta 6,59 m en altura comercial; un DAP de 16,66 cm; área basal de 0,0218 m² y un volumen comercial de 0,1451 m³, referente al incremento medio anual logro obtener un IMA en DAP de 3,63 cm y con respecto al IMA de la altura comercial 1,49 m. (25).

2.2.2. *Determinación del Incremento Medio Anual (IMA) en una Plantación de Gmelina arborea Roxb. (melina) en la finca “Los Guayacanes” Ubicada en el cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi*

La investigación fue realizada en una plantación de 27 ha, aplicando un diseño completamente al azar, el que consta de 8 parcelas en las cuales se tomaron datos del diámetro y la altura, los mismos que fueron tabulados en Excel para los cálculos de área basal, volumen total y comercial, y el IMA de las variables dasométricas. Los resultados de esta investigación demuestran los promedios obtenidos para DAP 18,61 cm; 11,61 m en altura total; área basal 0,2923 m². El incremento medio anual de *G. arborea* a los cuatro años de edad en DAP fue de 4,65 cm y en altura total 2.91 m mientras que en área basal fue de 0,07 m³ y en volumen total de 0,61 m³. (26).

2.2.3. *Incremento Medio Anual en tres Tratamientos con Control de Arvenses en Plantaciones de Gmelina arborea Roxb. y Tectona grandis L. f. en las Provincias de Los Ríos y Guayas*

El estudio fue realizado con el fin de evaluar el incremento medio anual diamétrico en tres tratamientos con control de arvenses en plantaciones de *G. arborea* y *Tectona grandis* en las provincias de Los Ríos y Guayas. Se estableció 19 unidades de muestreo

con parcelas rectangulares de 3000 m² cada una, las cuales se dividieron en 3 sub-unidades de 1000 m², donde se implantaron los 3 tratamientos, sin control, control mecánico, y control químico mecánico. Se definieron 10 unidades en total en la especie *G. arborea*, en los sitios Lulo la Minga, Amanda; San Carlos, y 9 unidades en la *T. grandis* en los sitios San Carlos y San Pedro. Para *G. arborea* en el tratamiento sin control obtuvo 34,51 cm de diámetro promedio, 0,0971 m² de área basal; el tratamiento control mecánico presentó un diámetro promedio de 33,50 cm, 0,0908 m² de área basal y el tratamiento control químico-mecánico presentó 34,09 cm en diámetro promedio, 0,0941 m² de área basal; mientras que para *T. grandis* los promedios fueron 27,49 cm de diámetro, 0,0608 m² de área basal; el tratamiento control mecánico con un diámetro promedio de 27,54 cm, 0,0618 m² de área basal y el tratamiento control químico-mecánico con un diámetro promedio de 29,00 cm, 0,0697 m² de área basal (27).

2.2.4. Carbono Acumulado en la Biomasa Aérea en Plantaciones de *Terminalia ivorensis* A. Chev (terminalia) y *Gmelina arborea* Roxb (melina), en el Litoral ecuatoriano

En esta investigación indagaron acerca del carbono acumulado en la biomasa aérea en plantaciones de *Terminalia ivorensis* A. Chev (terminalia) y *Gmelina arborea* Roxb (melina), en el Litoral ecuatoriano, en plantaciones de 9 años, evaluando tres localidades en donde la localidad de Santo Domingo presenta un IMA de 54,286 m³/ha, mientras que en la zona de Valencia se presenta un IMA de 45,568 m³/ha y en Balzar un IMA de 45,434 m³/ha (28).

2.2.5. Evaluación del Crecimiento Dasométrico de *Gmelina arborea* Roxb (MELINA) Procedente de Costa Rica y Ecuador, en la Comuna el Cóndor del Cantón Valencia Provincia de Los Ríos, II fase

La investigación se realizó en una plantación de *G. arborea* de 4 años, con un distanciamiento de 3 x 3. En esta investigación la *G. arborea* de costa Rica presentó un DAP de 17,04 cm y 15 m. Frente a la de la fuente semillera de Ecuador con 13,71 cm y la altura total fue de 7 m. Así mismo el IMA de Costa Rica fue de 0,1071 frente al de Ecuador 0,060725 y AB de la procedencia de Costa Rica fue mayor con 0,0221 cm² en comparación a la de Ecuador con 0,0189 cm² (29).

CAPÍTULO III

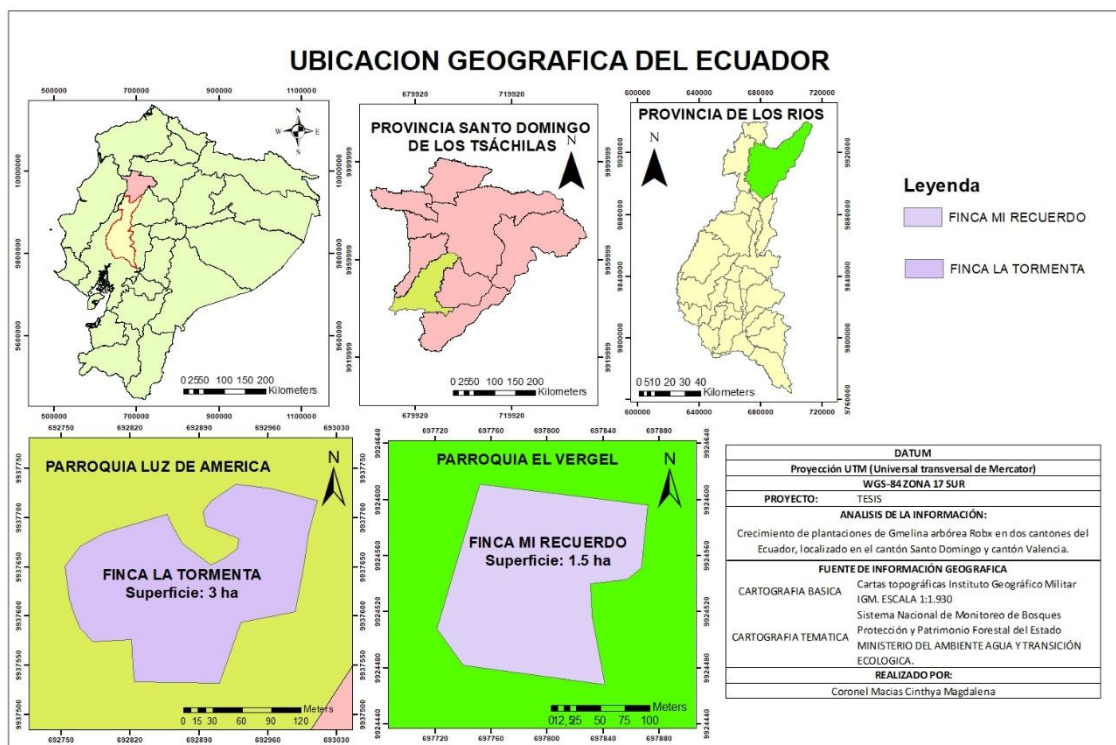
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La investigación se realizó en dos plantaciones de *G. arborea*, situadas en la finca La Tormenta ubicada en la parroquia Luz de América, cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y en la finca Mi Recuerdo ubicada en la parroquia El Vergel, cantón Valencia, provincia de Los Ríos.

Figura 1

Localización de las áreas de estudios



Nota: Salida de Mapa Cartográfico. Elaborado en ArcGIS 10.4.1 for Desktop.

3.2. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptiva, ya que va a describir si existe diferencias significativas de crecimiento entre las dos plantaciones de estudio. El ensayo de tipo no experimental consistió en la toma de datos de todos los individuos de cada una de las parcelas, con la finalidad de determinar el crecimiento e incremento medio anual de *G. arborea*.

3.3. Métodos de Investigación

La investigación se llevó a cabo con la implementación de los siguientes métodos: inductivo, analítico y de síntesis. El método inductivo se empleó para generar información acerca del incremento medio anual de la especie forestal *G. arborea* en dos localidades, partiendo de la recolección de datos de las variables dasométricas. El análisis de los datos obtenidos en campo se realizó mediante el uso de el software estadístico InfoStat para determinar si existe diferencias significativas en el crecimiento de las plantaciones de estudio. Consiguientemente se realizó la síntesis e interpretación de los resultados con respecto a los objetivos planteados en este estudio.

3.4. Fuentes de Recopilación de Información

La información de este proyecto se obtuvo de dos fuentes que se detallan a continuación:

3.4.1. Fuente Primaria

La información fue obtenida mediante el análisis, toma de datos de los árboles de cada plantación y el uso de la prueba de t, es así como se evaluará el crecimiento dasométrico y se comparará si hay diferencias significativas en ambas plantaciones evaluadas.

3.4.2. Fuente Secundaria

Toda la información con temas relacionados al proyecto de investigación fue extraída de revistas científicas, libros, artículos científicos y tesis.

3.5. Diseño de la Investigación

Las unidades de investigación evaluadas se encuentran distribuidas a distancias considerables en dos cantones del Ecuador, el cantón Santo Domingo y el cantón Valencia. Se eligieron dos plantaciones de 4 años establecidas a un espaciamiento de 4 x 4, La Tormenta que cuenta con un área de 3 ha y Mi Recuerdo con 1.5 ha.

3.5.1. Tamaño y Forma de las Parcelas

Para realizar las parcelas se seleccionó lugares al azar, se establecieron parcelas rectangulares con un área de 1000 m² (20m x 50m) donde se tomaron en cuenta todos los árboles

3.5.2. Población y Muestra

Para la plantación La Tormenta, partiendo de 30000 m² y dividiendo para 1000 m² de la parcela de muestreo se obtiene una población de 30 parcelas de muestreo. A partir de las 30 parcelas de muestreo de 20 x 50 (1000 m²) se tomó como muestra un 10%, es decir 3 unidades de muestreo, para lo cual se aplicó la fórmula de la intensidad de muestreo $f=n/N$; donde:

$$n= f*N = 0.1*30= \text{aproximadamente } 3$$

Por otro lado, para la plantación Mi Recuerdo, partiendo de 15000 m² y dividiendo para 1000 m² de la parcela de muestreo se obtiene 15 parcelas. A partir de las 15 parcelas de muestreo 20 x 50 (1000 m²) se tomó como muestra un 10%, es decir 1.5 unidad de muestreo, para lo cual se aplicó la fórmula de la intensidad de muestreo $f=n/N$; donde:

$$n= f*N = 0.1*15= \text{aproximadamente } 2$$

3.5.3. Registro de Datos de Campo

En la hoja de campo se registraron las características dasométricas, tales como, DAP, altura total y altura comercial. Se evaluó el incremento medio anual de cada uno de los individuos. Cada parcela se señaló con su respectiva identificación y cada árbol con su número correspondiente, utilizando para ello pintura aerosol de color rojo.

3.5.4. Variables a Evaluar

Altura. Se estimó la altura de los árboles en metros (m), para obtener la altura total (HT) se consideró desde el nivel del suelo hasta el ápice de cada árbol. La toma de esta variable se realizó con un hipsómetro.

Diámetro. El diámetro (DAP) se registró a los todos los árboles, para este procedimiento se empleó una cinta diamétrica. La medición se realizó a 1,30 metros del nivel del suelo.

Área basal. Se realizó el cálculo utilizando la siguiente fórmula:

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

Dónde:

AB = área basal en m^2

$\pi = 3,1416$

DAP²= diámetro al cuadrado en cm

Volumen. Para el cálculo del volumen se usó la fórmula siguiente:

$$V = AB * h * f$$

Dónde:

V = volumen (m^3)

AB = área basal (m^2)

h = altura total (m)

f = factor de forma (0,7)

IMA (Incremento medio anual). El valor del incremento medio anual expresa la media del crecimiento total a cierta edad del árbol. Expresa la media anual de crecimiento a cualquier edad. El incremento medio anual se lo calculó para el diámetro, altura, área basal y volumen mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IMA} = Yt / t_0$$

Dónde:

IMA = volumen del árbol /edad

t_0 = edad a partir del tiempo cero

Y = dimensión de la variable considerada.

Prueba de Comparación de Medias entre Unidades de Muestreo. Se realizó el análisis de la comparación de medias entre unidades de muestreo para determinar si existe diferencia significativa entre ellas.

3.6. Instrumentos de Investigación

La observación directa de las plantaciones de *G. arborea* la cual se usó para la toma y registro de los datos a través fichas de campo, seguido se realizó la tabulación, el análisis y la interpretación de los datos obtenidos de las plantaciones mediante el empleo de herramientas informáticas como Microsoft Excel e InfoStat.

3.7. Tratamiento de los Datos

Los datos de las variables dasométricas fueron registradas en formularios de campo, seguido se utilizó el programa Microsoft Excel, donde se calcularon las variables como el área basal, volumen total y comercial; así como también se estimó el incremento medio anual de cada variable en estudio. Mediante el software InfoStat 2009 se realizó la comparación de medias, utilizando la prueba de “t” de Student al 5% de probabilidad de error, la cual permitió identificar si existen diferencias significativas en el crecimiento de las plantaciones.

3.8. Recursos Humanos y Materiales.

En el presente trabajo de investigación se contó con la colaboración del director del proyecto, el Ing. For. José Suatunce y con la participación de dos personas para el registro de datos en campo, los mismos que realizaron las actividades de chapia y anotación en las hojas de campo de las variables dasométricas obtenidas en cada parcela de muestreo establecida

3.8.1. Materiales de Oficina

- Computadora
- Impresora
- Hojas blancas A4
- Cuaderno de apuntes
- Documentos electrónicos
- Dispositivos de almacenamiento

3.8.2. Materiales de Campo

- Machete
- Estacas
- Botas de caucho
- Cinta métrica
- Pinturas espray
- GPS
- Hipsómetro
- Cuaderno de apuntes

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Variables de Crecimiento de *G. arborea* Robx en dos Localidades del Litoral Ecuatoriano

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 1 y 2, la prueba de t Student detectó diferencias altamente significativas ($P > 0.05$) entre las medias comparadas al nivel del 5% de probabilidad de error. Los promedios mayores en las variables DAP, área basal, volumen total y volumen comercial, fueron para la localidad del cantón Valencia, por otro lado, para las variables altura total y altura comercial los mayores promedios fueron para la localidad del cantón Santo Domingo. A los cuatro años de establecidas *G. arborea* mostró un crecimiento promedio de DAP (diámetro a la altura del pecho) 22.49 cm y 27.15 cm, Ht (altura total) 23.63 m y 22.09 m, Hc (altura comercial) 18.49 m y 17.33 m para las localidades del cantón Santo Domingo y el cantón Valencia.

Tabla 1

Promedio de las variables de crecimiento DAP, Ht y Hc de G. arborea Robx en dos localidades del litoral ecuatoriano a los cuatro años

Localidades	Variables dasométricas		
	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)
Santo domingo	22.49b	23.63a	18.49a
Valencia	27.15a	22.09b	17.33b
T	5.46	3.59	2.56

G. arborea en las localidades del cantón Santo Domingo y Valencia a los cuatro años de establecida alcanzó un crecimiento promedio de AB (área basal) 0.04 m² y 0.06 m², Vol. T (volumen total) 0.75 y 0.94, Vol. C (volumen comercial) 0.60 m³ y 0.74 m³

Tabla 2

Promedio de las variables de crecimiento AB, Vol. T y Vol. C de G. arborea Robx en dos localidades del litoral ecuatoriano a los cuatro años

Localidades	Variables dasométricas		
	AB (m ²)	Vol. T (m ³)	Vol. C (m ³)
Santo domingo	0.04b	0.75b	0.60b
Valencia	0.06a	0.94a	0.74a
T	4.44	2.78	2.67

4.1.2. Incremento Medio Anual de las Variables Dasométricas de G. arborea a la Edad de 4 años

La información obtenida acerca del IMA (incremento medio anual) en cada localidad se encuentran en la tabla 3 y 4, siendo la localidad del cantón Valencia quien mostro valores superiores en comparación con la localidad de Santo Domingo en las variables DAP, área basal, volumen total y volumen comercial, excepto en una variable donde fue la localidad del cantón Santo Domingo quien mostro un promedio mayor respecto a la altura. El IMA de *G. arborea* a los cuatro años de edad en las dos localidades fue en DAP 5.62 cm/año y 6.79 cm/año, Ht 5.91 m/año y 5.52 m/año, Hc 4.62 m/año y 4.33 m/año, según corresponda a cada localidad.

Tabla 3

Incremento medio anual de las variables DAP, Ht y Hc de G. arborea a la edad de 4 años en dos localidades

Localidades	Variables dasométricas		
	IMA DAP	IMA Ht	IMA Hc
Santo domingo	5.62b	5.91a	4.62a
Valencia	6.79a	5.52b	4.33b
T	5.46	3.59	2.56

G. arborea a los cuatro años de edad, en el cantón Santo Domingo y Valencia obtuvo un IMA de AB 0.011 m²/año y 0.015 m²/año, Vol. T 0.19 m³/año y 0.23 m³/año, Vol. C 0.15 m³/año y 0.19 m³/año.

Tabla 4

Incremento medio anual de las variables AB, Vol. T y Vol. C de G. arborea a la edad de 4 años en dos localidades

Localidades	Variables dasométricas		
	IMA AB	IMA Vol. T	IMA Vol. C
Santo domingo	0.011b	0.19b	0.15b
Valencia	0.015a	0.23a	0.19a
T	4.43	2.78	2.67

4.2. Discusión

El mejor promedio de diámetro de *G. arborea* fue 27,17 cm en el cantón Valencia al obtenido en Santo Domingo con 22,49 cm. Los promedios del DAP registrado en este estudio, en Valencia y Santo Domingo fueron superiores al promedio de DAP reportado por Morán (30), que obtuvo un DAP de 11,2 cm en plantaciones de *G. arborea* de 4.5 años en la parroquia de San Jacinto de Buena Fe.

El promedio de altura total obtenido en el cantón Santo Domingo fue 23,63 m mayor al obtenido en Valencia con 22,09 m. Los promedios de altura total registrado en este estudio fueron superiores a los reportados por Morán (30) que alcanzó una altura de 13,2 m en una plantación de 4.5 años.

Salto (31) en su estudio determinó un promedio de 23,5 m y 20,1 cm en una plantación de cinco años en el cantón Pangua, valores inferiores a los resultados obtenidos en esta investigación. Esta diferencia posiblemente se deba a características singulares de cada sitio de estudio (32). Cabe destacar que *G. arborea* es una especie introducida que se ha adaptado fácilmente y presenta un rápido crecimiento, lo cual concuerda con Rocancio (4) quien menciona a la melina como una especie de rápido crecimiento.

Es preciso mencionar que en la plantación I se dio un comportamiento de mayor crecimiento en altura, lo cual se atribuye a que la plantación no ha sido raleada, lo que estimula la competencia por la luz entre los árboles, obligándolos así a ganar un mayor crecimiento en altura. Por el contrario, la plantación II ha recibido limpiezas y raleos, labores que influyen en el crecimiento diamétrico de los árboles, ya que la práctica silvicultural del raleo estimula el crecimiento en diámetro y el árbol al no tener competencia por luz, reduce su crecimiento en altura. El comentario anterior concuerda con Meza y Torres (33) quienes relatan que al inicio se plantan muchos individuos para inducir la competencia y así lograr que los árboles crezcan rectos, con una copa reducida y un buen fuste comercial. Sin embargo, mediante la ejecución del raleo forestal, la competencia por agua, luz y nutrientes aminora

En cuanto al área basal el promedio obtenido en el cantón Valencia fue 0,06 m² mayor al obtenido en Santo Domingo 0,04 m². Los promedios de área basal obtenidos en el Cantón Valencia y Santo Domingo fueron inferiores al promedio del área basal presentado por Navarrete (26), que obtuvo un área basal de 0,2923 m² en una plantación de 4 años en el cantón La Mana.

El promedio del volumen total a los cuatro años en el cantón Valencia fue 0,94 m³ mayor al obtenido en Santo Domingo con 0,75 m³. El volumen total en Valencia y Santo Domingo fueron inferiores a los reportados por Suatunce *et al* (34) con 1,10 m³ en una plantación de *G. arborea* a los 11 años en el cantón Quevedo.

El promedio de IMA en diámetro de *G. arborea* presentado en el cantón Valencia 6,79 cm fue mayor al obtenido en Santo Domingo 5,62 cm. Los promedios obtenidos en este estudio fueron superiores a los presentados por Balarezo (25) en el sector Cóndor, cantón Valencia, donde obtuvo un promedio de IMA en DAP de 3,63 cm. Vélez (27) en su estudio realizado en el sector Amanda, cantón Buena Fe, determinó un incremento diamétrico de 4,53 cm, valor inferior al presentado en esta investigación.

Por otro lado, Álvarez (29) en un estudio realizado en la comuna el Cóndor del cantón Valencia reportó un promedio de IMA en altura total de 0,67 m a los cuatro años, mientras que en este estudio se obtuvo valores superiores con un promedio de IMA en altura total de 5,91 m para el cantón Santo Domingo y 5,52 m para el cantón Valencia.

En este estudio el mayor promedio que se obtuvo de IMA en área basal fue para el cantón Valencia 0,015 m² al obtenido en Santo Domingo con 0,011 m². Con respecto al IMA en volumen total el mayor promedio fue 0,4 m³ para el cantón Valencia al obtenido en Santo Domingo con 0,19 m³, estos valores fueron inferiores a los reportados por Navarrete (26), quien obtuvo un área basal de 0,07 m² y un volumen total de 0,61 m³ en una plantación de 4 años en el cantón La Mana.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las diferencias de crecimiento de las dos plantaciones de *G. arborea*, se puede atribuir a las condiciones de sitio donde se encuentran establecidas y por la falta de manejo silvicultural en la plantación del cantón Santo Domingo. A pesar de que en esta plantación de *G. arborea* se realizó la poda, no se realizó el raleo. En cambio, en la plantación de *G. arborea* del cantón Valencia se realizó el raleo. Los raleos podrían mejorar el crecimiento en diámetro, mejorando así el rendimiento volumétrico de las plantaciones.

A los cuatros años, *G. arborea* en el cantón Valencia obtuvo buenos promedios en incremento medio anual para las variables diámetro, área basal y volumen total y comercial, mientras que en el cantón Santo Domingo obtuvo buen promedio en altura total y comercial, debido a que los árboles al encontrarse a mayor densidad tienden a crecer más en altura que en diámetro.

5.2. Recomendaciones

Establecer parcelas permanentes de muestreo para así continuar con el monitoreo después de practicar los tratamientos silviculturales y verificar el efecto de estas prácticas sobre los árboles.

Realizar este tipo de investigación en otras localidades con el fin de que a futuro se puedan establecer plantaciones con datos concretos de rendimientos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Merchán F, Cedeño C. Comportamiento inicial de dos procedencias de *Gmelina arborea* Roxb (melina) de Costa Rica y Ecuador en la comuna del Cóndor del Cantón Valencia Provincia los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2011.
2. Prado J. Plantaciones forestales. Chile: Corporación Chilena de la Madera; 2019. 172 p.
3. University of Oxford. *Gmelina* arborea. Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford; 1968. 43 p.
4. Rocancio D. Guías técnicas para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales productivas en el litoral ecuatoriano. Quito, Ecuador: CORMADERA, OIMT.; 2001. 213 p.
5. Belezaca C, Solano E, López R, Macías M. Problemas forestales e incidencias en el ser humano: Experiencia de *Gmelina* arborea en Ecuador. *Ciencias Soc.* 2021;27(3):309–25.
6. González B, Sánchez C, Torres, Simba L, Reyes X. Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos - Ecuador. *Cienc y Tecnol.* 2010;3(2):7–11.
7. Mariscal E, Martínez R, Takano K. Manual de plantaciones forestales. Río Hato, República de Panamá: Proyecto de Desarrollo Técnico de la Conservación de los Bosques - CEMARE; 2000. 26 p.
8. Moreira M, Ruales P. Plan de reforestación con especies nativas en la microcuenca alta del río Carrizal en la comunidad de Severino. Escuela Superior Politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López; 2015.
9. INAFOR, MARENA. Guía de especies forestales de Nicaragua. Managua. Nicaragua: Editora de Arte. S.A.; 2002. p. 304.
10. Lanner R. Why do trees live so long? *Ageing Res Rev.* 2002;1(4):653–71.
11. Dvorak W. World view of *Gmelina* arborea: Opportunities and challenges. *New For.* 2004;28(2–3):111–26.
12. Murillo O, Valerio J. *Gmelina* arborea Roxb., especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba. Costa Rica: CATIE; 1991.
13. Pathala D, Hedge P. A Review on Gambhari (*Gmelina* arborea Roxb.). *J Pharmacogn Phytochem.* 2015;4(2):127–32.
14. Rojas F, Murillo O. Manual para productores de melina *Gmelina* arborea en Costa

- Rica. In Cartago. Costa Rica; 2004. p. 234.
15. CATIE. Silvicultura de especies promisoras de producción de leña en América Central. Turrialba. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.; 1986. 227 p.
 16. Muñoz F de M. Propiedades y usos de las maderas de jaúl y melina. 1ra ed. San José. Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica; 1998. 37 p.
 17. Jiménez L. El cultivo de la melina (*Gmelina arborea* Roxb) en el trópico. 1ra ed. Universidad de las fuerzas armadas. Sangolquí. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2016. 125 p.
 18. Mario C, Audón de la G. La melina, establecimiento y aprovechamiento en la Huasteca Potosina. San Luis Potosí, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; 2003. 23 p.
 19. Basantes J, Padilla O, Toulkeridis T, Ordonez E, Zapata J, Zapata A, et al. Dasometric analysis applying terrestrial laser scanner and conventional techniques for the estimation of aboveground biomass in a forest of the inter-andean valley in Ecuador. In: 2019 6th International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2019. Quito, Ecuador; 2019. p. 334–7.
 20. Pinelo G. Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. Vol. 4, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Petén. Guatemala: World Wildlife Fund; 2004. 49 p.
 21. Juárez Y. Dasometría apuntes de clase y guía de actividades prácticas. 1ra ed. Cochabamba, Bolivia; 2014. 103 p.
 22. Ugalde L. Conceptos básicos de dasometría. Turrialba. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (CATIE); 1981. p. 23.
 23. Hernández D. Modelos de volumen comercial variable para *Pinus patula* en Zacualtipán, Hidalgo. Colegio de Postgraduados. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas; 2012.
 24. Klepac D. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. 2da ed. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo; 1983. 279 p.
 25. Balarezo W. Potencial de crecimiento de la especie *Gmelina arborea* Roxb (Melina) en el sector el condor Canton valencia. 2016. 91 p.
 26. Navarrte S. Determinación del incremento medio anual (IMA) en una plantación de *Gmelina arborea* Roxb. (melina) en la finca “Los Guayacanes” ubicada en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2021.

27. Vélez J. Incremento medio anual en tres tratamientos con control de arvenses en plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. y *Tectona grandis* L. f. en las provincias de Los Ríos y Guayas. 2020. 87 p.
28. González B, Suatunce P, Simba L. Carbono acumulado en la biomasa aérea en plantaciones de *Terminalia ivorensis* A. Chev (terminalia) y *Gmelina arborea* Roxb (melina), en el Litoral ecuatoriano. *Cienc y Tecnol.* 2019;12(1):51–56.
29. Álvarez W. Evaluación del crecimiento dasométrico de *Gmelina arborea* Roxb (MELINA) procedente de Costa Rica y Ecuador, en la comuna el Cóndor del cantón Valencia provincia de Los Ríos, II fase. [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2014. Available from: <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-Beslenme-Yayini.pdf>
30. Morán M. Implicaciones de *Fusarium* spp., en la etiología de la pudrición del fuste de *Gmelina arborea* Roxb (melina) en el Trópico Húmedo Ecuatoriano. 2020. 67 p.
31. Saltos R. Identificación de microorganismos fungosos asociados a la enfermedad de marchitez vascular y pudrición del fuste de *Gmelina arborea* Roxb. (Melina) en la zona central del Trópico Húmedo Ecuatoriano. 2019. 80 p.
32. Arias D. Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica. 2004;1(2):1–11.
33. Meza A, Torres G. El raleo: una operación silvicultural fundamental. *Rev For Mesoamerica Kurú.* 2006;3(8):pág. 88-90.
34. Suatunce P, Díaz T, García L. Crecimiento De Especies Arbóreas Tropicales En La Colección De La Universidad Técnica Estatal De Quevedo. *Cienc y Tecnol.* 2009;2(2):21–7.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Prueba de t Student de la variable DAP e IMA DAP

Variable:DAP (cm) - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	22,492	27,151
Media (1)-Media (2)	-4,658	
LI (95)	-6,342	
LS (95)	-2,975	
pHomVar	0,0098	
T	-5,461	
p-valor	<0,0001	

Variable:IMA DAP - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	5,623	6,788
Media (1)-Media (2)	-1,166	
LI (95)	-1,587	
LS (95)	-0,745	
pHomVar	0,0100	
T	-5,464	
p-valor	<0,0001	

Anexo B. Prueba de t Student de la variable Ht e IMA Ht

Variable:HT (m) - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	23,631	22,090
Media (1)-Media (2)	1,541	
LI (95)	0,694	
LS (95)	2,388	
pHomVar	<0,0001	
T	3,589	
p-valor	0,0004	

Variable:IMA HT - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	5,908	5,522
Media (1)-Media (2)	0,385	
LI (95)	0,174	
LS (95)	0,597	
pHomVar	<0,0001	
T	3,589	
p-valor	0,0004	

Anexo C. Prueba de t Student de la variable Hc e IMA Hc

Variable:Hc (m) - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	18,492	17,328
Media (1) -Media (2)	1,164	
LI (95)	0,267	
LS (95)	2,061	
pHomVar	<0,0001	
T	2,559	
p-valor	0,0112	

Variable:IMA Hc - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	4,623	4,332
Media (1) -Media (2)	0,291	
LI (95)	0,067	
LS (95)	0,515	
pHomVar	<0,0001	
T	2,559	
p-valor	0,0112	

Anexo D. Prueba de t Student de la variable AB e IMA AB

Variable:AB (m)² - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	0,043	0,060
Media (1)-Media (2)	-0,017	
LI (95)	-0,024	
LS (95)	-0,009	
pHomVar	0,1914	
T	-4,435	
p-valor	<0,0001	

Variable:IMA AB - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	0,011	0,015
Media (1)-Media (2)	-0,004	
LI (95)	-0,006	
LS (95)	-0,002	
pHomVar	0,1910	
T	-4,433	
p-valor	<0,0001	

Anexo E. Prueba de t Student de la variable Vol. T e IMA Vol. T

Variable:Vol. Total (m³) - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	0,754	0,940
Media (1)-Media (2)	-0,185	
LI (95)	-0,317	
LS (95)	-0,054	
pHomVar	0,0167	
T	-2,783	
p-valor	0,0060	

Variable:IMA Vol.total - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	0,189	0,235
Media (1)-Media (2)	-0,046	
LI (95)	-0,079	
LS (95)	-0,013	
pHomVar	0,0173	
T	-2,780	
p-valor	0,0061	

Anexo F. Prueba de t Student de la variable Vol. C e IMA Vol. C

Variable:Vol. Com (m³) - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	0,596	0,740
Media (1)-Media (2)	-0,144	
LI (95)	-0,251	
LS (95)	-0,037	
pHomVar	0,0310	
T	-2,668	
p-valor	0,0084	

Variable:IMA Vol. Com - Clasific:SITIO - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	1	2
n	130	67
Media	0,149	0,185
Media (1)-Media (2)	-0,036	
LI (95)	-0,063	
LS (95)	-0,009	
pHomVar	0,0301	
T	-2,666	
p-valor	0,0084	

Anexo G. Medición de diámetro, altura total y comercial de *G. arborea*

