



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Forestal.

Título del Proyecto de Investigación:

“Determinación del Incremento Medio Anual de *Tectona grandis* L. f. (teca)
proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Quinindé, provincia de
Esmeraldas”

AUTOR:

Luna Loor Ginger Karem

Director del Proyecto de Investigación:

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

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO

Yo, **Luna Loor Ginger Karem**, declaro bajo juramento 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 su normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink that reads "Ginger Luna L." with a horizontal line underneath the name.

Luna Loor Ginger Karem

CC. 1207987833

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. For. José Pedro Suatunce Cunuhay, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Ginger Karem Luna Loor**, realizó el proyecto de investigación de grado titulado “**Determinación del Incremento Medio Anual de *Tectona Grandis* L. f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



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

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICADO DE REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, José Pedro Suatunce Cunuhay, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Proyecto de Investigación titulado “**Determinación del Incremento Medio Anual de *Tectona grandis* L. f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas**”, perteneciente a la candidata a Ingeniera Forestal, Srta. Ginger Karem Luna Loor fue analizado por el sistema URKUND y presentó el 8% 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 la aspirante puede continuar con los trámites pertinentes.

SUBMITTER José Pedro Suatunce Cunuhay	FILE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN-GINGER LUNA-URKUND.docx	SIMILARITY 8 %
--	---	-------------------

FINDINGS	SOURCES	ENTIRE DOCUMENT
----------	---------	-----------------

SHOW IN TEXT

Quotes Brackets Detailed text differences

Quevedo, 25 de octubre de 2021



Ing. For. Pedro Suatunce Cunuhay, M. Sc
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Document Information

Analyzed document	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN-GINGER LUNA-URKUND.docx (D116157559)
Submitted	2021-10-24 03:49:00
Submitted by	José Pedro Suatunce Curuhay
Submitter email	jsuatunce@uteq.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	jsuatunce.uteq@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / PROYECTO DE INVESTIGACION Arcely Sánchez-Urkund.docx Document PROYECTO DE INVESTIGACION Arcely Sánchez-Urkund.docx (D116157521) Submitted by: jsuatunce@uteq.edu.ec Receiver: jsuatunce.uteq@analysis.orkund.com		19
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN-BYRON TOBAR-URKUND.docx Document PROYECTO DE INVESTIGACIÓN-BYRON TOBAR-URKUND.docx (D116157546) Submitted by: jsuatunce@uteq.edu.ec Receiver: jsuatunce.uteq@analysis.orkund.com		5
SA	INTRODUCCION TECA REVISION ULTIMO.docx Document INTRODUCCION TECA REVISION ULTIMO.docx (D14347260)		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / TESIS AGUAYO (2).docx Document TESIS AGUAYO (2).docx (D19690719) Submitted by: jmorante@uteq.edu.ec Receiver: jmorante.uteq@analysis.orkund.com		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / Maria Fernanda Bermudez Moreno.docx Document Maria Fernanda Bermudez Moreno.docx (D22553557) Submitted by: rlopez@uteq.edu.ec Receiver: rlopez.uteq@analysis.orkund.com		1
SA	Tesis-revision-Urkund.docx Document Tesis-revision-Urkund.docx (D106317530)		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FAUSTO-URKUND.docx Document PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FAUSTO-URKUND.docx (D24323335) Submitted by: jsuatunce@uteq.edu.ec Receiver: jsuatunce.uteq@analysis.orkund.com		1
W	URL: https://docplayer.es/206489931-1-introduccion-tectona-grandis-l-f.html Fetched: 2021-10-24 03:50:00		2



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Determinación del Incremento Medio Anual de *Tectona grandis* L. f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”

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

Aprobado por:

Ing. José Muñoz Marcillo, Ph.D.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Winston Morales Rodríguez, M.Sc.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. José Nieto Rodríguez, Ph.D.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2021

DEDICATORIA

A mis padres, Georgina Loor y Raúl Luna por su confianza, esfuerzo y apoyo incondicional a lo largo de mi vida y durante mi carrera universitaria.

A mis hermanos Tony, Junior y Steven por incentivarme cada día a no rendirme.

A mis abuelas Rosario Santillán y Juana Luna por todo su cariño, paciencia y consejos que me ayudaron a continuar con mis metas y sueños.

A mis tíos (as), primos (as), familiares, amigos y conocidos por sus consejos y apoyo desinteresado.

Con mucho amor y cariño para mis abuelos Jacinto Luna (+) y Eugenio Loor (+), mis tíos Antonio Loor (+) y Roddy Franco (+), por ser las personas que fueron conmigo, por ser fuente de admiración para seguir adelante.

Ginger Karem Luna Loor

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, por mi familia, por mis amistades y por la oportunidad de cumplir con este sueño anhelado.

A mis padres y hermanos por su confianza, esfuerzo y apoyo incondicional.

A mis abuelas, tíos (as), primos (as) y familiares por su apoyo y consejos.

A las Universidad Técnico Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, a la carrera de Ingeniería Forestal, a sus autoridades y personal académico por mi formación profesional.

Al Ing. José Suatunce Cunuhay, M. Sc., Director del Proyecto de Investigación por brindarme su confianza, su apoyo, por los conocimientos, por su paciencia y tiempo para poder concluir con éxito el presente trabajo de investigación.

A cada uno de los miembros de mi tribunal de tesis por su desinteresada ayuda durante la elaboración de este trabajo.

A mi segunda familia, mi mamá Janeth Villavicencio, mis ñañas Aracely y Nathaly Sánchez, mis ñaños Kevin Mendoza y Darwin Vera por su sincera amistad, por sus consejos, por su apoyo incondicional, por su paciencia y por los innumerables momentos de alegría y sufrimientos que vivimos siempre juntos, los quiero un montón, son los mejores.

A Byron Tobar por ser ese pilar fundamental durante estos cinco años, por estar a mi lado y apoyarme cuando más lo necesite, te quiero montón.

A mis compañeros por los buenos y malos momentos.

A las personas que de una forma u otra me ayudaron durante el proceso de mi carrera.

RESUMEN

El crecimiento de un árbol esta racionado con la edad, todas las especies cambian durante su desarrollo debido a su crecimiento endógeno y limitaciones exógenas producidas por el ambiente, los individuos con características fenotípicas optimas están destinados a incrementar y mejorar la producción de semillas en calidad y cantidad. Por tanto, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el incremento medio anual de *Tectona grandis* L. f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. Las fuentes semilleras de *T. grandis* utilizadas son; Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 (Costa Rica), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 (Costa Rica), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 (Costa Rica), Parrita Quepos Puntarenas (Costa Rica) y Quevedo provincia de Los Ríos (Ecuador). La investigación se llevó a cabo en los predios del Instituto Tecnológico Superior de Quininde ubicado en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos tres repeticiones. El ensayo estuvo formado por 15 unidades de muestreo de 15 x 15 (225 m²), cinco para cada repetición. Las variables evaluadas fueron diámetro, área basal, altura total, altura comercial, volumen total y volumen comercial, y en base a estas variables se calculó el IMA, además, se realizó una prueba de Tukey para observar si existe o no diferencias estadísticas significativas entre las variables de cada procedencia. A los 21 años de edad de la plantación de *T. grandis* se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para las variables de diámetro, altura total, altura comercial, área basal, volumen total y volumen comercial según el test de Tukey ($p > 0,05$), siendo la procedencia de Quevedo provincia de Los Ríos que presentó un mejor promedio en diámetro con 1,37 cm, altura total con 1,22 m, altura comercial con 0,59 m, de igual manera se analizó el área basal por hectárea que dio como resultado 26,22 m², volumen total por hectárea con 486, 89 m³ y en lo que respecta a la variable volumen comercial por hectárea presentó diferencia 240,26 m³ para el mismo tratamiento.

Palabras claves: Tratamientos, incremento, fuentes semilleras, repeticiones, *Tectona grandis*.

ABSTRACT

The growth of a tree is rationed with age, all species change during their development due to their endogenous growth and exogenous limitations produced by the environment, individuals with optimal phenotypic characteristics are destined to increase and improve the production of seeds in quality and amount. Therefore, the present study aimed to determine the mean annual increase of *Tectona grandis* L. f. (teak) from five seed sources in the Quinindé canton, Esmeraldas province. The seed sources of *T. grandis* used are; Pilangosta Broadleaf Guanacaste Lot 1 (Costa Rica), Pilangosta Broadleaf Guanacaste Lot 2 (Costa Rica), Santa Cruz Guanacaste Lot 059/966 (Costa Rica), Parrita Quepos Puntarenas (Costa Rica) and Quevedo province of Los Ríos (Ecuador) . The research was carried out on the premises of the Instituto Tecnológico Superior de Quininde located in the Quinindé canton, Esmeraldas province. A completely randomized design with five treatments and three repetitions was used. The test consisted of 15 sampling units of 15 x 15 (225 m²), five for each repetition. The variables evaluated were diameter, basal area, total height, commercial height, total volume and commercial volume, and based on these variables the AMI was calculated, in addition, a Tukey test was carried out to observe whether or not there were significant statistical differences between the variables of each origin. At 21 years of age from the *T. grandis* plantation, it was determined that there is no significant difference between the treatments for the variables of diameter, total height, commercial height, basal area, total volume and commercial volume according to the Tukey test ($p > 0.05$), being the origin of Quevedo province of Los Ríos that presented a better average in diameter with 1.37 cm, total height with 1.22 m, commercial height with 0.59 m, in the same way the basal area per hectare that resulted in 26.22 m², total volume per hectare with 486.89 m³ and with regard to the variable commercial volume per hectare, there was a difference of 240.26 m³ for the same treatment.

Keywords: Treatments, increase, seed sources, repetitions, *Tectona grandis*.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DE REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
CÓDIGO DUBLIN.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Problema de la investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Diagnóstico.....	3
1.1.3. Pronóstico	3
1.1.4. Formulación del problema.....	3

1.1.5.	Sistematización del problema.....	4
1.2.	Objetivos.....	5
1.2.1.	General.....	5
1.2.2.	Específicos.....	5
1.3.	Justificación.....	6

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	Marco teórico.....	8
2.1.1.	Incremento Medio Anual.....	8
2.1.1.1.	Crecimiento	8
2.1.1.2.	Incremento	8
2.1.1.3.	Representación del crecimiento.....	8
2.1.2.	Especie <i>Tectona grandis</i> L. f.....	9
2.1.2.1.	Generalidades	9
2.1.2.2.	Taxonomía.....	9
2.1.2.3.	Descripción botánica	9
2.1.2.4.	Hábitat	10
2.1.2.5.	Distribución	10
2.1.2.6.	Características edafoclimáticas.....	11
2.1.2.7.	Plantación	11
2.1.2.8.	Manejo de <i>T. grandis</i>	11
2.1.2.9.	Usos	12

2.1.3.	Monitoreo de plantaciones forestales	12
2.1.4.	Inventarios forestales	12
2.1.5.	Tipos de parcelas	13
2.1.5.1.	Parcelas temporales	13
2.1.5.2.	Parcelas permanentes.....	13
2.1.5.3.	Parcelas de intervalo.....	13
2.1.6.	Fuentes semilleras.....	13
2.1.6.1.	Generalidades	13
2.1.6.2.	Importancia.....	14
2.1.6.3.	Establecimiento de fuentes semilleras	14
2.7.1.	Clasificación de fuentes semilleras.....	15
2.7.1.1.	Huertos semilleros genéticamente comprobados	15
2.7.1.2.	Huertos semilleros no comprobados.....	16
2.7.1.3.	Rodales semilleros.....	16
2.7.1.4.	Fuentes seleccionadas.....	16
2.7.1.4.	Fuentes identificadas	16
2.8.	Marco referencial.....	16

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización del área de estudio.....	19
3.1.1.	Localización.....	19
3.1.2.	Límites del área de estudio	20

3.1.3.	Características edafoclimáticas.....	20
3.2.	Tipos de investigación.....	20
3.3.	Métodos de investigación.....	21
3.4.	Fuentes de recopilación de la información.....	21
3.4.1.	Fuente primaria.....	21
3.4.2.	Fuentes secundaria.....	21
3.5.	Material Vegetativo.....	21
3.6.	Diseño de la investigación.....	22
3.6.1.	Diseño Experimental.....	22
3.7.	Instrumentos de investigación.....	23
3.8.	Tratamientos de datos.....	24
3.9.	Variables a evaluar.....	24
3.9.1.	Altura.....	24
3.9.2.	Diámetro.....	24
3.9.3.	Promedio.....	24
3.9.4.	Área basal.....	25
3.9.5.	Volumen.....	25
3.9.6.	Incremento Medio Anual (IMA).....	25
3.10.	Recursos humanos y materiales.....	26
3.10.1.	Materiales de campo.....	26
3.10.2.	Materiales de oficina.....	26

3.10.3.	Software.....	26
---------	---------------	----

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Promedio de las variables dasométricas de <i>T. grandis</i> proveniente de cinco fuentes semilleras	28
4.1.1.	Diámetro	28
4.1.2.	Altura total.....	29
4.1.3.	Altura comercial	29
4.1.4.	Área basal	30
4.1.5.	Volumen total	31
4.1.6.	Volumen comercial.....	31
4.2.	Incremento medio anual de una plantación de <i>T. grandis</i> proveniente de cinco fuentes semilleras.....	32
4.2.1.	Diámetro	32
4.2.2.	Altura total.....	32
4.2.3.	Altura comercial	33
4.2.4.	Volumen/hectárea/Área basal.....	33
4.2.5.	Volumen total/hectárea.....	33
4.2.6.	Volumen comercial/hectárea	33
4.3.	Discusión	35

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	38
------	-------------------	----

5.2.	Recomendaciones	39
------	-----------------------	----

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

6.1.	Bibliografía.....	41
------	-------------------	----

CAPÍTULO VII: ANEXOS

7.1.	Anexos.....	45
------	-------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM de la zona de estudio	19
Tabla 2. Características edafoclimáticas del área de estudio.....	19
Tabla 3. Fuentes semilleras de <i>T. grandis</i>	21
Tabla 4. Análisis de varianza de la variable diámetro mediante la prueba de Tukey.....	27
Tabla 5. Análisis estadístico de altura total mediante la prueba de Kruskal Wallis	28
Tabla 6. Análisis estadístico de altura comercial mediante la prueba de Kruskal Wallis ..	28
Tabla 7. Análisis de varianza de área basal mediante la prueba de Tukey	29
Tabla 8. Análisis de varianza del volumen total mediante la prueba de Tukey	29
Tabla 9. Análisis estadístico de volumen comercial a través de Kruskal Wallis	30
Tabla 10. Análisis de varianza mediante la prueba de Tukey	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Esquema de análisis de varianza de (ANOVA)	21
Cuadro 2. Deleitación y características del sitio de estudio	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio en el cantón Quinindé	18
Figura 2. Diseño del registro de datos del área de estudio	22

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Vista de la plantación experimental de <i>T. grandis</i>	43
Anexo 2. Ubicación del área de estudio de la plantación de <i>T. grandis</i>	43
Anexo 3. Promedios de las variables dasométricas.....	44
Anexo 4. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks.....	46
Anexo 5. Análisis de los cuadrados medios para las variables dasométricas	46
Anexo 6. Resumen de los promedios del IMA de las variables	47
Anexo 7. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks.....	48
Anexo 8. Análisis de varianza de las variables dasométricas del estudio	48
Anexo 9. Medición de las variables dasométricas	52

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Determinación del Incremento Medio Anual de <i>Tectona grandis</i> L. f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”
Autor:	Luna Loor Ginger Karem
Palabras clave:	Tratamientos, incremento, fuentes semilleras, repeticiones, <i>Tectona grandis</i> .
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ 2021
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>El presente estudio tuvo como objetivo determinar el incremento medio anual de <i>Tectona grandis</i> L. f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. Las fuentes semilleras de <i>T. grandis</i> utilizadas son; Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 (Costa Rica), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 (Costa Rica), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 (Costa Rica), Parrita Quepos Puntarenas (Costa Rica) y Quevedo provincia de Los Ríos (Ecuador). La investigación se llevó a cabo en los predios del Instituto Tecnológico Superior de Quininde ubicado en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos tres repeticiones. El ensayo estuvo formado por 15 unidades de muestreo de 15 x 15 (225 m²), cinco para cada repetición. Las variables evaluadas fueron diámetro, área basal, altura total, altura comercial, volumen total y volumen comercial, y en base a estas variables se calculó el IMA, además, se realizó una prueba de Tukey para observar si existe o no diferencias estadísticas significativas entre las variables de cada procedencia. A los 21 años de edad de la plantación de <i>T. grandis</i> se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para las variables de diámetro, altura total, altura comercial, área basal, volumen total y volumen</p>

	<p>comercial según el test de Tukey ($p > 0,05$), siendo la procedencia de Quevedo provincia de Los Ríos que presentó un mejor promedio en diámetro con 1,37 cm, altura total con 1,22 m, altura comercial con 0,59 m, de igual manera se analizó el área basal por hectárea que dio como resultado 26,22 m², volumen total por hectárea con 486, 89 m³ y en lo que respecta a la variable volumen comercial por hectárea presentó diferencia 240,26 m³ para el mismo tratamiento.</p>
Descripción:	Hojas: dimensiones, 29 x 21 cm
URI:	

INTRODUCCIÓN

Tectona grandis L. f. (teca) es una especie forestal introducida a Ecuador en 1950. Esta especie es de gran importancia económica a nivel mundial ya que posee una gran demanda, además, puede alcanzar los 45 m de altura (Flores et al., 2010). Es una de las maderas tropicales más común y valiosa, misma que ha sido plantada extensamente para la producción de madera en todo el mundo para la construcción de muebles, naviera y carpintería en general.

El establecimiento de plantaciones para el sector forestal es de gran importancia, por el aspecto económico, ambiental y social que estas producen, ya que incrementan el abastecimiento de materias primas para la industria forestal, la reducción de la erosión de los suelos, entre otros beneficios (Rosado, 2020). Por otro lado, la ubicación geográfica de Ecuador hace que sea considerado como un país con gran potencial para el establecimiento de plantaciones comerciales, principalmente de *T. grandis* por la fácil adaptación de esta especie en el medio.

En los últimos años, se ha incrementado el área de plantaciones comerciales establecidas con especies de rápido crecimiento, siendo una de ellas *T. grandis*. (Cabrera-Verdesoto et al., 2019). Su uso en proyectos de reforestación se ha incrementado por su fácil establecimiento, adaptación, el crecimiento inicial, así como por la calidad y durabilidad que esta madera presenta, actualmente existe una gran demanda de esta especie tropical por su valor comercial

La evaluación y selección de fuentes semilleras consiste en una valoración de la calidad de un rodal, en el que se considera el fenotipo, la edad, manejo y uso de la plantación. La fuente semillera es el lugar en donde se recolecta la semilla, por otro lado, el registro de las variaciones de las características fenotípicas, la determinación de sus ciclos estacionales y el conocimiento de la calidad de germoplasma de las fuentes semilleras, son de suma importancia para la comprensión de diversas especies forestales, su diversidad y producción en general (Cardoso, 2014). En el presente proyecto de investigación se plantea determinar el incremento medio anual (IMA) de una plantación de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras, para que a su vez este aporte para futuras investigaciones.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Las plantaciones de *T. grandis* han tenido múltiples fracasos en su producción, debido a la falta de información sobre la importancia de selección de fuentes semilleras, de igual manera por no llevar un adecuado registro del crecimiento de la plantación, se puede ocasionar que el turno de la cosecha final no sea el esperado por los productores forestales.

1.1.2. Diagnóstico

El escaso estudio del incremento medio anual y la procedencia de fuentes semilleras en plantaciones de *T. grandis* es un problema para la realización de investigaciones, ya que existe información limitada del registro de crecimiento y rendimiento de esta especie. Así mismo, el desconocimiento de la procedencia de las semillas, las condiciones edafoclimáticas requeridas y el manejo de las especies, hacen que los silvicultores establezcan plantaciones con poco conocimiento, principalmente al plantar en sitios no óptimos para el crecimiento, llegando a afectar la producción esperada al turno de la cosecha.

1.1.3. Pronóstico

Es indispensable implementar parcelas permanentes para el seguimiento del crecimiento y rendimiento de las plantaciones de *T. grandis*. El presente estudio trata de dar respuesta mediante el análisis de que puede existir o no diferencia significativa en el incremento medio anual de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras en la localidad de Quinindé, provincia de Esmeraldas.

1.1.4. Formulación del problema

¿Difiere el incremento medio anual de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras, en la localidad de Quinindé?

1.1.5. Sistematización del problema

¿Cuál es el incremento medio anual (IMA) de las variables dasométricas de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras, en el cantón Quinindé?

¿Cuál de las fuentes semilleras de *T. grandis* presenta mayor incremento medio anual (IMA), en el cantó Quinindé?

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Determinar el incremento medio anual (IMA) de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras, en la localidad de Quinindé.

1.2.2. Específicos

- Evaluar el promedio de las variables dasométricas de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras, en el cantón Quinindé.
- Comparar el incremento medio anual de una plantación de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras, en el cantón Quinindé.

1.3. Justificación

La especie de *T. grandis* es muy apetecida a nivel mundial por la industria maderera debido la calidad y durabilidad de la madera. Al momento de establecer una plantación de *T. grandis* se debe tener en cuenta la procedencia de la semilla, las condiciones edafoclimáticas y su buen manejo durante el desarrollo de la especie, de esto depende, en gran parte la rentabilidad de la plantación.

El establecimiento en sitios óptimos y el buen manejo del cultivo de *T. grandis* permite tener un mayor incremento en diámetro y altos rendimientos de la plantación, sin embargo, la poca información causa que no se desarrolle correctamente el trabajo de campo, llegando a afectar el crecimiento y rendimiento de la especie, ocasionando grandes pérdidas económicas a los productores forestales. La finalidad de esta investigación es dar a conocer el incremento medio anual (IMA) de una plantación de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras, de tal manera que esta información servirá a silvicultores, a la comunidad científica y universitaria ya que contienen datos estadísticos que inician la base para toda investigación.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Incremento Medio Anual

Es el crecimiento de un árbol relacionado con la edad. El desarrollo de un árbol está representado por su crecimiento tanto en altura, diámetro y volumen, esto se va dando a medida en que el árbol se desarrolla. Además, se deriva indirectamente de una curva o tabla de magnitud relacionada con la edad (Rosado, 2020).

El incremento medio anual (IMA) se caracteriza como el incremento en diámetro, altura y volumen de un árbol en un periodo de tiempo determinado (Ramírez, 2017).

2.1.1.1. Crecimiento

Los árboles aumentan su crecimiento a través del tiempo debido a los cambios de varios factores dendrométricos que presenta cada individuo (Imaña & Encinas, 2008). Toda especie cambia durante su desarrollo debido a su crecimiento endógeno y limitaciones exógenas producidas por el ambiente, además, cada árbol debe aprovechar la luz solar debido a la competencia que existe entre ellos para su crecimiento (Vargas-Silva, 2019).

2.1.1.2. Incremento

Es la magnitud del crecimiento en especies forestales, es decir, la distinción en las estimaciones de factores dasométricos como en diámetro y altura. Hay dos tipos, el incremento corriente anual que se refiere al cambio de crecimiento en un cambio de tiempo y el incremento medio anual al crecimiento acumulado relacionado con la edad (Contreras, 1998).

2.1.1.3. Representación del crecimiento

El crecimiento de los árboles puede estar representado en varias características mensurables como diámetro (DAP), área basal (G), altura (H), volumen (V) y otros (Imaña y Encinas, 2008).

2.1.2. Especie *Tectona grandis* L. f.

2.1.2.1. Generalidades

T. grandis es originaria de Birmania, Tailandia y parte de la India, convirtiéndose en la actualidad en una de las especies forestales más conocida en todo el mundo, se distribuye ampliamente en los bosques húmedos tropicales, de manera similar en campos de arroyos y bosques secos, siendo establecida en diferentes puntos de Ecuador. Esta especie se distingue por una madera de larga durabilidad, su floración ocurre en septiembre y octubre, siendo en octubre la maduración de su fruto (Rosado, 2020).

Las primeras plantaciones de se establecieron en la India en el año de 1842, llegando a establecerse plantaciones pioneras en Tailandia en 1906, en los últimos años el establecimiento de *T. grandis* se ha acelerado en países como Panamá, Costa Rica, El Salvador, Venezuela, Colombia y Ecuador, y esto se debe a sus características de alto valor en el mercado, desarrollo rápido y turnos cortos de 18 a 25 años (Rosado, 2020).

2.1.2.2. Taxonomía

De acuerdo con Rosado (2020) *T. grandis* presenta la siguiente descripción taxonómica:

Reino: Plantae

Orden: Lamiales

Familia: Laminaceae

Género: *Tectona*

Especie: *grandis*

Nombre científico: *Tectona grandis* L. F.

Nombre común: Teak, Teca, Teck

2.1.2.3. Descripción botánica

Es una especie de gran tamaño que puede llegar alcanzar los 30 metros de altura y un metro de diámetro, tiene un fuste recto y en su mayor parte limpio, en cuanto a su corteza se caracteriza por tener grietas longitudinales y su color café-grisáceo, sus hojas son

simples con un aspecto verde oscuro áspero, sus flores son blancas con poco tamaño, tiene un fruto en forma de drupa que puede medir un cm, mismo que produce de 1 a 4 semillas, en los bosques nativos es muy posible que se encuentren árboles de *T. grandis* mayores a 30 metros de altura (Roncancio, 2001).

Los árboles jóvenes se pueden distinguir fácilmente por el color rojizo de su follaje y la copa delgada, a diferencia de un árbol adulto que tiene un follaje atractivo y una amplia ramificación, sus hojas pueden tener 30 cm de largo y 20 cm de ancho en lo que respecta a esta especie (Roncancio, 2001).

En cuanto a su duramen es de color amarillo-dorado, presenta una albura blanquecina y anillos de crecimiento de color oscuro, esta especie tiene un aceite con cualidades desinfectantes en su madera, lo que la hace excepcionalmente resistente al ataque de insectos y hongos, además, interrumpe el proceso de oxidación de clavos (González, 2017).

2.1.2.4. Hábitat

Los climas húmedos y cálidos son ideales para el desarrollo de esta especie, con una precipitación pluvial de 1270 a 3800 mm al año, no obstante, los mejores rendimientos son entre 1000 a 2000 mm de precipitación. *T. grandis* debe tener alrededor de cuatro a seis meses de estación seca, para un óptimo desarrollo de esta especie se evalúa una temperatura mensual mínima de 13 °C y máxima de 40 °C, requiere una intensidad de luz entre los 75 a 94% al día, pudiéndose desarrollar en varios tipos de suelos, en cualquier caso, los mejores resultados se obtienen en suelos con un valor de pH neutro, es decir, los suelos franco-arcillosos, los suelos drenados y aireados son ideales para esta especie (Roncancio, 2001).

2.1.2.5. Distribución

Esta especie tiene amplia distribución en todo el mundo, es originaria del continente asiático específicamente de Myanmar, se la puede encontrar en diferentes países como Tailandia y Malasia, a una latitud N de 12° a 25° y en climas tropicales de 18° a 28° y una longitud E de 73° a 104°. Se estima que esta especie fue introducida en Ecuador hace

siglos, en todo caso, donde se establecieron las primeras plantaciones en América fue en Costa Rica entre 1926 a 1929, seguido por países como Perú, Brasil y Honduras, por el envío de semillas de Sri Lanka a países de América (Fonseca, 2004).

2.1.2.6. Características edafoclimáticas

Según Vinueza (2012) *T. grandis* requiere las siguientes condiciones climáticas:

Requisitos climáticos de la teca

Altitud: 0-800 msnm

Precipitación: 1.000-2.200 mm

Temperatura: 22-28 °C

T. grandis puede lograr su máximo desarrollo en climas tropicales húmedos y cálidos, es una especie que se adapta a cualquier tipo de suelo y formaciones geográficas. Para su establecimiento el suelo debe poseer una superficie profunda, con fertilidad y humedad, en estas condiciones se desarrolla sin ningún problema en suelos derivados de arenisca, arcilla y granito, además, la gran mayoría de los bosques de *T. grandis* se encuentran situados en terrenos ondulados o montañosos (Ramírez, 2017).

2.1.2.7. Plantación

Esta especie se puede plantar como plántones, pseudoestacas y tocones, siendo este último el más utilizado por su simple cuidado y bajos costos, los tallos y raíces de los tocones miden de 1-4 cm y 15-25 cm, además, estos pueden sobrevivir durante algunas semanas en sitios secos como la arena y aserrín. Este método de plantar es utilizado principalmente en las regiones tropicales debido al rápido desarrollo de la especie (Briscoe, 1995).

2.1.2.8. Manejo de *T. grandis*

Es una especie que tiene un manejo similar a otras especies forestales, se debe tener un cronograma y registro de las actividades durante el periodo de desarrollo, la mayor parte de las actividades que influyen en el incremento de volumen y la calidad de la madera deben ser consideradas (Rosado, 2020).

Los árboles de *T. grandis* recién plantados son susceptibles de ser cubiertos por la maleza, en árboles algo más maduros se favorecen entre sí manteniéndose alejados del crecimiento y reproducción de la maleza. Las malezas pueden influir en los árboles en caso de que no se controlen a tiempo y esto se debe a la rivalidad directa por luz, humedad del suelo y nutrientes, una gran parte de esto dependerá su desarrollo (Ramírez, 2017).

2.1.2.9. Usos

T. grandis es una especie excepcionalmente apetecida por la industria debido a propiedades de resistencia que tiene su madera, uno de los beneficios es que posee un aceite que evita que los clavos se oxiden de manera efectiva, esta madera es ideal para chapas, mueblería, decoraciones de interiores entre otros usos (Roncancio, 2001).

Esta madera es ideal para la producción de papel a partir de pulpa y corteza, por lo general se puede extraer de la corteza en un porcentaje de 8,3%, otros usos de esta madera es que se la utiliza para aliviar dolores, para hidratar el cabello y para hacer tintes (Fonseca, 2004).

2.1.3. Monitoreo de plantaciones forestales

Es necesario conocer las características cualitativas y cuantitativas de una plantación, llegando a obtenerse estas a través del inventario forestal, el mismo que describe la plantación en general, permitiendo recopilar información del área de estudio, cantidad de individuos y variables de crecimiento de la plantación (Ramírez, 2017).

2.1.4. Inventarios forestales

Un inventario forestal consiste en la recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales de una zona determinada, es considerado como un método para recopilar y registrar de datos a través de parcelas de muestro en un área determinada, donde se debe distinguir la especie, medir el DAP a 1,30m de altura desde el suelo, la altura total y comercial de cada árbol. Conocer la plantación con anterioridad facilita las operaciones de extracción forestal para lograr un aprovechamiento oportuno y mayor beneficios económicos (Cuñachi, 2014).

2.1.5. Tipos de parcelas

2.1.5.1. Parcelas temporales

Las parcelas temporales se instalan para especies en masas de todas las edades, considerando todos los aspectos, calidad de la temporada y densidades, y se inventaría una sola vez cubriendo un amplio rango de edades y de sitios. Actualmente se siguen utilizando las parcelas temporales que sustituyen la progresión transitoria de datos de las parcelas permanentes por una serie espacial sincrónica de varias fases de desarrollo (Gadow et al., 1999).

2.1.5.2. Parcelas permanentes

Las parcelas permanentes de crecimiento son eficaces para conocer y monitorear el desarrollo y rendimiento de las plantaciones forestales, de tal manera que se miden periódicamente las variables dasométricas de interés a los árboles que permanecen dentro de la parcela, de manera que generen datos para establecer estrategias para el manejo de la plantación (Proaño, 2017).

2.1.5.3. Parcelas de intervalo

Las parcelas de intervalo se miden solamente dos veces, se instalan en masas de varias edades y densidades dentro de una zona geográfica estudiada, dependiendo la intercesión de intervalo de la velocidad con la que se desarrolla el árbol. Para asimilar las inusuales condiciones climáticas que ocurren en años específicos, parece apropiado considerar intervalos de al menos 5 años para la especie *T. grandis* (Gadow et al., 1999).

2.1.6. Fuentes semilleras

2.1.6.1. Generalidades

En una fuente semillera, su punto de partida debe distinguirse principalmente su origen donde se garantice el uso de germoplasma de buena calidad, ya que es significativo para los diversos proyectos de plantaciones de un sitio o localidad. De manera similar, se debe

considerar las especie forestal que se utilizarán en un sitio determinado (Márquez-Ramírez et al., 2009). Las fuentes semilleras se caracterizan colectivamente por árboles de especies similares o diversas con atributos fenotípicas óptimas, destinados a incrementar y mejorar la producción de semillas en calidad y cantidad. De igual forma, son consideradas para reforestación, pudiéndose concentrar actividades de recolección de semillas en áreas limitadas (Cardoso, 2014).

2.1.6.2. Importancia

Las fuentes semilleras son importantes para el establecimiento de huertos semilleros clonales o ensayos de progenies. Para un corto plazo mejora la calidad de la plantación y a largo plazo puede convertirse en base genética para el mejoramiento genético de especies potenciales, de tal forma, se debe considerar la procedencia de semillas principalmente para establecer plantaciones forestales (Cardoso, 2014).

2.1.6.3. Establecimiento de fuentes semilleras

Para establecer una fuente semillera el origen, la identificación y determinación de la especie son procesos a considerar asumiendo que necesitamos obtener resultados extraordinarios más adelante, lo que debería garantizar la calidad y rendimiento de una plantación forestal. Esto es fundamental para garantizar y dar seguimiento a la comercialización de artículos de madera (Rodríguez y Nieto, 1999).

Para obtener mejores resultados del establecimiento de una fuente semillera se debe considerar los siguientes aspectos (Rodríguez y Nieto, 1999):

- **La accesibilidad:** el mejor lugar para establecer una fuente semillera es uno que sea de fácil acceso. Por otro lado, se debe considerar un lugar liberado de fuentes contaminantes, de igual manera, este debe estar cerca de los sitios de utilización de semilla.
- **El estado del rodal:** para la selección de una fuente de semilla se debe considerar, la edad de la especie, árboles con un 50% de fenotipo aceptable como mínimo, que no estén enfermos ni viejos y que se encuentren en lugares de alta fertilidad.

- **El número de árboles y tamaño de la fuente semillera:** se sugiere que la cantidad de árboles no sea menor a 30 y de 150 por cada ha, ya que de esta forma será más sencillo reconocer el árbol con mejores atributos, en cuanto, el tamaño puede cambiar según lo indicado por la especie de la que se obtiene la semilla.
- **Floración y fructificación de los árboles:** esto dependerá del medio biótico, ya sea en bosque natural y/o plantaciones en donde fueron establecidos los individuos, ya que su floración y fructificación puede diferir.
- **Topografía:** la fácil entrada al rodal es lo ideal para el manejo y recolección de la semilla, otro factor que impacta el paisaje es la forma de relieve. Se sugiere que este sea totalmente nivelado, lo cual facilitará las actividades de recolección de semillas.

2.7.1. Clasificación de fuentes semilleras

La identificación, selección y establecimiento de fuentes semilleras, es un proceso continuo en todo programa de semillas forestales. El comienzo de las semillas impactará a una plantación en el futuro en cuanto a su calidad, ya que en caso de que provenga de un rodal característico, tendrá una calidad menor a diferencia de un rodal con semillas genéticamente mejoradas, de las cuales se obtendrán mejores resultados (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.7.1.1. Huertos semilleros genéticamente comprobados

Es todo lo relacionado con las pruebas de progenies establecidas y evaluadas en espacios fértiles de una plantación, además, solo deben permanecer árboles que presenten mejores cualidades fenotípicas (Rodríguez y Nieto, 1999).

Se deben considerar los requisitos básicos de un huerto semillero como la determinación del individuo, el área, su distribución, entre otros, que permitan obtener los mejores resultados (Jiménez, 2003).

2.7.1.2. Huertos semilleros no comprobados

Son en gran parte los individuos que no cuentan con un registro o ensayo genético, simplemente se fundamentan en los individuos que demuestran superioridad en un rodal natural o en una plantación (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.7.1.3. Rodales semilleros

Para los rodales naturales o de plantaciones con individuos más desarrollados genéticamente, un requisito fundamental es dejar de 75 a 200 individuos por cada ha (Jiménez, 2003).

Estos se construyen a partir de material vegetativo obtenido de rodales naturales, plantaciones y ensayos genéticos, y deben tener algo así como una ha, adicionalmente los árboles deben estar en condición de fructificación de al menos el 50% (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.7.1.4. Fuentes seleccionadas

Son rodales en donde hay menor cantidad de individuos (menos de 75 individuos por ha) o en los que hay una presencia más destacable ya que no están expuestas a disminuciones por depuración (más de 200 individuos por ha) (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.7.1.4. Fuentes identificadas

Son áreas en donde hay una menor cantidad de individuos como parcelas experimentales, bloques en una plantación, ensayos genéticos entre otros, se sugiere que tengan algo así como 20 árboles como requisito base (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.8. Marco referencial

Cabrera-Verdesoto et al. (2019) realizaron una investigación sobre la determinación del incremento medio anual de *Tectona grandis* L.F. y *Triplaris cumingiana* Fisch, establecidos en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.), en una

investigación se propuso como objetivo evaluar el Incremento Medio Anual (IMA) de las especies forestales, en la localidad de Quevedo, utilizando un diseño completamente al azar con tres repeticiones.

Cañadas et al. (2013) realizaron una investigación sobre la evaluación y manejo de fuentes semilleras de teca (*Tectona grandis* Linn, f.) en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, Ecuador. Esta investigación se enfocó en la calidad fenotípica de los árboles, donde se propuso evaluar cualitativamente y establecer la forma de manejo de los rodales de teca.

Sarmiento (2013) realizó una investigación para evaluar el crecimiento de plantaciones de *Tectona grandis* L. (teca) en los cantones Quevedo, Mocache y Valencia, Provincia Los Ríos, donde se propuso como objetivo general evaluar el crecimiento de *Tectona grandis* L. (teca) para determinar la mejor localidad en el desarrollo de la especie, para lo cual se evaluó el crecimiento en altura y diámetro.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del área de estudio

3.1.1. Localización

La presente investigación se desarrolló en el cantón Quinindé - Rosa Zárate, de la provincia de Esmeraldas, ubicado en los predios del Instituto Tecnológico Superior Quinindé, la zona de estudio cuenta con un área de 1,036 ha (Figura 1).

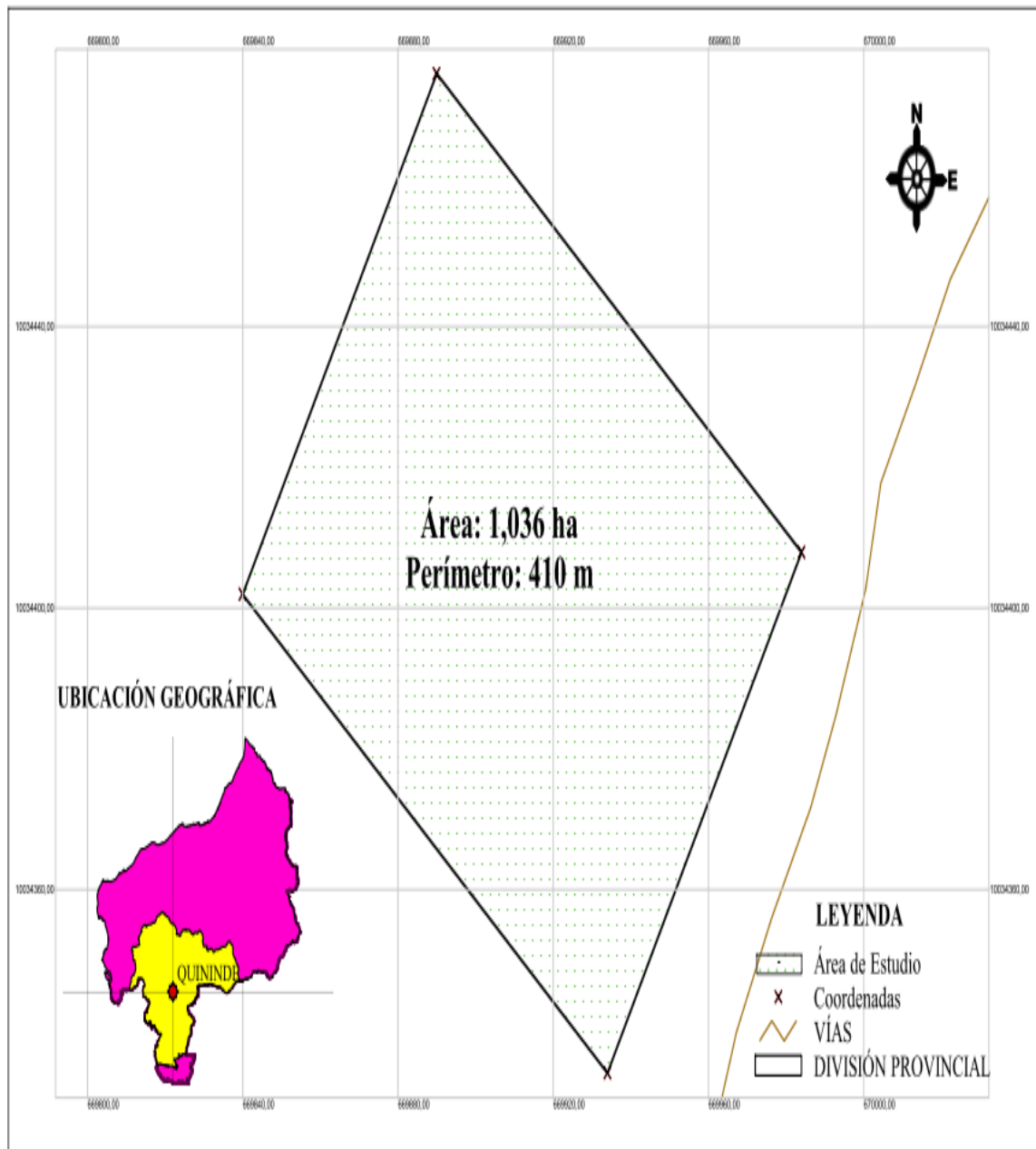


Figura 1. Localización del área de estudio en el cantón Quinindé

El área de estudio se encuentra en las siguientes coordenadas UTM (Tabla1).

Tabla 1. Coordenadas UTM de la zona de estudio.

COORDENADAS		
PUNTOS	X	Y
P1	669984	10034408
P2	669890	10034476
P3	669840	10034402
P4	669934	10034334

3.1.2. Límites del área de estudio

El cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, limita al norte con los cantones Esmeraldas y Río Verde, al sur con las provincias de Imbabura y Pichincha y al oeste con la provincia de Manabí y el cantón Muisne (Gordillo, 2007).

3.1.3. Características edafoclimáticas

El cantón Quinindé presenta las siguientes características edafoclimáticas (Tabla 2).

Tabla 2. Características edafoclimáticas del área de estudio

PARÁMETRO	VARIABLES
Altitud	130 m.s.n.m.
Precipitación anual	875,9 mm
Temperatura media anual	27,3 °C
Humedad relativa (%)	88,5%
Textura del suelo	Franco a arcilloso-limoso

Fuente: INAMHI, 2015

3.2. Tipos de investigación

Esta investigación es de tipo experimental, donde se comparó el Incremento Medio Anual de una plantación de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras, para finalmente

aplicar el proceso cuantitativo, deductivo y analítico; de tal manera permitirá analizar e interpretar los resultados obtenidos en este proyecto investigativo con el fin de observar las diferencias que existen.

3.3. Métodos de investigación

Para lograr cumplir con los objetivos de la presente investigación se aplicó los métodos de observación y analítico, debido al enfoque de los objetivos para determinar el incremento medio anual (IMA) de una plantación de teca a través del análisis de las variables dasométricas.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

3.4.1. Fuente primaria

Se obtuvo mediante la observación directa, acudiendo al área de estudio con instrumentos de medición para posteriormente establecer unidades de muestreo, además de analizó los resultados obtenidos de la investigación.

3.4.2. Fuentes secundaria

La información secundaria se obtuvo mediante investigaciones de artículos de revistas científicas, tesis de grado y sitios web, relacionados principalmente con el Incremento Medio Anual (IMA).

3.5. Material Vegetativo

Las fuentes semilleras de *T. grandis* utilizadas en esta investigación fueron establecidas hace 21 años, las cuales son provenientes de Costa Rica (4 procedencias) y Ecuador (1 procedencia).

El material vegetativo experimental que se utilizó en la presente investigación estuvo conformado por las fuentes semilleras siguientes (Tabla 3):

Tabla 3. Fuentes semilleras de *T. grandis*

N.º	FUENTES SEMILLERAS	PAÍS
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	Costa Rica
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	Costa Rica
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	Costa Rica
4	Parrita Quepos Puntarenas	Costa Rica
5	Quevedo provincia de Los Ríos	Ecuador

3.6. Diseño de la investigación

3.6.1. Diseño Experimental

En esta investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones, donde se establecieron 15 unidades de muestreo de 15 x 15 m (225 m²), cada tratamiento cuenta con diferentes números de individuos debido al raleo (encontrándose de 3 a 10 individuos por tratamiento). En cada una de las parcelas se registró las variables dasométricas, diámetro a 1,30 m desde el suelo (DAP), altura total (HT) y altura comercial (HC) de cada árbol, tomando en cuenta los árboles ubicados en el centro de cada parcela. El Cuadro 1 muestra el esquema del análisis de varianza (ANOVA).

Cuadro 1: Esquema del análisis de varianza (ANOVA)

FUENTE DE VARIACIÓN		GL
Repeticiones	$(r - 1)$	2
Tratamientos	$(t - 1)$	4
Error	$(r - 1)(t - 1)$	8
TOTAL	$(t * r) - 1$	14

Para las comparaciones de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad de error, el Test de Shapiro-Wilks para constatar la normalidad de los datos y la prueba de Kruskal Wallis (prueba no paramétrica), para el

análisis de los datos se empleará el software estadístico InfoStat. a fin de establecer las diferencias estadísticamente significativas.

3.6.2. Diseño de la muestra

La Figura 2, muestra el diseño empleado para el registro de datos de una plantación de *T. grandis*, en la que se observan las parcelas y la distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

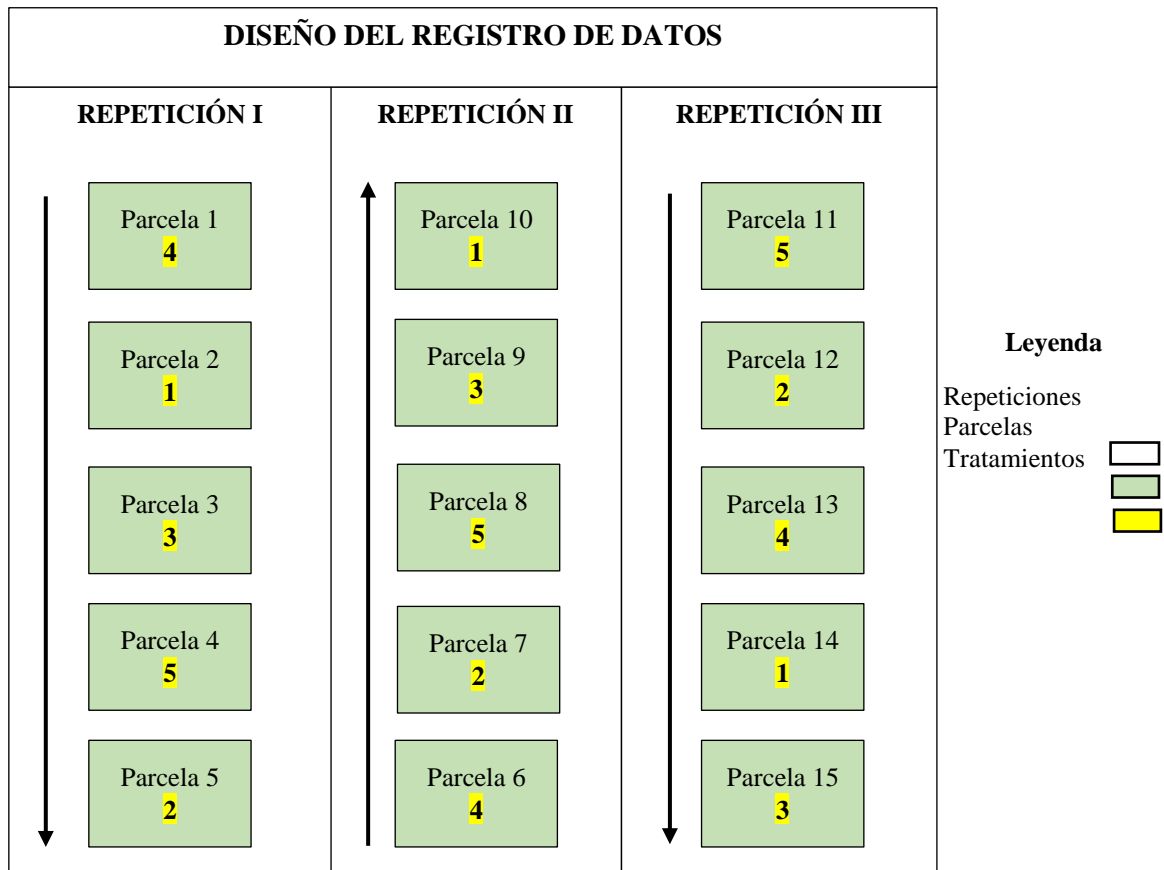


Figura 2. Diseño del registro de datos del área de estudio

3.7. Instrumentos de investigación

Para la información primaria fue necesario la observación directa para el registro de datos de las variables dasométricas. En cuanto a la información secundaria se necesitó de artículos científicos, tesis, libros, entre otros. El Cuadro 2 detalla el delineamiento y características del sitio de estudio.

Cuadro 2. Delineamiento y características del sitio de estudio

DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL	CARACTERÍSTICAS
Área total del experimento	1,036 ha
Área de la parcela útil	225 m ² (15 m x 15 m)
Forma de la parcela	Cuadrada
Número de parcelas	15
Número de bloques	3
Unidad de muestreo por bloque	5
Número total de árboles	313
Número de árboles evaluados	113

3.8. Tratamientos de datos

Para comparar y realizar el respectivo análisis se utilizó la herramienta de Excel para tabular y codificar los datos registrados, de igual manera se utilizó el programa gvSIG para diseñar el mapa del área de estudio.

3.9. Variables a evaluar

3.9.1. Altura

Se medirá en metros (m) y se considerará la altura comercial y altura total de cada uno de los individuos.

3.9.2. Diámetro

Se registrará la medición circunferencial de cada árbol teniendo en cuenta la distancia de 1,30 m desde la superficie del suelo.

3.9.3. Promedio

Se calculará con la siguiente fórmula:

$$X = \frac{\Sigma x}{n}$$

Donde:

X = Promedio

Σx = Suma de diámetros

n = Numero de arboles

3.9.4. Área basal

Se calculará con la siguiente fórmula:

$$g = \frac{\pi}{4} * DAP^2$$

Donde:

g = Área basal

π = Pi

DAP² = Diámetro

3.9.5. Volumen

Se calculará con la siguiente fórmula:

$$V = g * h * f$$

Donde:

g = Área basal

h = Altura total

f = Factor de forma

3.9.6. Incremento Medio Anual (IMA)

El incremento medio anual de cada una de las variables registradas se calculará aplicando la siguiente ecuación:

$$IMA = \frac{AB}{T}$$

Donde:

IMA = incremento medio anual

AB = Área basal

T = edad

3.10. Recursos humanos y materiales

3.10.1. Materiales de campo

Cinta metrica

Cinta diamétrica

Machete

Hipsómetro

Receptor GPS Navegador

3.10.2. Materiales de oficina

Hojas de registro

Cámara fotográfica

Lápiz

Hojas A4

Ordenador con acceso a internet

Impresora

3.10.3. Software

Microsoft Word

Excel

gvSIG

InfoStat

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

4.1. Promedio de las variables dasométricas de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras

Los resultados obtenidos de los promedios con respecto a los cinco tratamientos de *T. grandis* aplicando las variables dasométricas mostraron que no existió diferencias estadísticas significativas según el análisis de varianza, puesto que la mayoría de las especies registraron datos homogéneos. En cada una de las procedencias se evaluó el diámetro, altura total, altura comercial, área basal, volumen total y volumen comercial. Estas variables se detalladas a continuación:

4.1.1. Diámetro

Los datos obtenidos de las procedencias de *T. grandis*, según la prueba de Tukey ($p > 0,05$) mostraron que no presentaron diferencias significativas para los tratamientos en cuanto a la variable de diámetro. La fuente semillera proveniente de Quevedo provincia de Los Ríos registró el mayor promedio en diámetro con (medias 28,87 cm), mientras que Parrita Quepos Puntarenas con una (medias 27,93 cm), seguido de Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 26,82 cm), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 26,68 cm) y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 (medias 26,51 cm) (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de varianza de la variable de diámetro mediante la prueba de Tukey ($p > 0,05$), en una plantación de *T. grandis* con 21 años de edad.

Nº	TRATAMIENTO	MEDIAS	
T1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	26,68	<i>a</i>
T2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	26,51	<i>a</i>
T3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	26,82	<i>a</i>
T4	Parrita Quepos Puntarenas	27,93	<i>a</i>
T5	Quevedo provincia de Los Ríos	28,87	<i>a</i>
	Media General	27,36	
	P	0,7128	
	CV%	25,03	

4.1.2. Altura total

En la Tabla 5, se observan los promedios de la variable altura total obtenidos mediante la prueba de Kruskal Wallis de una plantación de *T. grandis* con 21 años de edad, misma que presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, donde Quevedo provincia de Los Ríos obtuvo (medias 25,54 m y rangos 69,50 m), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 24,26 m y rangos 62,13 m), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias 23,50 m y rangos 55,84 m), Parrita Quepos Puntarenas con (medias 22,21 m y rango 52,92 m) y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 20,65m y rango 37,41 m).

Tabla 5. Análisis estadístico de la variable altura total mediante la prueba de Kruskal Wallis, en una plantación de *T. grandis* con 21 años de edad, $H = 10,75$ y $p = < 0,0273$.

Nº	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	Rangos
T1	Pilangosta Hoja Ancha G. Lote 1	17	20,65	5,69	23	37,41 <i>a</i>
T2	Pilangosta Hoja Ancha G. Lote 2	28	23,50	4,99	26	55,84 <i>a b</i>
T3	Santa Cruz G. Lote 059/966	23	24,26	5,45	26	62,13 <i>b</i>
T4	Parrita Quepos Puntarenas	19	22,21	6,72	26	52,92 <i>a b</i>
T5	Quevedo provincia de Los Ríos	26	25,54	3,87	27	69,50 <i>b</i>
	Media General	22,6	23,23	5,34	25,6	55,56

*N = número de observaciones; D.E. = desviación estándar; H y p = estadísticos de probabilidad

4.1.3. Altura comercial

Los promedios obtenidos de una plantación de *T. grandis* con 21 años de edad según la prueba de Kruskal Wallis, presentaron diferencias estadísticas significativas, la procedencia de Quevedo provincia de Los Ríos obtuvo valores altos con (medias 12,31 m y rangos 68,37 m), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 11,39 m y rangos 61,33 m), Parrita Quepos Puntarenas con (medias 10,63 m y rangos 55,53 m), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias 10,07 m y rangos 50,30 m) y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 9,65 m y 46,44 m) (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis estadístico de la variable altura comercial mediante la prueba de Kruskal Wallis, en una plantación de *T. grandis* con 21 años de edad, $H = 6,50$ y $p = < 0,1535$.

Nº	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	Rangos
T1	Pilangosta Hoja Ancha G. Lote 1	17	9,65	3,62	8	46,44 <i>a</i>
T2	Pilangosta Hoja Ancha G. Lote 2	28	10,07	3,87	10	50,30 <i>a</i>
T3	Santa Cruz G. Lote 059/966	23	11,39	4,20	12	61,33 <i>a b</i>
T4	Parrita Quepos Puntarenas	19	10,63	4,57	10	55,53 <i>a b</i>
T5	Quevedo provincia de Los Ríos	26	12,31	2,87	12	68,37 <i>b</i>
	Media General	22,6	10,81	3,826	10,4	56,39

*N = número de observaciones; D.E. = desviación estándar; H y p = estadísticos de probabilidad

4.1.4. Área basal

En la Tabla 7, se detallan los resultados del análisis de varianza según la prueba de Tukey ($p > 0,05$) para la variable de área basal, misma que no presentó diferencias estadísticas significativas entre las procedencias analizadas. Las procedencias que obtuvieron los promedios más alto fueron Quevedo provincia de Los Ríos y Parrita Quepos Puntarenas con (medias 0,07 m²), mientras que Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 y Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 presentaron (medias 0,06 m²).

Tabla 7. Análisis de varianza de la variable de área basal mediante la prueba de Tukey ($p > 0,05$), en una plantación de *T. grandis* con 21 años de edad.

Nº	TRATAMIENTO	MEDIAS
T1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	0,06 <i>a</i>
T2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	0,06 <i>a</i>
T3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	0,06 <i>a</i>
T4	Parrita Quepos Puntarenas	0,07 <i>a</i>
T5	Quevedo provincia de Los Ríos	0,07 <i>a</i>
	Media General	0,064
	P	0,768
	CV%	47,76

4.1.5. Volumen total

En la Tabla 8, se muestran los resultados del análisis de varianza según la prueba de Tukey ($p > 0,05$) para la variable de altura total, donde la procedencia de Quevedo provincia de Los Ríos presento promedios altos con (medias 1,26 m³), seguido de Parrita Quepos Puntarenas con (medias 1,13 m³), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 1,07 m³), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias 1,06 m³) y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 0,94 m³). En esta variable tampoco se registraron diferencias estadísticamente significativas entre las procedencias analizadas.

Tabla 8. Análisis de varianza de la variable de volumen total mediante la prueba de Tukey ($p > 0,05$) en una plantación de *T. grandis* con 21 años de edad.

Nº	TRATAMIENTO	MEDIAS	
T1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	0,94	<i>a</i>
T2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	1,06	<i>a</i>
T3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	1,07	<i>a</i>
T4	Parrita Quepos Puntarenas	1,13	<i>a</i>
T5	Quevedo provincia de Los Ríos	1,26	<i>a</i>
	Media General	1,092	
	P	0,572	
	CV%	58,8	

4.1.6. Volumen comercial

Los promedios obtenidos según la prueba de Kruskal Wallis, para la variable volumen comercial no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Quevedo provincia de Los Ríos presento (medias 0,62 m³ y rangos 65,63 m³), seguido de Parrita Quepos Puntarenas con (medias 0,56 m³ y rangos 57,42 m³), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 0,52 m³ y rangos 56,43 m³), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias 0,49 m³ y rangos 52,46 m³) y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 (medias 0,47 m³ y rangos 51,56 m³) (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis estadístico de la variable volumen comercial mediante la prueba de Kruskal Wallis, en una plantación de *T. grandis* con 21 años de edad, $H = 0,82$ y $p = < 0,5881$.

N°	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	Rangos
T1	Pilangosta Hoja Ancha G. Lote 1	17	0,47	0,36	0,31	51,56 <i>a</i>
T2	Pilangosta Hoja Ancha G. Lote 2	28	0,49	0,36	0,42	52,46 <i>a</i>
T3	Santa Cruz G. Lote 059/966	23	0,52	0,35	0,61	56,43 <i>a</i>
T4	Parrita Quepos Puntarenas	19	0,56	0,42	0,49	57,42 <i>a</i>
T5	Quevedo provincia de Los Ríos	26	0,62	0,34	0,61	65,63 <i>a</i>
	Media General	22,6	0,532	0,366	0,488	56,70

*N = número de observaciones; D.E. = desviación estándar; H y p = estadísticos de probabilidad

4.2. Incremento medio anual de una plantación de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras

4.2.1. Diámetro

El incremento medio anual en cuanto a la variable diámetro, los resultados obtenidos del análisis de varianza según la prueba de Tukey ($p > 0,05$), la procedencia que presentó promedio más alto fue Quevedo provincia de Los Ríos con (medias 1,37 cm), seguida de Parrita Quepos Puntarenas con (medias 1,30 cm), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 1,28 cm), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 1,27 cm), mientras la que registró un bajo promedio fue Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias 1, 26 cm). Se aprecia que durante el periodo de crecimiento de las cinco fuentes semilleras no presentaron diferencia significativa (Tabla 10).

4.2.2. Altura total

La Tabla 10, muestra un incremento medio anual mayor en la variable altura total de la fuente semillera procedente de Quevedo provincia de los Ríos con (medias 1,22 m), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 1,14 m), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 (medias 1,12 m), Parrita Quepos Puntarenas con (medias 1,04 m) y de menor promedio la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 0,98 m). Las fuentes semilleras no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) en relación a la variable altura total.

4.2.3. Altura comercial

El incremento medio anual de la variable altura comercial en relación a las fuentes semilleras de *T. grandis*, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), siendo Quevedo provincia de Los Ríos la procedencia con mayor promedio con (medias 0,59 m), seguido Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 0,54 m), Parrita Quepos Puntarenas (medias 0,49 m), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias 0,48 m) y el promedio menor la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 0,47 m) (Tabla 10).

4.2.4. Volumen/hectárea/Área basal

Los resultados obtenidos del análisis de varianza según la prueba de Tukey ($p > 0,05$) para la variable de área basal por hectárea, muestra la procedencia de Quevedo provincia de Los Ríos con mayor valor con (medias 26,22 m²), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias 24,62 m²), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 20,20 m²), Parrita Quepos Puntarenas con (medias 18,47 m²) y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 15,08 m²) (Tabla 10). No presentaron diferencias significativas en esta variable.

4.2.5. Volumen total/hectárea

En la Tabla 10, se exponen los resultados obtenidos del análisis de varianza mediante la prueba de Tukey ($p > 0,05$) para la variable volumen total por hectárea, siendo la procedencia Quevedo provincia de Los Ríos con valor más alto con (medias 486,89 m³), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias 441,13 m³), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 363,99 m³), Parrita Quepos Puntarenas con medias (318,82 m³) y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 235,94 m³). La variable no presento diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

4.2.6. Volumen comercial/hectárea

Los resultados obtenidos del análisis de varianza mediante la prueba de Tukey ($p > 0,05$) para la variable de volumen comercial por hectárea, no presentaron diferencias estadísticas

significativas entre los tratamientos, los valores más altos se presentaron en la procedencia Quevedo provincia de Los Ríos (medias 240,26 m³), seguido Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias 201,92 m³), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias 178,00 m³), Parrita Quepos Puntarenas con (medias 157,72 m³) y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias 117,83 m³) (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis de varianza mediante la prueba de Tukey ($p > 0,05$) para el incremento medio anual de las variables, de cinco procedencias de *T. grandis* con 21 años de edad.

Tratamientos	DAP	HT	HC	G	VT/ha	VC/ha
Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1,27	0,99	0,47	15,08	235,94	117,83
Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	1,26	1,12	0,48	24,62	441,13	201,92
Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	1,28	1,14	0,54	20,20	363,99	178,00
Parrita Quepos Puntarenas	1,30	1,04	0,49	18,47	318,89	157,72
Quevedo provincia de Los Ríos	1,37	1,22	0,59	26,22	486,89	240,26
Medida General	1,30	1,10	0,51	20,92	369,35	179,15
P	0,288	0,224	0,219	0,372	0,213	0,347
CV%	5,03	10,71	12,80	34,44	35,06	39,64

4.3. Discusión

Las cinco fuentes semilleras de *T. grandis* evaluadas en el presente estudio mediante parcelas de muestreo, registraron **promedios de diámetros** entre 28,87 cm y 26,68 cm, fue superior al promedio de diámetro reportado por (Camacho-Linton et al., 2018), que presentó un diámetro de 19,53 cm, en un ensayo de producción de *T. grandis* para índice de sitio 15 m a los 21 años de edad. **El promedio de altura total** presentó valores que oscilan entre 25,54 m y 20,69, obtuvo también promedios superiores en relación a la variable altura total de 16,39 cm reportada por (Camacho-Linton et al., 2018). Para **el promedio de altura comercial** se registraron valores entre 12,31 m y 9,65 m, fue inferior a lo reportado por (Camacho-Linton et al., 2018), que presentó una altura comercial de 13,94 cm para una plantación de teca. En cuanto **el promedio del área basal** obtuvo valores entre 0,070 m² y 0,060 m², resultó superior a lo reportado por (Cervantes, 2011), que registró un área basal de 0,0289 m². **El promedio del volumen total** registró valores entre 1,26 m³ y 0,94 m³, que fueron valores inferiores a lo reportado por (Camacho-Linton et al., 2018), que obtuvo 0,138 m³. Para **el promedio del volumen comercial** de *T. grandis* se obtuvieron valores entre 0,47 m³ y 0,62 m³, fue superior a lo reportado por (Mecha & Solís, 2011), que registró 0,32 m³. La fuente semillera de *T. grandis* que presentó los mejores promedios en cuanto a las condiciones de adaptabilidad fenotípica fue la procedencia de Quevedo provincia de Los Ríos.

El IMA en diámetro promedio reportado en el presente estudio presentó valores de 1,27 cm/año y 1,37 cm/año entre las cinco fuentes semilleras, fue superior a lo reportado por (Camacho-Linton et al., 2018), que registró 0,93 cm/año en una plantación establecida a los 21 años, en un ensayo de siete procedencia reportado por (Piedra, 2001), registró 2,43 cm/año en una plantación de *T. grandis* establecida hace ocho años. **El IMA de altura total** promedio presentó valores entre 0,99 m/año y 1,22 m/año, fue superior a lo reportado por (Camacho-Linton et al., 2018), que registró 0,66 m/año, un ensayo de (Cervantes, 2011), obtuvo un incremento medio anual de 2,75 m/año en teca con cinco años de edad. Para **el IMA de altura comercial** promedio se registró valores entre 0,47 m/año y 0,59 m/año, un estudio realizado por (Piedra, 2001), registró una altura de 2,14 m/año para una plantación de teca con ocho años. **El IMA del área basal por ha** registró promedios que oscilan entre 15,08 m²/ha y 26,22 m²/ha, mientras que (Cervantes, 2011), reportó un incremento de 0,089 m²/año para una plantación de cinco años de edad. Para **el IMA del**

volumen total por ha del presente estudio registró valores entre 235,94 m³/ha y 486,89 m³/ha, un ensayo reportado por (Piedra, 2001), registró un valor de 12,31 m³/ha/año en una plantación con 8 años de edad. **El IMA del volumen comercial por ha** registró valores promedios entre 117,83 m³/ha y 240,26 m³/ha, un ensayo reportado por (Cervantes, 2011), registró 0,0530 m³/año en plantación establecida hace cinco años de edad.

CAPÍTULOS V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La evaluación de la plantación de *T. grandis* con 21 años de edad no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en cuanto a la variable diámetro, área basal, volumen total y volumen comercial, mientras que las variables de altura total y altura comercial presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.
- Se determinó el incremento medio anual de una plantación de *T. grandis* a través de las variables dasométricas, la procedencia de Quevedo provincia de Los Ríos, presentó los mayores promedios de IMA en las variables diámetro (1,37 cm), altura total (1,22 m), altura comercial (0,59 m), área basal por hectárea (26,22 m²), volumen total por hectárea (486,89 m³), volumen comercial por hectárea (240,26 m³), siendo esta la fuente semillera de *T. grandis* que presentó mejores condiciones de adaptabilidad fenotípicas en la localidad de Quinindé, provincia de Esmeraldas.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar una evaluación fenotípica por individuo para distinguir los árboles élitos de cada tratamiento.
- Realizar estudios sobre el crecimiento y fuentes semilleras de *T. grandis* en diferentes partes del país, para identificar las áreas que son aptas para el establecimiento de plantaciones.
- Realizar un plan para la utilización de la procedencia con mejores resultados en distintas zonas de la provincia de Esmeraldas.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Briscoe, C. (1995). Silvicultura y manejo de Teca, Melina y Pochote. (Vol. 270, p. 49).
- Cabrera-Verdesoto, C., Suatunce-Cunuhay, P., Cervantes-Borbor, J., y Tapia-Zuñiga, M. (2019). Determinación del incremento medio anual de *Tectona grandis* L.F., y *Triplaris cumingiana* FISCH., establecidos en sistema agroforestal con cacao (*Theobroma Cacao* L.). Polo Del Conocimiento, 4(7), 23. <https://doi.org/10.23857/pc.v4i7.1019>
- Camacho-Linton, A., Ramírez-Maldonado, H., De los Santos-Posadas, H. M., y Zamudio Sánchez, F. J. (2018). Tablas de rendimiento para teca (*Tectona grandis* L.) en el estado de Campeche. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 4(19), 92–101. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v4i19.381>
- Cañadas, Á., Rade, D., Zambrano, C., Molina, C., y Arce, L. (2013). Evaluación y manejo de fuentes semilleras de Teca (*Tectona grandis* Linn. f.) en la Estación Experimental Tropical Pichiligue, Ecuador. ACI Avances En Ciencias e Ingenierías, 5(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v5i1.123>
- Cardoso, J. (2014). Identificación y selección de árboles semilleros de especies forestales nativas por medio de imágenes satelitales en la microcuenca del río Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Cervantes, J. (2011). Determinación del Incremento Medio Anual de teca (*Tectona grandis* L. f.) y fernansánchez (*Triplaris cumingiana* Fisch. & C. A. Mey) establecidos en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L), en la finca experimental La Represa. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador., 19–25.
- Contreras, F. (1998). Cómo Determinar la Tasa de Crecimiento de los Árboles. BOLFOR - Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, 2, 1–2.
- Cuñachi, G. (2014). Manual práctico de Inventarios Forestales. Helvetas Swiss Intercooperation - CORPIAA-Atalaya, Perú., 19.

- Flores, T., Cabezas, F., y Crespo, R. (2010). Plagas y enfermedades en plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L. f.) en la zona de Balzar, provincia del Guayas. *Ciencia y Tecnología*, 3(1), 15–22. <https://doi.org/10.18779/cyt.v3i1.41>
- Fonseca, W. (2004). Manual para productores de Teca (*Tectona grandis* L. f.) en Costa Rica. Heredia. Costa Rica, 115.
- Gadow, K., Rojo, A., Álvarez, J., y Rodríguez, R. (1999). Ensayos de crecimiento: parcelas permanentes, temporales y de intervalo. *Forest Systems*, 8(3), 299–310. <https://doi.org/10.5424/644>
- González, E. (2017). Evaluación del crecimiento de las Plantaciones de *Tectona grandis* L. f. en la Unidad Silvícola Mayarí. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 5(3), 330–339.
- Gordillo, D. (2007). La relación entre La Propicia 1 y la Refinería Estatal de Esmeraldas previo al incendio de 1998. 48–60. <http://www.flacsoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=18207>
- Imaña, J., y Encinas, O. (2008). Epidimetría Forestal. RELAFOR - FINATEC.
- Jiménez, F. (2003). Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Costa Rica. En Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, FAO (p. 74).
- Márquez-Ramírez, J., Alba-Landa, J., Mendizábal-Hernández, C., Ramírez-García, E., y Cruz-Jiménez, H. (2009). Seed source improved in Veracruz State. *Foresta Veracruzana*, 11(2), 37–42.
- Mecha, A., y Solís, J. (2011). Comportamiento y manejo de *Tectona grandis* L. f. y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Zamorano, Honduras. Zamorano.
- Piedra, R. (2001). Análisis de crecimiento y proyección de materia prima para las plantaciones de *Tectona grandis* de la empresa de inversiones

AGROFORESTALES S.A. Panamá. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 15–16.

Proaño, E. (2017). Identificación de la calidad de sitio, utilizando el incremento medio anual en un cultivo de rebrote de teca en la hacienda Tecal Robusta. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

Ramírez, L. (2017). Incremento medio anual de teca (*Tectona grandis* L.f.) en plantaciones comerciales, distrito Puerto Inca, Huánuco - Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. Jaén, Perú.

Rodríguez, J., y Nieto, V. (1999). Investigación en Semillas Forestales. Forest Seed Centre, 43, 3–89.

Roncancio, D. (2001). Guías Técnicas para el Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales Productivas en el Litoral Ecuatoriano. Ministerio Del Ambiente, 213.

Rosado, O. (2020). Crecimiento de plantaciones forestales de *Tectona grandis* L. f. (Teca) en las plantaciones Colina Forestal, La Vanguardia y Sabana Uno; de propiedad del grupo siembra en el cantón Balzar, provincia del Guayas. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.

Sarmiento, V. (2013). Evaluación del crecimiento de plantaciones de *Tectona Grandis* L. (teca) en los cantones Quevedo, Mocache y Valencia, Provincia Los Ríos.

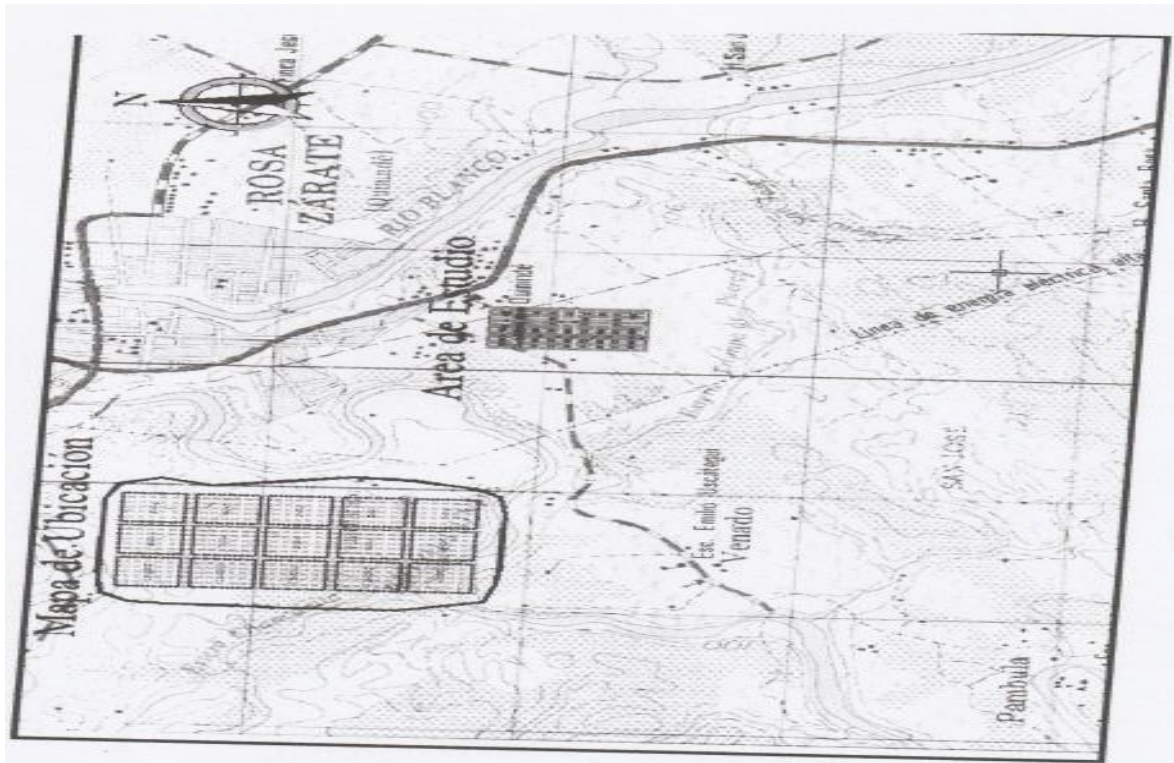
Vargas-Silva, G. (2019). Biomechanics of trees: Growth, anatomy and morphology. *Madera y Bosques*, 25(3), 1–18. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2531712>

Vinueza, M. (2012). Ficha Técnica N°. 1: TECA. Ecuador Forestal, 2–8.

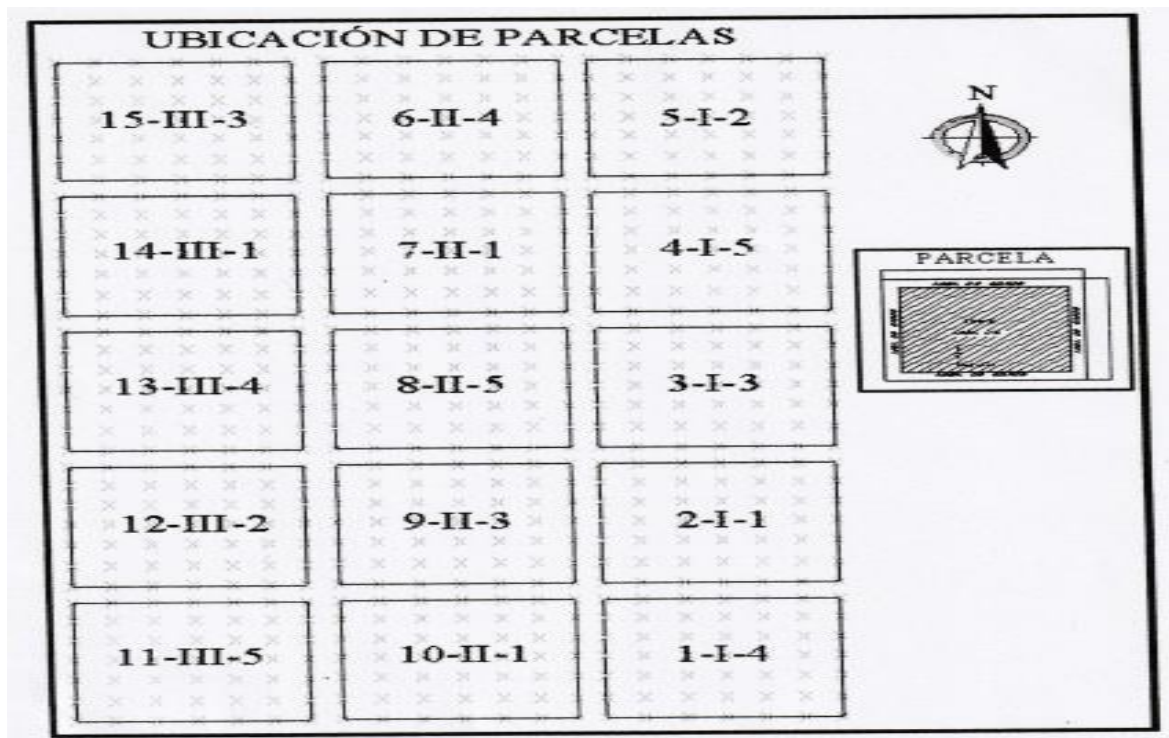
CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos



Anexo 1. Vista de la plantación experimental de *T. grandis*



Anexo 2. Ubicación y Croquis del Área de Estudio de la plantación de *T. grandis*.

Anexo 3. Promedios de las variables dasométricas.

Nº	Fuente semillera de <i>T. grandis</i>	T	R	DAP	HT (m)	HC (m)	g	VT	VC
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	1	35.97	17	10	0.1016	1.209	0.711
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	1	22.92	16	6	0.0413	0.462	0.173
3	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	1	26.42	16	8	0.0548	0.614	0.307
4	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	1	21.01	15	6	0.0347	0.364	0.146
5	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	1	35.97	26	14	0.1016	1.849	0.996
6	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	1	17.51	14	6	0.0241	0.236	0.101
7	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	1	33.10	26	14	0.0861	1.566	0.843
8	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	1	25.15	14	8	0.0497	0.487	0.278
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	2	33.10	26	12	0.0861	1.566	0.723
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	2	29.92	26	12	0.0703	1.280	0.591
3	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	2	32.79	28	16	0.0844	1.655	0.946
4	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	2	18.14	20	6	0.0259	0.362	0.109
5	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	2	17.83	23	8	0.0250	0.402	0.140
6	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	2	23.24	25	8	0.0424	0.742	0.237
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	3	28.01	23	12	0.0616	0.992	0.518
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	3	14.96	10	4	0.0176	0.123	0.049
3	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	3	37.56	26	14	0.1108	2.017	1.086
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	41.38	28	12	0.1345	2.636	1.130
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	14.96	18	4	0.0176	0.221	0.049
3	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	17.51	18	4	0.0241	0.303	0.067
4	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	33.42	28	14	0.0877	1.720	0.860
5	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	34.38	28	16	0.0928	1.819	1.040
6	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	36.61	29	16	0.1052	2.136	1.179
7	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	14.64	11	4	0.0168	0.130	0.047
8	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	35.33	27	12	0.0980	1.853	0.824
9	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	16.87	15	6	0.0224	0.235	0.094
10	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	1	26.42	26	10	0.0548	0.998	0.384
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	19.42	15	8	0.0296	0.311	0.166
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	27.69	26	10	0.0602	1.096	0.422
3	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	24.19	20	8	0.0460	0.643	0.257
4	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	23.55	23	8	0.0436	0.702	0.244
5	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	33.74	25	12	0.0894	1.565	0.751
6	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	24.83	25	10	0.0484	0.847	0.339
7	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	16.55	16	6	0.0215	0.241	0.090
8	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	32.47	26	10	0.0828	1.507	0.580
9	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	25.78	26	12	0.0522	0.950	0.439
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	3	23.24	22	8	0.0424	0.653	0.237
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	3	17.19	20	4	0.0232	0.325	0.065
3	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	3	25.46	27	12	0.0509	0.963	0.428
4	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	3	34.06	29	14	0.0911	1.849	0.893
5	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	3	31.51	27	14	0.0780	1.474	0.764
6	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	3	26.42	26	12	0.0548	0.998	0.460

N°	Fuente semillera de <i>T. grandis</i>	T	R	DAP	HT (m)	HC (m)	g	VT	VC
7	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	3	32.47	28	16	0.0828	1.623	0.927
8	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	3	21.01	22	6	0.0347	0.534	0.146
9	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	3	31.19	27	14	0.0764	1.444	0.749
1	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	1	33.42	28	16	0.0877	1.720	0.983
2	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	1	35.33	28	16	0.0980	1.922	1.098
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	1	26.42	26	12	0.0548	0.998	0.460
4	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	1	21.33	18	6	0.0357	0.450	0.150
5	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	1	30.56	25	12	0.0733	1.283	0.616
6	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	1	26.10	26	12	0.0535	0.974	0.449
7	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	1	36.29	27	10	0.1034	1.955	0.724
8	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	1	20.05	14	6	0.0316	0.310	0.133
1	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	2	26.74	30	16	0.0561	1.179	0.629
2	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	2	26.42	29	16	0.0548	1.113	0.614
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	2	18.46	24	8	0.0268	0.450	0.150
4	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	2	24.51	26	8	0.0472	0.859	0.264
5	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	2	33.42	26	10	0.0877	1.597	0.614
6	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	2	21.33	26	10	0.0357	0.650	0.250
7	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	2	19.74	25	10	0.0306	0.535	0.214
8	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	2	29.60	27	16	0.0688	1.301	0.771
9	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	2	28.33	28	16	0.0630	1.235	0.706
1	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	3	38.83	29	16	0.1184	2.404	1.327
2	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	3	19.74	12	4	0.0306	0.257	0.086
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	3	30.56	28	16	0.0733	1.437	0.821
4	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	3	29.60	26	14	0.0688	1.253	0.674
5	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	3	18.46	12	4	0.0268	0.225	0.075
6	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	3	21.65	18	8	0.0368	0.464	0.206
1	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	36.92	27	16	0.1071	2.024	1.199
2	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	26.74	25	12	0.0561	0.983	0.472
3	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	21.01	14	6	0.0347	0.340	0.146
4	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	27.69	28	16	0.0602	1.181	0.675
5	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	29.60	28	16	0.0688	1.349	0.771
6	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	24.19	27	12	0.0460	0.869	0.386
7	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	34.70	28	16	0.0945	1.853	1.059
8	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	42.34	28	16	0.1408	2.759	1.577
9	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	21.01	16	6	0.0347	0.388	0.146
10	Parrita Quepos Puntarenas	4	1	30.88	21	10	0.0749	1.101	0.524
1	Parrita Quepos Puntarenas	4	2	23.87	14	6	0.0448	0.439	0.188
2	Parrita Quepos Puntarenas	4	2	36.61	26	10	0.1052	1.915	0.737
3	Parrita Quepos Puntarenas	4	2	16.55	10	4	0.0215	0.151	0.060
4	Parrita Quepos Puntarenas	4	2	37.88	26	10	0.1127	2.051	0.789
5	Parrita Quepos Puntarenas	4	2	14.96	12	4	0.0176	0.148	0.049
6	Parrita Quepos Puntarenas	4	2	29.60	25	10	0.0688	1.204	0.482
1	Parrita Quepos Puntarenas	4	3	18.14	12	4	0.0259	0.217	0.072
2	Parrita Quepos Puntarenas	4	3	30.56	28	16	0.0733	1.437	0.821

Nº	Fuente semillera de <i>T. grandis</i>	T	R	DAP	HT (m)	HC (m)	g	VT	VC
3	Parrita Quepos Puntarenas	4	3	27.37	27	12	0.0589	1.112	0.494
1	Quevedo provincia de Los Ríos	5	1	24.51	22	10	0.0472	0.727	0.330
2	Quevedo provincia de Los Ríos	5	1	42.34	28	16	0.1408	2.759	1.577
3	Quevedo provincia de Los Ríos	5	1	30.88	27	12	0.0749	1.415	0.629
4	Quevedo provincia de Los Ríos	5	1	26.74	26	12	0.0561	1.022	0.472
5	Quevedo provincia de Los Ríos	5	1	25.15	25	12	0.0497	0.869	0.417
6	Quevedo provincia de Los Ríos	5	1	19.42	25	10	0.0296	0.518	0.207
7	Quevedo provincia de Los Ríos	5	1	30.24	28	14	0.0718	1.408	0.704
8	Quevedo provincia de Los Ríos	5	1	25.46	27	14	0.0509	0.963	0.499
9	Quevedo provincia de Los Ríos	5	1	28.33	28	12	0.0630	1.235	0.529
1	Quevedo provincia de Los Ríos	5	2	32.79	27	16	0.0844	1.596	0.946
2	Quevedo provincia de Los Ríos	5	2	29.28	28	16	0.0674	1.320	0.754
3	Quevedo provincia de Los Ríos	5	2	27.37	28	12	0.0589	1.154	0.494
4	Quevedo provincia de Los Ríos	5	2	30.24	27	14	0.0718	1.357	0.704
5	Quevedo provincia de Los Ríos	5	2	38.20	27	12	0.1146	2.166	0.963
6	Quevedo provincia de Los Ríos	5	2	20.05	15	8	0.0316	0.332	0.177
7	Quevedo provincia de Los Ríos	5	2	27.06	25	10	0.0575	1.006	0.402
1	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	31.83	28	16	0.0796	1.560	0.891
2	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	31.83	27	12	0.0796	1.504	0.668
3	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	35.01	27	14	0.0963	1.820	0.944
4	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	19.74	16	6	0.0306	0.343	0.128
5	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	18.78	17	8	0.0277	0.330	0.155
6	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	36.92	30	16	0.1071	2.249	1.199
7	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	29.92	28	12	0.0703	1.378	0.591
8	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	31.19	28	16	0.0764	1.498	0.856
9	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	24.19	24	8	0.0460	0.772	0.257
10	Quevedo provincia de Los Ríos	5	3	33.10	26	12	0.0861	1.566	0.723
113									

Anexo 4. Análisis estadístico de las variables dasométricas mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks.

Shapiro-Wilks (modificado)						
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)	
DAP	113	27.38	6.80	0.96	0.0175	PARAMÉTRICO
HT (m)	113	23.48	5.45	0.8	<0.0001	NO PARAMÉTRICO
HC (m)	113	10.88	3.88	0.89	<0.0001	NO PARAMÉTRICO
g	113	0.06	0.03	0.95	0.0008	PARAMÉTRICO
VT	113	1.10	0.65	0.94	0.0010	PARAMÉTRICO
VC	113	0.54	0.36	0.93	<0.0001	NO PARAMÉTRICO

Anexo 5. Análisis de los cuadrados medios para las variables dasométricas del estudio.

Análisis de la varianza

DAP

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAP	113	0.02	0.00	25.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99.90	4	24.97	0.53	0.7128
TRATAMIENTO	99.90	4	24.97	0.53	0.7128
Error	5074.47	108	46.99		
Total	5174.37	112			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.75711

Error: 46.9858 gl: 108

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
5	28.87	26	1.34	A
4	27.93	19	1.57	A
3	26.82	23	1.43	A
1	26.68	17	1.66	A
2	26.51	28	1.30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

HT (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HT (m)	113	0.09	0.05	22.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	291.26	4	72.81	2.59	0.0404
TRATAMIENTO	291.26	4	72.81	2.59	0.0404
Error	3030.94	108	28.06		
Total	3322.19	112			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.44936

Error: 28.0642 gl: 108

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
5	25.54	26	1.04	A
3	24.26	23	1.10	A B
2	23.50	28	1.00	A B
4	22.21	19	1.22	A B
1	20.65	17	1.28	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

HC (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HC (m)	113	0.06	0.03	35.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	104.33	4	26.08	1.78	0.1383
TRATAMIENTO	104.33	4	26.08	1.78	0.1383
Error	1583.18	108	14.66		
Total	1687.50	112			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.21569

Error: 14.6590 gl: 108

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
5	12.31	26	0.75	A
3	11.39	23	0.80	A
4	10.63	19	0.88	A
2	10.07	28	0.72	A
1	9.65	17	0.93	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**g**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
g	113	0.02	0.00	47.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.6E-03	4	4.1E-04	0.46	0.7680
TRATAMIENTO	1.6E-03	4	4.1E-04	0.46	0.7680
Error	0.10	108	8.9E-04		
Total	0.10	112			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02506

Error: 0.0009 gl: 108

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
5	0.07	26	0.01	A
4	0.07	19	0.01	A
1	0.06	17	0.01	A
2	0.06	28	0.01	A
3	0.06	23	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**VT**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VT	113	0.03	0.00	58.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.23	4	0.31	0.73	0.5720
TRATAMIENTO	1.23	4	0.31	0.73	0.5720
Error	45.44	108	0.42		
Total	46.67	112			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.54479

Error: 0.4207 gl: 108

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
5	1.26	26	0.13	A
4	1.13	19	0.15	A
3	1.07	23	0.14	A
2	1.06	28	0.12	A
1	0.94	17	0.16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

VC

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VC	113	0.02	0.00	68.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.36	4	0.09	0.68	0.6046
TRATAMIENTO	0.36	4	0.09	0.68	0.6046
Error	14.31	108	0.13		
Total	14.67	112			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.30570

Error: 0.1325 gl: 108

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
5	0.62	26	0.07	A
4	0.56	19	0.08	A
3	0.52	23	0.08	A
2	0.49	28	0.07	A
1	0.47	17	0.09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6. Resumen de los promedios del IMA de las variables dasométricas en estudio

RESUMEN DEL INCREMENTO MEDIO ANUAL									
P	FUENTES SEMILLERAS	R	T	IMA-DAP	IMA-HT	IMA-HC	VOL-g/ha	VOL-VT/ha	VOL-VC/ha
1	Parrita Quepos Puntarenas	1	4	1.41	1.15	0.60	31.9006	570.90	309.03
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	1	1	1.30	0.86	0.43	21.9453	301.67	158.03
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	1	3	1.37	1.14	0.54	23.9188	427.14	205.04
4	Quevedo provincia de Los Ríos	1	5	1.34	1.25	0.59	25.9567	485.14	238.41
5	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	1	2	1.29	1.09	0.47	29.0662	535.61	252.12
6	Parrita Quepos Puntarenas	2	4	1.27	0.90	0.35	16.4718	262.57	102.43
7	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2	2	1.21	1.07	0.44	21.0547	349.43	146.10
8	Quevedo provincia de Los Ríos	2	5	1.39	1.20	0.60	21.6054	396.90	197.33
9	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	2	3	1.21	1.28	0.58	20.9256	396.40	187.21
10	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	2	1	1.23	1.17	0.49	14.8456	266.97	122.00
11	Quevedo provincia de Los Ríos	3	5	1.39	1.20	0.57	31.0928	578.63	285.03
12	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	3	2	1.28	1.21	0.53	23.7487	438.35	207.55
13	Parrita Quepos Puntarenas	3	4	1.21	1.06	0.51	7.0244	122.98	61.70
14	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	3	1	1.28	0.94	0.48	8.4447	139.19	73.46
15	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	3	3	1.26	0.99	0.49	15.7673	268.44	141.74

Anexo 7. Análisis estadístico de las variables dasométricas mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en cuanto al Incremento Medio Anual.

Shapiro-Wilks (modificado)						
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)	IMA
IMA-DAP	15	1.30	0.07	0.87	0.0730	PARAMÉTRICO
IMA-HT	15	1.10	0.13	0.91	0.3118	PARAMÉTRICO
IMA-HC	15	0.51	0.07	0.92	0.4004	PARAMÉTRICO
VOL-g/ha	15	20.92	7.40	0.93	0.4946	PARAMÉTRICO
VOL-VT/ha	15	369.35	142.87	0.93	0.418	PARAMÉTRICO
VOL-VC/ha	15	179.15	73.6	0.95	0.7389	PARAMÉTRICO

Anexo 8. Análisis de los cuadrados medios para las variables dasométricas del estudio.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

IMA-DAP

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IMA-DAP	15	0.37	0.11	5.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	4	0.01	1.45	0.2887
Tratamiento	0.02	4	0.01	1.45	0.2887
Error	0.04	10	4.3E-03		
Total	0.07	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.17525

Error: 0.0043 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
5	1.37	3	0.04 A
4	1.30	3	0.04 A
3	1.28	3	0.04 A
1	1.27	3	0.04 A
2	1.26	3	0.04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

IMA-HT

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IMA-HT	15	0.41	0.17	10.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	4	0.02	1.70	0.2249
Tratamiento	0.09	4	0.02	1.70	0.2249
Error	0.14	10	0.01		
Total	0.23	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.31689*Error: 0.0139 gl: 10*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	1.22	3	0.07	A
3	1.14	3	0.07	A
2	1.12	3	0.07	A
4	1.04	3	0.07	A
1	0.99	3	0.07	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***IMA-HC**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IMA-HC	15	0.41	0.17	12.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	4	0.01	1.73	0.2190
Tratamiento	0.03	4	0.01	1.73	0.2190
Error	0.04	10	4.3E-03		
Total	0.07	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.17594*Error: 0.0043 gl: 10*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	0.59	3	0.04	A
3	0.54	3	0.04	A
4	0.49	3	0.04	A
2	0.48	3	0.04	A
1	0.47	3	0.04	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***VOL-g/ha**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOL-g/ha	15	0.32	0.05	34.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	247.34	4	61.83	1.19	0.3723
Tratamiento	247.34	4	61.83	1.19	0.3723
Error	518.94	10	51.89		
Total	766.28	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=19.35764

Error: 51.8942 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
5	26.22	3	4.16 A
2	24.62	3	4.16 A
3	20.20	3	4.16 A
4	18.47	3	4.16 A
1	15.08	3	4.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

VOL-VT/ha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOL-VT/ha	15	0.41	0.18	35.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	118043.01	4	29510.75	1.76	0.2135
Tratamiento	118043.01	4	29510.75	1.76	0.2135
Error	167734.26	10	16773.43		
Total	285777.27	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=348.01983

Error: 16773.4263 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
5	486.89	3	74.77 A
2	441.13	3	74.77 A
3	363.99	3	74.77 A
4	318.82	3	74.77 A
1	235.94	3	74.77 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

VOL-VC/ha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOL-VC/ha	15	0.34	0.07	39.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25420.10	4	6355.03	1.26	0.3476
Tratamiento	25420.10	4	6355.03	1.26	0.3476
Error	50422.81	10	5042.28		
Total	75842.91	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=190.81241

Error: 5042.2809 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
5	240.26	3	41.00 A
2	201.92	3	41.00 A
3	178.00	3	41.00 A
4	157.72	3	41.00 A
1	117.83	3	41.00 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 9. Medición de las variables dasométricas



Registro de coordenadas del área de estudio ubicada en el cantón Quinindé



Medición de diámetro



Medición de altura