



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

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

Título del proyecto de investigación:

“Determinación del incremento medio anual (IMA) de *Tectona grandis* L.f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Balzar, provincia del Guayas”.

AUTOR:

Sánchez Cedeño Aracely Magdalena

Director del Proyecto de Investigación

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

Quevedo-Los Ríos-Ecuador

2021

CERTIFICADO DE AUTORÍA

Yo, **Aracely Magdalena Sánchez Cedeño**, declaro ser la autora exclusiva de la presente tesis de grado, es original, autentica y personal.

Todos los efectos académicos y legales que se desprenden del presente proyecto son de mi exclusiva responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Aracely', is centered on the page. The signature is stylized and somewhat cursive.

Aracely Magdalena Sánchez Cedeño

CERTIFICACIÓN

Ing. José Pedro Suatunce Cunuhay, Director de Tesis de Grado CERTIFICO: Que la Srta. Aracely Magdalena Sánchez Cedeño, realizó la tesis titulada, “**Determinación del incremento medio anual (IMA) de *Tectona grandis* L.F. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Balzar, provincia del Guayas**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



M.Sc.Ing.For. Pedro Suatunce Cunuhay
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICADO DE PLAGIO

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 (IMA) de *Tectona grandis* L.f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Balzar, provincia del Guayas**”, perteneciente a la Candidata a Ingeniera Forestal, Srta. Aracely Magdalena Sánchez Cedeño 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 INVESTIGACION Aracely Sánchez-Urkund.docx | SIMILARITY 8 % |
| FINDINGS | SOURCES | ENTIRE DOCUMENT |

Quevedo, 25 de octubre de 2021











Ing. For. Pedro Suatunce Cunuhay, M. Sc

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Document Information

| | |
|-------------------|--|
| Analyzed document | PROYECTO DE INVESTIGACION Aracely Sánchez-Urkund.docx (D116157521) |
| Submitted | 2021-10-24 03:46:00 |
| Submitted by | José Pedro Suatunce Cunuhay |
| 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 / TEISIS-SANDY PONCE-URKUND.docx Document TEISIS-SANDY PONCE-URKUND.docx (D11850103) Submitted by: jsuatunce@uteq.edu.ec Receiver: jsuatunce.uteq@analysis.orkund.com |  3 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / tesis 1 plus (2).docx Document tesis 1 plus (2).docx (D99965834) Submitted by: ejimenez@uteq.edu.ec Receiver: ejimenez.uteq@analysis.orkund.com |  1 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / tesis JARITZA VELEZ urkund.docx Document tesis JARITZA VELEZ urkund.docx (D78652270) Submitted by: ejimenez@uteq.edu.ec Receiver: ejimenez.uteq@analysis.orkund.com |  2 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / TESIS-W ALVAREZ-URKUND.docx Document TESIS-W ALVAREZ-URKUND.docx (D11288466) Submitted by: jsuatunce@uteq.edu.ec Receiver: jsuatunce.uteq@analysis.orkund.com |  2 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / Proy. Inv. Orlando Rosado... URKUND 1.docx Document Proy. Inv. Orlando Rosado... URKUND 1.docx (D27124778) Submitted by: dsalvatierra@uteq.edu.ec Receiver: dsalvatierra.uteq@analysis.orkund.com |  5 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / Tesis Jocelynv urkund.docx Document Tesis Jocelynv urkund.docx (D78652273) Submitted by: ejimenez@uteq.edu.ec Receiver: ejimenez.uteq@analysis.orkund.com |  1 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / Proyecto Roberth Franco 2016-Urkund.doc Document Proyecto Roberth Franco 2016-Urkund.doc (D22350228) Submitted by: jsuatunce@uteq.edu.ec Receiver: jsuatunce.uteq@analysis.orkund.com |  2 |
| SA | Tesis-revision-Urkund.docx Document Tesis-revision-Urkund.docx (D105317530) |  2 |



Ing. For. Pedro Suatunce Cunuhay, M. Sc

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“Determinación del incremento medio anual (IMA) de *Tectona grandis* L.f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Balzar, provincia del Guayas”.

Aprobado por:



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS EULOGIO
BELEZACA
PINARGOTE**

Dr. Ing. For. Carlos Eulogio Belezaca Pinargote

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΔΙΜΕΝΗΣ
ΕΔΜΙΝ ΙΜΙΝΕΣ

M.Sc.Ing.For. Edwin Jiménez Romero

MIEMBRO DE TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**EDISON HIDALGO
SOLANO APUNTES**

M.Sc.Ing.For. Edison Solano Apuntes

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Quevedo-Los Ríos-Ecuador

2021

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por llenarme de bendiciones todos estos años y permitirme cumplir mis sueños, a mis padres Víctor Sánchez y Marianela Cedeño por su apoyo incondicional por estar en los buenos y malos momentos, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a cada uno de los docentes por darnos la bienvenida a esta maravillosa institución, por impartirnos sus conocimientos con mucha dedicación y respeto, para así formarnos como profesionales en este largo camino donde nada ha sido fácil pero ha valido la pena todo el esfuerzo, dedicación, disciplina y constancia que nos ha permitido llegar a nuestra meta.

Agradezco especialmente al Ing Pedro Suatunce por la confianza y por brindarme la asesoría necesaria para poder culminar este trabajo investigativo.

Al Ing. Fidel Troya quien siempre estuvo dispuesto a ayudarnos en todo lo que podía y aconsejarnos en todo momento.

Al Ing. Ricardo Limongi por brindarme la asesoría necesaria durante este trabajo investigativo.

A mis compañeros mi hermana Nathaly Sánchez, Adrian Mendoza, Janeth Villavicencio, Karem Luna, Darwin Vera por la amistad que me brindaron desde el primer día de clases, ya que se convirtieron en mi segunda familia.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho amor y cariño a mis padres Víctor Sánchez y Marianela Cedeño por todo el esfuerzo que han realizado y el apoyo que me han brindado a lo largo de estos años, para que pueda cumplir mi meta.

A mis hermanos Elizabeth, Fabiola, Nathaly y Ronaldo a mis cuñados Mauricio y Byron por sus consejos y su apoyo incondicional que me ayudaron a no rendirme.

A don Eduardo que ha sido como un segundo papá que siempre ha estado pendiente y nos ha brindado su apoyo cuando lo hemos necesitado.

Aracely Magdalena Sánchez Cedeño

RESUMEN

La especie forestal *T. grandis* es muy utilizada comercialmente por sus características físicas y mecánicas y por tener un alto valor económico, sin embargo existe un alto déficit en el conocimiento del rendimiento volumétrico que producen estas plantaciones es por eso que se realizó una evaluación del incremento medio anual de *T. grandis* la misma que cuenta con 21 años de edad y un área de cobertura forestal equivalente a 0,66 ha. La presente investigación se efectuó en el área experimental ubicada dentro de los predios de la Unidad Educativa 26 de Septiembre, del cantón Balzar. El objetivo fue determinar el incremento medio anual (IMA) de *T. grandis* L.f. proveniente de cinco fuentes semilleras bajo las variables diámetro, altura total y comercial, se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Este ensayo estuvo formado por 15 unidades experimentales (parcelas cuadradas de 400 m²). Los resultados obtenidos en cuanto a las variables demostraron que el DAP (cm) no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, por lo tanto la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 obtuvo el mayor promedio con (media=22,94 cm), para la altura total (m) la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media=18,56 m), para la altura comercial (m) la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 8,12 m), para el área basal la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 0,04 m²), para el volumen total (m³) la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 0,54 m³), para el volumen comercial (m³) la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 0,25 m³). El mayor incremento medio anual (IMA) para el DAP (cm) no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos los valores más altos estuvieron asociados a las procedencias de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 1,09 cm), para la altura total (m) la procedencia de Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media= 0,91 m), para la altura comercial (m), la procedencia de Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media= 0,39 m), para el volumen del área basal por hectárea, la procedencia de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 10,71 m²), para el volumen total por hectárea, la procedencia de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 135,24 m³), para el volumen comercial por hectárea la procedencia de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 62,68 m³).

Palabras claves: Tratamientos, plantación, promedio, variables dasométricas.

ABSTRACT

The forest species *T. grandis* is widely used commercially for its physical and mechanical characteristics and for having a high economic value, however there is a high deficit in the knowledge of the volumetric yield produced by these plantations, which is why an evaluation of the increase was carried out annual mean of *T. grandis*, which is 21 years old and has a forest cover area equivalent to 0.66 ha. The present investigation was carried out in the experimental area located within the facilities of the Educational Unit September 26, of the Balzar canton. The objective was to determine the mean annual increase (AMI) of *T. grandis* L.f. of five sources of seed under the variables diameter, total height and commercial, a completely randomized design with five treatments and three repetitions was used. This test consisted of 15 experimental units (square plots of 400 m²). The results obtained with respect to the variables showed that the DAP (cm) did not present significant statistical differences between treatments, therefore the Pilangosta Broad Leaf Guanacaste Lot 2 provenance obtained the highest value with (mean = 22,94 cm), for the total height (m) the Santa Cruz Guanacaste Lot 059/966 provenance with (mean = 18, 56 m), for the commercial height (m) the provenance Pilangosta Broad Leaf Guanacaste Lot 2 with (means = 8,12 m), for the basal area the provenance Pilangosta Broad Leaf Guanacaste Lot 2 with (means = 0,04 m²) , for the total volume (m³) the Pilangosta Broad Leaf Guanacaste Lot 2 source with (means = 0,54 m³), for the commercial volume (m³) the Pilangosta Broad Leaf Guanacaste Lot 2 source with (means = 0.25 m³) . The highest mean annual increase (IMA) for the DAP (cm) did not present statistically significant differences between the treatments, the highest values were associated with the provenances of Pilangosta Leaf Ancha Guanacaste Lot 2 with (mean = 1,09 cm), for the total height (m) the provenance of Santa Cruz Guanacaste Lot 059/966 with (mean = 0,91 m), for the total height (m), the provenance of Santa Cruz Guanacaste Lot 059/966 with (mean = 0,39 m), for the volume of the basal area per hectare, the provenance of Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 2 with (mean = 10,71 m²), for the total volume per hectare, the provenance of Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 2 with (mean = 135,24 m³), for the commercial volume per hectare the origin of Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 2 with (mean = 62,68 m³).

Keywords: Treatments, plantation, average, dasometric variables.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| PORTADA | |
| CERTIFICADO DE AUTORÍA | iii |
| CERTIFICACIÓN..... | iv |
| CERTIFICADO DE PLAGIO..... | v |
| DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | v |
| AGRADECIMIENTO..... | viii |
| DEDICATORIA..... | ix |
| RESUMEN EJECUTIVO..... | iv |
| CÓDIGO DE DUBLIN | x |
| INTRODUCCIÓN..... | 16 |

CAPITULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|--|----|
| 1.1. Problema de investigación..... | 18 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema | 18 |
| 1.1.2. Diagnóstico..... | 18 |
| 1.1.3. Pronóstico..... | 18 |
| 1.1.4. Formulación del problema..... | 18 |
| 1.1.5. Sistematización del problema..... | 18 |
| 1.2. Objetivos | 19 |
| 1.2.1. General | 19 |
| 1.2.2. Específicos..... | 19 |
| 1.3. Justificación..... | 20 |

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|--|----|
| 2. MARCO TEÓRICO | 22 |
| 2.1. Marco conceptual | 22 |
| 2.1.1. Especies Forestales..... | 22 |
| 2.1.2. <i>Tectona grandis</i> L.f. (teca)..... | 22 |
| 2.1.3. Descripción taxonómica..... | 22 |
| 2.1.4. Descripción botánica | 23 |
| 2.1.5. Ecología y distribución de la especie | 23 |
| 2.1.6. Características edafoclimáticas | 23 |
| 2.1.7. Requerimientos edáficos | 24 |
| 2.1.8. Usos locales de la madera | 24 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.1.9. | Usos no-maderables | 24 |
| 2.1.10. | Calidad de sitio..... | 25 |
| 2.1.11. | Manejo de la especie en vivero y problemas fitosanitarios..... | 25 |
| 2.1.12. | Actividad forestal | 25 |
| 2.1.13. | Problemática de semillas forestales en el Ecuador..... | 26 |
| 2.1.14. | Importancia de las fuentes semilleras..... | 26 |
| 2.1.15. | Tipos de fuentes semilleras | 26 |
| 2.1.15.1. | Huerto semillero comprobado | 26 |
| 2.1.15.2. | Huerto semillero no comprobado | 27 |
| 2.1.15.3. | Rodales semilleros..... | 27 |
| 2.1.15.4. | Fuente semillera seleccionada | 28 |
| 2.1.15.5. | Fuente semillera identificada..... | 28 |
| 2.1.16. | Crecimiento e incremento del árbol | 28 |
| 2.1.17. | Incremento medio anual | 29 |
| 2.1.18. | Muestra..... | 29 |
| 2.1.18.1. | Muestreo en Inventarios Forestales | 29 |
| 2.1.18.2. | Objetividad del Muestreo | 29 |
| 2.1.18.3. | Diseño de muestreo | 30 |
| 2.1.19. | Tipos de muestreo | 30 |
| 2.1.19.1. | Muestreo aleatorio simple | 30 |
| 2.1.19.2. | Muestreo aleatorio estratificado | 31 |
| 2.1.20. | Formas de evaluación..... | 31 |
| 2.1.20.1. | Evaluación directa | 31 |
| 2.1.20.2. | Evaluación Indirecta..... | 31 |
| 2.1.21. | Tipos de parcelas | 31 |
| 2.1.21.1. | Parcelas temporales | 31 |
| 2.1.21.2. | Parcelas permanentes | 32 |
| 2.1.22. | Forma de las parcelas | 32 |
| 2.1.22.1. | Cuadradas | 32 |
| 2.1.22.2. | Circulares..... | 32 |
| 2.1.22.3. | Rectangulares | 33 |
| 2.1.23. | Variables dasométricas..... | 33 |
| 2.1.23.1. | Diámetro a la altura del pecho (DAP) | 33 |
| 2.1.23.2. | Altura total (h)..... | 33 |
| 2.1.23.3. | Altura comercial (h) | 34 |

| | |
|---|----|
| 2.1.23.4. Área basal (m ²)..... | 34 |
| 2.1.23.5. Volumen (m ³)..... | 34 |
| 2.2. Marco referencial | 34 |

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|---|----|
| 3.1. Localización y características del área de estudio | 37 |
| 3.1.1. Localización de la zona de estudio..... | 37 |
| 3.1.2. Límites de la zona de estudio | 38 |
| 3.1.2.1. Límites del cantón Balzar, provincia del Guayas | 38 |
| 3.1.2.2. Características edafoclimáticas | 38 |
| 3.2. Tipo de investigación | 38 |
| 3.3. Métodos de investigación..... | 39 |
| 3.4. Fuentes de recopilación de información..... | 39 |
| 3.5. Diseño de la investigación..... | 39 |
| 3.5.2. Muestra..... | 40 |
| 3.5.3. Diseño de la muestra | 40 |
| 3.6. Instrumentos de investigación | 41 |
| 3.7. Tratamiento de los datos..... | 41 |
| 3.8. Fórmulas utilizadas para de las variables dasométricas | 41 |
| 3.9. Recursos humanos y materiales | 43 |

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | |
|---------------------|----|
| 4. RESULTADOS | 45 |
| 4.3. DISCUSIÓN..... | 53 |

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|----------------------------|----|
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 56 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 56 |

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA

| | |
|-------------------------|----|
| 6.1. BIBLIOGRAFÍA | 58 |
|-------------------------|----|

CAPITULO VII: ANEXOS

| | |
|--------------|----|
| ANEXOS | 62 |
|--------------|----|

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Las coordenadas UTM del polígono del área de estudio..... | 38 |
| Tabla 2. Características edafoclimáticas del cantón Balzar provincia del Guayas..... | 38 |
| Tabla 3. Esquema de análisis de varianza factorial (ANOVA) | 39 |
| Tabla 4. Diseño de muestreo del área de estudio..... | 40 |
| Tabla 5. Fuentes semilleras de distintas procedencias..... | 41 |
| Tabla 6. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de las variables dasométricas | 45 |
| Tabla 7. Análisis de varianza realizados mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) | 46 |
| Tabla 8. Análisis de varianza realizados mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) | 47 |
| Tabla 9. Análisis estadísticos de las variables dasométricas | 47 |
| Tabla 10. Análisis estadísticos de las variables dasométricas | 48 |
| Tabla 11. Análisis estadísticos de las variables dasométricas | 49 |
| Tabla 12. Análisis estadísticos de las variables dasométricas | 49 |
| Tabla 13. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de las variables dasométricas | 50 |
| Tabla 14. Análisis de varianza realizados mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) | 52 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localización del área de estudio en el cantón Balzar provincia del Guayas | 37 |
| Figura 2. Histogramas de distribución de frecuencias en las variables..... | 45 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Mapa de la ubicación del área de estudio de la plantación de <i>T. grandis</i> | 63 |
| Anexo 2. Croquis del área de la plantación de <i>T. grandis</i> L.F. | 64 |
| Anexo 3. Resumen de los promedios de las variables dasométricas en estudio | 65 |
| Anexo 4. Medición de las variables dasométricas de la plantación | 66 |

CÓDIGO DE DUBLIN

| | | | |
|-----------------------|--|----------------------|------------------------|
| Título: | Determinación del incremento medio anual (IMA) de <i>Tectona grandis</i> L.f. (teca) proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Balzar, provincia del Guayas. | | |
| Autor: | Sánchez Cedeño Aracely Magdalena | | |
| Palabras claves: | Tratamientos | Plantación, Promedio | Variables dasométricas |
| Fecha de publicación: | | | |
| Editorial: | FACAGR; Carrera de Ingeniería Forestal; | | |
| Resumen: | <p>La especie forestal <i>T. grandis</i> es muy utilizada comercialmente por sus características físicas y mecánicas y por tener un alto valor económico, sin embargo existe un alto déficit en el conocimiento del rendimiento volumétrico que producen estas plantaciones es por eso que se realizó una evaluación del incremento medio anual de <i>T. grandis</i> la misma que cuenta con 21 años de edad y un área de cobertura forestal equivalente a 0,66 ha. La presente investigación se efectuó en el área experimental ubicada dentro de los predios de la Unidad Educativa 26 de Septiembre, del cantón Balzar. El objetivo fue determinar el incremento medio anual (IMA) de <i>T. grandis</i> L.f. proveniente de cinco fuentes semilleras bajo las variables diámetro, altura total y comercial, se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Este ensayo estuvo formado por 15 unidades experimentales (parcelas cuadradas de 400 m²). Los resultados obtenidos en cuanto a las variables demostraron que el DAP (cm) no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, por lo tanto la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 obtuvo el mayor promedio con (media=22,94 cm), para la altura total (m) la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media=18,56 m), para la altura comercial (m) la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 8,12 m), para el área basal la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 0,04 m²), para el volumen total (m³) la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 0,54 m³).</p> | | |
| Descripción | Hojas: 29 x 21 cm | | |
| URI | | | |

INTRODUCCIÓN

En la costa ecuatoriana, en los últimos años, se ha ampliado el área de plantaciones forestales establecidas con especies de rápido desarrollo, por ejemplo, *T. grandis* (teca) (Cabrera *et al.*, 2019). En la actualidad existe un interés increíble y gran demanda por la madera de especies forestales, por ejemplo, *T. grandis* (teca) y *Triplaris cumingiana* (Fernán Sánchez), estas especies son vitales, y tienen gran importancia por su rápido desarrollo, su madera de muy alta calidad y valor comercial.

El Ecuador tiene una variedad de climas y esto implica una distinción significativa en la versatilidad de especies específicas, incluidas las especies forestales que ocasionalmente ocurren en distintas regiones naturales, pero con un crecimiento diferenciado muy notorio (Rosado, 2017). *T. grandis*, al ser una especie forestal que se da en la costa ecuatoriana y en parte de las regiones bajas de la cordillera, presenta cierta disparidad en su desarrollo.

La madera de *T. grandis* tiene muchos usos, por ejemplo, desarrollo de construcciones, carpintería fina, fachada y madera contrachapada decorativa. Todo esto es ideal para establecer plantaciones comerciales, que pueden incorporar sistemas de plantación relacionados con cultivos perennes como el cacao (Cabrera *et al.*, 2019). Además, es importante realizar investigaciones sobre el desarrollo de esta especie, para conocer de los rendimientos de madera que obtendrán hacia el final del turno.

Esto da lugar a realizar un estudio para evaluar el desarrollo de varias plantaciones de *T. grandis* de la misma edad, instaladas en regiones con características edafoclimáticas equivalentes y con ello examinar si existe o no diferencias en el desarrollo. Las plantaciones de *T. grandis* que existen en el cantón Balzar producen más duramen que en diferentes zonas de la costa interior, por lo que se consideran verdaderamente sobresalientes en cuanto a creación de madera de calidad (Rosado, 2017). A pesar de que el desarrollo es más lento, en general tiende a producir duramen en mejores condiciones. La evaluación del desarrollo entre varias plantaciones tiene la finalidad de evaluar cuán crítico es el desarrollo de esta especie en las áreas cercanas.

CAPITULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Plantaciones forestales que no cuentan con un registro sobre su estado actual, desarrollo de los incrementos medios anuales y comportamiento de sus variables dasométricas de acuerdo a fuentes semilleras establecidas, lo que impide estimar la producción en el turno de aprovechamiento final.

1.1.2. Diagnóstico

Las plantaciones forestales de *T. grandis* son unas de las más expandidas y con buena acogida en nuestro país, y al no contar con registros publicados o disponibles sobre su comportamiento y desarrollo a lo largo de los años, pueden estar sujetas a no producir un volumen recomendable de madera, por tal motivo es imprescindible llevar un registro adecuado mediante técnicas de evaluación dasométricas que permitan estimar el volumen de madera a ser aprovechado al final de turno de la especie.

1.1.3. Pronóstico

El incremento medio anual de una plantación de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras podría ser mayor de lo esperado de acuerdo al sitio en el que se encuentran ubicadas como consecuencia de los diversos factores climáticos que intervienen para el buen desarrollo y crecimiento de la especie.

1.1.4. Formulación del problema

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

1.1.5. Sistematización del problema

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

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

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Determinar el incremento medio anual (IMA) de *T. grandis* proveniente de cinco fuentes semilleras en el cantón Balzar, provincia del Guayas.

1.2.2. Específicos

- Evaluar el promedio de las variables dasométricas de *T. grandis* asociadas al crecimiento de cinco fuentes semilleras, establecidas en el cantón Balzar.
- Comparar el incremento medio anual (IMA) de *T. grandis* obtenido de cinco fuentes semilleras, en el cantón Balzar.

1.3. Justificación

La especie *T. grandis* L, f. (Teca) es una especie que provee una de las maderas más apreciadas y deseadas a nivel mundial, debido a los usos que tiene y a las características únicas en cuanto a color y durabilidad, cumpliendo así exigencias en cuanto a estándares y características de alta calidad de sus derivados, sin embargo establecer una plantación forestal conlleva grandes desafíos que permitan alcanzar y garantizar altos rendimientos de madera en el turno final, lo cual dependerá de los requerimientos climáticos que demande la especie para su óptimo desarrollo y de las fuentes semilleras de las que provienen, a fin de obtener mayores beneficios económicos a la hora de su aprovechamiento ya que la actividad forestal representa una importante fortaleza para el sostén económico y social de cualquier país desarrollado o en vía de desarrollo.

Conocer el comportamiento de una plantación forestal se ha vuelto cada vez más difícil, debido a que, las personas naturales normalmente no consideran necesario establecer parcelas permanentes en sus plantaciones para realizar los debidos monitoreos, no realizan los manejos silvicultores adecuados que permitan un buen rendimiento en el desarrollo de la especie,.

Las plantaciones forestales tienen una gran demanda en el mundo por lo que llevar el registro de su incremento medio anual a través de los años es de mucha importancia en el mundo forestal, ya que a través de esta información se puede estimar el volumen de madera que va adquiriendo en el paso del tiempo, de esto depende en gran medida la rentabilidad que obtendrá la plantación. La información expuesta en esta investigación tiene como finalidad dar a conocer y orientar a las personas, silvicultores, comunidad universitaria y científica, en la toma de decisiones a la hora de establecer una plantación, sobre la importancia del monitoreo constante de las especies forestales así como el registro del datos que permitirán conocer el incremento medio anual de las mismas.

CAPITULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA
INVESTIGACIÓN

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Especies Forestales

El término especies forestales se refiere a los árboles maderables con potencial comercial. Las plantas forestales nos suministran madera, medicina y alimentos, como también bellos paisajes en diferentes lugares. Lo que ocurre, es que la utilización de las plantas forestales para diferentes fines, y su masivo consumo por parte del hombre, provoca la necesidad de instalar lugares donde podamos aumentar su número y cultivar grandes cantidades de los mismos, para luego trasladarla a los lugares donde terminaran de desarrollarse (Moreira y Ruales, 2015).

2.1.2. *Tectona grandis* L.f. (teca)

T. grandis, es uno de los más significativos y el principal símbolo maderable del país. La demanda financiera maderable del Ecuador en este momento crece en gran medida en todo el mercado mundial de madera de *T. grandis* (Bravo y Quimis, 2015).

Así es como *T. grandis* ha adquirido un prestigio increíble a nivel mundial por la gran calidad de su madera, además de su atractivo y resistencia, ya que cuenta con una extraordinaria protección contra el ataque de parásitos, hongos e insectos, siendo considerada una de las maderas más importantes del mundo (Hernández, 2017).

El interés en exteriorizar su establecimiento, creación, producción, comercialización y exportación se debe al gran interés que existe por esta madera en las naciones euroasiáticas, como India, China, Emiratos Árabes Unidos, entre otras. Desde los años 90 del siglo XX hasta la actualidad, los principales compradores de madera de *T. grandis* han sido los hindúes (Bravo y Quimis, 2015).

2.1.3. Descripción taxonómica

Según Hernández, (2017) *T. grandis* presenta la siguiente descripción taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Género: *Tectona*

Especie: *grandis*

Determinante: L.f.

Nombre científico: *Tectona grandis* L.f.

Nombre común: teca

2.1.4. Descripción botánica

Los árboles de *T. grandis* tienen un fuste recto y alto. En bosques del espacio natural de la especie, los árboles predominantes miden entre 25 m y 30 m de altura y 55 cm, a 80 cm, diámetro; sin embargo, se han registrado árboles de mayores longitudes, con fustes limpios de las ramas hasta una altura de 30 m y bordes entre 4,5 m y 6 m (de 1,43 m a 1,91 m de DAP). La corteza externa es de color marrón claro, estratificada y agrietada, con corteza interior blanquecina. La copa es angosta cuando es joven y razonablemente ancha en la edad adulta, hojas simples, ovalada, opuestas, grandes, color verde opaco y áspero en el haz, blanquecino y tomentoso en el envés, caducifolio. Pequeñas flores blanquecinas reunidas en panículas terminales erectas. El fruto es una drupa de color café con una pequeña semilla oleaginosa bastante dura (Hernández, 2017).

2.1.5. Ecología y distribución de la especie

T. grandis se encuentra en estado natural en la India, Birmania, Tailandia, Indochina y Malasia. Esta especie ha sido ampliamente distribuida en República Dominicana, Colombia, Cuba, Venezuela, Puerto Rico, Jamaica, Costa Rica, Guayana Francesa, México, Haití, El Salvador, Honduras, Brasil, Perú, Ecuador entre otros lugares en nuestro país se la encuentra en la región costa (Vinueza, 2012).

2.1.6. Características edafoclimáticas

De acuerdo con Vinueza (2012) *T. grandis* requiere las siguientes condiciones edafoclimáticas para su desarrollo y crecimiento:

Altitud: 0- 800 msnm

Precipitación: 1.000 – 2.200mm

Temperatura: 22 – 28 °C

Topografía: Plana a levemente ondulada

pH: De 5,0 a 8,5 pero se desarrolla mejor con un pH de 6,5 a 7,5

Suelos: Profundos, francos bien desarrollados, drenados y aireados.

2.1.7. Requerimientos edáficos

Distingue suelos arenosos o franco arenosos, muy bien desarrollados, a su alrededor, drenados y aireados, mucho más en el caso de que sean aluviales. Puede adaptarse a suelos pobres y suelos calcáreos. Se acomoda a un gran amplio surtido de suelos con un buen drenaje interior y en espacios de suelos arcillosos pesados. Se adapta a suelos arenosos de tierra arcillosa, con un valor de pH de 5,0 a 8,5 sin embargo, sin embargo se desarrolla mejor en suelos con un valor de pH de 6,5 a 7,5. Se inclina hacia suelos de un metro de profundidad para desarrollar sus raíces; no soporta agua estancada, ni arcilla anaeróbica. En suelos con poca fertilidad tiene menor desarrollo y estatura (Floréz *et al.*, 2014).

2.1.8. Usos locales de la madera

Se utiliza para las cubiertas de aeronaves, barcos y otras embarcaciones enormes. Se usa para pisos, ebanistería, montones, vehículos y durmientes de vías de ferrocarril, desarrollo de interiores, construcciones pesadas expuestas a la intemperie, contornos de entradas y ventanas, tornería, cortes, muebles y marcos. Es increíblemente razonable para tanques, tinas, baños, cocinas, para asientos de centros de investigación y plantas sintéticas (debido a su alta protección contra los ácidos), estacas, contornos de casas y láminas iluminadoras, muelles, parquet, postes de líneas de transmisión eléctrica, instrumentos musicales entre otros (Quintero *et al.*, 2012).

2.1.9. Usos no-maderables

El aserrín de madera de *T. grandis* se utiliza como incienso en Java. Se ha utilizado una pasta en polvo de madera contra migrañas, tumores y dermatitis. El aceite de madera se

ha utilizado durante bastante tiempo como tónico para el cabello. Las hojas se utilizan en Tailandia para envolver la carne, extraer colores y, en cualquier caso, para fármacos. También se puede separar la lignina y la vainillina; la vainillina se utiliza como condimento en la industria de alimentos, en variedades de comidas y refrescos debido al increíble reconocimiento de su sabor y fragancia, principalmente en las empresas de yogur helado, confitería y heladería. Las flores se utilizan para tratar bronquitis y problemas urinarios. Las flores y las semillas se consideran diuréticos. Los concentrados de hojas podrían tener éxito contra la tuberculosis micro bacteriana (Quintero *et al.*, 2012).

2.1.10. Calidad de sitio

La calidad de un sitio está definida por la combinación de factores bióticos y abióticos, en otras palabras, se refiere a la interacción de factores ambientales como clima, suelos (con todas sus características y elementos), pendiente, relieve y elevación. Todos estos factores determinan no solo las especies forestales que pueden crecer, sino también cuán rápido y qué tan bien. La calidad de un sitio forestal, determina la máxima producción de madera o biomasa que es posible cosechar en un tiempo dado en un sitio en particular. Según sea la calidad del sitio, así será el crecimiento y rendimiento en productos de una determinada especie en ese sitio (Ramirez, 2017).

2.1.11. Manejo de la especie en vivero y problemas fitosanitarios

La producción de plántulas se realiza directamente en bolsas, con dos a tres semillas por bolsa o en cajas germinadoras. En los germinadores una vez que las plántulas alcancen de 2.5 a 3 cm de altura y tengan de dos a tres hojas cotiledóneas son trasplantadas a bolsas. Para el mejor desarrollo de la especie requiere sustratos ligeramente ácidos pH de 5.5 a 6 conteniendo micorrizas. Las plantas están listas para ser plantadas en el sitio definitivo una vez que alcanzan de 25 cm de altura, lo que tarda de cinco a seis meses. Algunos insectos se alimentan de las plántulas, tal es el caso de la mariposa (*Rhyacionia* spp.), que causa daño a las yemas terminales (Gonzales, 2020).

2.1.12. Actividad forestal

La actividad forestal representa una importante fortaleza para el sostén económico y social de cualquier país desarrollado o en vía de desarrollo, no solo por los beneficios

económicos que originan y el empleo mano de obra, sino también por las importantes funciones de los bosques en la regulación de los ecosistemas y protección del medio ambiente en cuanto al incremento de la biodiversidad, belleza escénica y paisajística, la recreación, así como captura del dióxido de carbono atmosférico (González, 2017).

2.1.13. Problemática de semillas forestales en el Ecuador

La problemática de la semilla forestal en el Ecuador, es poco analizada a pesar de que constituye el núcleo de la actividad de forestación y reforestación, como consecuencia de ello se tiene un bajo rendimiento en las plantaciones forestales como también problemas ecológicos como la degradación de los suelos y baja diversidad de especies. La cadena de abastecimiento de germoplasma forestal en Ecuador, presenta los siguientes problemas: a) Poca disponibilidad de semillas forestales; b) Desconocimiento de las técnicas de producción, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales; c) Venta informal de semillas, prevaleciendo una cultura de adquirir semillas por precio y no por calidad; d) Inexistencia de calendarios fenológicos adecuados para la recolección oportuna del material; e) Poca disponibilidad de fuentes semilleras y de árboles semilleros; f) Inexistencia de un registro nacional de fuentes semilleras clasificadas y evaluadas (Maldonado, 2015).

2.1.14. Importancia de las fuentes semilleras

La importancia de las mejores fuentes de semilla y su evaluación y su selección forma uno de los principales componentes de cualquier programa de semillas forestales. Todo programa de reforestación debe considerar esta etapa fundamental, con el propósito de obtener el material genético a corto plazo mientras los programas de mejoramiento aportan a los resultados para establecer sistemas más avanzados y sofisticados, que suministren semilla de calidad reconocida (Valenzuela, 2009).

2.1.15. Tipos de fuentes semilleras

2.1.15.1. Huerto semillero comprobado

Se caracteriza por ser una plantación de árboles excepcionalmente seleccionados, separados para minimizar la contaminación con el polen de árboles inferiores y

manejados seriamente para producir abundante e incesantes semillas; y deberá tener los siguientes atributos (Herrera, 2016):

- Estar compuesto por individuos o clones que hayan sido evaluados hereditariamente a través de pruebas de progenie y descontaminados genéticamente mediante aclareos; con la finalidad de eliminar individuos inferiores.
- Tener un espacio mínimo de 1 ha; con al menos 20 individuos en plena capacidad de reproducción; cuando se reproducen de forma asexual.
- Mantener una separación base de treinta metros entre dos individuos (ramas) de un clon similar, con la finalidad de apoyar la fertilización entre varias ramas de distintos clones.
- Estar separados básicamente dentro de un radio de 500 metros de individuos de la misma especie o de diferentes especies fuera del vivero, con la plena intención de disminuir el peligro de cruzamiento o contaminación con individuos no deseados.

2.1.15.2. Huerto semillero no comprobado

Es aquel que está compuesto por individuos o clones que han sido evaluados genéticamente a través de pruebas de progenie y depurados genéticamente; mediante aclareos, con el objetivo de eliminar individuos de segunda clase, pero que no han pasado por depuraciones genéticas (Herrera, 2016).

2.1.15.3. Rodales semilleros

Es un rodal predominante, mejorado por la eliminación de árboles inferiores y luego supervisados para una producción temprana y abundante de semillas; y debe tener las siguientes características (Herrera, 2016):

- Proceder al menos treinta arboles no emparentados.
- Los arboles deberán poseer mejores características que la de los rodales presentes en unidades ecológicas similares.
- El número de individuos por hectárea normalmente no deberá ser menor a 75, y en casos excepcionales no podrá ser menor a 20 individuos, en lo que se refiere a especies que tengan una alta producción de semillas.

- El 50% de los árboles que componen el rodal, deberán haber alcanzado su máxima capacidad de producción de semillas.
- Para disminuir el peligro de cruzamiento o contaminación con individuos no deseados entre especies similares o especies diferentes fuera del vivero, debe confinarse en al menos 500 metros a la redonda.

2.1.15.4. Fuente semillera seleccionada

Se trata de rodales que no satisfacen al menos una de las necesidades establecidas para los rodales semilleros, principalmente por no tener un confinamiento suficiente, por debajo de 75 árboles aceptables por hectárea o porque aún no han sido sometidos a aclareos de depuración. Las fuentes de semillas elegidas se establecerán a partir de rodales naturales y plantaciones de cualquier tipo; deberán tener las siguientes características (Herrera, 2016):

- Dentro del área ecológica o región de procedencia el rodal deberá ser superior a otros.
- La base genética deberá ser extensa, con al menos 200 individuos por hectárea para plantaciones forestales.
- Deberán haber al menos 50 árboles por hectárea que cumplan con las características fenotípicas deseables según la especie.

2.1.15.5. Fuente semillera identificada

Se componen de conjuntos de árboles fenotípicamente admisibles por su bajo espesor, por ocupar poca área y/o por no contener un número suficiente de árboles satisfactorios por hectárea, deben reconocerse brevemente como áreas productoras de semillas, ante la ausencia de diferentes fuentes. Se creará a partir de grupos de árboles con atributos fenotípicos deseables, que se encuentran en áreas pequeñas y con el argumento de que definitivamente no hay un número adecuado de árboles en buen estado (Herrera, 2016).

2.1.16. Crecimiento e incremento del árbol

Si se considera el crecimiento en altura, en diámetro normal, o en volumen, como una función de la edad del árbol se verá que estas magnitudes muestran un crecimiento similar

a una curva sigmoïdal. La tendencia de expansión prevalece al principio de vida de un árbol, mientras que la declinación del crecimiento llega a ser prominente al final. La característica es que la expansión de crecimiento es proporcional al tamaño actual del árbol. La declinación del crecimiento de árboles individuales parece ser más variable y puede estar dado con igual exactitud pero con una variedad de expresiones. En árboles maduros, el crecimiento se expresa normalmente en términos de volumen (Meza, 2016).

2.1.17. Incremento medio anual

Bajo el término del desarrollo de un árbol o un bosque, comprendemos por completo la maravilla del desarrollo del árbol o bosque observado en ellos íntegramente. El desarrollo de un árbol o un bosque están representado por su crecimiento; en consecuencia hablamos del avance del árbol en altura y diámetro, y del desarrollo en volumen de un árbol o de un bosque, al referirse al crecimiento. A medida que un árbol crece, sus medidas aumentan en (diámetro, altura y volumen). Este desarrollo del árbol en un período de tiempo específico se llama incremento. Los términos que lo acompañan deben estar separados: incremento del árbol en medida, incremento del árbol en altura, incremento del árbol en volumen. Por similitud hablamos del incremento de un bosque (Rosado, 2017).

2.1.18. Muestra

2.1.18.1. Muestreo en Inventarios Forestales

El muestreo estadístico es una herramienta de mucha utilidad en la mayoría de los inventarios forestales, por razones económicas y de tiempo. Las poblaciones objeto de inventario, por ejemplo poblaciones de parcelas forestales, poblaciones de árboles para la construcción de tablas de volúmenes o para evaluación de cortas, etcétera, son normalmente demasiado grandes para ser enumeradas completamente o para censarlas, razón por la cual es conveniente recurrir al muestreo, ya que éste nos proporciona la información necesaria a un costo mucho menor y con mayor rapidez (Canales, 2013).

2.1.18.2. Objetividad del Muestreo

El muestreo debe ser objetivo para no introducir sesgos personales en las estimaciones. Un inventario forestal que emplee parcelas seleccionadas subjetivamente, por ejemplo

selección basada en la experiencia y el conocimiento del área por parte del diseñador, no puede dar estimaciones válidas. Objetividad no siempre es sinónimo de estimación insesgada de parámetros. Puede usarse deliberadamente una estimación no centrada, sabiendo que la cuantía del sesgo es menor que un límite dado. La estimación de razón es un tipo de estimación sesgada, que es útil en muchos casos (Cruz, 2018).

Muchos diseños de muestreo sistemáticos son objetivos y dan estimaciones insesgadas, el único inconveniente de las muestras de este tipo es que su falta de aleatoriedad impide la exacta aplicación de la teoría estadística del muestreo y las estimaciones de los errores pueden tener sesgos, pero en ocasiones producen estimadores tan buenos y aún mejores que el muestreo aleatorio (Cruz, 2018).

2.1.18.3. Diseño de muestreo

Un diseño de muestreo debe ir acorde con los objetivos del inventario y estar determinado por la clase de unidades de muestreo, su tamaño y forma, o si se basan en área, el número de ellas a utilizar y la manera de selección y distribución resultante en el área del bosque, seguido por los procedimientos de medición en las unidades seleccionadas y el análisis de los datos resultantes, así como un informe final del trabajo (Robledo, 2015).

2.1.19. Tipos de muestreo

El inventario de las unidades de vegetación o tipos de vegetación se realizará a través de la técnica del muestreo, la cual consiste en levantar información cuantitativa y cualitativa en pequeñas áreas representativas, con el objeto de poder estimar los valores de sus parámetros. Para fines de la presente guía, se propone el uso de los siguientes tipos de muestreo: (Cuñaqui, 2011).

2.1.19.1. Muestreo aleatorio simple

Es un muestreo en el que los sitios a muestrear se eligen al azar. Es un método clásico probabilístico en el cual no se aplica el factor humano. En este muestreo todos los sitios de muestreo (n) tendrán la misma probabilidad de ser elegidos de una población (N). La elección de cada sitio de muestreo debe ser independiente de la elección de los demás sitios de muestreo. Se aconseja que el muestreo se realice sin remplazo (Castillo, 2011).

2.1.19.2. Muestreo aleatorio estratificado

Este tipo de muestreo implica que la distribución de muestras sigue un patrón sistemático al interior de cada estrato. Es preferido no solo porque permite detectar variaciones dentro de cada estrato, sino también por su aplicación más sencilla en el campo en condiciones poco accesibles. Asimismo, según el patrón espacial de los individuos, ofrece una mejor estimación que el muestreo sistemático sin estratificar (Ochoa, 2015).

2.1.20. Formas de evaluación

2.1.20.1. Evaluación directa

La evaluación directa está basada en mediciones que se obtienen de forma inmediata al tomar mediciones o hacer conteos sobre el recurso que nos interesa. Por ejemplo: cuando empleamos una forcípula (ver más adelante “Instrumentos de medición”) para determinar el diámetro de un árbol, estamos haciendo una evaluación directa porque el dato obtenido expresa inmediatamente el diámetro del árbol (Murillo, 2012).

2.1.20.2. Evaluación Indirecta

La evaluación indirecta se basa en mediciones que nos permiten inferir los datos del recurso de una manera menos inmediata. Tendremos que primero efectuar cálculos con estos datos para obtener entonces lo que nos interesa sobre el recurso. Por ejemplo: cuando empleamos una fotografía aérea o una imagen de satélite para evaluar un recurso forestal como puede ser el bosque, obtendremos datos que nos permitirán conocer o evaluar la condición del recurso indirectamente (Murillo, 2012).

2.1.21. Tipos de parcelas

2.1.21.1. Parcelas temporales

Pueden proporcionar un arreglo rápido en circunstancias en las que no hay información sobre el desarrollo forestal. Estas parcelas se estiman solo una vez, pero cubren una amplia gama de edades y lugares. La principal restricción de las parcelas temporales es el hecho de que no brindan datos sobre las tasas de desarrollo; por lo que no se sugieren

normalmente. Se puede lograr una compensación mediante la utilización de un sistema de parcela de muestreo que se mantenga al día con las ventajas de las parcelas permanentes, como por ejemplo la adquisición de tasas de desarrollo y de las parcelas transitorias, como como la espera mínima por la información (Véliz, 2010).

2.1.21.2. Parcelas permanentes

En el caso de las parcelas arboladas permanentes, la observación o investigación continua y precisa a largo plazo alude a estudios donde las mismas parcelas se cesan progresivamente durante bastante tiempo. Un problema continuo en los estudios de variedades de árboles a largo plazo es el cambio concebible en los sistemas para la remediación de árboles durante los nuevos censos. Tales cambios metodológicos en varias fases de la observación de bosques disminuyen la fuerza y precisión de la información registrada (Hernández y Reyna, 2016).

2.1.22. Forma de las parcelas

2.1.22.1. Cuadradas

Los cuadrados son los que menos se han utilizado, la explicación es que, para delimitarlos en el suelo, es importante trazar el cuadro "a rumbo y distancia", que, comúnmente, en paisaje duro "no cierra", cambiando de esta manera la superficie establecida para el sitio, en lo que respecta a sitios algo grandes, ya que en superficies pequeñas (100 m²) se puede considerar que la delimitación se gestiona sin mucho peligro de error (Contreras, 2012).

2.1.22.2. Circulares

Las parcelas circulares son los más utilizados normalmente en los inventarios de bosques en América del Norte, incluido México, y en el noroeste de Europa, particularmente Escandinavia y Finlandia, fundamentalmente en bosques de ambientes tranquilos y fríos. Su increíble fama radica en la simplicidad general de delimitarlos, ya que una vez configurada la posición de su centro, basta con "lanzar" radios desde él hacia la franja; en general, se "lanzan" e 8 a 12 radios en regiones con alto espesor de árboles y menos de 8 en bajas densidades. Los tamaños o superficies más apropiados para un sitio circular dependerán de lo que necesite evaluar (Martínez, 2014).

Los lugares circulares en muestreos sistemáticos, se encuentran en su mayor parte equidistantes a lo largo de líneas que además son equidistantes entre sí. Esto implica que la muestra quedara distribuida como círculos situados a distancias específicas en un sentido u otro, lo que permitirá una distribución amplia. En muestreos al azar, el área de los círculos que componen la muestra, depende de ocasiones irregulares que difunden los sitios sin un orden preestablecido (Martínez, 2014).

2.1.22.3. Rectangulares

Los sitios rectangulares se sugieren principalmente para inventarios en bosques apartados con un ambiente cálido-húmedo, debido a la enorme cantidad de vegetación que ocurre en este tipo de ambiente y al hecho de que levantar o establecer un sitio circular sería excepcionalmente tedioso. Los componentes de los sitios rectangulares pueden ser muy variables. Ya se utilizaban muy poco, dentro de los planes de muestreo, ya que solían ser excepcionalmente anchos, circunstancia que, al igual que los sitios cuadrados, provocó diferentes desafíos e imprecisiones en su trazo. Sea como fuere, cuando los sitios rectangulares son estrechos y comprenden fajas, son extremadamente valiosos y delimitados fácilmente (Cardona, 2011).

2.1.23. Variables dasométricas

2.1.23.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Medición tomada a una altura normal de 1,30 m sobre el nivel del suelo, pero si los árboles presentan deformaciones a esa altura, se mide el diámetro donde termina la deformación, si la bifurcación comienza por debajo de 1,30 m teniendo cada tronco el diámetro requerido será considerado un árbol. En caso de que la bifurcación comience a más de 1,30 m, el árbol se considerará uno solo (Armijos, 2013).

2.1.23.2. Altura total (h)

Distancia vertical entre el nivel del suelo y la yema terminal del árbol. Para medir la altura del árbol se utilizan diferentes aparatos forestales, entre los cuales los denominados hipsómetros son los más utilizados, que mediante una escala de medición y situándose a

una distancia conocida del árbol, lanzan una visual al ápice de la copa y la base del árbol, obteniéndose así la medida de la altura del árbol (Armijos, 2013).

2.1.23.3. Altura comercial (h)

Es la distancia vertical entre el suelo y última parte comerciable del fuste, es decir, desde la base del árbol hasta el diámetro superior mínimo de aprovechamiento (Ramirez, 2017).

2.1.23.4. Área basal (m²)

El área basal de la sección transversal del árbol aislado a 1,30 m de altura es designada como área basal del árbol, esto a pesar de que la sección transversal de los árboles no es en todos los casos totalmente circular. El área basal es significativa ya que muestra el grosor del rodal, el predominio de las especies y la naturaleza del sitio (Armijos, 2013).

2.1.23.5. Volumen (m³)

Es una medida expresada en m³ y es la variable de mayor relevancia comercial para las especies y resulta de la multiplicación de la altura, la región basal y el factor de forma, para las latifoliadas (0,60) debido a que los árboles no son cilindros exactos (Véliz, 2010).

2.2. Marco referencial

Suatunce et al., (2010), evaluaron el efecto de la densidad en el desarrollo de árboles de *T. grandis* L.f., *Cordia megalantha* S.F. Blake, *Cybistax donnell smithii* Rose y *Triplaris cumingiana* Fisch y Mey en parcelas permanentes instaladas en 1997 en el rancho La Represa. El desarrollo más alto en diámetro se obtuvo con una densidad de 123 árboles ha⁻¹ (división de 9 m x 9 m). La especie obtuvo el mayor crecimiento diámetro en este espaciamiento fue *T. grandis* con 36,53 cm, seguida por *C. donnell smithii* con 33,80 cm.

En otro estudio, se evaluó el crecimiento de las plantaciones de *T. grandis*, en la Unidad Silvícola Mayarí, zona Segundo Frente, en Santiago de Cuba, en plantaciones de cinco y trece años de edad, instaladas en suelo pardo sin carbonato, donde se levantaron parcelas elevadas temporales de formas rectangulares. Para la valoración se realizó un muestreo totalmente al azar (González, 2017).

En el estudio realizado por González (2017) se determinó la altura predominante de los 100 árboles más gruesos por cada hectárea, se infirió el volumen por hectárea a partir del volumen de las parcelas de 500 m²; el diámetro promedio para el área 1 fue de 18,8 cm y la altura promedio fue de 7 m; en el área 2 fue de 8 cm promedio para la medida de diámetro y la altura de 5 m. La estimación del desarrollo viene dado por el incremento medio anual para el diámetro fue de 1,4 cm y 1,6 cm/año y para la altura de 0,70 m y 0,96 m/año de las áreas 1 y 2, respectivamente. El incremento medio anual volumen/hectárea fue de 2,13 m³ y 6,92 m³ /ha/año.

CAPITULO III
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización y características del área de estudio

3.1.1. Localización de la zona de estudio

La investigación se llevó a cabo en el cantón Balzar, perteneciente a la provincia del Guayas dentro de los predios de la Unidad Educativa 26 de Septiembre, la cual cuenta con un área de cobertura forestal equivalente a 0,66 ha. Este trabajo se enfoca exclusivamente en el área de plantaciones que está compuesta de teca *T. grandis*. En la figura 1 se detalla el mapa de la ubicación geográfica del área de estudio.

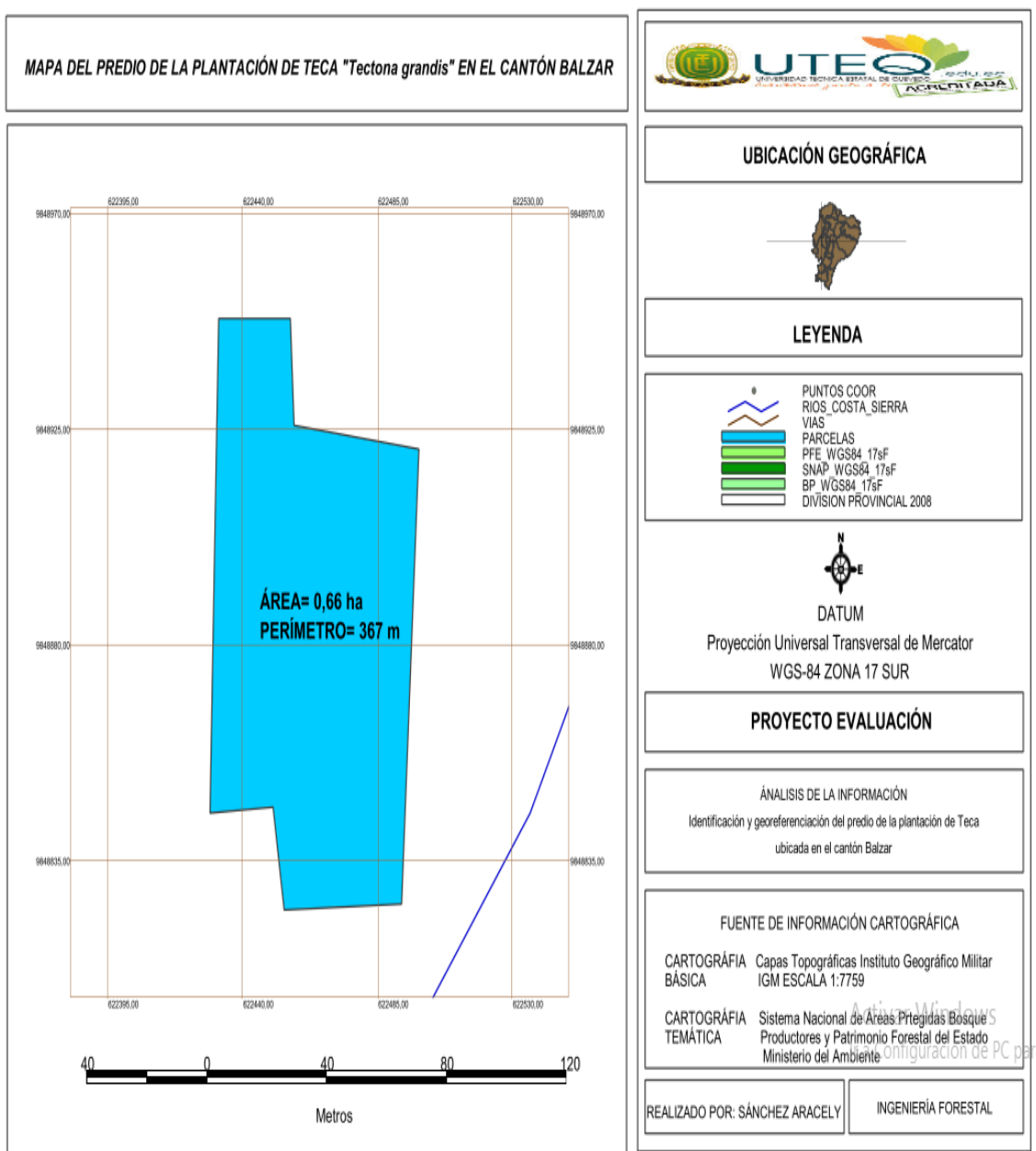


Figura 1. Localización del área de estudio en el cantón Balzar provincia del Guayas

La tabla 1 detalla las coordenadas UTM del área donde se realizó la investigación

Tabla 1. Coordenadas UTM de los vértices del polígono del área de estudio.

| COORDENADAS DEL PREDIO | | |
|-------------------------------|----------|----------|
| PUNTOS | X | Y |
| P1 | 622454 | 9848825 |
| P2 | 622450 | 9848846 |
| P3 | 622429 | 9848845 |
| P4 | 622432 | 9848948 |
| P5 | 622456 | 9848948 |
| P6 | 622457 | 9848926 |
| P7 | 622499 | 9848921 |
| P8 | 622493 | 9848826 |

3.1.2. Límites de la zona de estudio

3.1.2.1. Límites del cantón Balzar, provincia del Guayas

El cantón Balzar, provincia del Guayas, limita al norte con el cantón El Empalme, al sur con el cantón Colimes, al este con la provincia de Los Ríos, y al oeste con la provincia de Manabí.

3.1.2.2. Características edafoclimáticas

En la tabla 2 se detallan las características edafoclimáticas del cantón Balzar de la provincia del Guayas, donde por lo general el clima es seco tropical y con elevadas temperaturas gran parte del año.

Tabla 2. Características edafoclimáticas del cantón Balzar provincia del Guayas

| Parámetro | Variable |
|-------------------------|------------------------------|
| Precipitación anual | 1821,0 mm |
| Altitud | 40 m.s.n.m |
| Temperatura media anual | 26,1 °C |
| Humedad relativa | 81,6% |
| Textura de suelo | Arcilloso a arcilloso-limoso |

Fuente: INAMHI (2018).

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter cuantitativo, deductivo y analítica, ya que permitió analizar el problema, y hacer uso de las variables dasométricas registradas en el campo, para conseguir los incrementos medios anuales (IMA) de la plantación.

3.3. Métodos de investigación

En la presente investigación se emplearon los métodos, de observación, deductivo e inductivo, ya que por medio del análisis de las variables dasométricas de la plantación de *T. grandis* se logró determinar el incremento medio anual (IMA) obtenido durante los años transcurridos.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Se recopiló información a través de artículos, tesis, libros y portales web los mismos que permitieron desarrollar cada una de las etapas del proyecto.

La información se obtuvo directamente de la medición de la circunferencia de cada árbol a una distancia de 1,30 m del suelo a la altura del pecho, dentro de la unidad de muestreo establecida en el sitio. Estos datos fueron registrados bajo la modalidad de inventarios en el cual se evaluarán los 21 años de la plantación.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones (tabla 3) donde se utilizó la prueba de “t” Student al 5% de probabilidad de error, para las comparaciones y análisis de las medidas de los tratamientos se utilizó el programa estadístico InfoStat estudiantil versión 2020, donde se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, y Kruskal Wallis de las variables dasométricas.

Tabla 3. Técnica de análisis de varianza factorial (ANOVA), utilizada para evaluar las correlaciones entre las variables.

| F.V. | | G.L. |
|--------------|---|------|
| REPETICIONES | $GL_{REPETICIONES} = R - 1 = 3 - 1 =$ | 2 |
| TRATAMIENTOS | $GL_{TRATAMIENTOS} = T - 1 = 5 - 1 =$ | 4 |
| ERROR | $GL_{ERROR} = GL_{TOTAL} - GL_{REP} - GL_{TRAT} = 14 - 2 - 4 =$ | 8 |
| TOTAL | $GL_{TOTAL} = T * R = (5 * 3) - 1 =$ | 14 |






3.5.2. Muestra

En el área de estudio se establecieron 15 parcelas cuadradas de 400 m², distribuidas en tres bloques, a través de las cuales se logró registrar las variables diámetro, altura total y altura comercial de cada árbol, que se encuentran dentro de cada parcela sin tomar en cuenta los árboles que quedan al borde de cada unidad de muestreo. Además se registraron las coordenadas UTM del área de investigación.

3.5.3. Diseño de la muestra

En la tabla 4 se muestra el diseño de muestreo que se utilizó para este ensayo donde se registraron los datos de las variables dasométricas en forma de zigzag, el mismo que está constituido por tres bloques y 15 parcelas experimentales cuadradas de 400 m², cinco parcelas en cada bloque.

Tabla 4. Diseño de muestreo del área de estudio

| REGISTRO DE DATOS | | |
|---|--|--|
| BLOQUE I | BLOQUE II | BLOQUE III |
| Parcela | Parcela | Parcela |
|  1 |  10 |  11 |
| 2 | 9 | 12 |
| 3 | 8 | 13 |
| 4 | 7 | 14 |
|  5 | 6 |  15 |

3.5.4. Fuentes semilleras

La plantación de *T. grandis* se estableció en el año 2000, la misma que en la actualidad cuenta con 21 años, por ende para el cálculo del IMA se requirió de la edad de la plantación y el valor de las variables dasométricas. En la (tabla 5) se detalla el material

vegetativo experimental que se utilizó en la presente investigación el mismo que está conformado por las siguientes fuentes semilleras:

Tabla 5. Fuentes semilleras de distintas procedencias empleadas para establecer la plantación de *T. grandis* en estudio.

| Nº | PROCEDENCIA | 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. Instrumentos de investigación

Los instrumentos de investigación fueron la observación directa, el registro de datos a través del uso de cinta diamétrica, hipsómetro y GPS, y el análisis de los datos obtenidos de la plantación mediante el empleo de herramientas informáticas

3.7. Tratamiento de los datos

El registro, tabulación y codificación de datos se realizó a través de las herramientas estadísticas como Excel e Infostat, la cual permitió ordenar los datos para comparar y obtener así los resultados, de la misma manera a través del programa informático gvSIG se diseñó el mapa del área de estudio.

3.8. Fórmulas utilizadas para de las variables dasométricas

Fórmula del promedio

$$x = \frac{\sum x_i}{n}$$

Donde:

x= Promedio

Σx = Sumatoria de los diámetros

n= Número de árboles

Fórmula del Área basal

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

Donde:

g= área basal

π = Pi

DAP²= diámetro

Fórmula del volumen

$$V = g * h * f$$

Donde:

V= Volumen (m³)

g= área basal

h= altura total

f= factor de forma

Incremento Medio Anual (IMA)

$$IMA = AB / T$$

Donde:

IMA= incremento medio anual

AB= área basal

T= edad (años)

3.9. Recursos humanos y materiales

Materiales de campo

- Receptor GPS navegador
- Cinta diamétrica
- Hipsómetro
- Hojas de registro
- Lapiceros
- Cámara fotográfica

Materiales de oficina

- Ordenador
- Software estadístico (GvSIG, Excel)
- CD's
- Impresora

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del promedio de las variables dasométricas de *T. grandis* asociadas al crecimiento de cinco fuentes semilleras, establecidas en el cantón Balzar.

4.1.1. Prueba de normalidad

En la tabla 6 se observan los resultados e histogramas de frecuencia (figura 2) realizados mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, de las variables dasométricas como diámetro (cm) y altura total (m) las cuales cumplen con los supuestos de normalidad, mientras que la altura comercial (m), área basal (m²), volumen total (m³) y volumen comercial (m³) no cumplen con los supuestos de normalidad.

Tabla 6. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de las variables dasométricas de *T. grandis* a los 21 años de edad.

| Variable | n | Media | D.E. | W* | p(Unilateral D) |
|----------|----|-------|------|------|-----------------|
| DAP | 96 | 21,34 | 3,39 | 0,96 | 0,0879 |
| HT | 96 | 16,86 | 3,02 | 0,95 | 0,0087 |
| HC | 96 | 7,03 | 2,11 | 0,88 | <0,0001 |
| G | 96 | 0,04 | 0,01 | 0,94 | <0,0001 |
| VT | 96 | 0,44 | 0,19 | 0,92 | <0,0001 |
| VC | 96 | 0,19 | 0,1 | 0,92 | <0,0001 |

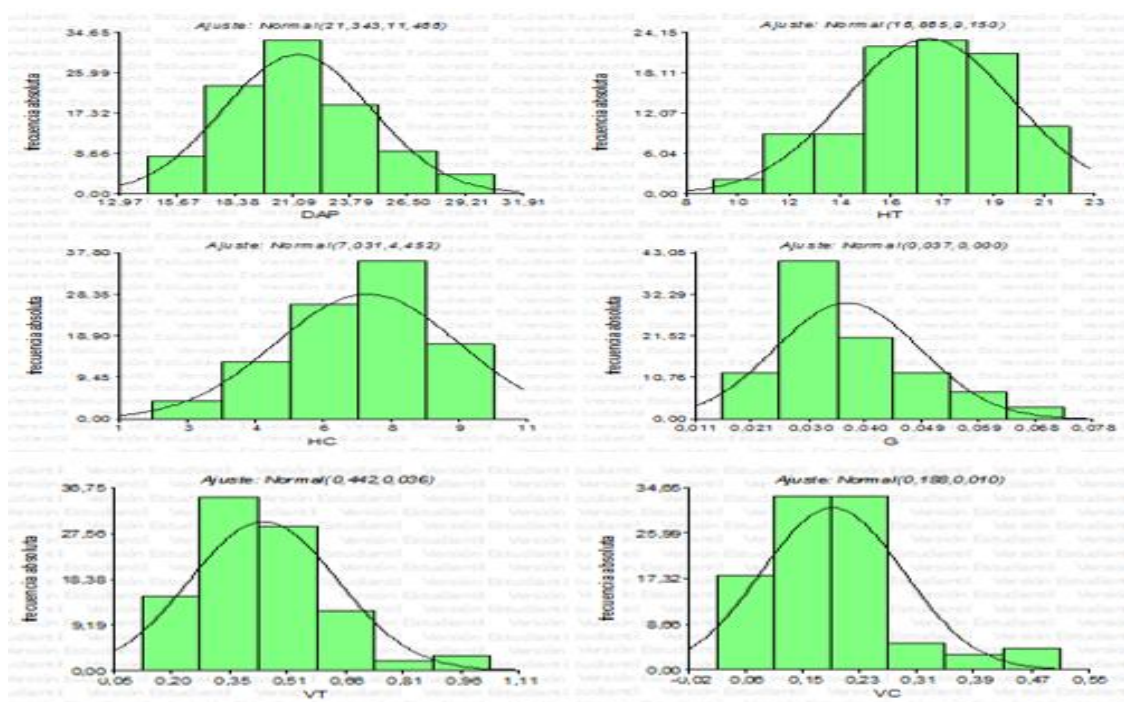


Figura 2. Histogramas de distribución de frecuencias en las variables a= DAP (diámetro a la altura del pecho), b= HT (altura total), c= HC (altura comercial), d= G (área basal), e= VT (volumen total), f= VC (volumen comercial).

4.1.2. Diámetro (cm)

Se determinó el incremento medio anual (IMA) de cada una de las variables dasométricas a través del registro y análisis estadístico del crecimiento de los árboles alcanzados hasta el año 2020, en la tabla 7 se especifican los resultados obtenidos del análisis de varianza realizado mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) para la variable DAP (cm) la misma que no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, por lo tanto la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 obtuvo una (media=22,94 cm), seguido la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con una (media= 22,03 cm), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con una (media= 21,04 cm), Parrita Quepos Puntarenas con una (media= 21,02 cm), y la procedencia Quevedo provincia de Los Ríos con una (media= 20,01 cm).

Tabla 7. Análisis de varianza realizados mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) para la variable del diámetro de *T. grandis* a los 21 años de edad.

| N° | Tratamientos | media | |
|-----------------------|---|---------------|---|
| T1 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 21,04 | a |
| T2 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 22,94 | a |
| T3 | Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 22,03 | a |
| T4 | Parrita Quepos Puntarenas | 21,02 | a |
| T5 | Quevedo provincia de Los Ríos | 20,01 | a |
| Medida General | | 21,41 | |
| P | | 0,0886 | |
| CV% | | 15,51 | |

4.1.3. Altura Total (m)

En la tabla 8 se muestran los resultados del análisis de varianza realizado mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) para la altura total (m) la misma que presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, los valores más altos estuvieron asociados a la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con una (media=18,56 m), seguido la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con una (media= 17,65 m), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con una (media= 16,53 m), Quevedo provincia de Los Ríos con una (media= 16,25 m) y la procedencia Parrita Quepos Puntarenas con una (media= 15,73 cm).

Tabla 8. Análisis de varianza realizados mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) para la variable de altura total de *T. grandis* a los 21 años de edad.

| N° | Tratamientos | media | | |
|-----------------------|---|---------------|---|---|
| T1 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 16,53 | a | b |
| T2 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 17,65 | a | b |
| T3 | Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 18,56 | a | |
| T4 | Parrita Quepos Puntarenas | 15,73 | b | |
| T5 | Quevedo provincia de Los Ríos | 16,25 | a | b |
| Medida General | | 16,94 | | |
| P | | 0,0239 | | |
| CV% | | 17,24 | | |

4.1.4. Altura Comercial (m)

En la tabla 9 se detallaron los promedios obtenidos mediante la prueba de Kruskal Wallis, para la altura comercial de *T. grandis* a los 21 años de edad la misma que presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, para la altura comercial (m) los valores más altos estuvieron asociados a las procedencias de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias= 8,12 m y rangos= 61,47), seguido de la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias= 8,00 m y rangos= 61,14), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias= 7,16 m y rangos= 50,71), Quevedo provincia de Los Ríos con (medias= 6,45 m y rangos= 41,08), la procedencia Parrita Quepos Puntarenas mostro los valores más bajos con (medias= 5,82 m y rangos= 32,98). Cuatro de los cinco tratamientos superaron a la medida general de 7,11 m altura comercial.

Tabla 9. Análisis estadísticos de las variables dasométricas, mediante la prueba de Kruskal Wallis para la altura comercial de *T. grandis* a los 21 años de edad, $H= 15,76$ $P=<0,0018$.

| Tratamientos | N | Media | D.E | Mediana | Rango | | |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---|---|
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 19 | 7,16 | 2,14 | 8 | 50,71 | b | c |
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 17 | 8,12 | 1,8 | 8 | 61,47 | c | |
| Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 18 | 8,00 | 1,53 | 8 | 61,14 | c | |
| Parrita Quepos Puntarenas | 22 | 5,82 | 2,13 | 6 | 32,98 | a | |
| Quevedo provincia de Los Ríos | 20 | 6,45 | 2,01 | 6 | 41,08 | a | b |
| Medida General | 19,20 | 7,11 | 1,92 | 7,20 | 49,48 | | |

n= número de observaciones; D.E= desviación estándar; H y p= Estadísticos de probabilidades

4.1.5. Área Basal (m²)

En la tabla 10 se observan los promedios obtenidos mediante la prueba de Kruskal Wallis, para el área basal de *T. grandis* a los 21 años de edad la misma que presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, para el área basal los valores más altos estuvieron asociados a las procedencias de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias= 0,04 m² y rangos= 58,50), seguido de la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias= 0,04 m² y rangos= 55,81), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias= 0,04 m² y rangos= 46,82), Parrita Quepos Puntarenas con (medias= 0,04 m² y rangos= 44,02), la procedencia de Quevedo provincia de Los Ríos mostro los valores más bajos con (medias= 0,04 m² y rangos= 39,95).

Tabla 10. Análisis estadísticos de las variables dasométricas, mediante la prueba de Kruskal Wallis para el área basal de *T. grandis* a los 21 años de edad, H= 5,95 P= <0,2022.

| Tratamientos | N | Media | D.E. | Mediana | Rango | |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----|
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 19 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 46,82 | a b |
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 17 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 58,50 | b |
| Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 18 | 0,04 | 0,01 | 0,04 | 55,81 | a b |
| Parrita Quepos Puntarenas | 22 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 44,02 | a b |
| Quevedo provincia de Los Ríos | 20 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 39,95 | a |
| Medida General | 19,20 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 49,02 | |

n= número de observaciones; D.E= desviación estándar; H y p= Estadísticos de probabilidades

4.1.6. Volumen Total (m³)

En la tabla 11 se exponen los resultados obtenidos mediante la prueba de Kruskal Wallis, para el volumen total de *T. grandis* a los 21 años de edad la misma que presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, para el volumen total (m³) los valores más altos estuvieron asociados a las procedencias de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias= 0,54 m³ y rangos= 59,29), seguido de la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias= 0,50 m³ y rangos= 61,19), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias= 0,41 m³ y rangos= 45,08), Parrita Quepos Puntarenas con (medias= 0,41 m³ y rangos= 41,64), la procedencia Quevedo provincia de Los Ríos mostro los valores más bajos con (medias= 0,37 m³ y rangos= 38,70). Dos de los cinco tratamientos superaron a la medida general de 0,45 m³ altura comercial.

Tabla 11. Análisis estadísticos de las variables dasométricas, mediante la prueba de Kruskal Wallis para el volumen total de *T. grandis* a los 21 años de edad, H= 10,39 P= <0,0344.

| Tratamientos | N | Media | D.E | Mediana | Rango | |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----|
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 19 | 0,41 | 0,11 | 0,39 | 45,08 | a b |
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 17 | 0,54 | 0,24 | 0,49 | 59,29 | b |
| Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 18 | 0,50 | 0,15 | 0,49 | 61,19 | b |
| Parrita Quepos Puntarenas | 22 | 0,41 | 0,23 | 0,37 | 41,64 | a |
| Quevedo provincia de Los Ríos | 20 | 0,37 | 0,14 | 0,38 | 38,70 | a |
| Medida General | 19,20 | 0,45 | 0,17 | 0,42 | 49,18 | |

n= número de observaciones; D.E= desviación estándar; H y p= Estadísticos de probabilidades

4.1.7. Volumen Comercial (m³)

En la tabla 12 se observan los resultados de los promedios obtenidos mediante la prueba de Kruskal Wallis, para el volumen comercial de *T. grandis* a los 21 años de edad la misma que presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, para el volumen comercial (m³) los valores más altos estuvieron asociados a las procedencias de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (medias= 0,25 m³ y rangos= 62,26), seguido de la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (medias= 0,22 m³ y rangos= 60,86), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (medias= 0,18 m³ y rangos= 47,26), Parrita Quepos Puntarenas con (medias= 0,16 m³ y rangos= 37,75), la procedencia Quevedo provincia de Los Ríos mostro los valores más bajos con (medias= 0,15 m³ y rangos= 38,68). Tres de los cinco tratamientos superaron a la medida general de 0,19 m³ altura comercial.

Tabla 12. Análisis estadísticos de las variables dasométricas, mediante la prueba de Kruskal Wallis para el volumen comercial de *T. grandis* a los 21 años de edad, H= 13,50 P= <0,0091.

| Tratamientos | N | Media | D.E | Mediana | Rango | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----|
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 19 | 0,18 | 0,07 | 0,17 | 47,26 | a b |
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 17 | 0,25 | 0,12 | 0,23 | 62,26 | b |
| Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 18 | 0,22 | 0,09 | 0,22 | 60,86 | b |
| Parrita Quepos Puntarenas | 22 | 0,16 | 0,11 | 0,12 | 37,75 | a |
| Quevedo provincia de Los Ríos | 20 | 0,15 | 0,06 | 0,16 | 38,68 | a |
| Medida General | 19,2 | 0,19 | 0,09 | 0,18 | 49,36 | |

n= número de observaciones; D.E= desviación estándar; H y p= Estadísticos de probabilidades

4.2. Comparación del incremento medio anual (IMA) de *T. grandis* obtenido de cinco fuentes semilleras, en el cantón Balzar.

4.2.1. Prueba de normalidad para el Incremento Medio Anual

En la tabla 13 se presentan los resultados realizados mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para el Incremento Medio Anual, de las variables dasométricas como diámetro (cm) altura total (m) altura comercial (m), área basal (m²), volumen total (m³) y volumen comercial (m³) de las cuales el área basal y volumen total no cumplen con los supuestos de normalidad.

Tabla 13. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de las variables dasométricas de *T. grandis* a los 21 años de edad.

| PRUEBA DE NORMALIDAD (Shapiro-Willks) | | | | | |
|---------------------------------------|----|----------|----------|------|-----------------|
| Variable | n | Media | D.E. | W* | p(Unilateral D) |
| IMADAP | 15 | 1,01 | 0,07 | 0,95 | 0,6430 |
| IMAHT | 15 | 0,8 | 0,13 | 0,92 | 0,4035 |
| IMAHC | 15 | 0,34 | 0,06 | 0,92 | 0,3900 |
| IMAG | 15 | 1,80E-03 | 4,10E-04 | 0,49 | <0,0001 |
| IMAVT | 15 | 0,02 | 0,01 | 0,76 | <0,0001 |
| IMAVC | 15 | 0,01 | 2,70E-03 | 0,96 | 0,7645 |
| Vol G ha | 15 | 10,43 | 2,76 | 0,91 | 0,2939 |
| Vol T ha | 15 | 125,87 | 42,09 | 0,93 | 0,4153 |
| Vol C ha | 15 | 53,51 | 18,79 | 0,93 | 0,4281 |

4.9. Diámetro (cm)

Análisis de varianza realizado mediante la prueba de Tukey ($P > 0,05$) para la variable DAP (cm) (tabla 14) no presento diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos los valores más altos estuvieron asociados a las procedencias de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 1,09 cm), seguido de la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media= 1,03 cm), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (media= 1,00 cm) Parrita Quepos Puntarenas con (media= 0,99 cm) y Quevedo provincia de Los Ríos con (media= 0,96 cm), dos tratamientos superaron a la media general de 1,01 cm.

4.10. Altura Total (m)

Análisis de varianza realizado mediante la prueba de Tukey ($P > 0,05$) para la altura total (m) (tabla 14) no presento diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos los

valores más altos estuvieron asociados a las procedencias de Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media= 0,91 m), seguido de la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 0,83 m), Quevedo provincia de Los Ríos con (media= 0,79 m), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (media= 0,77 m) y Parrita Quepos Puntarenas con (media= 0,73 m), dos de los cinco tratamientos superaron a la media general de 0,81 m.

4.11. Altura Comercial (m)

Análisis de varianza realizado mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) para la altura total (m) (tabla 14) no presento diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos los valores más altos estuvieron asociados a las procedencias de Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media= 0,39 m), seguido de la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 0,38 m), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (media= 0,34 m), Quevedo provincia de Los Ríos con (media= 0,31 m), y Parrita Quepos Puntarenas con (media= 0,27 m), dos tratamientos superaron a la media general de 0,34 m.

4.12. Vol/ha/área basal

Análisis de varianza realizado mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) para el volumen del área basal por hectárea, (tabla 14) no presento diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos por parcela, los valores más altos estuvieron asociados a la procedencia de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 10,71 m²), seguido del tratamiento Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media= 10,35 m²), Parrita Quepos Puntarenas con (media= 11,69 m²), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (media= 9,91 m²) y Quevedo provincia de Los Ríos con (media= 9,48 m²) uno de los cinco tratamientos superaron a la media general de 10,43 m².

4.13. Volumen Total/ha

Análisis de varianza realizado mediante la prueba de Tukey ($P>0,05$) para el volumen total por hectárea, (tabla 14) no presento diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos por parcela, los valores más altos estuvieron asociados a la procedencia de

Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 135,24 m³), seguido del tratamiento Parrita Quepos Puntarenas con (media= 134,83 m³), Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media= 134,60 m³), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (media= 114,50 m³) y Quevedo provincia de Los Ríos con (media= 110,17 m³) tres de los cinco tratamientos superaron a la media general de 125,87 m³.

4.14. Volumen Comercial/ha

Análisis de varianza realizado mediante la prueba de Tukey (P>0,05) para el volumen comercial por hectárea, (tabla 14) no presento diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos por parcela, los valores más altos estuvieron asociados a la procedencia de Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 con (media= 62,68 m³), seguido del tratamiento Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 con (media= 58,97 m³), Parrita Quepos Puntarenas con (media= 51,58 m³), Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con (media= 50,16 m³) y Quevedo provincia de Los Ríos con (media= 44,17 m³) dos de los cinco tratamientos superaron a la media general de 53,51 m³.

Tabla 14. Análisis de varianza realizados mediante la prueba de Tukey (P>0,05) para el incremento medio anual (IMA) de las variables dasométricas del DAP, HT, HC, G, VT Y VC de cinco procedencias de *T. grandis* a los 21 años de edad.

| Tratamientos | DAP | HT | HC | G | VT/ha | VC/ha |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 1,00 | 0,77 | 0,34 | 9,91 | 114,50 | 50,16 |
| Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 1,09 | 0,83 | 0,38 | 10,71 | 135,24 | 62,68 |
| Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 1,03 | 0,91 | 0,39 | 10,35 | 134,60 | 58,97 |
| Parrita Quepos Puntarenas | 0,99 | 0,73 | 0,27 | 11,69 | 134,83 | 51,58 |
| Quevedo provincia de Los Ríos | 0,96 | 0,79 | 0,31 | 9,48 | 110,17 | 44,17 |
| Medida General | 1,01 | 0,81 | 0,34 | 10,43 | 125,87 | 53,51 |
| P | 0,248 | 0,585 | 0,115 | 0,922 | 0,946 | 0,839 |
| CV% | 6,55 | 16,74 | 15,18 | 30,08 | 41,24 | 40,37 |

4.3. DISCUSIÓN

El análisis de los valores obtenidos en cada una de las variables de este ensayo genético permitió demostrar que el promedio para la variable DAP (cm) fue de 21,41 cm a los 21 años de edad el mismo que es inferior al promedio reportado por Camacho *et al*, el cual obtuvo un promedio en DAP cm de 32,55 cm en un ensayo genético con especies de *T. grandis* a los 21 años de edad.

El promedio de altura total de *T. grandis* registrado en este ensayo fue de 16,94 m el mismo que es inferior al reportado por Camacho *et al*, el cual alcanzo una altura total promedio de 27,32 m a los 21 años de edad.

El promedio para altura comercial de *T. grandis* que se obtuvo en este ensayo fue de 7,11 m el mismo que es inferior al reportado por Camacho *et al*, el cual logro una altura comercial promedio de 23,24 m a los 21 años de edad.

El promedio para el volumen total obtenido en este ensayo genético fue de 0,450 m³ el mismo que es inferior al volumen total reportado por Camacho *et al*, el cual alcanzo un volumen total promedio de 0,610 m³ a los 21 años de edad de la plantación.

El promedio para área basal que se obtuvo en este ensayo genético es de 0,040 m² el mismo que resulto inferior al promedio de área basal reportado por Camacho *et al*, en el año 2013, con un promedio de 0,055 m².

Los resultados obtenidos en este ensayo genético para el incremento medio anual (IMA) demostró que el promedio para la variable DAP (cm) fue de 1,01 cm a los 21 años de edad el mismo que es inferior al promedio reportado por Mollinedo *et al*, el cual obtuvo un promedio en DAP cm de 1,65 cm en un ensayo genético con especies de *T. grandis* a los 8 años de edad.

El promedio de altura total (IMA) de *T. grandis* registrado en este ensayo fue de 0,81 m el mismo que es inferior al reportado por Mollinedo *et al*, el cual alcanzo una altura total promedio de 1,34 m a los 8 años de edad.

El promedio para el volumen total (IMA) obtenido en este ensayo genético fue de 125,87 m³ el mismo que es mayor al volumen total reportado por Mollinedo *et al*, el cual alcanzo un volumen promedio de 17,22 m³ a los 8 años de edad de la plantación.

El promedio para área basal que se obtuvo en este ensayo genético es de 10,43 m² el mismo que resulto mayor al promedio de área basal reportado por Mollinedo *et al*, en el año 2016, con un promedio de 2,48 m².

En general los promedios para las variables dasométricas DAP, altura total, área basal, y volumen total obtenidas en este ensayo genético proveniente de cinco fuentes semilleras de *T. grandis* resultaron inferiores a los resultados obtenidos por Camacho *et al* y Mollinedo *et al* esto pudo deberse a que la plantación no tuvo un óptimo desarrollo en donde pudieron intervenir varios factores como las condiciones climáticas, el tipo de suelo que no se encontraba en óptimas condiciones como la falta de nutrientes así como el mal manejo y la tardanza en la implementación de tratamiento silviculturales como raleos y podas que son actividades clave para el desarrollo de la especie o el abandono de la plantación de *T. grandis* durante su crecimiento.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En base a lo expuesto se concluye que la evaluación del desarrollo de *T. grandis* permitió conocer el crecimiento que ha obtenido la plantación a los 21 años de edad, los promedios obtenidos en cada una de las variables dasométricas de *T. grandis* fue de 21,41 cm para diámetro, 16,96 m para altura total, 7,11 m para altura comercial, 0,04 m² para área basal, 0,45 m³ para volumen total y 0,19 m³ para volumen comercial, mismos que presentaron diferencias estadísticas significativas por ende reportaron promedios aceptables.
- A través de las variables dasométricas a los 21 años de edad de la plantación de *T. grandis* se determinó el incremento medio anual (IMA) de cada una de las variables dasométricas los promedios obtenidos fueron 1,01 cm para diámetro, 0,81 m para altura total, 0,34 m para altura comercial, 10,43 m² para área basal por hectárea, 125,87 m³ para volumen total por hectárea, 53,51 m³ para volumen comercial por hectárea, las cuales no presentaron diferencias estadísticas significativas obteniendo promedios aceptables en cuanto a las variables dasométricas expuestas en este ensayo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener un registro continuo y monitoreo de las variables dasométricas de las plantaciones con la finalidad de conocer el rendimiento que tiene la plantación a corto, mediano y largo plazo además poder realizar comparaciones de los incrementos medios anuales (IMA) a medida que se vayan desarrollando.
- Seguir con el establecimiento de ensayos genéticos de plantaciones forestales a través de distintas fuentes semilleras e implementar técnicas de manejo silvicultural con la finalidad de obtener una plantación con una buena producción de madera en el turno final.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. BIBLIOGRAFÍA

- Armijos, D. (2013). Construcción de tablas volumétricas y cálculo de factor de forma (ff.) Para dos especies, teca (*Tectona grandis*) y melina (*gmelina arborea*) en tres plantaciones de la empresa Reybanpac CA. En la provincia de Los Ríos. Tesis de Ingeniería Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador, 18-101 p.
- Bravo, A., y Quimis, P. (2015). Estudio descriptivo de la Producción, Comercialización y Logística de Exportación a la India de la madera de teca "*Tectona grandis*" y su proceso de industrialización como cambio de la matriz productiva. Tesis de ingeniería. Repositorio academico de la Universidad de Guayaquil, 121 p.
- Cabrera, C., Suatunce, P., Cervantes, J., y Tapia, 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.). *Revista Ciencias técnicas y aplicadas*, 4(7). 9 p.
- Camacho, L. (2013). Tablas de Redimiento para teca (*Tectona grandis* L.) en el estado de campeche . *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* , 4 (19) 8-11 p.
- Canales, H. (2013). Levantamiento de la Muestra para el Inventario Forestal Exploratorio. *Revista Organización internacional de las maderas tropicales (ITTO)*, 3(1). 3-14 p.
- Cardona, J. (2011). Guía para el levantamiento de parcelas de inventario forestal. *Revista Mundo Forestal*, 29(1). 3-81 p.
- Castillo, C. (2011). Diseño de Experimentos al Completo Azar. *Revista de Pedagogía*, 4 (91).2-35 p.
- Contreras, F. (2012). Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo. *Revista Promabosques*, 23-59 p.
- Cruz, F. (2018). Estimadores de muestreo para inventario de plantaciones de *Pinus chiapensis*. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9 (47). 3-20 p.

- Cuñaqui, G. (2011). Manual practico de inventarios forestales . *Revista Peruana de Biología*, 19 (1). 4-18 p.
- Floréz , J., Trugilho, P., Lima, J., Gherardi, P., y Moreira, J. (2014). Caracterización de la madera joven de *Tectona grandis* L. f. Plantada en Brasil. *Revista Mexicana Madera y Bosques*, 20(1). 2-10 p.
- González, E. (2017). Evaluación del crecimiento de las plantaciones de *Tectona grandis* L.F. Unidad sívcola Mayarí. *Revista cubana de ciencias forestales CFORES*, 5(3) 3-10 .
- Gonzales, A. (2020). Prendimiento en la plantación forestal del proyecto fortalecimiento para la forestación y reforestación con especies nativas y exóticas de Chirinos - San Ignacio - Cajamarca. Tesis de Ingeniería. Repositorio digital Universidad Nacional de Cajamarca , 20-63 p.
- Hernández , L., y Reyna , C. (2016). Manual de campo para el establecimiento y remediación de parcelas permanentes de muestreo forestal. *Revista Forestal Rainfor*, 4(2) 28-53 p.
- Hernández, S. (2017). Establecimiento de criterios técnicos para el mejoramiento y expansión de una plantación de teca (*Tectona grandis*) en la finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica - Cesar. Tesis de ingeniería. Repositorio academico de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, 79 p.
- Herrera, C. (2016). Evaluación de fuentes semilleras de especies forestales nativas, como apoyo a programas y políticas de reforestación de la provincia de Loja. Tesis de Postgrado. Repositorio digital Universidad Nacional de Loja, 95 p.
- Maldonado, D. (2015). Identificación y selección de árboles semilleros de cinco especies forestales nativas de la microcuenca el Padmi, provincia de Zamora Chinchipe . Tesis de Ingeniería. Repositorio Digital Universidad Nacional de Loja , 20-81 p.
- Martínez, J. (2014). Optimización del tamaño de las parcelas de muestreo mediante simulación de inventario forestal. *Revista científica forestal*, 33(2). 2-6 p.

- Meza, E. (2016). Efecto de la calidad de sitio forestal en el incremento medio anual de *Ochroma pyramidale* (balsa), provincia de Manabí año 2015. propuesta de reforestación. Tesis de Magíster. Repositorio digital Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 29-113 p.
- Mollinedo, M., Herrera , M., y Muñoz , F. (2016). Caracterización del crecimiento de plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis* Linn f.) y estimación de curvas de índice de sitio en el área septentrional de la República de Guatemala. *Revista Madera y Bosques*, 22 (2). 10-16 p.
- Moreira, M., & Ruales , P. (2015). Plan de reforestación con especies nativas en la microcuenca alta del río Carrizal en la comunidad de Severino. Tesis de Ingeniería. Repositorio digital Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, 9-72 p.
- Murillo, O. (2012). Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas . *Revista Agronomía Costarricense*, 21 (2). 1-17 p.
- Ochoa, C. (2015). Muestreo probabilístico: muestreo estratificado. *Revista de Ingeniería Industrial*, 27 (4). 11-40 p.
- Quintero , M., Jerez , M., y Flores , J. (2012). Modelo de crecimiento y rendimiento para plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.) usando el enfoque de espacio de estados. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 33(1) . 33-41 p.
- Ramirez, L. (2017). Incremento Medio Anual de teca (*Tectona grandis* L.F.) en plantaciones comerciales. Tesis de ingeniería. Repositorio digital Universidad Nacional de Cajamarca , 97 p.
- Robledo, J. (2015). Diseños de muestreo. *Revista de la Facultad de Ciencias* , 9 (8). 3-23 p.
- Rosado, O. (2017). “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”. Tesis

de ingeniería. Repositorio digital de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 71 p.

Suatunce , P., Díaz, T., y García , L. (2010). Efecto de la densidad de plantación en el crecimiento de cuatros especies forestales tropicales. *Revista Ciencia y Tecnología* , 3(1). 23-26 p.

Valenzuela, D. (2009). Evaluación del comportamiento de procedencias de Pinus patula Schlect. et Cham en la Provincia de Imbabura Periodo 2008-2009. Tesis de ingeniería. Repositorio digital Universidad Técnica del Norte , 15-79 p.

Véliz, F. (2010). Determinación del Incremento Medio Anual (IMA) e Índice de Sitio de Diferentes Especies Forestales en el Bosque Protector Prosperina-ESPOL. Tesis de ingeniería. Repositorio digital Escuela Superior Politécnica del Litoral, 92 p.

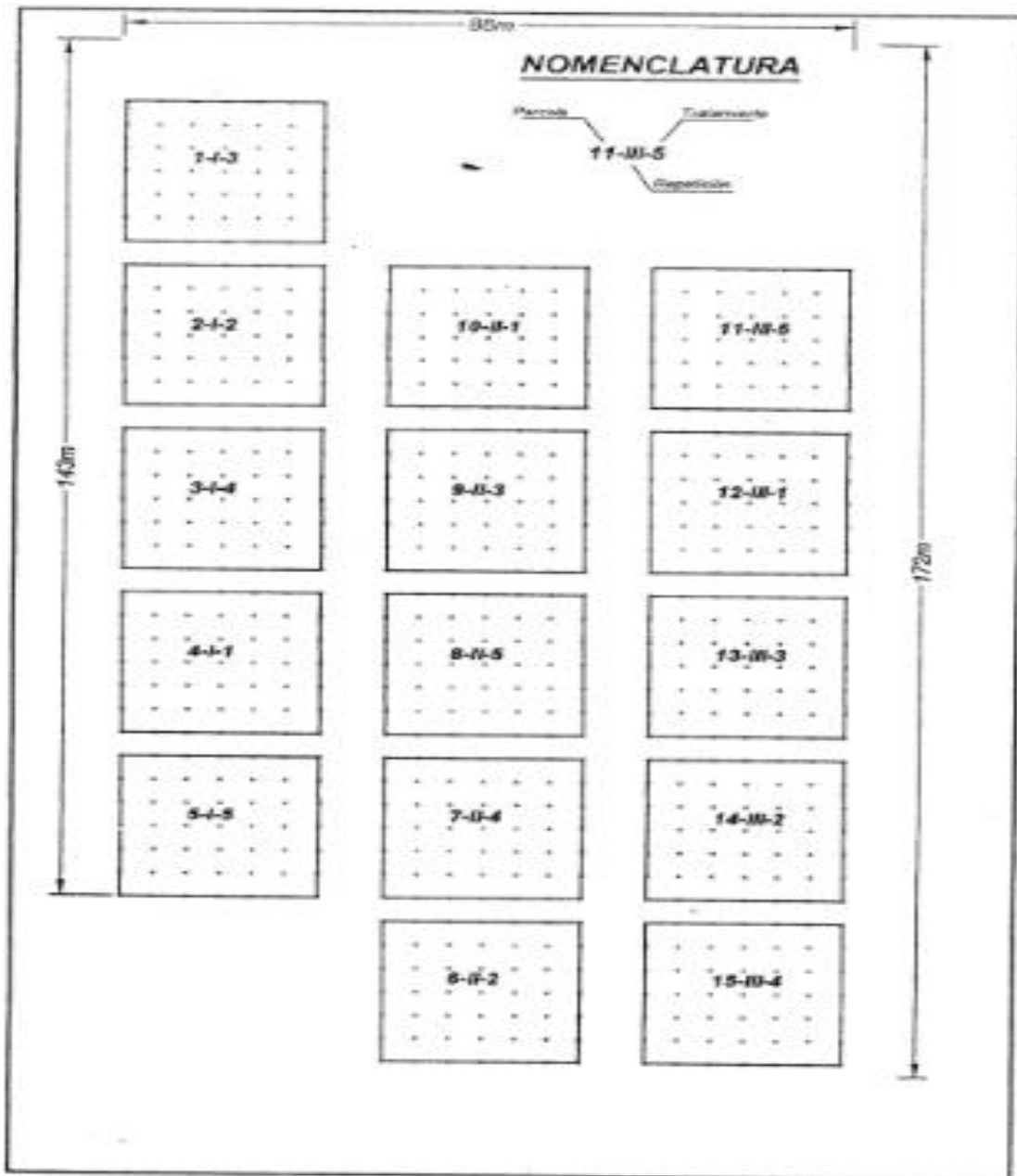
Vinueza, M. (2012). Ficha Técnica N° 1: TECA. *Revista EcuadorForestal*, 2-8 p.

CAPITULO VII

ANEXOS



Anexo 1. Mapa de la ubicación del área de estudio de la plantación de *T. grandis* L.F. en el cantón Balzar provincia del Guayas



Anexo 2. Croquis del área de la plantación de *T. grandis* L.F.

Anexo 3. Resumen de los promedios de las variables dasométricas en estudio

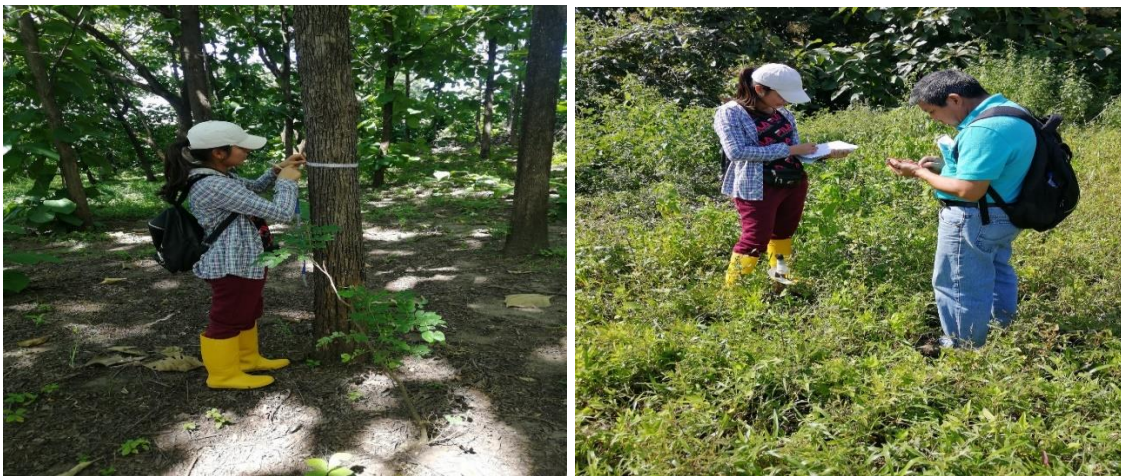
| RESUMEN PROMEDIO DE INCREMENTO MEDIO ANUAL | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| P | TRATAMIENTOS | REPET | IMA DAP | IMA HT | IMA HC | IMA G | IMA VT | IMA VC | g. Hect. | VT. Hect. | VC. Hect. |
| 1 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 1 | 1,08 | 0,76 | 0,41 | 0,002 | 0,02 | 0,012 | 10,813 | 121,915 | 66,107 |
| 2 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 1 | 1,15 | 0,91 | 0,44 | 0,002 | 0,03 | 0,015 | 12,760 | 176,047 | 86,429 |
| 3 | Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 1 | 1,05 | 0,90 | 0,38 | 0,002 | 0,02 | 0,010 | 13,692 | 180,735 | 77,768 |
| 4 | Parrita Quepos Puntarenas | 1 | 0,92 | 0,56 | 0,22 | 0,001 | 0,01 | 0,005 | 8,147 | 71,179 | 28,197 |
| 5 | Quevedo provincia de Los Ríos | 1 | 0,97 | 0,91 | 0,33 | 0,002 | 0,02 | 0,008 | 8,797 | 121,051 | 44,107 |
| 6 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 2 | 0,97 | 0,89 | 0,32 | 0,002 | 0,02 | 0,007 | 11,726 | 153,557 | 55,650 |
| 7 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 2 | 1,07 | 0,70 | 0,30 | 0,002 | 0,02 | 0,009 | 9,029 | 95,535 | 39,950 |
| 8 | Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 2 | 1,10 | 0,82 | 0,35 | 0,002 | 0,02 | 0,011 | 13,267 | 162,802 | 72,458 |
| 9 | Parrita Quepos Puntarenas | 2 | 1,03 | 0,71 | 0,29 | 0,002 | 0,02 | 0,008 | 13,305 | 141,932 | 57,619 |
| 10 | Quevedo provincia de Los Ríos | 2 | 0,91 | 0,64 | 0,29 | 0,001 | 0,01 | 0,006 | 10,475 | 101,057 | 46,455 |
| 11 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 | 3 | 0,96 | 0,66 | 0,29 | 0,002 | 0,01 | 0,006 | 7,199 | 68,025 | 28,733 |
| 12 | Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 | 3 | 1,05 | 0,88 | 0,40 | 0,002 | 0,02 | 0,011 | 10,352 | 134,125 | 61,646 |
| 13 | Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 | 3 | 0,94 | 1,00 | 0,44 | 0,001 | 0,02 | 0,010 | 4,093 | 60,270 | 26,689 |
| 14 | Parrita Quepos Puntarenas | 3 | 1,03 | 0,92 | 0,31 | 0,002 | 0,03 | 0,009 | 13,621 | 191,391 | 68,933 |
| 15 | Quevedo provincia de Los Ríos | 3 | 0,99 | 0,81 | 0,32 | 0,002 | 0,02 | 0,007 | 9,179 | 108,407 | 41,961 |

Anexo 4. Medición de las variables dasométricas de la plantación de *T. grandis*

Registro de coordenadas



Registro de diámetros



Registro de altura

